DOTT. ANDREA TEDOLDI

COMUNE DI MADESIMO
COMUNITÀ MONTANA VALCHIAVENNA
PROVINCIA DI SONDRIO

COMMITTENTE:
COMUNITÀ MONTANA VALCHIAVENNA

PROGETTO
OPERE ANTIVALANGA IN LOCALITÀ SCALCOGGIA ED A PROTEZIONE DELL'ACCESSO ALLA LOCALITÀ MONTESPLUGA

RELAZIONE NIVOLOGICA

(D.G.R. N.IX/2016 – D.G.R. N.5001/2016 – NTC 2018)

GEOLOGO

Viale Italia, 21
23020 Prata Camportaccio, SO

Tel. 0343 20052
andrea@studiogeologicotedoldi.com

PRATA CAMPORTACCIO, GENNAIO 2026

DOTT. GEOLOGO
ANDREA TEDOLDI

IL DOCUMENTO È FIR
COLLEGATE E SC

ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDIA
Dr. Geologo
ANDREA
TEDOLDI
n. 1001

...S. 82/2005 S.M.I. E NORME
...E LA FIRMA AUTOGRAFA.

Firmato digitalmente da:
ANDREA TEDOLDI
Firmato il 09/02/2026 17:04
Seriale Certificato: 4494486
Valido dal 06/05/2025 al 06/05/2027
InfoCamere Qualified Electronic Signature CA

INDICE

INDICE 2
1.0 INTRODUZIONE 3
2.0 CARATTERISTICHE DEi SITi VALANGHIVi SS36 KM137+300 al km 146+700 6
2.1 Premessa 6
2.2 Scalcoggia 6
2.1 Andossi - Val Caurga CLPV n. 134 e 135 8
2.2 Teggiate CLPV n. 168 10
2.3 Le Corone CLPV n. 168 12
2.4 P.zo Casa CLPV n. 150 14
3.0 SINTESI DATI STORICI SS36 KM137+300 AL KM 146+700 17
3.1 Introduzione 17
3.2 Primo gruppo 18
3.3 Secondo gruppo 19
3.4 Valanga Pizzo Casa 20
4.0 SINTESI DATI STORICI LOCALITÀ SCALCOGGIA 24
5.0 ANALISI NIVO-METEOROLOGICA 28
5.1 Premessa 28
5.2 Sintesi inverno 2013 -2014 28
5.3 Elaborazione statistico probabilistica dello spessore al distacco 29
5.4 Calcolo dello spessore della neve al distacco 32
5.5 Altezza estrema neve H_{estr} 33
5.6 Considerazioni altezze estreme per sito valanghivo 39
5.6.1 N. CLPV 2140350 125 Km 137,200 39
5.6.2 N. CLPV 2140134 – 2140135 Km 139,00 40
5.6.3 2140350 168 Le Corone Km 144,900 oltre 145+000 42
5.6.4 2140350 150 Pizzo Casa 45
5.6.5 Proposta altezza Dk opere 46
6.0 SIMULAZIONI 46
6.1 Introduzione 46
6.2 Definizione della zona di distacco 47
6.3 Densità e coesione 48
6.4 Dati di input 48
6.5 Definizione dei parametri di calibratura ξ e μ 49
6.6 N. CLPV 2140350 127 (Scalcoggia) 51
6.7 N. CLPV 2140350 125 Km 137,200 (Caurga Andossi) 52
6.8 2140350 150 Km 148,000 (Pizzo Casa) 54
7.0 CONCLUSIONI 56
8.0 ALLEGATI: OUTPUT RAMMS 57
8.1 N. CLPV 2140350 127 (Scalcoggia) – T_{30} 57
8.2 N. CLPV 2140350 127 (Scalcoggia) – T100 59
8.3 N. CLPV 2140350 125 Km 137,200 (Caurga Andossi) – T30 60
8.4 N. CLPV 2140350 125 Km 137,200 (Caurga Andossi) – T30 62
8.5 N. CLPV 2140350 125 Km 137,200 (Caurga Andossi) – T100 64
8.6 2140350 150 Km 148,000 (Pizzo Casa) – T30 66
8.7 2140350 150 Km 148,000 (Pizzo Casa) – T100 68

1.0 INTRODUZIONE

La presente relazione caratterizza dal punto di vista nivologico gli ambiti valanghivi in comune di Madesimo che interessano:

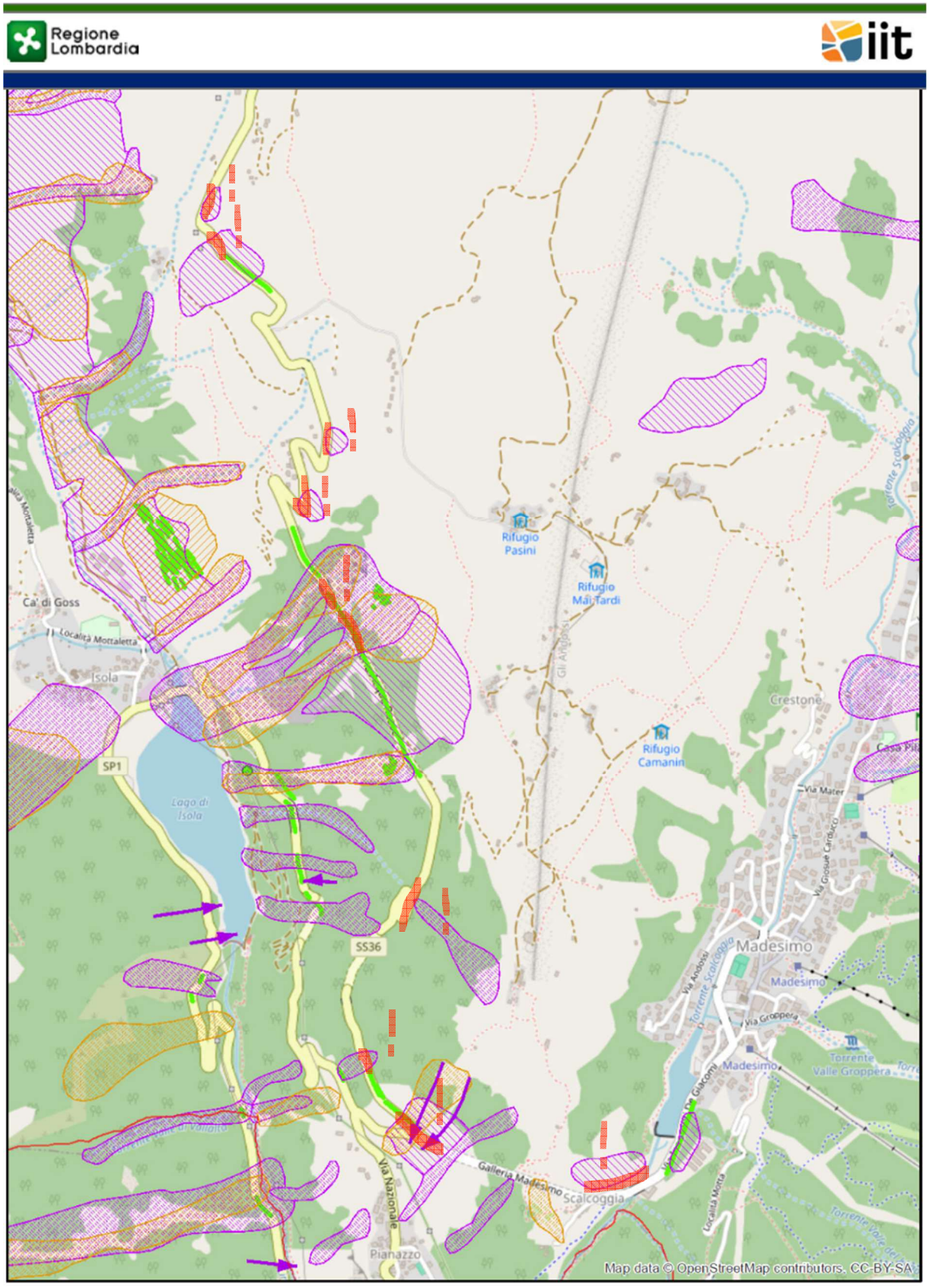
1) la strada statale 36 del lago di Como e dello Spluga dal km 137+300 al km 146+700;
2) la località Scalcoggia,

per poter consentire ai progettisti di definire l'ubicazione e la tipologia di opere per mitigare il rischio valanghe in reazione al finanziamento.

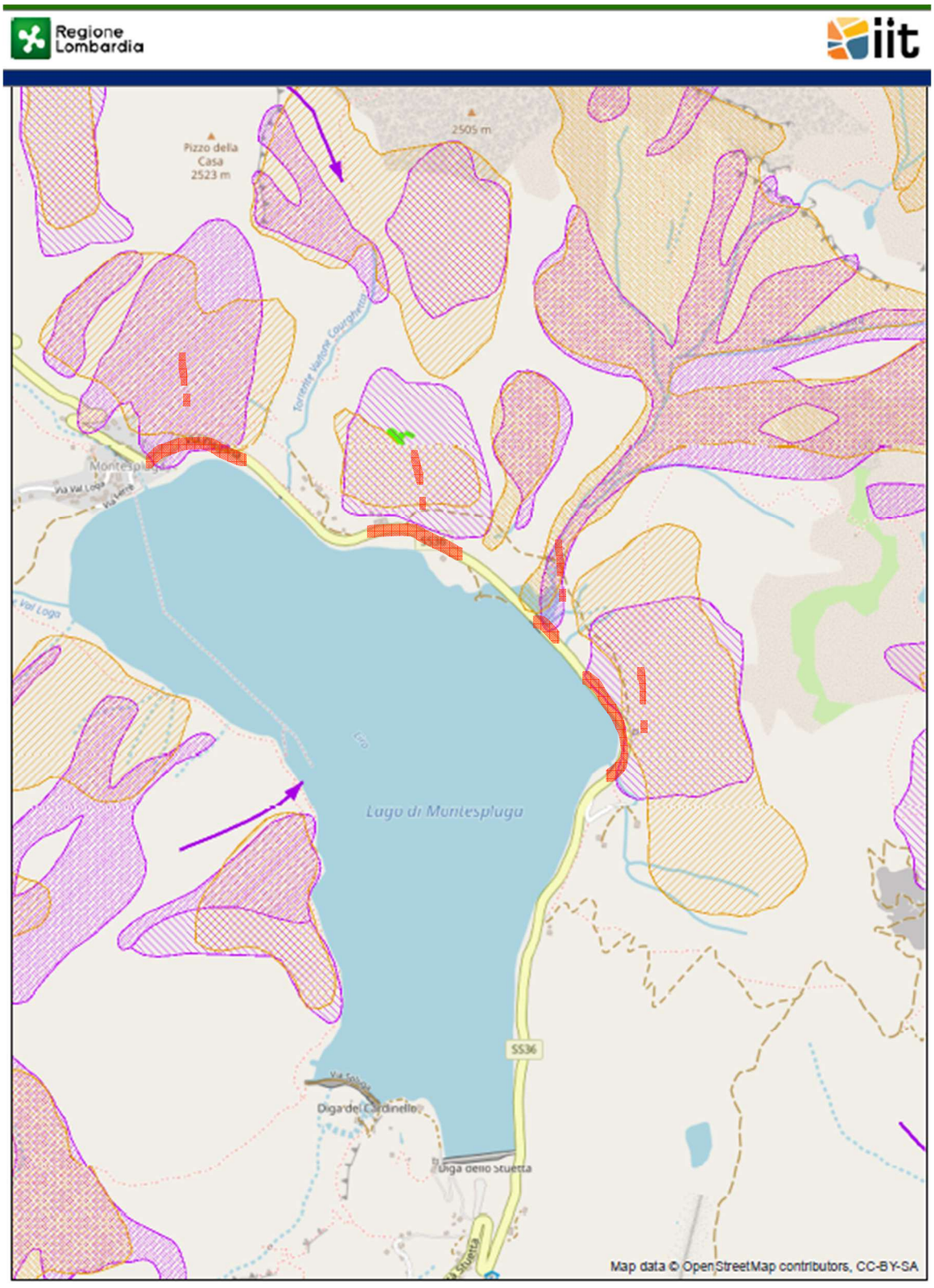
La caratterizzazione dell'area dal punto di vista nivologico e della dinamica valanghiva è stato svolto secondo i seguenti passi:

- **Descrizione area di studio:** lo studio topografico delle aree in esame attraverso il rilievo delle caratteristiche morfologiche del terreno in zona di distacco. L'analisi topografica è stata svolta utilizzando ortofoto, foto aeree e sulla base di sopralluoghi effettuati in presenza ed assenza di neve;
- **Raccolta e studio di informazioni storiche:** le informazioni storiche relative agli eventi verificatesi all'interno delle zone oggetto di incarico sono state raccolte a partire dagli archivi valanghe, da documenti storici, da testimonianze verbali e fotografiche, da osservazioni sul territorio e foto aeree e sono state utilizzate per caratterizzare le zone dal punto di vista valanghivo;
- **Analisi di informazioni nivo-meteorologiche:** I dati nivo-meteorologici delle stazioni di misura disponibili sono stati elaborati statisticamente allo scopo di determinare la massima altezza di neve al suolo. Per il calcolo e la verifica di tale altezza sono stati utilizzati e verificati i dati delle stazioni di misura localizzate sia sul territorio svizzero che sul territorio italiano in località limitrofe alla zona in esame;
- **Risultanze monitoraggio NTOV settore Valchiavenna** (Nucleo tecnico Operativo Valanghe) periodo 2019-2025 effettuate da parte dello scrivente;
- **Modellazione dinamica valanghiva** per i siti valanghivi utilizzando il pacchetto software RAMMS modulo "*Avalanche*" sviluppato dall'SLF/WSL per valutare l'esposizione al rischio valanghivo sia della strada per il tratto in esame che della frazione urbana Scalcoggia;
- **Considerazioni conclusive sull'area:** in base ai risultati desunti dalla ricerca storica, da osservazioni sul campo, da foto aeree e dall'esperienza dello scrivente sono state riportate le proprie considerazioni relative all'area in esame utili per la.

Si forniscono di seguito 2 estratti grafici della strada e località Scalcoggia evidenziando in rosso e con punto esclamativo gli ambiti di interesse.



Individuazione delle zone di distacco settore Teggiate Acque Rosse km 137+300 km 141+300 Scalcoggia [geoportale regione Lombardia - CLPV]



Individuazione delle zone di distacco gruppo 2 settore Montespluga S.S.36 km 138+000 km 146+700 [geoportale regione Lombardia - CLPV]

2.0 CARATTERISTICHE DEI SITI VALANGHIVI SS36 KM137+300 AL KM 146+700

2.1 Premessa

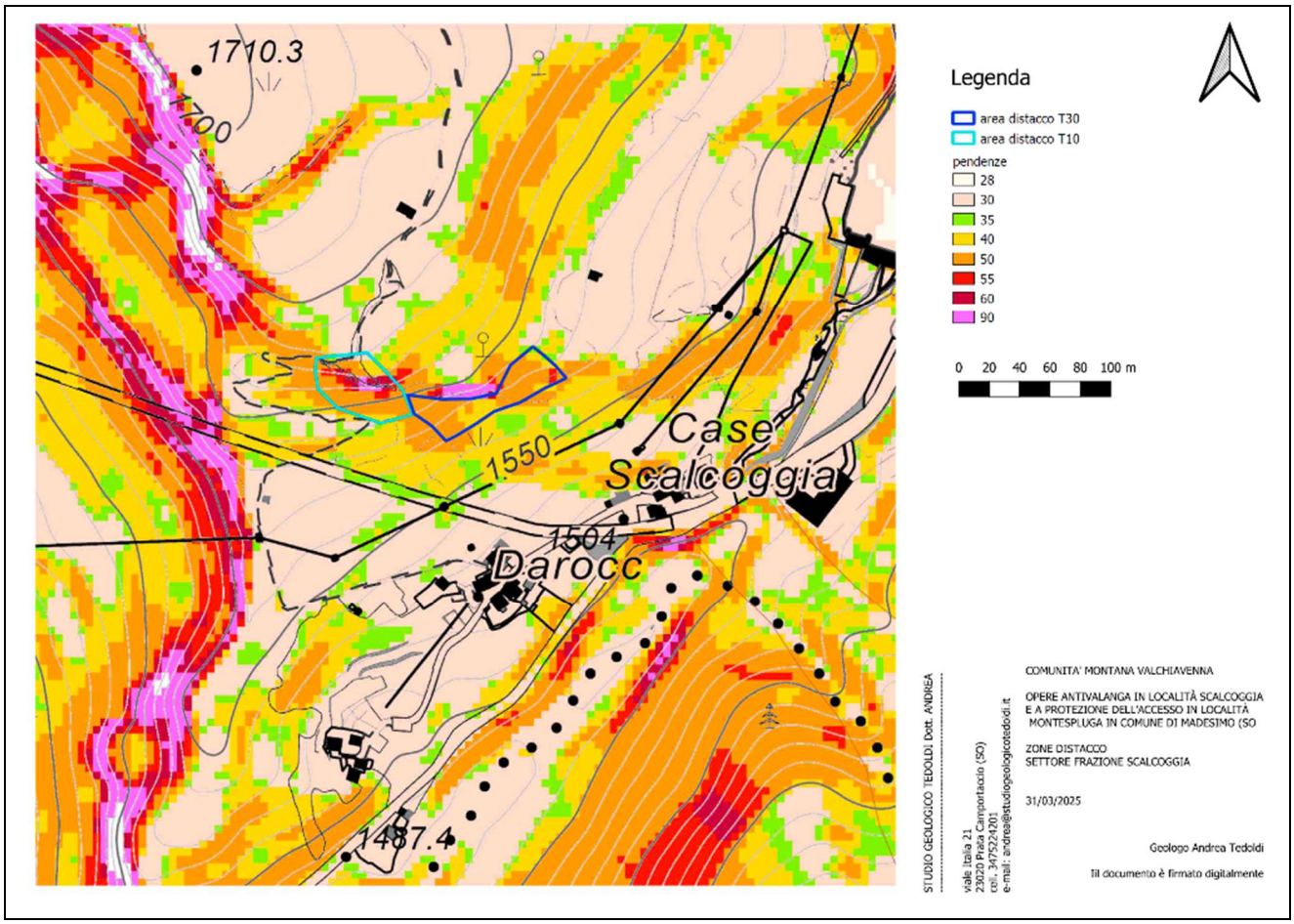
Nel premesse capitolo vengono descritte le caratteristiche morfologiche delle zone di maggior interesse dal punto di vista nivologico non ancora protette da presidi protettivi per la mitigazione del rischio valanghe.

