



Internationales Symposion INTERPRAEVENT 2004 – RIVA / TRIENT

LA SISTEMAZIONE DELLA FRANA DELLA VAL SCAGLIA MANAGEMENT OF THE VAL SCAGLIA LANDSLIDE

Lorenzo Malpaga¹, Andrea Franceschini², Graziano Lunardelli e Cristina Penasa¹

RIASSUNTO

A circa dieci chilometri in linea d'aria da Riva del Garda, sede di Interpraevent 2004, i magnifici pascoli della *Cà de Mez* vengono bruscamente inghiottiti da un'antica vastissima erosione, chiamata *frana della Val Scaglia*.

Dal 1886 ad oggi, lungo i ripidi versanti di questa valle decine di persone si sono avvicinate nel tentativo di frenare un dissesto che ogni anno inesorabilmente sottraeva terreno ai pascoli e costituiva una seria minaccia per le abitazioni di *Pur*.

La *frana della Val Scaglia* riassume quindi, per molti aspetti, la storia delle sistemazioni idrauliche e forestali nel Trentino.

Il nostro contributo vuole ripercorrere questa storia, dai primi rudimentali ed encomiabili tentativi di consolidamento, fino agli attuali lavori, eseguiti secondo le moderne tecniche d'intervento e con l'adozione delle misure più adatte a prevenire possibili infortuni sul lavoro.

Parole chiave: frana, genesi del dissesto, storia degli interventi di sistemazione, prevenzione degli infortuni sul lavoro.

ABSTRACT

Around ten kilometres as the crow flies from Riva del Garda, the venue for Interpraevent 2004, the magnificent pastures of *Cà de Mez* are abruptly swallowed up by a vast and longstanding area of erosion, known as the *Val Scaglia* landslide.

Along the steep slopes of this valley from 1886 to the present day, dozens of people have been involved in attempts to halt the landslip which inexorably took away valuable pasture land each year and constituted a serious menace for the houses in *Pur*.

Thus in many ways the *Val Scaglia* landslide sums up the history of water and forestry management in Trentino.

Our contribution is intended to run through this history, from the origin of the landslide to the first rudimental but commendable attempts to consolidate the terrain, up to current intervention, carried out using modern working techniques and adopting the most appropriate measures for preventing possible workplace accidents.

Key words: landslide, origin of landslide, history of management works, prevention of workplace accidents.

1 Funzionari del Servizio Sistemazione montana della Provincia Autonoma di Trento

2 Funzionario del Servizio geologico della Provincia autonoma di Trento

INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

La frana della Val Scaglia si colloca nell'ambito del bacino montano del fiume Sarca, nella porzione sudoccidentale del Trentino. A pochi chilometri dalla testata della frana, corre il confine tra le province di Trento e di Brescia.

Per raggiungere in autovettura la frana, partendo da Trento, si percorre la strada statale “della Valle dei Laghi” fino a Riva del Garda (fin qui, 40 km), quindi si sale in Val di Ledro, all'abitato di Molina (da Trento, 52 km). Giunti sulle rive del lago di Ledro, lo si costeggia verso sud, fino alla località *Piani di Pur*. Di qui, risalendo una strada sterrata inizialmente pianeggiante, e poi sempre più ripida, si giunge ai piedi del franamento.



Fig1: Inquadramento topografico della frana della Val Scaglia nell'*Atlas Tyrolensis* di Peter Anich (1759)

Fig1: Topographic classification of the Val Scaglia landslide in *Atlas Tyrolensis* of Peter Anich (1759)

INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Il substrato geologico presente nell'area è costituito dalle formazioni sedimentarie di età triassica, in particolare comprese tra il Norico ed il Retico; la formazione più antica è costituita dalla Dolomia Principale, a cui si sovrappongono alcuni membri della Formazione dei Calcari di Zu e, di seguito, la Formazione della Dolomia Superiore.

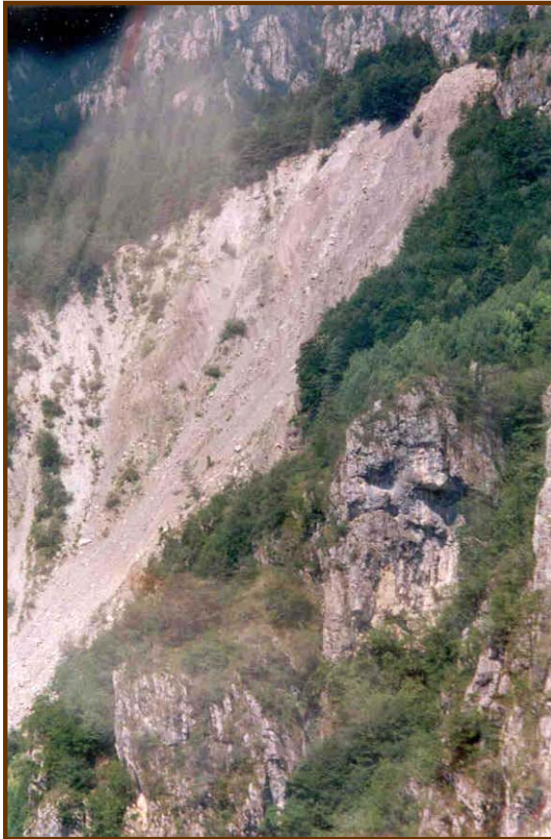
L'ambiente di deposizione delle formazioni sedimentarie si collocava al passaggio tra la piattaforma continentale e il bacino lombardo; così, mentre le formazioni dolomitiche si sono originate in ambiente di piattaforma, la deposizione dei Calcari di Zu è avvenuta in ambito bacinale.

L'assetto delle formazioni rocciose è, rispetto al versante della Val Scaglia, generalmente a reggipoggio con immersione verso NW.

La struttura dell'area è condizionata dalla presenza di due faglie trascorrenti, delle quali la più antica ha direzione NW – SE, che è stata di seguito dislocata da una seconda faglia trascorrente con direzione ENE – WSW.

L'assetto strutturale delle formazioni rocciose e la presenza delle lineazioni ha condizionato l'evoluzione morfologica dell'area; in corrispondenza dell'incrocio tra le due faglie è presente un'area sub-pianeggiante (presso Malga Giù) mentre l'incisione iniziale della Val Scaglia si imposta in corrispondenza con la faglia trascorrente con direzione NW-SE.

In prossimità dell'area di dissesto, in entrambi i versanti dell'incisione valliva, affiora la formazione delle Dolomia principale, formazione che costituisce la parte inferiore dei versanti presenti nella Val Scaglia sino al lago di Ledro.



Durante il periodo glaciale, la struttura morfologica dell'area ha favorito la deposizione di depositi glaciali nella zona a debole acclività di Malga Giù e lungo l'incisione valliva, dove però in seguito sono avvenuti sicuramente processi di rimodellamento in conseguenza di fenomeni erosivi.

Pertanto, attualmente, i depositi quaternari presenti nell'incisione valliva interessata dai fenomeni di dissesto sono classificabili come depositi di versante accumulati per gravità e ruscellamento e, con ogni probabilità, si sovrappongono, perlomeno nella parte sommitale dell'incisione, ai depositi glaciali più antichi.

Nelle parti laterali dell'incisione, inoltre, sono presenti depositi gravitativi originatisi dalla disgregazione fisico-chimica delle pareti rocciose e dal successivo accumulo di detriti alla base dei pendii; questo tipo di deposito è quello più recente, e si sovrappone ai precedenti.

Fig2: Uno scorcio della testata della frana prima degli interventi di consolidamento (1994)

Fig2: View of the head of the landslide before consolidation work (1994)

Non esistono dati certi sullo spessore dei depositi quaternari nella parte superiore della valle, che è stimato superiore alla decina di metri; in corrispondenza della briglia di contenimento collocata nella parte mediana del dissesto sono state effettuate delle prospezioni sismiche a rifrazione per valutare lo spessore della copertura detritica.