2.2 Scalcoggia

Si tratta di un pendio orientato a sudest a monte della frazione urbana di Scalcoggia costituita da 2 piccoli nuclei distinti collegati da una strada comunale di lunghezza stimata in ca 90 m.

Da un analisi delle pendenze estratta dal modello digitale del terreno fornito con maglia 5 m da regione Lombardia tramite il software Qgis si evince che il potenziale distacco di neve può avvenire su un'area più estesa e diversamente posizionata rispetto a quella indicata nelle CLPV.

Il versante presenta pendenze comprese tra i 40° e 50°.



carta delle pendenze e definizione delle aree di distacco località Scalcoggia

Dal punto di vista morfologico il sopralluogo ha evidenziato un substrato di scivolamento dove predomina il pascolo fino al piede della parete rocciosa a quota 1'870- 1890 m s.l.m. dove si rileva la presenza di piante di alto fusto. All'interno del versante sono presenti:

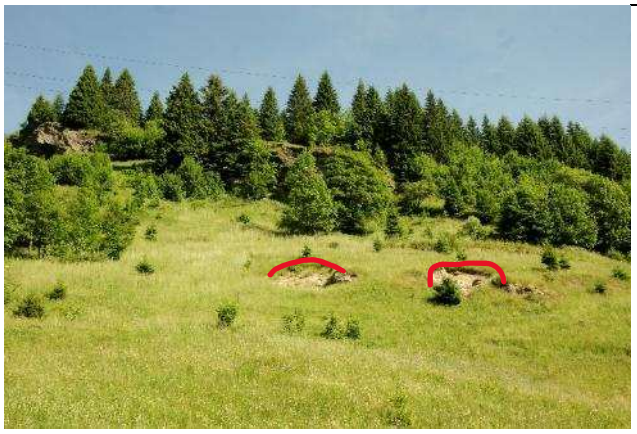
1) nicchie di scivolamento del terreno a contatto con il sottostante substrato roccioso indotte presumibilmente dalla saturazione del terreno e da risorgive a carattere discontinuo;
2) alcuni muretti a secco di spessore metrico che delimitano die modesti terrazzamenti.
3) segni di scivolamento della coltre superficiale in alcuni settori testimoniato da modeste trincee di distensione nel terreni mascherate dalla vegetazione.



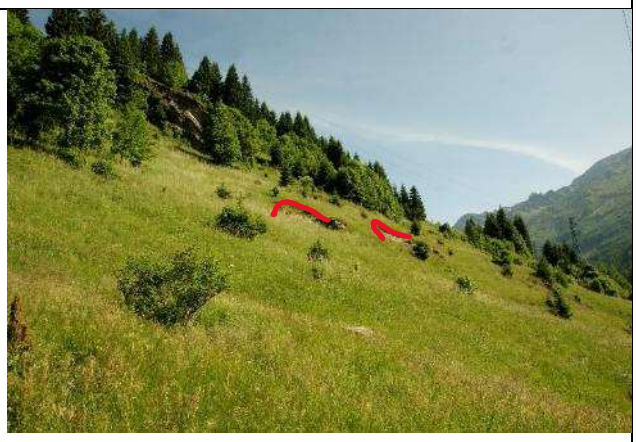
Panoramica settore centrale visto da valle



Panoramica settore centrale visto da valle



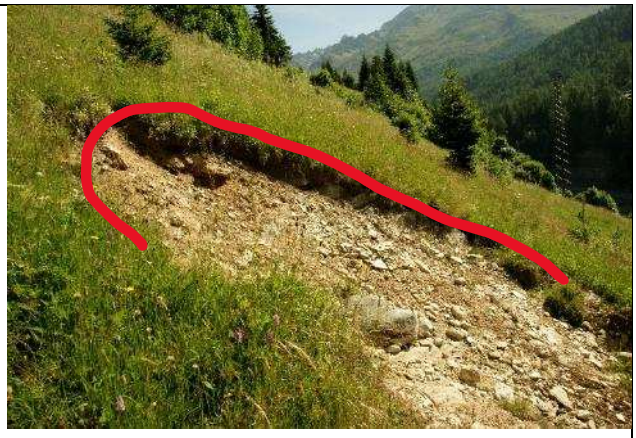
Panoramica nicchie di frana



Visione laterale parte centra le versante



Particolare muretti a secco



Dettaglio nicchia di frana



Zona raccordo versante parete rocciosa



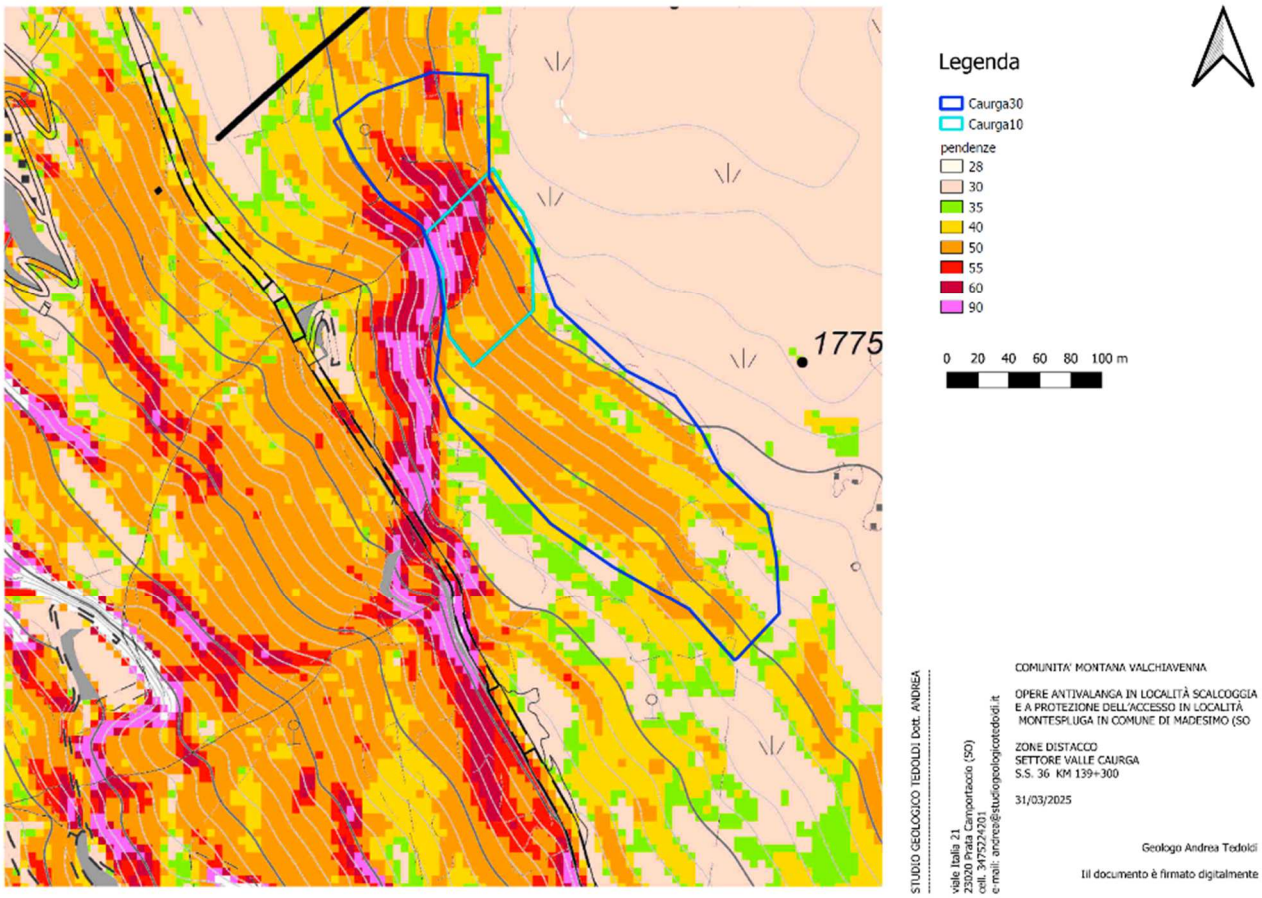
Probabili segni di valanga di periodi diversi

2.1 Andossi - Val Caurga CLPV n. 134 e 135

Si tratta del versante esposto ad ovest quindi molto solivo che interessa sostanzialmente tutta la dorsale degli Andossi nel tratto compreso tra Teggiate e Mottaccio. Il versante si caratterizza per una pendenza omogenea stimata tra i 40° e 50° ad eccezione dell'impluvio della Caurga dove le pendenze son maggiori e comprese tra i 55° e 90°.

Dal punto di Vista morfologico non si rilevano particolari accidenti morfologici ad eccezione di alcune zone in erosione presumibilmente collegate a saturazione del terreno vista la presenza sub affiorante del substrato roccioso metacarbonatico.

Interessante risulta invece l'osservazione delle strutture dei ponti da neve poco funzionali a causa presumibilmente di un sottodimensionamento delle strutture (segni di ribaltamento delle strutture e di snervamento dei sostegni laterali) o della loro spaziatura.



carta delle pendenze e definizione delle aree di distacco località Caurga Andossi



settore centrale "protetto" e meridionale



Area distacco a monte Valle Caurga



Particolare superficie di distacco/scorrimento neve



Testata Val Caurga



Scivolamenti copertura



Sostegni “snervati”



Paravalanghe fortemente lesionati



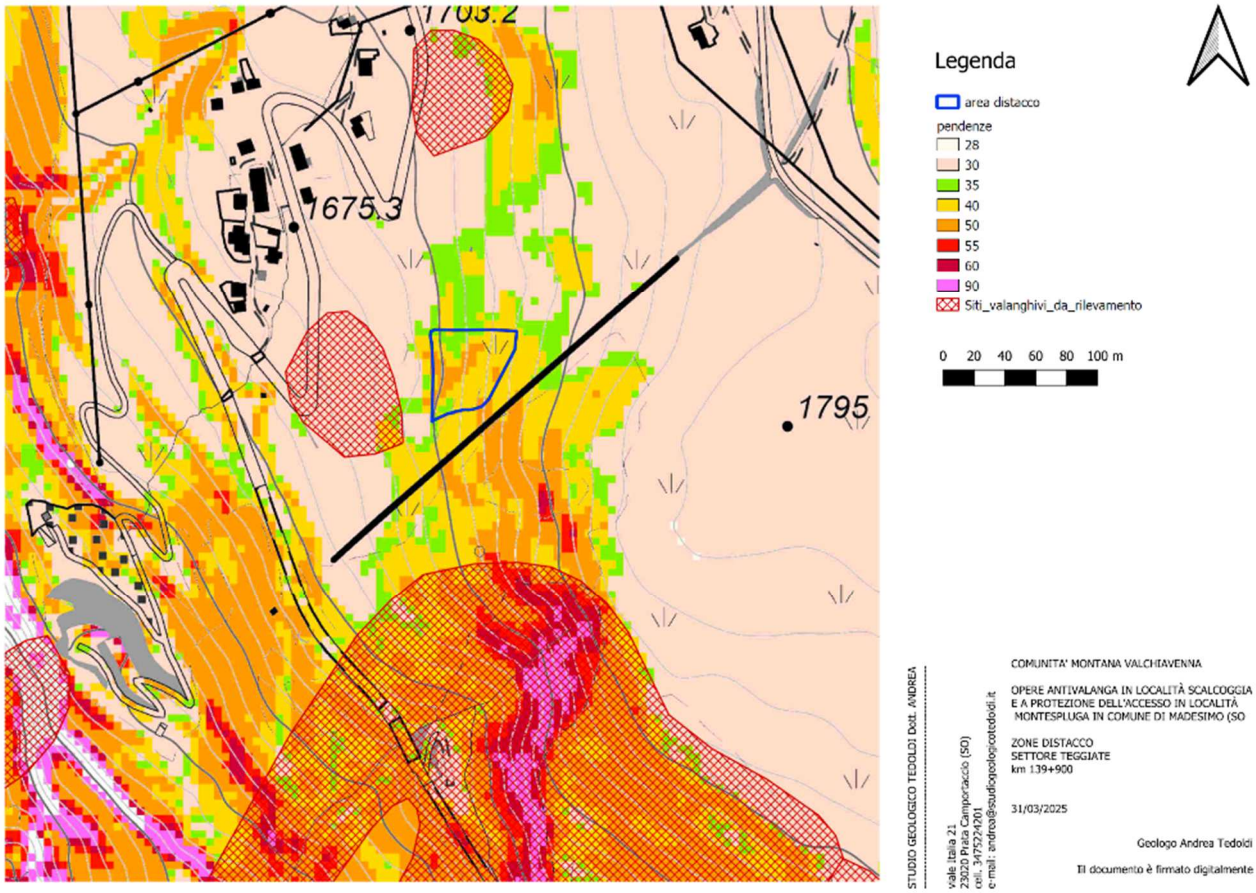
Paravalanghe esistenti

2.2 Teggiate CLPV n. 168

In località Teggiate risulta evidente la discrasia tra le zone di distacco valanghive dove le pendenze dello zone di distacco sono stimate tra i 40° e 50° e le perimetrazioni della CLPV che

risultano invece più spostate verso valle presumibilmente causato dal passaggio tra sistemi di riferimento diverso.

La zona di distacco si caratterizza per la presenza di pascolo alternata a zone occupate da un bosco di alto fusto da fitto a rado. Nell'aera sono stati poi rilevati numerose murature a secco o parzialmente cementate in completo stato di disfacimento.



carta delle pendenze e definizione delle aree di distacco località Teggiate



Panoramica zona distacco vista da valle



Panoramica muretti in disfacimento



Dettaglio muro in disfacimento



Dettaglio muro in disfacimento



Vista laterale zona distacco



Caratteristiche bosco

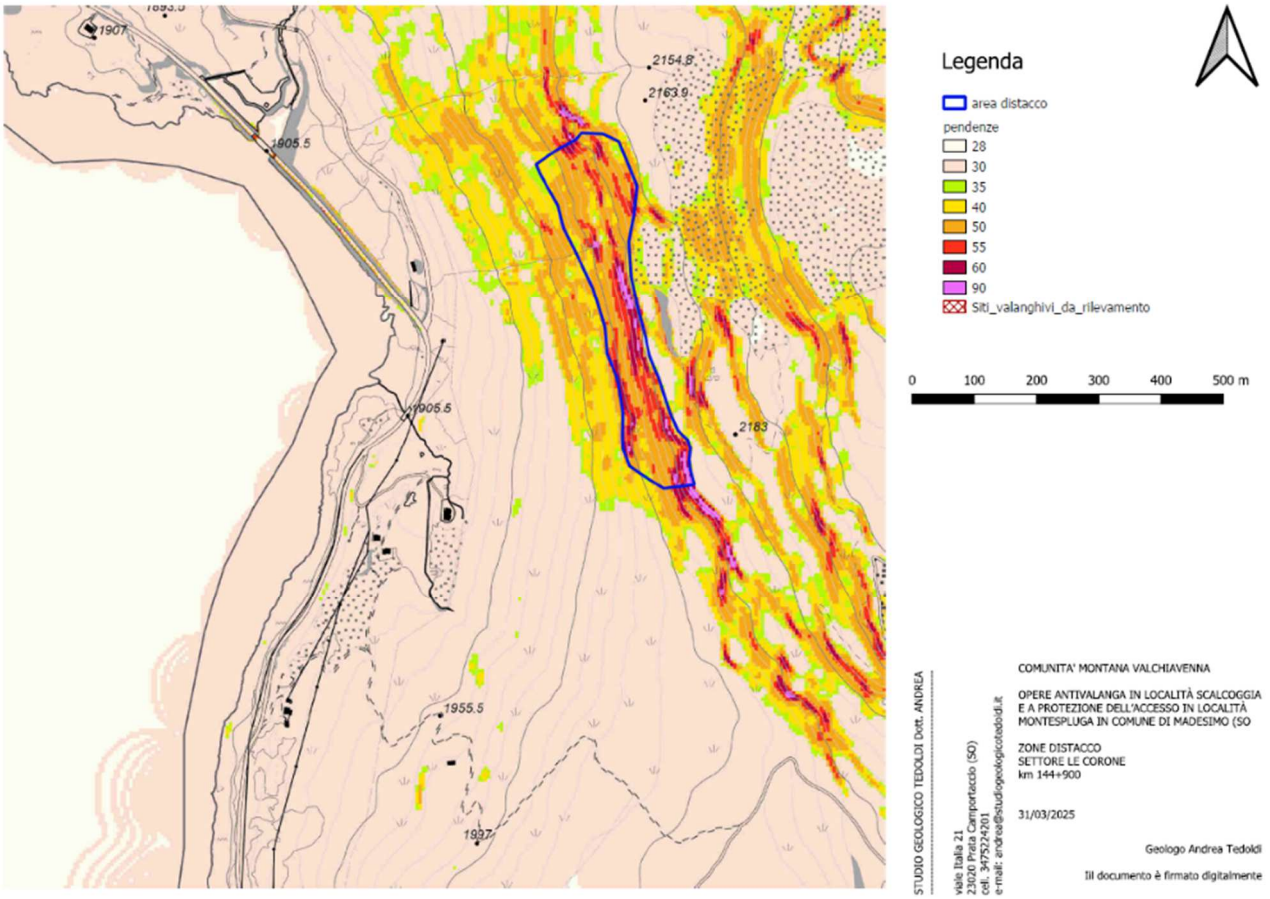
2.3 Le Corone CLPV n. 168

Questo sito valanghivo interessa un versante piuttosto acclive con pendenze superiore ai 50° che risulta il fattore innescante principale delle valanghe insieme all'esposizione occidentale del versante che risente quindi del rialzo termico conseguente all'irraggiamento.

La presenza di numerosi stretti impluvi insieme ad un terreno che alterna un sottobosco a rododendro con accumuli di detrito che interrompono la continuità del pendio in genere si assiste al distacco di neve per settori di pendio invece che ad un distacco che lo interessi globalmente.