Da esse è emerso come in sponda sinistra il deposito gravitativo abbia spessori modesti, inferiori a 2 – 3 m, e che inferiormente sia presente l'ammasso roccioso mediamente fratturato.

Nella parte centrale, invece, al di sotto del deposito sciolto superficiale, ad una profondità di 5 – 6 m circa, l'indagine ha consentito di individuare un deposito quaternario ad elevata compattazione, mentre le prospezioni effettuate non hanno consentito di localizzare il substrato litoide, che pertanto si presume collocarsi a profondità maggiori (almeno 10 – 15 m).

DESCRIZIONE DEL DISSESTO

Il dissesto in esame è riconducibile totalmente ad intensi fenomeni erosivi che hanno coinvolto i depositi detritici quaternari.

Lo sviluppo di tali fenomeni, oltre che alla natura incoerente e quindi facilmente erodibile dei depositi, è da ricondurre all'elevata pendenza di questo tratto di valle, che determina una situazione di diffusa fragilità.



Fig3: Uno scorcio della testata della frana, prima degli interventi di consolidamento (1994)

Fig3: View of the head of the landslide before consolidation work (1994)

Questa fragilità è accresciuta dalla presenza, nella parte mediana ed inferiore del dissesto, di emergenze idriche che trovano sicura alimentazione in condotti carsici ubicati all'interno

delle formazioni calcareo-dolomitiche ma che, prima della loro venuta a giorno, interessano pure la copertura quaternaria.

Essa pertanto, perlomeno in alcuni punti, si trova in condizioni di saturazione ed è quindi più esposta a fenomeni di dissesto sia di tipo erosivo che gravitativo. Il probabile denudamento della copertura vegetale ha consentito l'innescarsi di fenomeni d'erosione che, a causa delle favorevoli condizioni geomorfologiche, si sono rapidamente estese all'intero versante.

GENESI DELLA FRANA

Come accennato nel precedente paragrafo, la principale causa all'origine della frana della Val Scaglia va con ogni probabilità individuata nei disboscamenti attuati già nel '700 al fine di creare ampie zone di pascolo, in un'epoca nella quale la pastorizia rappresentava la principale fonte di sussistenza per le popolazioni della Val di Ledro. A tale proposito, il Mariani ipotizza, in un suo scritto del 1673: "Il nome di Leder proviene dall'Alemanno, che vuol dir di Cuoio; e ciò, attesta la grande quantità di Pelli Bovine e altre, che vi si fabbricano, stante il gran numero di bestiami che in essa valle vengono allevati".

Il dissesto si è sviluppato sul ripido versante posto ai piede del pascolo della *Cà de Mez* (Malga di mezzo), nei pressi della quale sorge la chiesetta di Sant'Anna, nominata in un documento del 1768, fatto questo che riafferma come, già in quell'epoca, l'attività pastorizia fosse assai praticata in quella zona.

A danno dei terreni improvvisamente denudati della loro millenaria copertura forestale si manifestò un'azione erosiva incessante, favorita anche dalla natura geologica di quei luoghi, caratterizzati da potenti coltri detritiche. Nell'arco di qualche decennio, si originò pertanto un grande franamento, capace di convogliare nel torrente Sat di Pur, e quindi verso il lago di Ledro, materiale ghiaioso per decine di migliaia di metri cubi.

A quell'epoca, di fronte ad un dissesto ormai inarrestabile, l'uomo non poté far altro che dichiarare la propria impotenza.

I PRIMI INTERVENTI DI SISTEMAZIONE

Le disastrose piogge dell'autunno 1882 ingrandirono la frana, trascinando a valle una notevole quantità di detriti che invase i prati dei *Piani di Pur*. L'Amministrazione austroungarica – che in quell'epoca governava sull'attuale provincia di Trento – predispose un progetto per la sistemazione del dissesto: i primi interventi vennero eseguiti all'inizio del '900. Tali lavori – a quanto risulta da una perizia redatta nel 1950 dall'ingegner Bresadola – consistettero nell'edificazione di sei briglie in muratura subito a valle del dissesto. Questo intervento non ottenne comunque particolari effetti, se non quello di favorire l'accumulo di una rilevante quantità di materiali provenienti dal disfacimento della coltre detritica: tali depositi a tergo delle opere "causarono deviazioni del corso del torrente e lo spostamento dello stesso verso il piede dei versanti con conseguente aggiramento delle spalle delle briglie che subirono danni considerevoli".

La suddetta perizia prevedeva la riparazione delle briglie esistenti.

Nel corso degli anni '50 si lavorò tenacemente alla definitiva sistemazione della frana: furono realizzate alcune nuove briglie, al cui dimensionamento si procedette dopo aver stimato la portata di massima piena in prossimità di Malga Cita pari a 28 mc/s (metodo di Giandotti).

In quello stesso periodo venne realizzata un'imponente ed efficace opera di consolidamento del versante sinistro idrografico, tramite la posa di alcune migliaia di metri lineari di graticciate (con impiego di piantine e talee di salice, ontano, robinia, maggiociondolo), intercalate ad opere di sostegno in legname (prevalentemente di pino, tutto recuperato in zona) e pietrame.

Sempre negli anni '50, la “Società Elettrica Ponale” intervenne in prossimità dello sbocco del torrente Sat di Pur nel lago di Ledro, deviandone il corso attraverso una galleria artificiale in roccia. Questa deviazione venne realizzata con lo scopo di far confluire le acque del torrente Sat di Pur in un punto in cui la sponda del lago di Ledro risulta essere rocciosa, e quindi non soggetta ad erosione.



Fig4: Planimetria della Val Scaglia risalente al 1930
Fig4: Map of the Val Scaglia dating back to 1930

L’ultima briglia realizzata in ordine di tempo risale al 1990, ed è situata alcune centinaia di metri a valle della frana.

A monte di quest’opera, raggiungibile attraverso una strada forestale camionabile, la morfologia del versante è infatti particolarmente impervia, e comunque tale da inibire la prosecuzione degli interventi secondo i metodi adottati fino a quell’anno.

Citiamo quest’opera poiché, a giudizio del funzionario forestale Antolini, essa influì negativamente sui deflussi solidi del torrente: “Venendo in questo modo a mancare la pendenza sufficiente per il libero convogliamento nel Lago dei materiali trasportati, il deposito che ne è conseguito ha provocato un rialzamento dell’alveo lungo tutta la conoide, generando una situazione di grave pericolo per i terreni coltivati e in via di bonifica adiacenti al rivo stesso, i quali possono essere facilmente invasi dalla corrente di piena, non più ristretta entro sponde sufficienti a contenerla” (1953).

Al fine di fronteggiare il problema del sempre maggiore trasporto solido, dalla fine degli anni '70 si diede inizio alla realizzazione di alcune grandi briglie di trattenuta in calcestruzzo, a partire dal tratto antistante malga Cita (quota 750 metri circa) e procedendo verso monte.

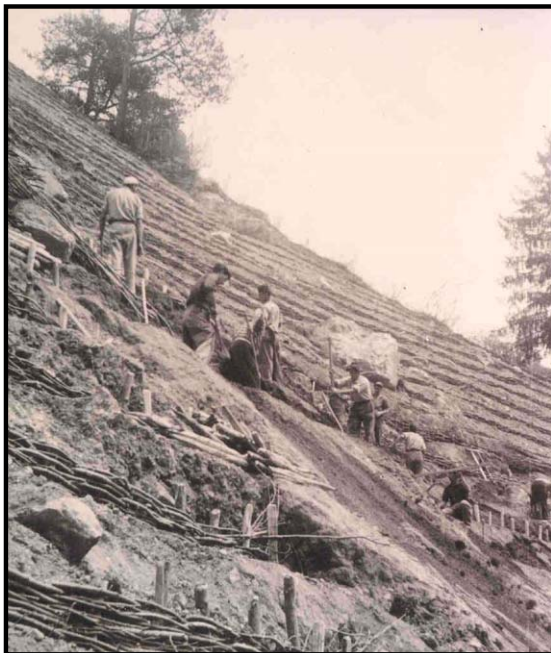


Fig5: Anno 1954: la sistemazione delle erosioni presenti lungo il versante sinistro della Val Scaglia