I distacchi in genere si originano a 2'100 m s.l.m. perché a monte è presente un macereto con blocchi plurimetrici con pendenza globale massima pari a 30°. La rottura di versante origine delle valanghe è costituita da un parete rocciosa interessata da fenomeni di rilascio tensionale come attestano le trincee di distensione fotografate nella sua parte più meridionale.

La superficie di scorrimento si caratterizza invece per la presenza di terrazzette da pascolo ed a metà pendio dalla presenza di un palo di media tensione protetto da un cuneo.



carta delle pendenze e definizione delle aree di distacco località Le Corone



Panoramica area vista da P.zo Casa



Macereto a monte area di distacco inclinazione 30°



Sottobosco a rododendro



Trincee di distensione



Panoramica zona di scorrimento vista monte con cerchiato in azzurro palo media tensione



Panoramica zona di distacco e scorrimento vista laterale con cerchiato in azzurro palo media tensione

2.4 P.zo Casa CLPV n. 150

Il versante orientale del Pizzo Casa è interessato dal distacco e scorrimento di valanghe.

Il presente sito valanghivo è già stato oggetto di studio da parte dello scrivente per la posa delle reti fermaneve esistenti che nell'autunno del presente anno sono state lesionate da una caduta massi .L'ambito di territorio interessato dalla valanga può essere suddiviso in 5 settori distinti in funzione della "copertura superficiale" (vegetazione, detrito, roccia) e dell'acclività del pendio.

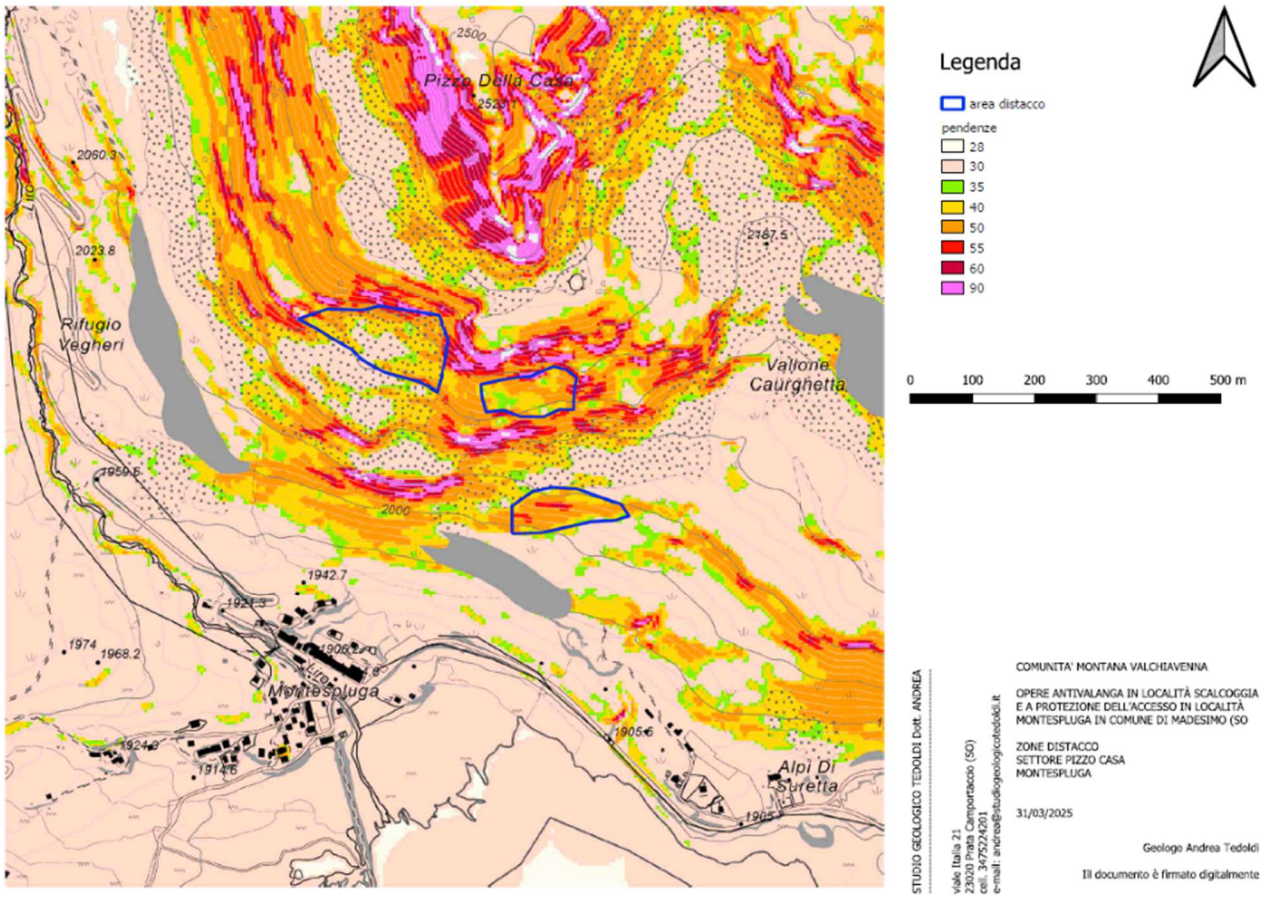
Questo settore comprende la parete rocciosa subverticale che dalla vetta a quota 2523,1 m raggiunge la quota di 2350 m s.l.m. La parete rocciosa ha una pendenza superiore ai 55°e in tale settore non sono stati segnalati fenomeni di scorrimento di neve ad eccezione di continui scaricamenti che avvengono durante e successivamente alle nevicate.

Al piede della parete rocciosa che forma la cima del Pizzo Casa è presente un accumulo detritico che riduce l'acclività del versante con una pendenza tra i 30° e 45°.

In questo caso il suolo su cui appoggia la neve è disarticolato con un profilo molto irregolare. Nei punti dove l'accumulo detritico aumenta di spessore si rileva una lenta reptazione del materiale detritico che avviene soprattutto durante lo scioglimento della neve in primavera.

Questo settore interessa la porzione di versante compreso tra la quota 2.280 m s.l.m. e 2.280 m s.l.m. In questa zona è stato segnalato il distacco della valanga principale.

La superficie è costituita dall'affioramento della roccia in piani inclinati uniformi alternati ad una copertura erbosa di modesto spessore.



carta delle pendenze e definizione delle aree di distacco località P.zo Casa

L'ambito da quota 2.100 m s.l.m. a quota 1950 m s.l.m. (piede del versante) è caratterizzato nella parte alta, per i primi 30 m, da una parete rocciosa sub verticale con profilo molto irregolare.

Al piede dell'ammasso roccioso è presente deposito detritico e glaciale colonizzato da pini mughi (piantumazione realizzata per stabilizzare la neve al suolo) e da ambiti erbosi interessati da terrazzette di pascolo dovute al calpestio delle mucche in estate. Dal punto di vista granulometrico il deposito è costituito da materiale di varia granulometria con preponderanza di blocchi di alcuni

metri cubi. In questo settore ogni inverno si assiste a scaricamenti di neve che raggiungono il piede del versante. In questo settore avvengono dopo ogni nevicata frequenti distacchi di neve a debole coesione. Questo ambito delimita il piede del versante e corrisponde alla zona di arresto delle valanghe con un brusco cambio di pendenza e la presenza di rilevati naturali che, in parte, attenuano la velocità e l'intensità della valanga e deviano in parte la traiettoria.



Panoramica area con nicchie di crollo



Panoramica ambito protetto da reti



Vista laterale file reti più a valle viste da nord



Panoramica reti vista da monte



Accumulo frana di crollo



Zona distacco principale enon protetta

3.0 SINTESI DATI STORICI SS36 KM137+300 AL KM 146+700

3.1 Introduzione

I dati storici relativi alla zona in esame sono spesso incompleti e non riportano eventi di carattere eccezionale. Malgrado ciò si osserva che le valanghe hanno più volte raggiunto la strada causando talvolta danni ad infrastrutture e abitazioni. È quindi ipotizzabile che in una situazione estrema (tempo di ritorno 100-300 anni) la valanghe possano superare i limiti degli eventi storici noti raggiungendo senza difficoltà la strada e le zone edificate.

Le valanghe osservate sono principalmente di tipo denso e in passato non sono state registrate valanghe di tipo polveroso. Malgrado ciò, data l'incompletezza dell'archivio storico, non è possibile affermare a priori che nei siti non possano verificarsi anche valanghe di questo tipo.

La carta di localizzazione probabile valanghe (CLPV) redatta ed aggiornata da regione Lombardia riporta **18 siti valanghivi** che interessano o lambiscono il tratto di strada in esame compreso tra il km 137+300 ed il km 146+700.

Ad un'osservazione più attenta i siti si possono raggruppare in 2 gruppi ben distinti:

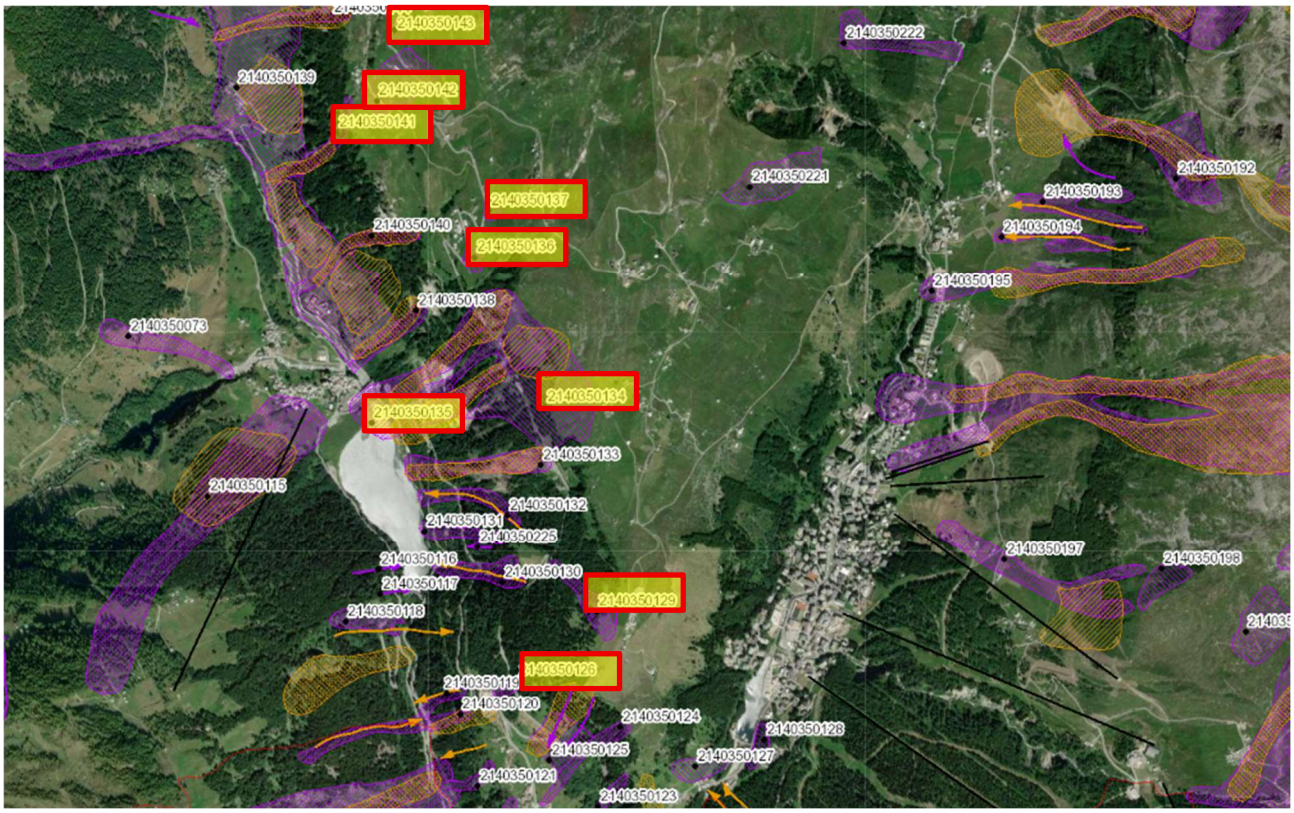
- **gruppo 1:** valanghe con un area di distacco ad una quota inferiore a 2'000 m s.l.m. che caratterizzano tutto il tratto di strada statale dal bivio per Madesimo fino alla località Boffalora poco dopo la frazione di Teggiate. Il substrato su ci si distaccano è in genere rappresentato dal pascolo che in inverno diventa una superficie di scivolamento e reptazione della neve ottimale soprattutto in presenza di neve umida;
- **gruppo 2:** valanghe che si distaccano ad una quota superiore ai 2000 m s.l.m. e che rispetto alle precedenti presentano un estensione delle zone di distacco di dimensioni maggiori ma posizionate su un terreno più rugoso e quindi meno predisposto a scivolamento reptazione.

Nelle pagine e paragrafi seguenti si riporta:

- degli estratti della Carta di Probabile Localizzazione delle Valanghe dove sono stati evidenziati in giallo i codici delle valanghe in esame;
- una tabella che riporta i dati principali dedotte dalle schede predisposte da regione Lombardia per ogni sito valanghivo;
- le notizie la documentazione fotografica storica rinvenuta che riguarda le aree interessate da eventi catastrofici di maggior rilievo (Montespluga) ed eventi rilevati durante il monitoraggio stagionale.

3.2 Primo gruppo

Il primo gruppo riguarda **8 siti valanghivi** con aree di distacco poste ad una quota inferiore ai 2000 m s.l.m. che interessano il tratto di strada tra il bivio per Madesimo e la località Boffalora sopra Teggiate. Nella tabella seguente si riporta una sintesi delle informazioni contenute nella CLPV.



sintesi dati siti valanghivi che interessano la S.S. 36 tra il km 137+300 km 141+200 e la località Scalcoggia [geoportale regione Lombardia - CLPV]

N CLPV	LOCALITÀ	Q'TA DISTACCO m s.l.m	AREA DISTACCO	NOTA
2140350125	Km 137,200	1'540	Bosco/cornice	Sono circa 4-5 anni che non scende più. La valanga viene solitamente innescata dalla rottura della cornice.
2140350126	Km 137,200	1'520	detrito di falda, prato o pascolo, roccia	Interessa la strada provinciale sottostante, sopra S.S. statale risulta boscato
2140350129	Mottaccio Km 138,250	1'690	bosco	Da quando si è rimboschito non scende più.
2140350134	Alpe Andossi	1'760	pascolo	Rastrelliere ammalorate e galleria

Tabella di sintesi dati siti valanghivi che interessano la S.S. 36 tra il km 137+300 km 141+200 [geoportale regione Lombardia - CLPV]

N CLPV	LOCALITÀ	Q.TÀ DISTACCO m s.l.m.	AREA DISTACCO	NOTA
2140350 135	Alpe Andossi Valle Caurga	1'760	pascolo	Rastrelliere ammalorate e galleria. Parte dell'area del distacco è rappresentata da impluvio Valle Caurga che frequentemente raggiunge la strada
2140350 146	Km 139+900	1'680	pascolo	Debole pendenza, gli ultimi scivolamenti si sono registrati nell'anno 2020-2021
2140350 137	Km 140+100	1'730	pascolo	Intervento di messa in opera 2 file di reti Dk =4 m
2140350 142	Galleria del Duro	1'800	pascolo	Scaricamento parziale, zona interessata da potenziamento della galleria esistente termine lavori previsto 2026
2140350 143	Km 141+200	1'800	pascolo	Scaricamento parziale, zona interessata da realizzazione di un muro di contenimento termine lavori previsto 2026

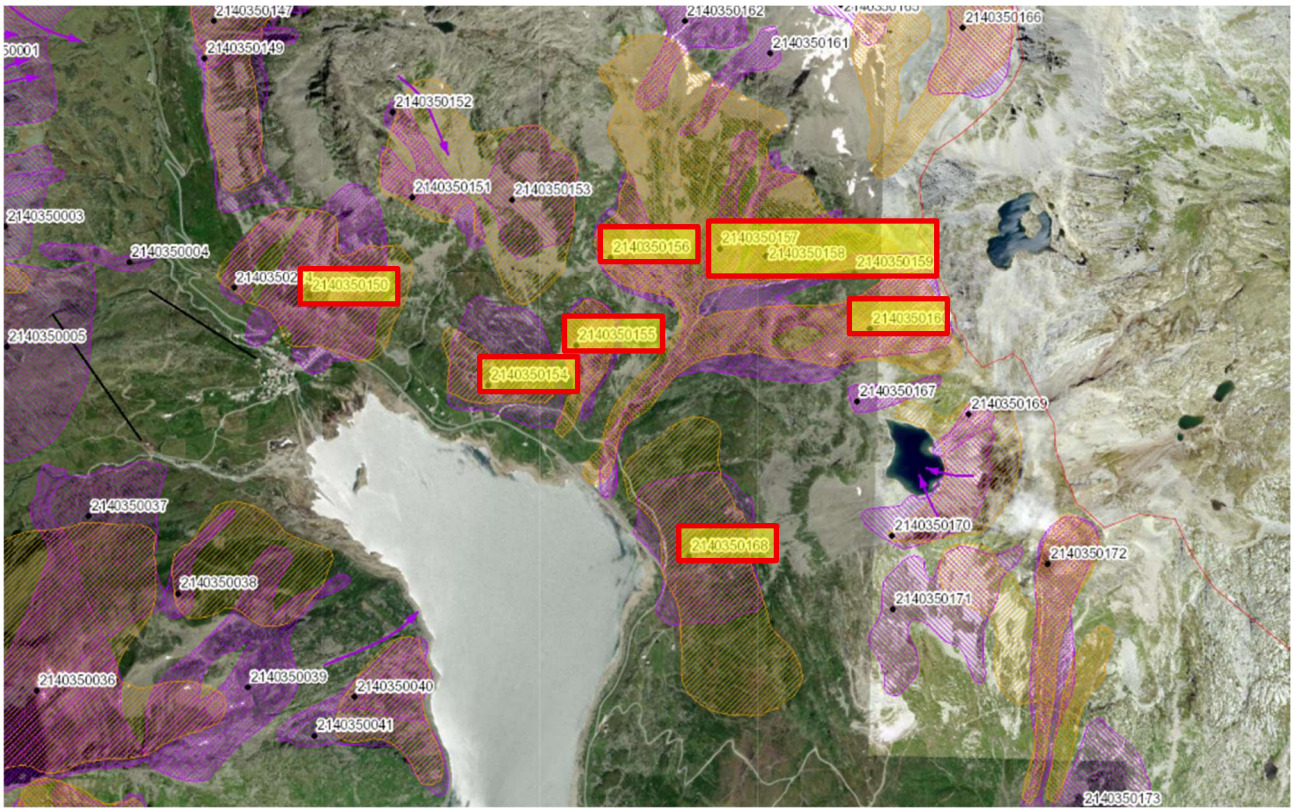
Tabella di sintesi dati siti valanghivi che interessano la S.S. 36 tra il km 137+300 km 141+200 [geoportale regione Lombardia - CLPV]

3.3 Secondo gruppo

Il secondo gruppo riguarda **8 siti valanghivi** con aree di distacco poste ad una quota superiore ai 2000 m s.l.m. che interessano il tratto di strada tra la località e la località Montespluga. Nella tabella seguente si riporta una sintesi delle informazioni contenute nella CLPV.

N CLPV	LOCALITÀ	Q.TÀ DISTACCO m s.l.m.	AREA DISTACCO	NOTA
2140350 168	Le Corone Km 144,900 oltre 145+000	2'100	Versante aperto con numerosi impluvi, substrato detrito di falda	La valanga arriva sempre sulla strada vecchia e sulla SS. 36; il traliccio Enel è protetto da un cuneo. Nel 1985 ha distrutto il rifugio Anas; nel 1986 ha raggiunto il lago. Lambito in più stagioni (2001; 2020(.
2140350 156-160	Km 137,200	1'520	Testata circo glaciale detrito/roccia	159: 1986 la valanga ha distrutto il ponte della strada vecchia e raggiunto il lago.
2140350 154	Sponde San Carlo Km 145,800	2'200	detrito di falda	Nel 1975 e nel 1986 la valanga ha raggiunto l'Oratorio di S. Carlo senza recare alcun danno. Quando si verificano intense nevicate i paravalanghe risultano insufficienti. Scesa nel febbraio 2001.
2140350 150	P.zo Casa	2'340	detrito di falda pascolo	Nel 1951 la valanga ha distrutto un fabbricato civile uccidendo 2 persone + un fienile situato al di qua' della strada. Nel 1975 la valanga si è appoggiata alla "Trattoria-Albergo Posta" ed ha divelto un pilone Enel. Nel 1986 la valanga ha danneggiato l'abitazione dietro l'albergo Posta ed ha nuovamente divelto il pilone Enel.

Tabella di sintesi dati siti valanghivi che interessano la S.S. 36 tra il km 144+900 km 146+700 [geoportale regione Lombardia - CLPV]



sintesi dati siti valanghivi che interessano la S.S. 36 tra il km 144+900 km 146+700 [geoportale regione Lombardia - CLPV]

3.4 Valanga Pizzo Casa

I dati storici relativi alla zona in esame sono spesso incompleti e riportano solo eventi di carattere eccezionale come quelli del 1951 e 1975 quando la valanga ha raggiunto la strada statale ed il paese

Le valanghe fino ad ora osservate sono principalmente di tipo denso e in passato non sono state registrate valanghe di tipo polveroso. Malgrado ciò, data l'incompletezza dell'archivio storico, non è possibile affermare a priori che nel sito non si siano verificate anche valanghe di questo tipo.

L'esposizione della zona di distacco verso ovest, la pendenza e dimensione dell'area di distacco e scorrimento portano a ipotizzare, con una certa ragionevolezza, che le valanghe di tipo polveroso non caratterizzino il versante in esame.

La carta di localizzazione probabile delle valanghe indica per l'area in esame la presenza di una valanga definita ed e un ambito sovrapposto di maggior estensione dove si verificano degli scaricamenti parziali nello spazio e nel tempo.

Dalle testimonianze verbali dei proprietari dell'albergo Posta dal 1955 è stato possibile ricostruire la situazione per i principali eventi dal 1951 ad oggi:

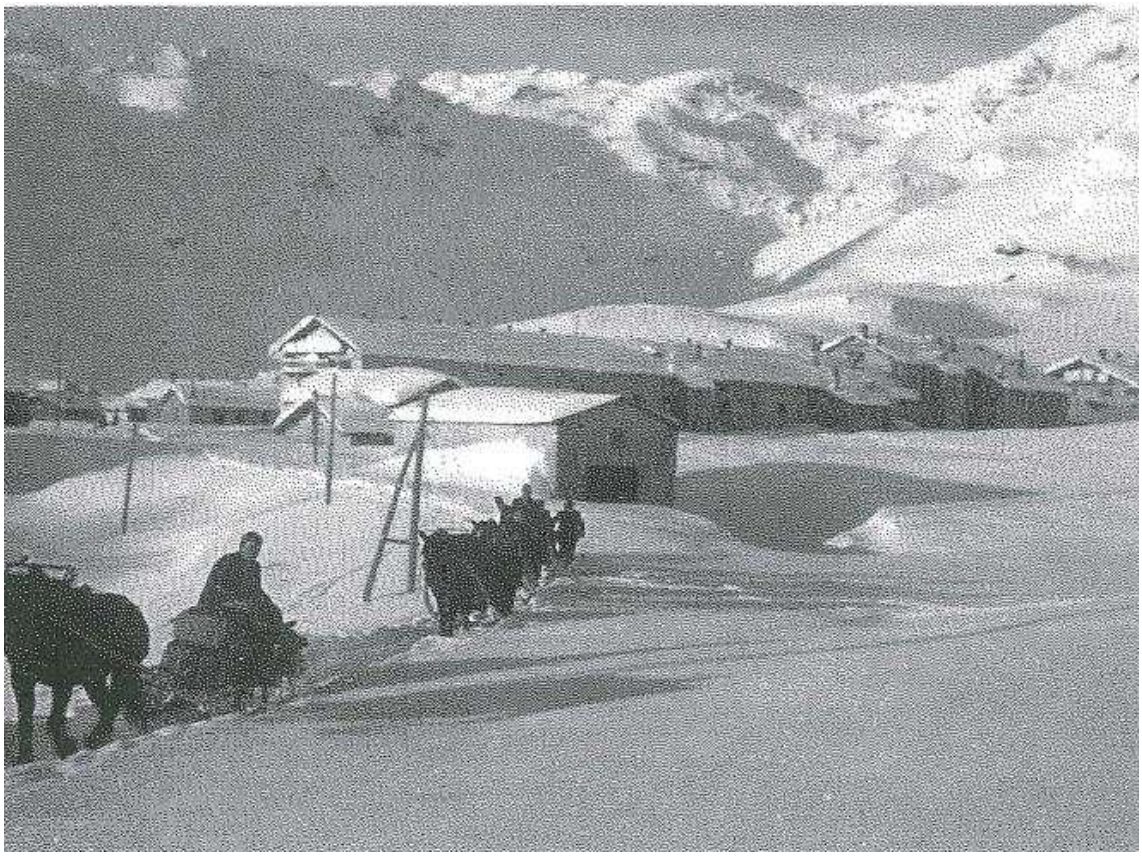
Febbraio 1951: da alcune foto storiche in bianco e nero, riprodotte in questo studio, si può valutare che il manto nevoso copriva numerose baite dell'abitato di Montespluga (visione solo dei camini, 24 m di neve caduti al suolo) e raggiungeva il secondo piano dell'Albergo Posta.



Panoramica albergo posta, si vedono solo gli ultimi 2 piani

In questo anno avviene il distacco della valanga che distruggerà un fienile, una baita abitata facendo 2 vittime e facendo crollare un pilone ENEL.

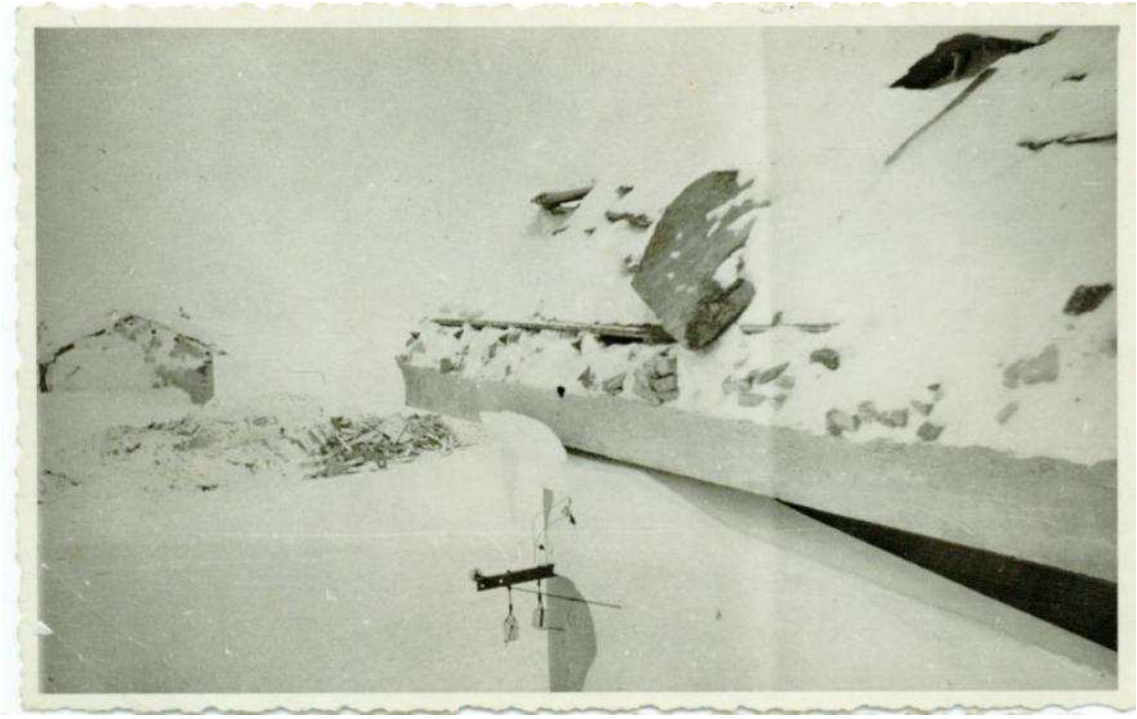
Nella foto seguente dei primi 900 è visibile un fabbricato adibito ad autorimessa dove ora è presente il piazzale pubblico adibito a posteggio. Questa autorimessa nel 1951 subì dei danni ma non fu distrutta e solo in seguito fu deciso di abbatterla.



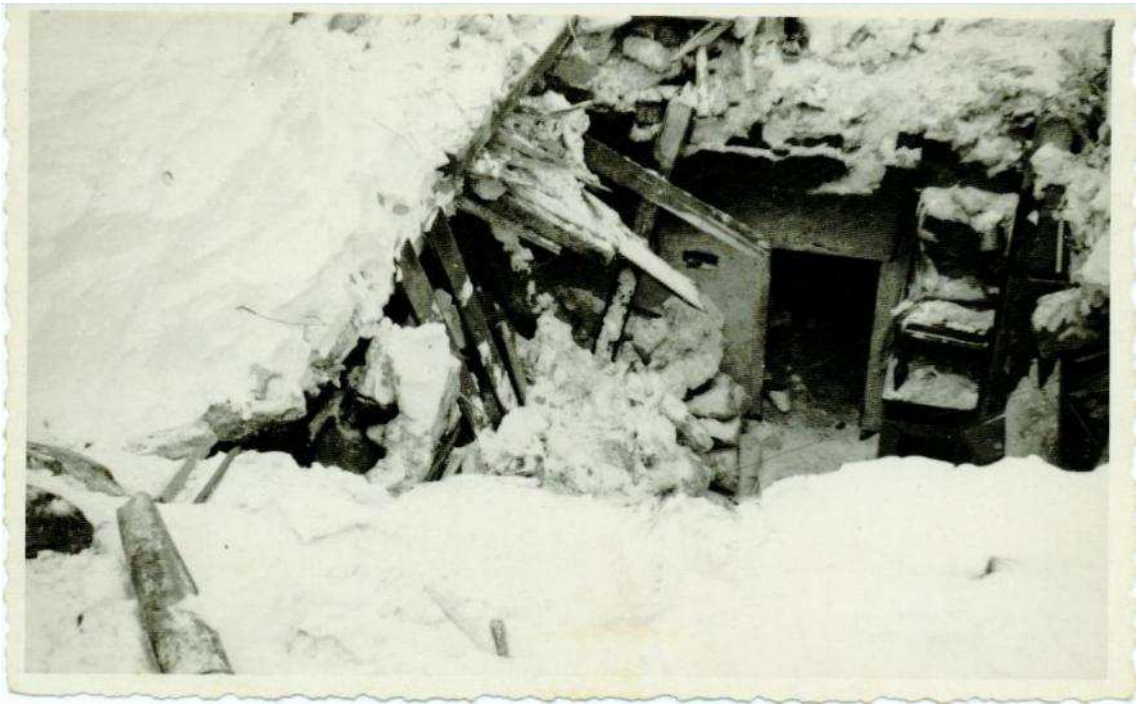
Panoramica nucleo di Montespluga con in primo piano autorimessa



panoramica dell'edificio distrutto dalla valanga visto da monte



panoramica dell'edificio distrutto dalla valanga visto da monte



edificio distrutto dalla valanga

Nel marzo aprile del 1975 si è avuto un secondo importante episodio con distruzione di un pilone ENEL a valle dell'albergo Posta che è stato "toccato" dalla valanga e danneggiamento di una baita situato a nordest dello stesso hotel (danni legati soprattutto alle aperture dell'edificio).

Anno 1986: nuovo episodio con danneggiamento sempre a valle dell'albergo Posta.

Oltre alla valanga principale sono presenti delle aree di distacco secondarie da cui saltuariamente si originano delle valanghe di modesta magnitudo che raggiungono la strada nel tratto in entrata alla frazione.




Foto valanghe di modesta magnitudo del 17 febbraio 2009 e 25 gennaio 2021

4.0 SINTESI DATI STORICI LOCALITÀ SCALCOGGIA

La scheda CLPV dell'area rileva distacchi per settori dell'intera zona evidenziata che hanno interessato sia i fabbricati posizionati agli estremi della casa comunale che la stessa strada.

N CLPV	LOCALITÀ	Q.TÀ DISTACCO m s.l.m.	AREA DISTACCO	NOTA
2140350 127	Scalcoggia	Da 1'540 a 1'600	Versante aperto a prato-pascolo-roccia	Si verifica con venti da nord con frequenza irregolare, si tratta di scaricamenti parziali che hanno interessato la strada ed i margini dell'abitato

sintesi dati siti valanghivi che interessano la località Scalcoggia
[geoportale regione Lombardia - CLPV]

Oltre ai dati rivenuti nelle scheda CLPV si riportano le foto ed i dati nivometrici ricavati dai dati forniti dal Centro Nivometeo di Arpa Lombardia con sede a Bormio della stazione posta prossimità della diga di Madesimo ovvero a circa 250 min in linea d'aria dalla località Scalcoggia.



sintesi dati siti valanghivi che interessano la S.S. 36 tra il km 144+900 km 146+700 [geoportale regione Lombardia - CLPV]

Il primo evento documentato risale al **febbraio 2009** ove si sono registrate temperature comprese tra i -5°C e i + 4°C presumibilmente il giorno del distacco con un'altezza di neve caduta in 3 giorni pari a 123 cm.

La foto rileva una linea di discontinuità a monte della linea di media tensione continua a testimoniare il distacco spontaneo presumibilmente di una valanga a lastroni.

Data	Staz	Tmin	Tmax	HS	HN	HN72h
03/02/2009	5MAD	-4	0	161	24	
04/02/2009	5MAD	-5	1	155	0	
05/02/2009	**5MAD**	**-5**	**2**	**156**	**5**	**Somma neve fresca caduta in 72 ore cm 123**
06/02/2009	**5MAD**	**-1**	**0**	**191**	**38**	
07/02/2009	**5MAD**	**-2**	**4**	**254**	**80**	
08/02/2009	5MAD	-2	1	245	5	

estratto dati di temperatura ed altezza neve fresca al suolo stazione MAD5 - diga di Madesimo FEBBRAIO 2009 [Centro nivometo ARPA Lombardia]



Foto valanga 7 febbraio 2009

Il secondo evento documentato risale a marzo **2016** ove si è registrata un'altezza di neve caduta in 3 giorni superiore a 55 cm cm.

In questo caso le foto riguardano la zona di arresto e non quella di distacco. La valanga è assimilabile ad un distacco parziale che però oltre ad interessare la strada comunale ha coinvolto anche l'edificio del nucleo più occidentale posizionato a monte della viabilità comunale.