Fig5: 1954: management of the erosion present along the left-hand slope of the Val Scaglia

GLI INTERVENTI DI SISTEMAZIONE PIU' RECENTI

Nel corso di un sopralluogo compiuto sulla frana della Val Scaglia nell'estate del 1994, osservammo un marcato deterioramento delle briglie realizzate in epoca austroungarica (e successivamente riparate negli anni '50), ma soprattutto una notevole recrudescenza dei fenomeni erosivi, sia alla testata della frana che lungo il versante sinistro idrografico, con conseguente apporto di ulteriori grandi quantità di detriti nel reticolo idrografico sottostante.

In particolare, alcuni settori posti alla sommità del franamento erano caratterizzati da pareti verticali o strapiombanti, nelle quali apparivano incastonati – in precario equilibrio – massi di notevoli proporzioni.

Periodici crolli di materiale causavano un progressivo arretramento della corona della frana, ed alimentavano la già cospicua massa detritica accumulata ai piedi del dissesto.

Maturammo quindi la convinzione che fosse necessario provvedere con urgenza alla manutenzione delle vecchie briglie, ma anche alla realizzazione di nuove briglie ed al consolidamento dei versanti mediante opere di sostegno in legname e con l'ausilio di alcune tecniche proprie dell'ingegneria naturalistica.

Va infatti sottolineato che la forte urbanizzazione verificatasi negli ultimi trent'anni lungo tutta la parte terminale del torrente Sat di Pur renderebbe i danni causati da un'eventuale inondazione assai più gravi che nel passato.

Ecco pertanto, in estrema sintesi, gli interventi di sistemazione più recenti.

- 1995: viene installata una linea di teleferica che impiega, per la prima volta in Trentino, dei falconi metallici. Una briglia in calcestruzzo viene realizzata sul collettore ai piedi della frana



Fig6: Drenaggio centrale
Fig6: The “central drainage”

- 1996: ha inizio la sistemazione delle erosioni presenti lungo la sponda sinistra idrografica, tramite opere di sostegno in legname, stuoie in paglia e cocco, messa a dimora di specie forestali.

Viene costruita una nuova briglia in calcestruzzo, e viene consolidata (mediante setto di calcestruzzo a tergo) una briglia d'epoca austroungarica.

- 1997: “gradinamento” della testata dalla frana, mediante mezzi meccanici (escavatore, pala). Questo intervento ha un duplice scopo: consolidare la testata e garantire una maggiore sicurezza del cantiere sottostante, soprattutto rispetto al grave pericolo di caduta di detriti. I massi di maggiori proporzioni vengono frantumati con l'esplosivo, prima di essere fatti rotolare verso valle.

Viene conclusa la sistemazione delle erosioni lungo la sponda sinistra.

Consolidamento dell'alveo tramite scogliere, utilizzando i massi recuperati dalla testata della frana.

- 1998: realizzazione di una briglia in calcestruzzo.

Manutenzione alle opere di bioingegneria realizzate nel 1954.

Costruzione di una parte del grande muro di sostegno in calcestruzzo (per complessivi 1.000 mc). Nel corpo della briglia viene collocato un "inclinometro" della lunghezza complessiva di 10 m, strumento che permetterà di valutare gli eventuali spostamenti dell'opera rispetto alla verticale.

La base logistica del cantiere viene trasferita nella parte alta della frana (adattando a mensa un locale della *Cà de Mez*), in previsione degli interventi sulla testata.