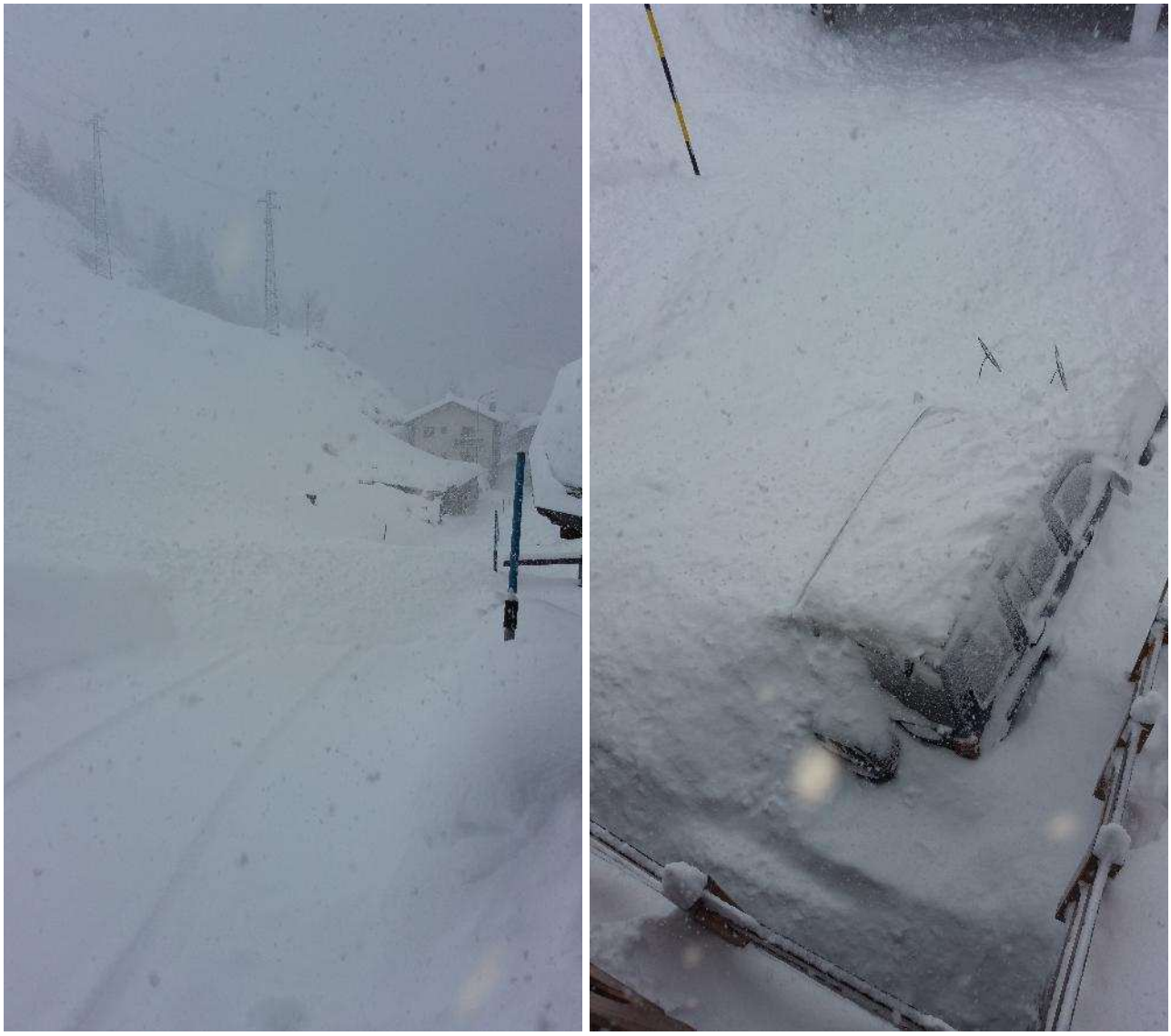
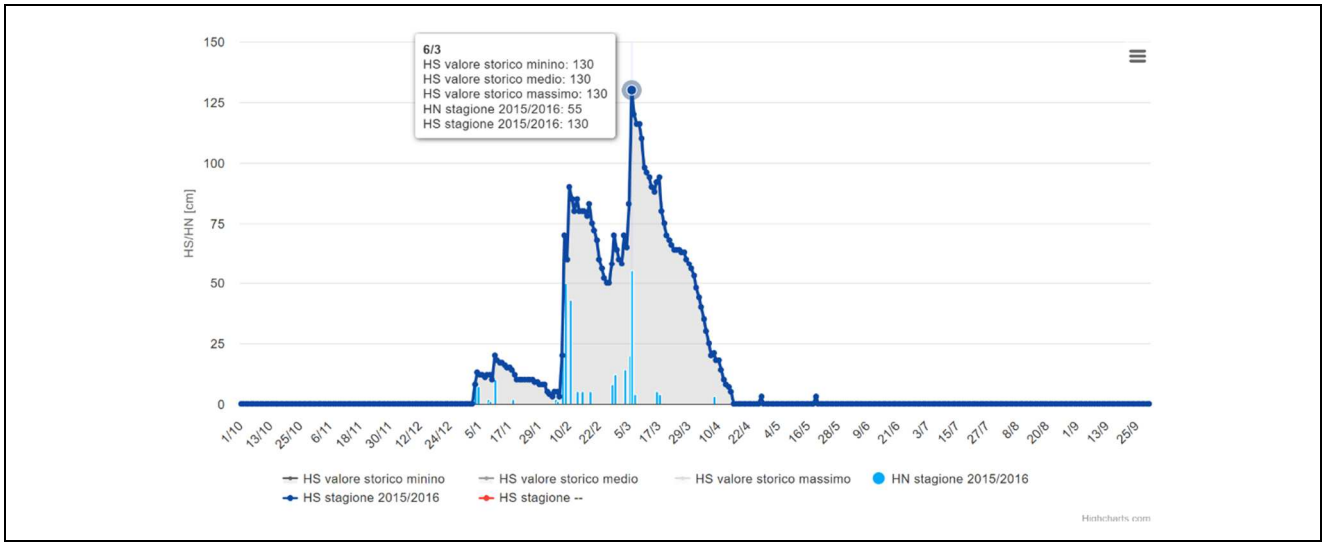


Foto zona di arresto su strada ed edificio 5 marzo 2016



Nivogramma Stazione 5MAD (Madesimo paese) – stagione 2015-2016 [AINeVa yetiweb]

5.0 ANALISI NIVO-METEOROLOGICA

5.1 Premessa

Negli ultimi decenni la definizione delle altezze nivometriche è diventata sempre più complessa. Il cambiamento climatico ha infatti alterato in modo significativo i regimi di precipitazione e le dinamiche termiche, introducendo una forte variabilità spaziale e temporale dell'innevamento. L'aumento delle temperature medie, la maggiore frequenza di eventi di pioggia a quote tradizionalmente nevose e l'anticipo dei cicli di fusione rendono meno affidabili i riferimenti storici e le medie climatiche del passato. In questo contesto, la stima delle altezze di neve al suolo risulta oggi condizionata da processi più instabili e disomogenei, che richiedono approcci di analisi aggiornati e una maggiore integrazione tra osservazioni locali e modelli climatici.

Tuttavia, la loro applicazione non può essere considerata deterministica: la complessità orografica e microclimatica della Valle Spluga introduce margini di incertezza che rendono le stime puntuali delle altezze di neve al suolo variabili.

Dalla lettura di un articolo apparso nel 2024 su" International Journal of Climatology " dal titolo "Long-term snowfall trends and variability in the Alps" [Michele Bozzoli e altri] (Tendenze e variabilità delle nevicate a lungo termine nelle Alpi) si evince che nel periodo 1920-2020 si è assistito ad una diminuzione generalizzata della neve fresca sotto i 2000 m s.l.m.

Le nevicate stagionali sono diminuite nell'ultimo secolo, nonostante una lieve crescita delle precipitazioni invernali. L'aumento della temperatura media invernale è il fattore dominante e anche in presenza di precipitazioni invernali non in diminuzione, una quota crescente cade come pioggia anziché neve, riducendo l'accumulo di neve fresca. La fusione nivale inizia in anticipo rispetto al passato con la conseguenza di ridurre l'accumulo di neve stagionale al suolo. Tale situazione risulta più evidente nelle alpi retiche occidentali alle quote comprese tra i 1'500 e 1'800 m s.l.m. mentre alle quote superiori l'effetto sembra meno marcato.

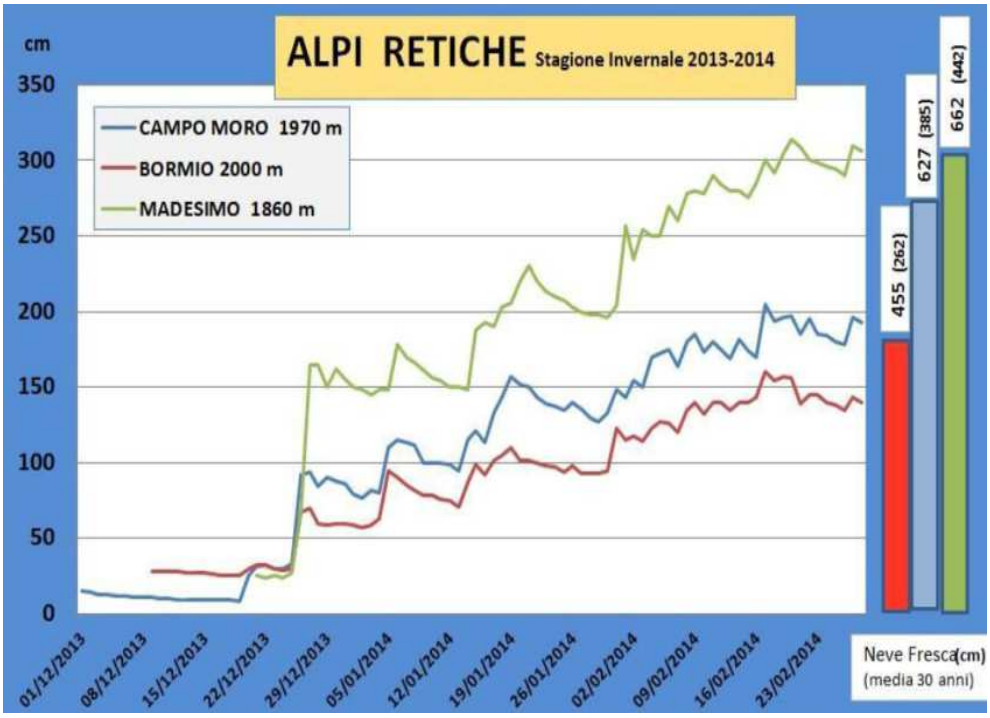
5.2 Sintesi inverno 2013 -2014

In Valchiavenna l'inverno meteorologico 2013/2014 che per convenzione inizia il 1° dicembre e si conclude il 28 febbraio è stato caratterizzato da temperature miti e da abbondanti nevicate in montagna causate da numerose perturbazioni provenienti da sud che hanno favorito un apporto quasi continuo di aria mite e umida.

Nel corso dell' inverno si sono susseguite abbondanti nevicate in montagna con accumuli di neve al suolo superiore a 4 m di spessore oltre i 1800 m s.l.m.

Gli accumuli totali di neve fresca a Madesimo hanno superato i 6 metri di altezza che è risultato essere il valore più elevato degli ultimi 30 anni, superando così anche quello misurato nella

stagione invernale 2000-2001 che era stata considerata eccezionale [fonte ARPA Regione Lombardia].



accumulo di neve fresca indicato in cm durante l'inverno 2013-201 sulle Alpi Retiche. [Grafici elaborati dal centro nivometeo di Bormio]

In Valchiavenna l'inverno meteorologico 2013/2014 che per convenzione inizia il 1 dicembre e si conclude il 28 febbraio è stato caratterizzato da temperature miti e da abbondanti nevicate in montagna causate da numerose perturbazioni provenienti da sud che hanno favorito un apporto quasi continuo di aria mite e umida.

Nel corso dell' inverno si sono susseguite abbondanti nevicate in montagna con accumuli di neve al suolo superiore a 4 m di spessore oltre i 1800 m s.l.m.

Gli accumuli totali di neve fresca a Madesimo hanno superato i 6 metri di altezza che è risultato essere il valore più elevato degli ultimi 30 anni, superando così anche quello misurato nella stagione invernale 2000-2001 che era stata considerata eccezionale [fonte ARPA Regione Lombardia].

5.3 Elaborazione statistico probabilistica dello spessore al distacco

La grandezza nivologica utilizzata per il calcolo dinamico corrisponde ai dati massimi annuali di variazione d'altezza del manto nevoso in tre giorni consecutivi di precipitazioni nevose per un dato periodo di ritorno ΔHS_{3g}. La scelta del tempo di ritorno è fissata dalle normative elvetiche in 300 e 30 anni mentre dalle linee guida AineVa in 30 e 100 anni.

Per la scelta di tale altezza si è tenuto conto dell'elaborazioni svolte dall'Istituto Federale per lo Studio della Neve e delle Valanghe di Davos, Svizzera nell'ambito dello "Studio e realizzazione della mappatura per la pianificazione delle zone esposte al pericolo valanghe per alcuni ambiti territoriali situati nel comune di Madesimo (SO)" [Luglio 2003-Comunità Montana della Valchiavenna]

L'elaborazione statistico probabilistica delle grandezze idrologiche estreme e stata eseguita a partire dai dati di altezza neve raccolti presso le seguenti stazione nivo-meteorologiche:

- Le vicine stazioni di misura svizzere, gestite dall'Istituto Federale per lo Studio della Neve e delle Valanghe di Davos, Svizzera: San Bernardino e Hinterrein.
- Le stazioni di misura italiane, gestite dal Centro Nivometeorologico dell'ARPA Lombardia, Bormio (SO): Madesimo e Madesimo Mater.

San Bernardino	5SB	1640	52	Buona
Hinterrein	5HI	1610	40	Buona
Madesimo	MAD	1550	24	Serie corta, stazione soggetta ad accumulo?
Madesimo Mater	MAT	1850	14	Serie molto corta, 3 anni non validi, stazione sottoposta a erosione eolica?

Stazione nivo-meteo utilizzate per lo studio [SLF – Tedoldi 2003]

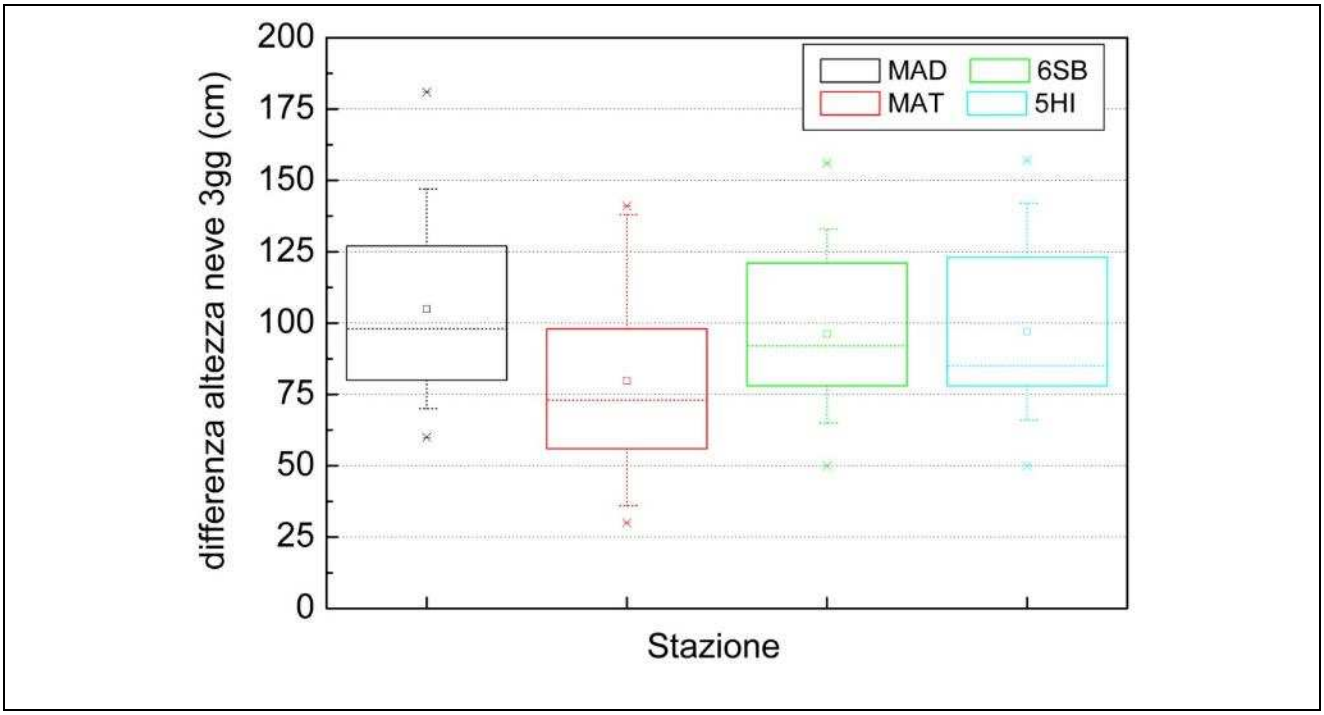
I dati massimi annuali di altezza di neve caduta in tre giorni consecutivi ΔHS_{3g} sono stati regolarizzati utilizzando la distribuzione di probabilità di Gumbel. L'elaborazione statistico probabilistica ha permesso di associare ai tempi di ritorno di 30 e 300 anni le altezze riportate in Tabella. I valori sono stati regolarizzati per una quota di 2000 m s.l.m. e una pendenza di 28 gradi utilizzando un fattore di correzione pari a 5 cm ogni 100 m di dislivello in riferimento alla quota della stazione meteo e moltiplicando il valore cosi trovato per il coseno di 28 gradi (spessore medio della neve al distacco misurato perpendicolarmente al pendio). L'altezza di neve cosi regolarizzata è indicata con $(d_0^*)_{alt=2000}$.

Stazione	Codice	Tr 30 (cm)	Tr 300 (cm)
Madesimo	MAD	160	220
Madesimo mater	MAT	157	223
San Bernardino	5SB	132	175
Hinterrein	5HI	132	175

Valori di altezza $(d_0^*)_{alt=2000}$ (regolarizzati per una quota di 2000 m s.l.m. e una pendenza di 28 gradi) per le stazioni in esame e per tempi di ritorno di 30 e 300 anni. [SLF – Tedoldi 2003]

La figura seguente riporta una comparazione tra i dati delle stazioni corrispondenti al periodo di misura in comune. In particolare, i box rappresentano: la mediana (linea orizzontale all'interno del box), la media (quadratino nel box) il range in cui sono contenute il 50 % delle misure (estremità del box), il 90% delle misure (fine delle barre verticali) e i valori estremi (croci).

Ad indicazione dell'incertezza contenuta nei dati delle stazioni meteo di Medesimo si osservi che malgrado la stazione di Madesimo Mater sia posizionata ad una quota superiore rispetto alla stazione di Medesimo i valori di altezza risultano notevolmente ridotti, probabilmente a causa del forte trasporto eolico nella zona.



I dati massimi annuali di altezza di neve caduta in tre giorni consecutivi ΔHS_{3g} in quattro stazioni di osservazione: da sinistra a destra: Madesimo, Medesimo Mater, San Bernardino e Hinterrein. I box rappresentano: la mediana (linea orizzontale all'interno del box), la media (quadratino nel box) il range in cui sono contenute il 50 % delle misure (estremità del box), il 90% delle misure (fine delle barre verticali) e i valori estremi (croci) [SLF – Tedoldi 2000]

Si osservi inoltre i valori di altezza massima calcolati per il tempo di ritorno di 300 e 30 anni misurati a Madesimo Mater sono, contrariamente a quanto previsto, maggiori evidenziando l'impossibilità di estrarre da una serie così corta dati relativi ad elevati periodi di ritorno. Per lo stesso motivo non può essere considerata rappresentativa neanche la stazione Mater. La stazione di misura Mater è posizionata immediatamente a valle di un'opera di ritenuta che potrebbe favorire un accumulo eccessivo di neve. Per questa ragione è stato ritenuto opportuno considerare come rappresentative per la zona le stazioni di San Bernardino e Hinterrein.