- 2000: costruzione di palificate di sostegno sui "gradini" ricavati alla testata della frana. Realizzazione di una rete di drenaggi superficiali e profondi sull'intero corpo di frana.

Posa di stuoie in paglia e cocco, messa a dimora di piante con funzione drenante e antierosiva.

- 2001: costruzione del canale centrale di drenaggio (costituito da un'intelaiatura di tronchi di larice sormontata da una guaina di bentonite e da tondelli di pino trattato) e delle canalette di drenaggio superficiale (realizzate con tavole di larice). Posa di biostuoie e idrosemina.

- 2002: costruzione dei canali di drenaggio laterali (sponda destra e sponda sinistra) in legname di pino trattato e di larice, e di ulteriori canalette di drenaggio in larice. Continuazione dei lavori di posa delle biostuoie e di idrosemina. Concimazioni e scoronamenti.

- 2002: ultimazione dei lavori di costruzione delle canalette di drenaggio superficiale in larice, di posa delle biostuoie, di idrosemina, di concimazione e di scoronamento.

- 2003: completamento degli interventi di posa delle biostuoie, piantumazione, idrosemina e concimazione.

PROBLEMI CONNESSI ALL'IMPIANTO ED ALLA GESTIONE DEL CANTIERE DELLA VAL SCAGLIA, CON PARTICOLARE RIFERIMENTO ALLA PREVENZIONE DEGLI INFORTUNI SUL LAVORO

I principali problemi insiti nel cantiere della Val Scaglia possono essere così sintetizzati.

- Impianto ed esercizio della teleferica: una volta stabilito che la migliore soluzione per il trasporto dei materiali da opera era rappresentata dall'installazione di una teleferica, si è proceduto alla scelta del tracciato e quindi al montaggio.

Per l'ancoraggio di valle è stata sfruttata una briglia esistente, mentre per l'ancoraggio di monte è stato gettato (con l'ausilio di un elicottero) un plinto di calcestruzzo.

La linea è stata quindi collaudata dall'Università di Firenze – Istituto di Assestamento e Tecnologia forestale.

Le principali caratteristiche della teleferica possono essere così riassunte:

- lunghezza reale dell'impianto: 718.4 m;
- lunghezza sull'orizzontale: 657.9;
- dislivello complessivo: 285.1;
- pendenza media: 43.3 %;
- numero di campate: 3;
- altezza falcone di valle (Seik "SE 500"): 10 m;
- altezza falcone di monte (Seik "SE 800"): 30 m;
- fune portante: tipo "Seale" a 114 fili, diametro 30 mm, peso 3,37 kg/m, carico di rottura 53.620 kg, tensione massima 17.873d kg (coefficiente di sicurezza = 3);

- carico massimo ammesso: 2.979 kg;
 - argano: Gantner, con trazione massima a tamburo vuoto pari a 6.000 kg.
 - **Installazione del cantiere:** la ristrettezza degli spazi ha richiesto un'attenta analisi per la corretta dislocazione delle varie strutture di cantiere, alcune delle quali particolarmente ingombranti. L'impianto di betonaggio, le baracche per l'attrezzatura e la mensa sono state collocate su un pianoro ricavato a ridosso della briglia costruita nel 1990. A valle di quest'ultima, è stato ricavato un piazzale per il deposito dei materiali di maggior ingombro (soprattutto legname).
 - **Sicurezza e salute dei lavoratori:** la sistemazione di un versante franoso di dimensioni imponenti – com'è il caso della Val Scaglia – costituisce un importante banco di prova nella scelta delle soluzioni tecniche maggiormente idonee al consolidamento del dissesto, ma anche nell'adozione delle misure più adatte a prevenire possibili infortuni sul lavoro.
- Sotto questo aspetto, sin dall'inizio dei lavori abbiamo considerato la frana della Val Scaglia come un cantiere nel quale maturare le nostre capacità tecniche, ma anche la cultura del “pensare prima del fare”, così da ridurre al minimo il rischio di infortuni in un ambiente particolarmente inospitale e pericoloso.