Verranno quindi considerati come valori di riferimento per una quota di 2000 m s.l.m. e 28 gradi di pendenza i valori; T_{300}, $(d_0^*)_{alt=2000} = 1.75m$; T_{30}, $(d_0^*)_{alt=2000} = 1.32$ *e per* T_{100}, $(d_0^*)_{alt=2000} =$ *1.55 ottenuto pe rinterpolazione fra i primi 2 valori.*



Stazione di misura San Bernardino

I dati massimi annuali di altezza di neve caduta in tre giorni consecutivi ΔHS_{3g} sono stati regolarizzati utilizzando la distribuzione di probabilità di Gumbel.

5.4 Calcolo dello spessore della neve al distacco

Lo spesso della neve al distacco è determinato a partire dal valore di riferimento relativo ad un tempo di ritorno di 30 e 300 anni calcolato per una quota di 2000 m s.l.m. e per una pendenza di 28 gradi. Questo valore di riferimento deve essere corretto in base alla quota media e della pendenza media della zone di distacco in esame.

Il valore $(d_0^*)_{alt=2000}$ si riferisce ad un'altitudine di 2000 m s.l.m. Per aree di distacco aventi diversa altitudine il fattore di correzione è pari a 5 cm ogni 100 m, in base alla seguente relazione:

$$d_0^* = \left(d_0^*\right)_{alt=2000} + \frac{0.05(alt - 2000)}{100}$$

Lo spessore medio della neve al distacco (misurato perpendicolarmente al pendio) è determinato quindi con la relazione:

$$d_0 = d_0^* \cdot f(\psi)$$

Dove $f(\psi)$ = fattore di pendenza; correzione dello spessore della neve al distacco in funzione della pendenza del pendio ψ (maggiore è la pendenza minore è lo spessore al distacco):

$$f(\psi) = \frac{0.291}{\sin\psi - 0.202\cos\psi}.$$

L' apporto eolico aggiuntivo è stato valutato secondo le direttive svizzere compreso tra 0 e 50 cm in funzione dei sopraluoghi svolti nell'ambito delle attività di monitoraggio invernali.

Nella tabella seguente sono state riportate le altezze al distacco per le aree valanghive in esame. Sono riportate: la quota media della zona di distacco, la pendenza media, il fattore di pendenza f(ψ), la correzione altimetrica e le altezze al distacco per un tempo di ritorno di 30, 100 e 300 anni mentre in quella successiva è stata aggiunta la correzione di "accumulo da vento".

Nome	**Quota media di distacco** (m s.l.m.)	**Pendenza media ψ**	**Correzione Altimetrica** (m)	**F(ψ)**	**Altezza distacco** (m) **T_{30}**	**Altezza distacco** (m) **T_{100}**	**Altezza distacco** (m) **T_{300}**
Pizzo Casa	2'240	45°	+0.12	0.52	0.75	0.87	0.97
Le Corone	2'075	55°	+0.04	0.41	0.56	0.86	0.73
Caurga	1'735	50°	-0.13	0.46	0.55	0.65	0.75
Scalcoggia	1'600	39°	-0.20	0.62	0.69	0.84	0.96

Tabella Altezze di distacco e fattori di correzione.

Valanga N.	**Aliquota vento** (m s.l.m.)	**F (ψ)**	**Altezza distacco** (m) **T_{30}**	**Altezza distacco** (m) **T_{100}**	**Altezza distacco** (m) **T_{300}**
Pizzo Casa	0.30	0.52	0.90	1.02	1.13
Le Corone	0.20	0.41	0.64	0.73	0.82
Caurga	0.50	0.46	0.78	0.88	0.98
Scalcoggia	0.50	0.62	1.00	1.15	1.27

Altezze di distacco e fattore di correzione relativo ad accumulo da vento.

5.5 Altezza estrema neve H_{estr}.

Questo valore per essere determinato richiederebbe di compiere numerose misure in campo per più inverni per poter determinare sia le altezze neve che il comportamento del vento sulla zona oggetto di studio ma questo in genere non è possibile come per il caso in esame. Per ovviare a questa mancanza la determinazione dell'altezza estrema di neve viene fatta basandosi sulle misurazioni effettuate nelle stazioni nivometeo circostanti che sono rappresentative per una determinata zona.

Il sito AINeVa a servizio delle pubbliche amministrazioni contiene 3 stazioni di misura:

1) Montespluga (Stazione 5SPL) quota altimetrica 1'900 m s.l.m. serie temporale 2010-2025 (15 anni);
2) Madesimo paese (Stazione 5MAD) quota altimetrica 1'530 m s.l.m. serie temporale 1997-2025 (28 anni);

3) Madesimo Mater (Stazione 5MAT) quota altimetrica m s.l.m. serie temporale 1997-2025 (28 anni);

Di queste 3 stazioni a fine paragrafo si riporta un confronto tra i nivogrammi più significativi registrati nelle stagioni 2013-2014 e nelle stagioni 2000-2001 ovvero per quelli con la maggior serie temporale.

L'altezza di neve al suolo è stata definita elaborando i dati della stazione 5MAT-Madesimo Mater ubicata a 1'860 m s.l.m., con la funzione di probabilità del massimo valore o di Gumbel considerando $\mathbf{T_{100}}$ e $\mathbf{T_{300}}$.

Alla quota della stazione di misura Madesimo Mater pari a 1860 m s.l.m. l'altezza estrema di neve calcolata risulta **H_k = 363 cm e H_k = 417 cm rispettivamente per T_{100}** e $\mathbf{T_{300}}$.

Il Valore di **H_k** ottenuto è stato considerato coincidente con il valore medio per il calcolo dell'altezza dell'opera **$D_k = H_k \cos\psi$** a cui si è ritenuto di dover aggiungere un'aliquota indotta dall'accumulo da vento oltre a un franco di sicurezza.

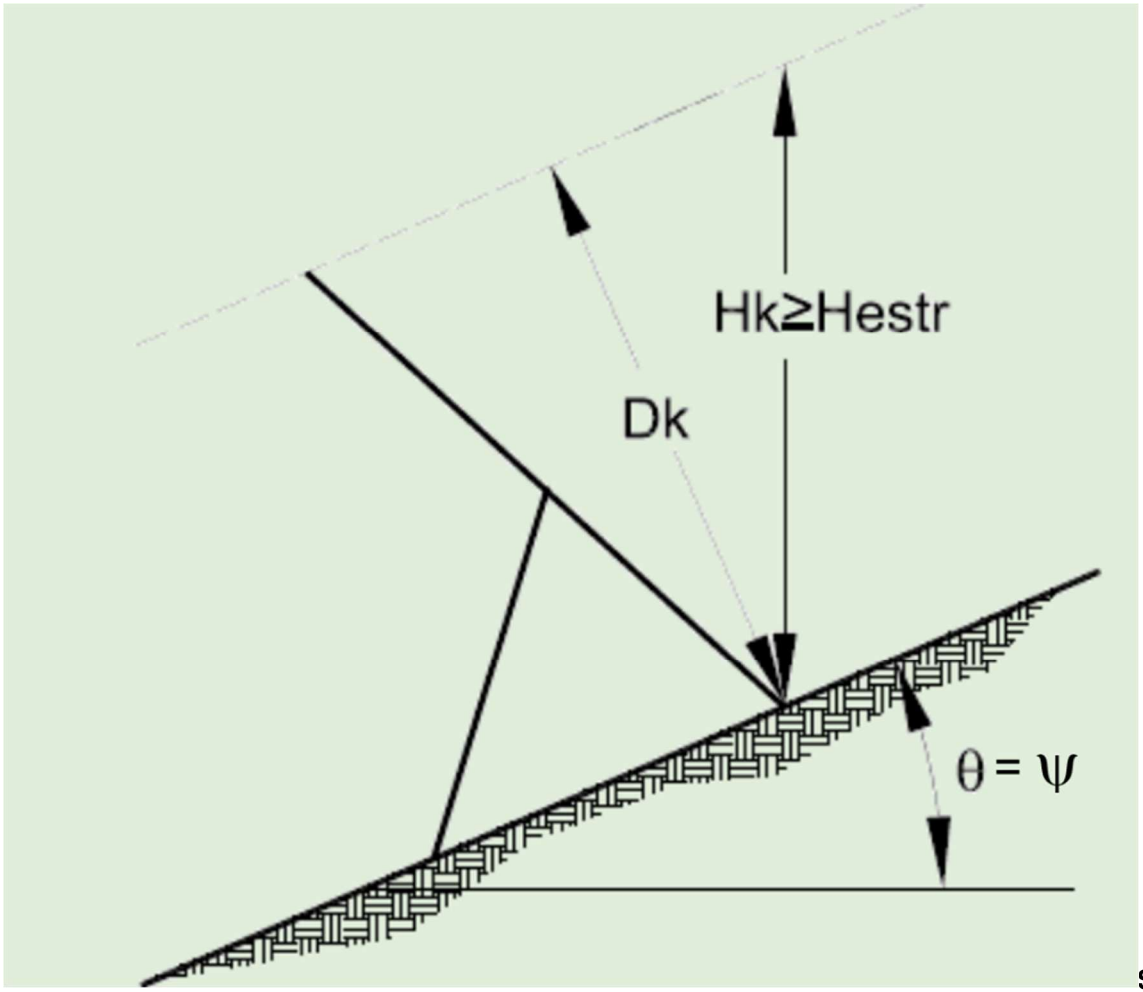
Nome	Quota media di distacco (m s.l.m.)	Correzione Altimetrica (m)	H_k c(m) T_{100}	H_k c(m) T_{100}
Pizzo Casa	2'240	+0.12	**375**	**429**
Le Corone	2'075	+0.04	**367**	**421**
Caurga	1'735	-0.13	**340**	**404**
Scalcoggia	1'570	-0.22	**341**	**395**

Tabella Altezze neve estreme **H_k** nelle aree di distacco corretta del fattore quota

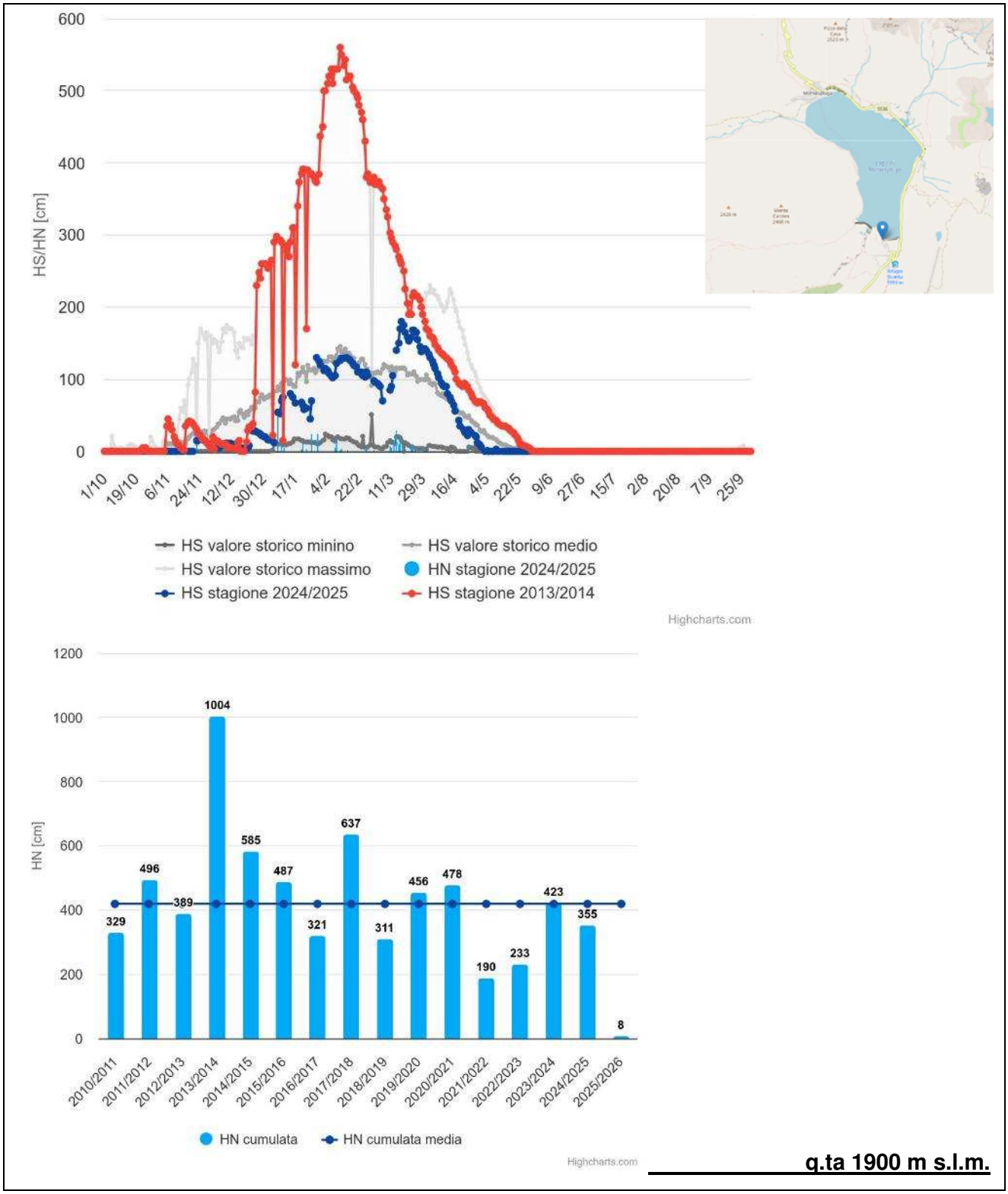
Per la definizione dell'altezza della griglia va considerata l'inclinazione dell'area ove verrà posta l'opera attiva. Nella tabella seguente si riporta l'altezza Dk secondo l'inclinazione dedotta dalla carta delle pendenze (elaborazione DEM 5X5 m Regione Lombardia) che andrà corretta rispetto alle effettive misure di pendenza misura in loco.

Nome	Quota media di distacco (m s.l.m.)	Pendenza media ψ	D_k (cm) T_{100}	D_k (cm) T_{300}
Pizzo Casa	2'240	45°	**265**	**303**
Le Corone	2'075	55°	**211**	**241**
Caurga	1'735	50°	**219**	**260**
Scalcoggia	1'570	50°	**219**	**254**

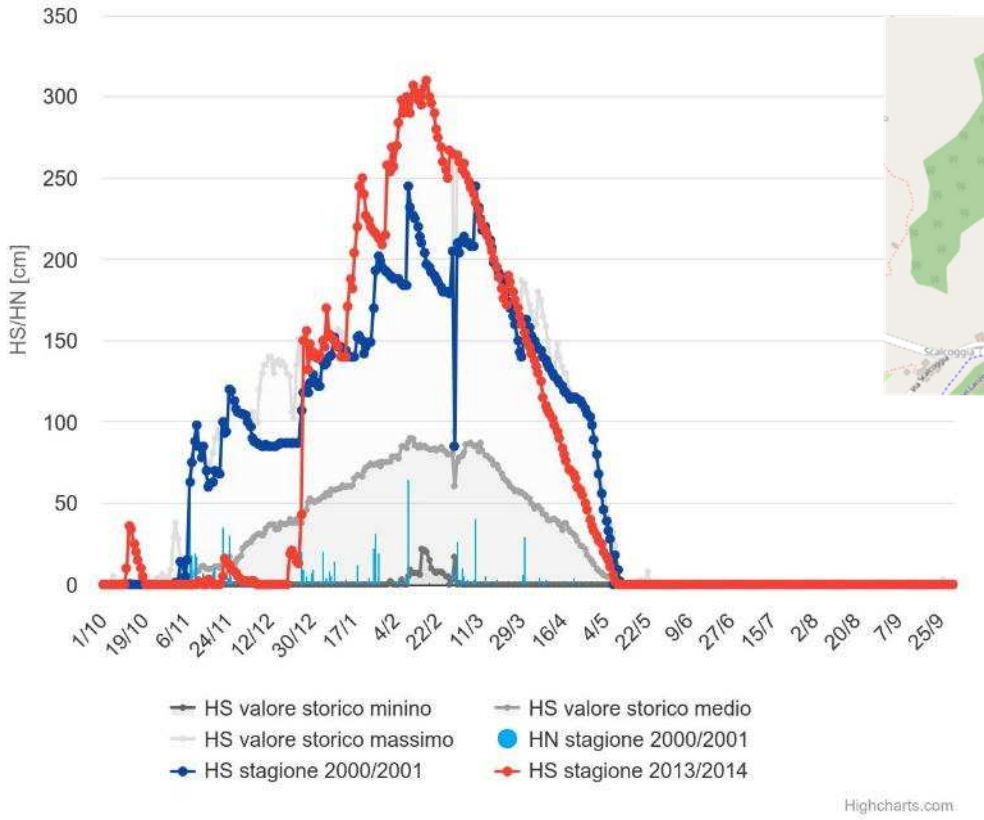
Tabella Altezze griglia/rete **D_k** nelle aree di distacco
non considerando possibile accumulo da vento e franco di sicurezza

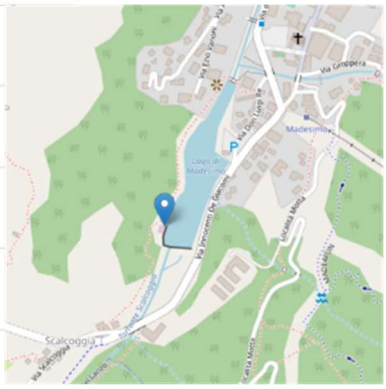


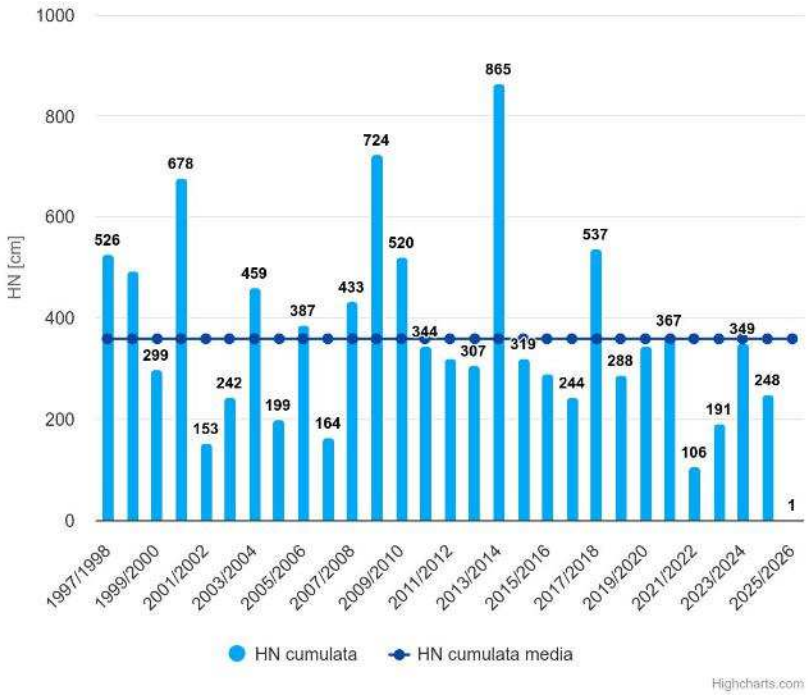
Schema geometrico presidio attivo con definizione parametri altezza neve



Nivogramma e HN
Stazione 5SPL (diga di Montespluga) – periodo 2010-2011; 2024-2025 [AINeVa yetiweb]



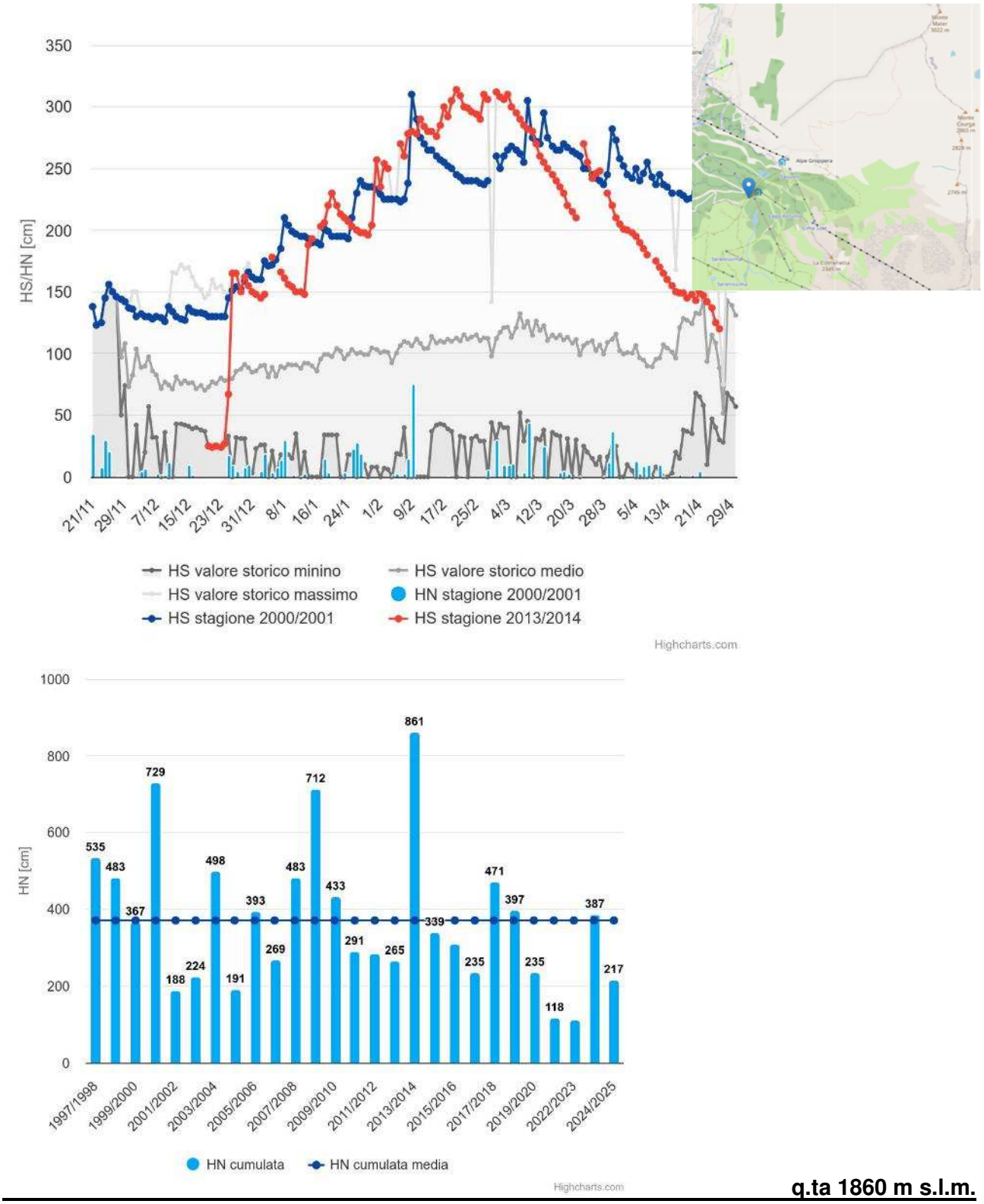




q.ta 1530 m s.l.m.

Nivogramma e HN

Stazione 5MAD (Madesimo paese) – periodo 1997-1998; 2024-2025 [AINeVa yetiweb]



q.ta 1860 m s.l.m.

Nivogramma e HN

Stazione 5MAT (Madesimo Mater) – periodo 1997-1998; 2024-2025 [AINeVa yetiweb]

5.6 Considerazioni altezze estreme per sito valanghivo

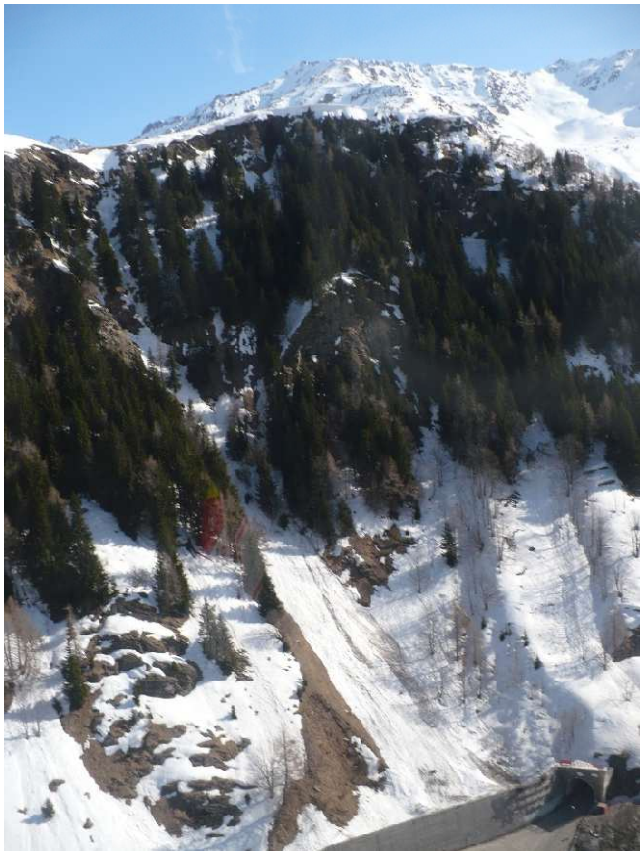
Nelle foto seguenti si riporta la documentazione fotografica relative alle aree di distacco su cui si intende realizzare dei presidi attivi.

Tali informazioni si ritengono utili sia per la definizione delle priorità su cui intervenire che per la scelta delle dimensioni delle opere attive in altezza ed estensione.

Tali foto riguardano gli eventi valanghivi registrati nell'anno 2009, nell'anno 2014 e nelle attività di monitoraggio svolte dal sottoscritto dalla stagione invernale dal novembre 2015 al novembre 2025 per NTOV settore Valchiavenna.

5.6.1 *N. CLPV 2140350 125 Km 137,200*

Le foto evidenziano che l'estremo sud della dorsale degli Andossi è soggetta ad accumuli di neve che nel caso in esame provocano il distacco di neve che raggiunge la S.S. 36 l km 137,200 protetta da un muro in cls armato.



17 marzo 2009



09 febbraio 2014

5.6.2 *N. CLPV 2140134 – 2140135 Km 139,00*

Il versante si presenta acclive e caratterizzato da una superficie poco rugosa che ne provoca il distacco in genere in coda alla perturbazione o con rialzo termico. Anche in questo caso si rileva la presenza di accumulo di neve da vento al cambio di pendenza oltre che l'arresto della valanga che avviene in genere al piede del versante in prossimità della sp1.



Febbraio 2009





metà marzo 2009





Gennaio 2014




Gennaio 2014




Inizio febbraio 2014




Dicembre 2020


aprile 2000


febbraio 2021



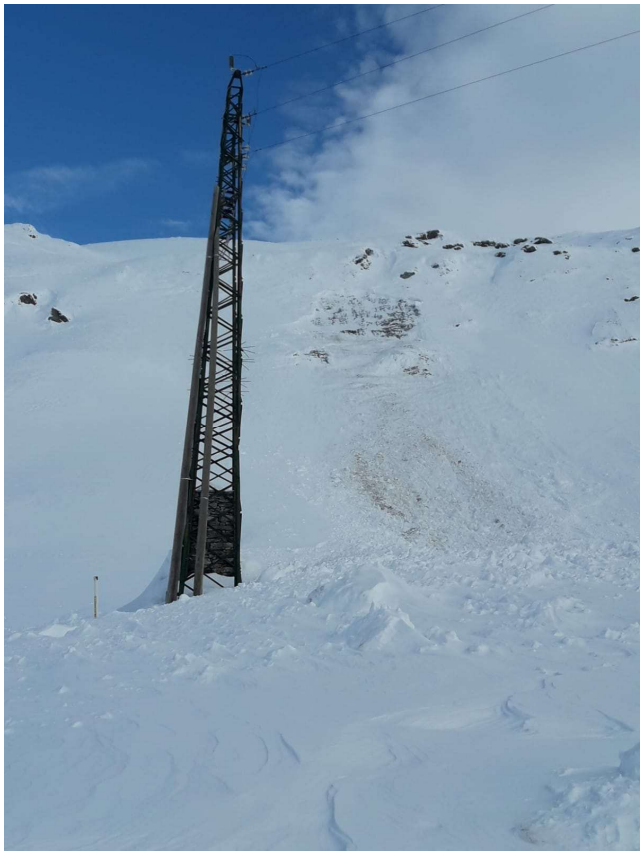
Marzo 2024

5.6.3 *2140350 168 Le Corone Km 144,900 oltre 145+000*

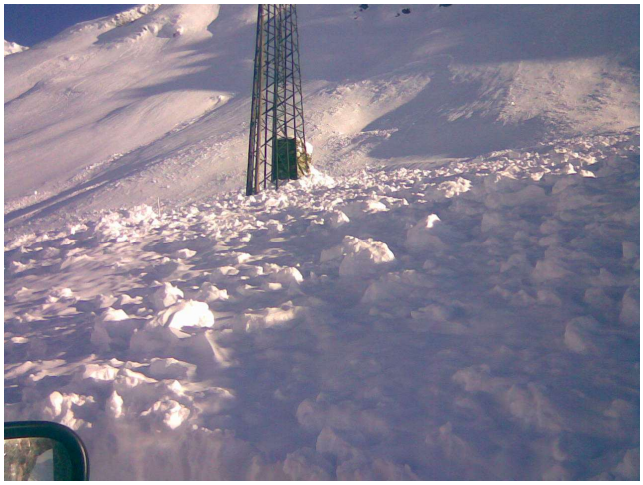
La documentazione fotografica evidenzia che le valanghe, a causa dell'elevata acclività del versante, sono frequenti ed il distacco in genere avviene per settori. Il distacco delle valanghe avviene in genere durante la nevicata o in caso di rialzo termico.







Dicembre 2019

Data non definita




Aprile 2023



11 marzo 2024



2 Aprile 2024




17 Marzo 2025

5.6.4 *2140350 150 Pizzo Casa*

Le osservazioni effettuate nell'ultimo decennio evidenziano che l'altezza delle reti realizzate con D_k = 4 m risultano sostanzialmente corrette. In destra idrografica si osservano degli scorrimenti modesti di neve che si distaccano presumibilmente dalla parte più stretta della vallecola non protetta.



Aprile 2018



Aprile 2021



Marzo 2024



Aprile 2024

5.6.5 *Proposta altezza Dk opere*

Nella tabella seguente si riportano i principali parametri utili per la definizione dell'altezza delle opere. Nell'ultima colonna si propone un altezza delle opere D_k scelta basata sull'elaborazione dei dati nivometeo e morfologici integrata delle osservazioni effettuate nell'ultimo decennio che tengono conto dell'effetto del vento nelle zone di distacco.

Nome	**Quota media di distacco** (m s.l.m.)	**H_k c**(m) **T_{300}**	**Pendenza media ψ**	**D_k (c**m) **T_{300}**	**Proposta D_k Opere (cm)**
Pizzo Casa	2'240	429	45°	303	**4.0**
Le Corone	2'075	421	55°	241	**I fila 4.0 Da II fila 3.5**
Caurga	1'735	404	50°	260	**I fila 4.0 Da II fila 3.5**
Scalcoggia	1'570	395	50°	254	**I fila e "canalino" 3.5 Da II fila 3.0**

Tabella Altezze D_k opere proposta nelle aree di distacco

6.0 SIMULAZIONI

6.1 Introduzione

Lo studio della dinamica delle valanghe prevede differenti procedure di calcolo a seconda della tipologia valanghiva considerata. In particolare si riconoscono due categorie principali: le valanghe dense e le valanghe polverose. Il presente studio è stato eseguito considerando le valanghe di tipo denso.

Allo stato delle conoscenze l'unico modello in grado di effettuare un'analisi bidimensionale dell'evento è quello messo a disposizione dall'Istituto Federale per lo Studio della Neve e delle Valanghe (SNV) svizzero con sede a Davos denominato RAMMS (**Ra**pid **M**ass **M**ovement**s**) modulo avalanche. Questa modellazione si appoggia su un modello digitale del terreno disponibile per la zona in esame con maglia 5 m x 5m (DEM fornito da Regione Lombardia). La modellazione determina la distribuzione della velocità, dell'altezza di neve e della pressione per ogni cella del modello digitale in funzione del tempo di ritorno considerato.

Le simulazioni sono state effettuate per valutare il grado di esposizione della strada statale 36 nel tratto esaminato compreso tra la deviazione per Madesimo e la frazione di Montespluga sempre in comune di Madesimo (SO) dove verranno realizzate le opere fermaneve (Pizzo casa, Caurga) e per la località Scalcoggia.

Tutte le valanghe analizzate raggiungono la strada statale frontalmente con valore di pressione differenti. Le simulazioni riportate nella relazione si riferiscono alle modellazioni che considerano la presenza delle opere per quanto riguarda l'ambito Pizzo Casa ed in assenza di opere per quanto riguarda la località Valle Caurga e Scalcoggia.

Le simulazioni riportate si riferiscono allo stato di fatto per tempi di ritorno di 10 e 30 per la valanga che insiste esclusivamente sulla strada e 100 anni.

La valutazione dell'espansione laterale delle valanghe dipende principalmente dalla morfologia e dalla pendenza del luogo oltre che dal "volume della massa nevosa in movimento". A parere dello scrivente l'utilizzo di una maglia 5x5 m non consente al "software di modellare in modo preciso l'andamento della valanga rispetto alla morfologia effettiva mostrando delle espansioni maggiori sia a livello laterale che frontale soprattutto in presenza di impluvi e/o depressioni.

Si è rilevata inoltre una discrasia sovrapponendo la carta tecnica ed il Dem regionale che risulta molto evidente soprattutto in presenza di canali e non consente una lettura precisa delle simulazioni.

Queste "discrasie" sono state risolte sovrapponendo le simulazioni sulle ortofoto fornite dall'applicazione "google earth" che, visto l'obbiettivo di verificare l'interazione tra la viabilità e le valanghe e non per fini di pianificazione o dimensionamento di opere passive, sono risultate soddisfacenti. Qualora si volesse invece utilizzare tali simulazioni per una mappatura del pericolo delle zone edificate o per la realizzazione di opere passive si suggerisce di effettuare un rilievo topografico specifico delle zone da esaminare utilizzando una maglia più fitta di quella esistente.

6.2 Definizione della zona di distacco

La definizione delle zone di distacco è stata ottenuta confrontando: -il perimetro della valanga definito dalla carta di localizzazione probabile delle valanghe e la pendenza della zona di distacco.

L'analisi dei dati storici, le osservazioni sul campo e l'analisi tramite software hanno permesso di constatare che la perimetrazione della carta di localizzazione probabile delle valanghe non tiene conto di alcune delle informazioni storiche acquisite e delle caratteristiche morfologiche della zona di distacco.

Per questi motivi si è ritenuto opportuno riperimetrare le zone di distacco indicate nella CLPV basandosi sia sulle caratteristiche del terreno che sui dati storici acquisiti. Si evidenzia che potenzialmente tutte le aree in cui la pendenza del terreno supera i 28° gradi possono essere considerate aree di distacco.

Per la determinazione dell'esposizione della strada statale e della frazione di Scalcoggia sono state considerate esclusivamente le zone di distacco principale in quando considerate le responsabili della formazione delle valanghe catastrofiche capaci di interessare maggiore superficie.

6.3 Densità e coesione

La densità e la coesione sono altri 2 parametri che possono essere variati nel programma. A titolo cautelativo si è deciso di mantenere un valore di densità pari a 300 kg/m^3.
Per le simulazioni di valanga la coesione c(in Pa) non è un valore unico ma dipende fortemente dal tipo di neve, dalla temperatura e dallo stato di compattazione. Nella pratica modellistica si usano quindi intervalli tipici o valori rappresentativi.