Fig7: Posa del drenaggio centrale
Fig7: Laying of the “central drainage”

A tal proposito sono stati adottati i seguenti accorgimenti:

- allo scopo di annullare il rischio di rotolamento dei numerosi massi pericolanti, nella primavera del 1997 la sommità della frana è stata modellata a ‘gradini’ con l’impiego di mezzi meccanici;
- nella posa delle “biostuoie” sulle parti più ripide del dissestogli operai sono stati assicurati con imbragature e corde;
- durante la costruzione del grande muro di sostegno in calcestruzzo al piede della frana, per ridurre il rischio di seppellimento sono state sperimentate per la prima volta particolari

opere provvisoriale (i cosiddetti “ombrelli da neve”), che hanno permesso di consolidare efficacemente il ripido fronte di scavo.

Il cantiere è stato dotato di una doppia base logistica: mensa e servizi igienici sono stati dislocati sia all’ingresso di valle del cantiere (quota 875) che a quello di monte (quota 1225). Inoltre è stato allestito un terzo punto d’appoggio “mobile” (baracca-mensa), spostato nei vari settori della frana secondo le esigenze della squadra.

- Delimitazione del cantiere: l’intero cantiere è stato recintato al fine di evitare, per quanto possibile, l’accesso agli estranei.



Questo particolare può apparire di secondaria importanza, ma in realtà vi sono state alcune fasi dei lavori (in particolare, la formazione dei “gradini” alla testata della frana), durante le quali si è temuto per l’incolumità di alcuni turisti imprudenti, che nonostante la chiusura ed i divieti, percorrevano il sentiero che fiancheggia il dissesto;

- Problemi correnti: con questo termine si intende designare quei problemi che sono comuni un po’ a tutti i cantieri dell’edilizia (difetti di funzionamento dei macchinari, irregolarità nelle forniture), e che sono stati, talvolta, ingigantiti dalla particolare dislocazione di questo cantiere.

Si è quindi cercato di individuare dei lavori alternativi che potessero impegnare la squadra anche in occasione di interruzioni causate, ad esempio, da problemi legati al funzionamento della teleferica.

Fig8: Lavori alla testata della frana: allo scopo di annullare il rischio di rotolamento dei numerosi massi pericolanti, la sommità della frana è stata modellata a ‘gradini’ con l’ausilio di mezzi meccanici

Fig8: Work on the head of the landslide: in order to avoid the risk of a considerable number of dangerous rocks rolling down the hill, the top of the landslide was shaped into “steps” using mechanical equipment

CONCLUSIONI

Dopo nove estati di lavoro (dal 1995 al 2003), gli impegnativi interventi per la sistemazione idraulico-forestale della Val Scaglia sono stati finalmente portati a compimento. I sentimenti che accompagnano la chiusura di un cantiere così complesso sono molteplici e contrastanti: da un lato, la soddisfazione di aver ultimato un lavoro irto di difficoltà e pericoli senza alcun infortunio di rilievo, e di essere riusciti, grazie alle tecnologie oggi disponibili, nel

consolidamento delle parti più impervie della frana, che più volte in passato avevano respinto i nostri encomiabili predecessori.



Fig9: Veduta generale della frana a conclusione dei lavori di sistemazione
Fig9: General view of the landslide once management work was completed

D'altro canto, la consapevolezza che sulla frana della Val Scaglia dovremo periodicamente ritornare, ottemperando in tal modo al precetto di un illustre collega. Già nel 1928 l'ingegner Morandi ammoniva infatti che per dare carattere duraturo e definitivo ai benefici recati dagli interventi di sistemazione idraulico-forestale, "...è indispensabile, che l'opera non cessi a sistemazione compiuta, ma prosegua sotto forma di rigorosa sorveglianza, acciocché non avvenga, che lavori di tale importanza e che hanno costato tanto denaro e tanti sacrifici, vengano abbandonati a sé e lasciati rovinare".