Tipo di neve	Valore coesione	Tipo di neve	Valore coesione
Valanga secca debole	100 Pa	Valanga umida	10.000 Pa
Lastrone asciutto	500 Pa	Neve molto bagnata	30.000 Pa
Neve consolidata	2.000 Pa		

Valori di coesione indicativi in funzione del tipo di neve

Nelle simulazioni si è considerata una neve secca standard con valore pari a 50 Pa (valore raccomandato per le simulazioni relativi alla località Scalcoggia e Caurga Andossi mentre per la località Montespluga Pizzo casa si è considerato un valore inferiore pari a 20 Pa (valore trascurabile e quindi cautelativo).

6.4 Dati di input

Nella tabella seguente sono stati riportati i parametri principali delle zone di distacco. Il volume insieme alla soglia di altitudine definisce i parametri di ξ e μ delle singole valanghe dedotti

dalle tabelle seguenti che vengono inseriti nel programma RAMMS (**Ra**pid **M**ass **M**ovement**s**) modulo avalanche per la modellazione.

n.	Pendenza in °	q.ta media in m	Area piana m^2	Area inclinata m^2	Tr	Volume in m^3	Hs in m
Scalcoggia	38°-39°	1580	2'050	2'614	T_{30}	2'614	1.00
		1'595	5'975	7'787	T_{100}	9'266	1.19
Caurga - Andossi	42°	1742	5'575	7'772	T_{30}	6'062	0.78
	37°	1'725	36'175	46'154	T_{100}	40'616	0.88
P.zo Casa	32°	2'179	11'250	13'425	T_{30}	12'082	0.90
					T_{100}	13'694	1.02

Parametri di input zone di distacco

6.5 Definizione dei parametri di calibratura ξ e μ

Il modello, oltre alla definizione dell'area e dell'altezza di neve al distacco, richiede l'inserimento di 2 parametri

relativi all'attrito che dipendono a loro volta:

1. dal volume della valanga;
2. dall'altitudine
3. dalla canalizzazione e rugosità della topografia;
4. dalla periodicità;
5. dalla presenza della copertura boscata.

I valori proposti da SLF considerano la posizione delle valanghe poste a Nord delle Alpi mentre l'area in esame è situata a sud dello spartiacque alpino, per questo motivo i limiti di altitudine definiti dal programma (1000 m e 1500 m s.l.m.) non essendo perentori sono stati adeguati dallo scrivente basandosi sugli stessi criteri utilizzati per la PZEV del comune di Madesimo eseguita insieme all'Istituto Federale Svizzero negli anni 2000.

La modifica dell'altitudine si basa sull'assunzione che a quote più elevate la neve è più asciutta rispetto alle quote più basse e che quindi l'attrito è inferiore. Nei calcoli eseguiti limite di altitudine è stato spostato da 1500 a 1700 m s.l.m. di quota.

Large avalanche (> 60'000 m³)		300-Year		100-Year		30-Year		10-Year	
	Altitude (m.a.s.l.)	μ	ξ	μ	ξ	μ	ξ	μ	ξ
unchannelled	above 1500	0.155	3000	0.165	3000	0.17	3000	0.18	3000
	1000 - 1500	0.17	2500	0.18	2500	0.19	2500	0.2	2500
	below 1000	0.19	2000	0.2	2000	0.21	2000	0.22	2000
channelled	above 1500	0.21	2000	0.22	2000	0.225	2000	0.235	2000
	1000 - 1500	0.22	1750	0.23	1750	0.24	1750	0.25	1750
	below 1000	0.24	1500	0.25	1500	0.26	1500	0.27	1500
gully	above 1500	0.27	1500	0.28	1500	0.29	1500	0.3	1500
	1000 - 1500	0.285	1350	0.3	1350	0.31	1350	0.325	1350
	below 1000	0.3	1200	0.315	1200	0.33	1200	0.345	1200
flat	above 1500	0.14	4000	0.15	4000	0.155	4000	0.16	4000
	1000 - 1500	0.15	3500	0.16	3500	0.17	3500	0.18	3500
	below 1000	0.17	3000	0.18	3000	0.19	3000	0.2	3000

Medium avalanche (25 - 60'000 m³)		300-Year		100-Year		30-Year		10-Year	
unchannelled	above 1500	0.195	2500	0.205	2500	0.215	2500	0.225	2500
	1000 - 1500	0.21	2100	0.22	2100	0.23	2100	0.24	2100
	below 1000	0.23	1750	0.24	1750	0.25	1750	0.26	1750
channelled	above 1500	0.25	1750	0.26	1750	0.27	1750	0.28	1750
	1000 - 1500	0.27	1530	0.28	1530	0.285	1530	0.295	1530
	below 1000	0.28	1350	0.29	1350	0.3	1350	0.31	1350
gully	above 1500	0.32	1350	0.33	1350	0.34	1350	0.35	1350
	1000 - 1500	0.33	1200	0.34	1200	0.355	1200	0.36	1200
	below 1000	0.36	1100	0.37	1100	0.38	1100	0.39	1100
flat	above 1500	0.17	3250	0.18	3250	0.19	3250	0.2	3250
	1000 - 1500	0.19	2900	0.2	2900	0.21	2900	0.22	2900
	below 1000	0.21	2500	0.22	2500	0.23	2500	0.24	2500
forested area (mu=delta, xi=fix)		0.02	400	0.02	400	0.02	400	0.02	400

Valori relativi attrito ξ e μ definiti da SLF per RAMMS 1.4 per valanghe medio grandi - 2011
attenzione limite altitudine spostato da 1'500 m a 1'700 m s.l.m. e μ aumentato di 0,01

Small avalanche (5 - 25'000 m³)		300-Year		100-Year		30-Year		10-Year	
	Altitude (m.a.s.l.)	μ	ξ	μ	ξ	μ	ξ	μ	ξ
unchannelled	above 1500	0.235	2000	0.245	2000	0.25	2000	0.26	2000
	1000 - 1500	0.25	1750	0.26	1750	0.265	1750	0.275	1750
	below 1000	0.265	1500	0.275	1500	0.285	1500	0.295	1500
channelled	above 1500	0.28	1500	0.29	1500	0.3	1500	0.31	1500
	1000 - 1500	0.3	1350	0.31	1350	0.315	1350	0.325	1350
	below 1000	0.31	1200	0.32	1200	0.33	1200	0.34	1200
gully	above 1500	0.37	1200	0.38	1200	0.39	1200	0.4	1200
	1000 - 1500	0.38	1100	0.39	1100	0.4	1100	0.41	1100
	below 1000	0.4	1000	0.41	1000	0.42	1000	0.43	1000
flat	above 1500	0.215	2500	0.225	2500	0.23	2500	0.24	2500
	1000 - 1500	0.23	2250	0.24	2250	0.245	2250	0.255	2250
	below 1000	0.245	2000	0.255	2000	0.26	2000	0.27	2000

Tiny avalanche (< 5'000 m³)		300-Year		100-Year		30-Year		10-Year	
unchannelled	above 1500	0.275	1500	0.28	1500	0.285	1500	0.29	1500
	1000 - 1500	0.29	1400	0.295	1400	0.3	1400	0.305	1400
	below 1000	0.3	1250	0.31	1250	0.32	1250	0.33	1250
channelled	above 1500	0.31	1250	0.32	1250	0.33	1250	0.34	1250
	1000 - 1500	0.33	1180	0.34	1180	0.345	1180	0.355	1180
	below 1000	0.34	1050	0.35	1050	0.36	1050	0.37	1050
gully	above 1500	0.42	1050	0.43	1050	0.44	1050	0.45	1050
	1000 - 1500	0.43	1000	0.44	1000	0.45	1000	0.46	1000
	below 1000	0.44	900	0.45	900	0.46	900	0.47	900
flat	above 1500	0.26	1750	0.265	1750	0.27	1750	0.275	1750
	1000 - 1500	0.27	1600	0.275	1600	0.28	1600	0.285	1600
	below 1000	0.28	1500	0.285	1500	0.29	1500	0.295	1500
forested area (mu=delta, xi=fix)		0.02	400	0.02	400	0.02	400	0.02	400

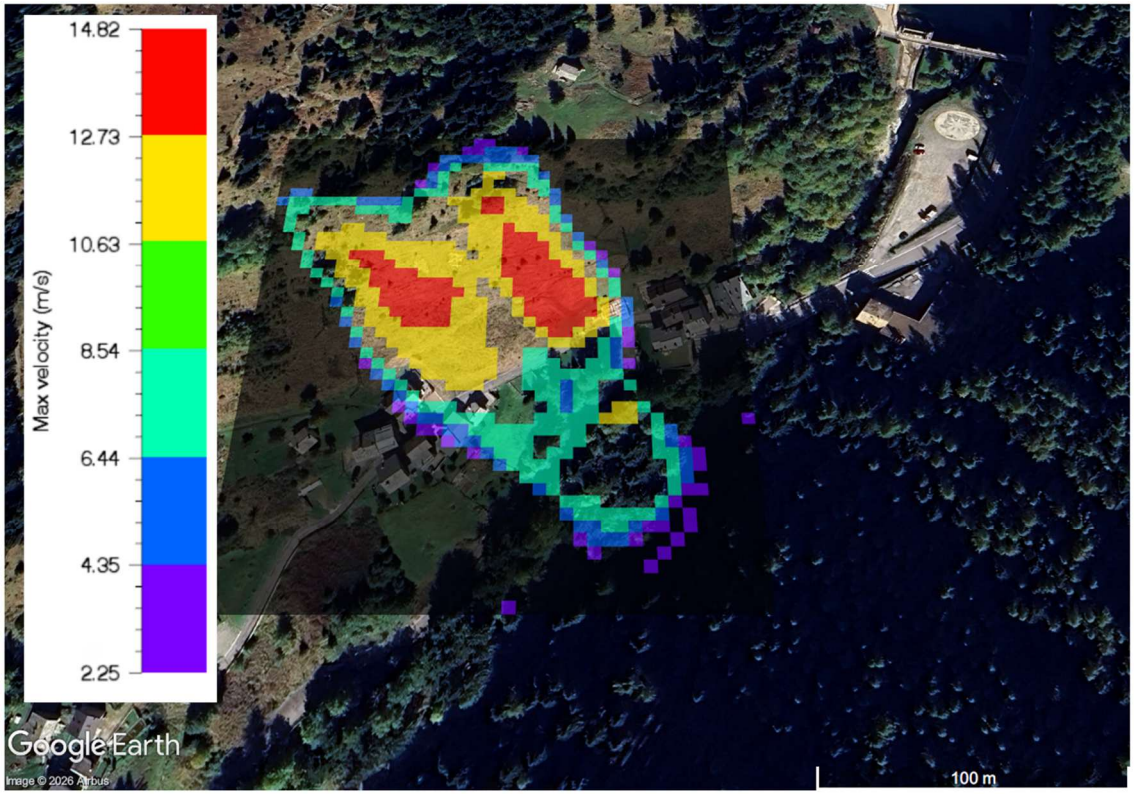
Valori relativi attrito ξ e μ definiti da SLF per RAMMS 1.4 per valanghe piccole e molto piccole-2011
attenzione limite altitudine spostato da 1'500 m a 1'700 m s.l.m. e μ aumentato di 0,01

6.6 N. CLPV 2140350 127 (Scalcoggia)

La valanga di progetto sia con T_{30} che T_{100} prevede il distacco dell'intero settore estendendosi maggiormente verso ovest per quanto riguarda il tempo di ritorno maggiore.

Le simulazioni attestano che la valanga raggiunge la strada comunale in entrambi i casi ma con maggior potere distruttivo riguardo gli edifici presenti con T_{100}.

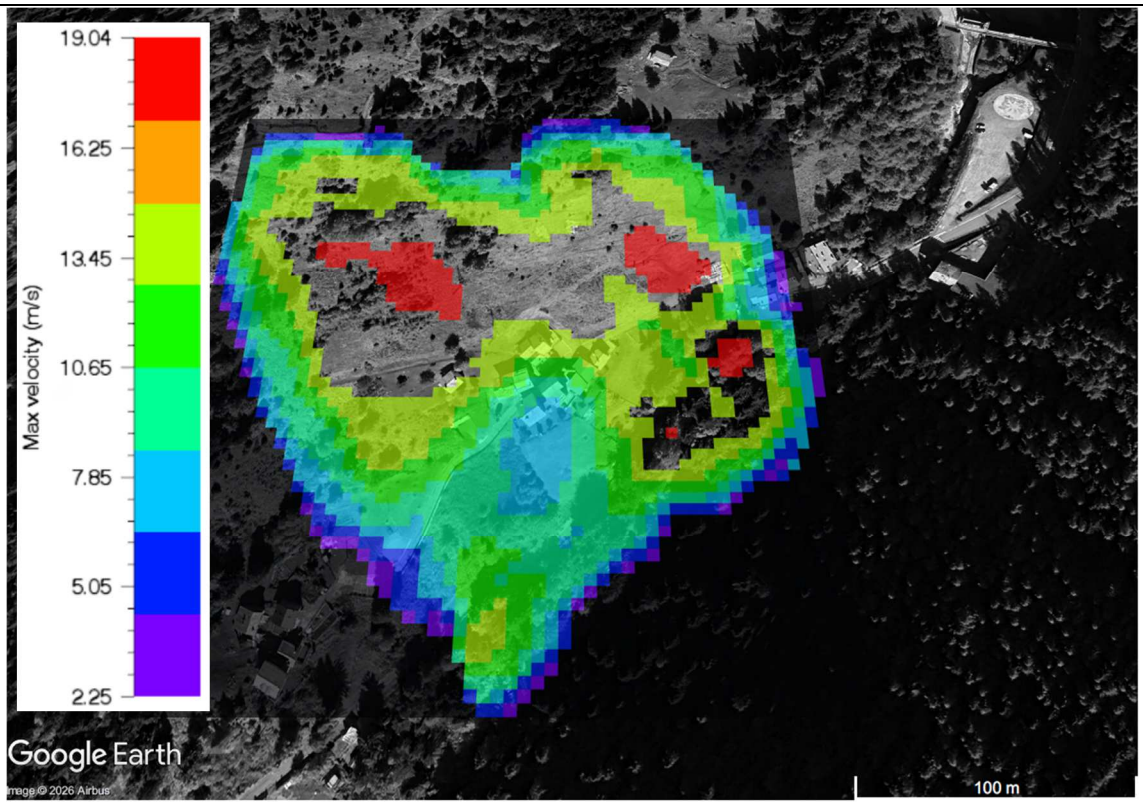
In tutte e 2 i casi la valanga si arresta all'interno dell'alveo del torrente Scalcoggia, si tenga presente che il "dem regionale" non considera la presenza degli edifici che rappresentando un ostacolo al percorso della valanga.



T_{30}

Località Scalcoggia. andamento delle velocità ambito esposto a pericolo valanghe in funzione del tempo di ritorno T100

Velocità 2.24 m/s equivalente a circa 1.5 kPa limite zona rossa
Velocità 7.07 m/s equivalente a circa 15 kPa limite zona blu [criteri AINeVa]



T_{100}

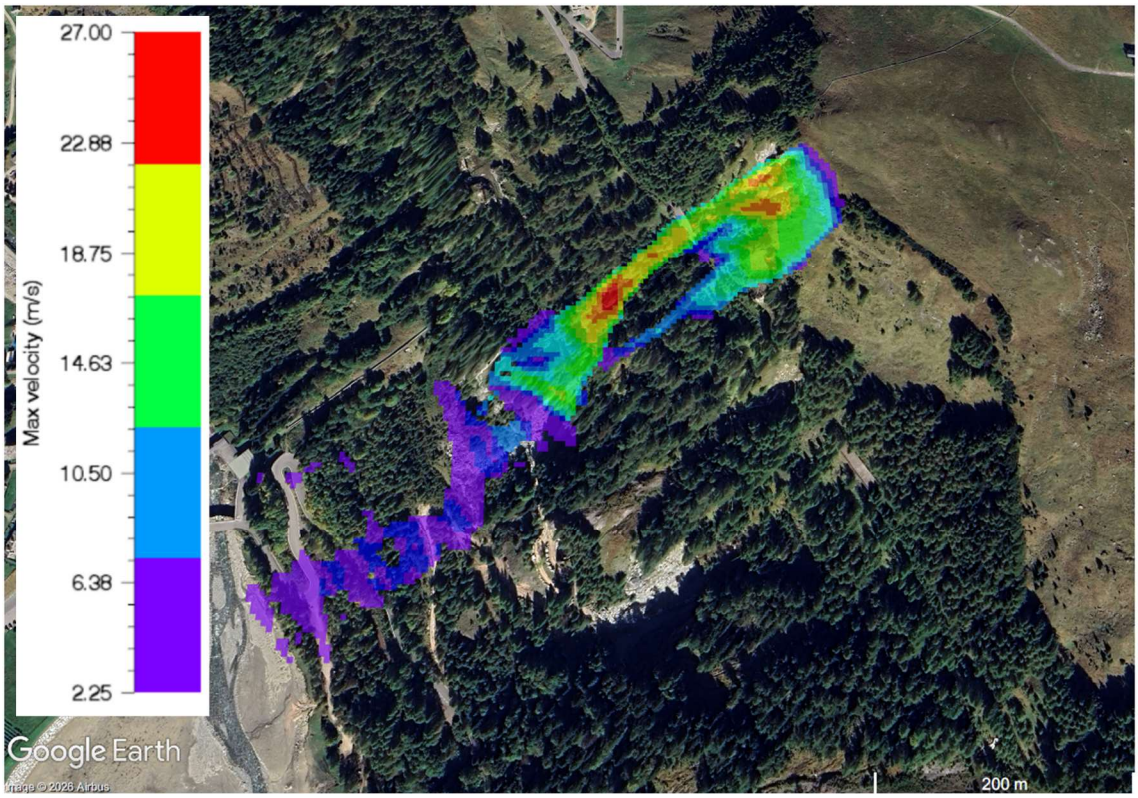
Località Scalcoggia. andamento delle velocità ambito esposto a pericolo valanghe in funzione del tempo di ritorno T100

Velocità 2.24 m/s equivalente a circa 1.5 kPa limite zona rossa
Velocità 7.07 m/s equivalente a circa 15 kPa limite zona blu [criteri AINeVa]

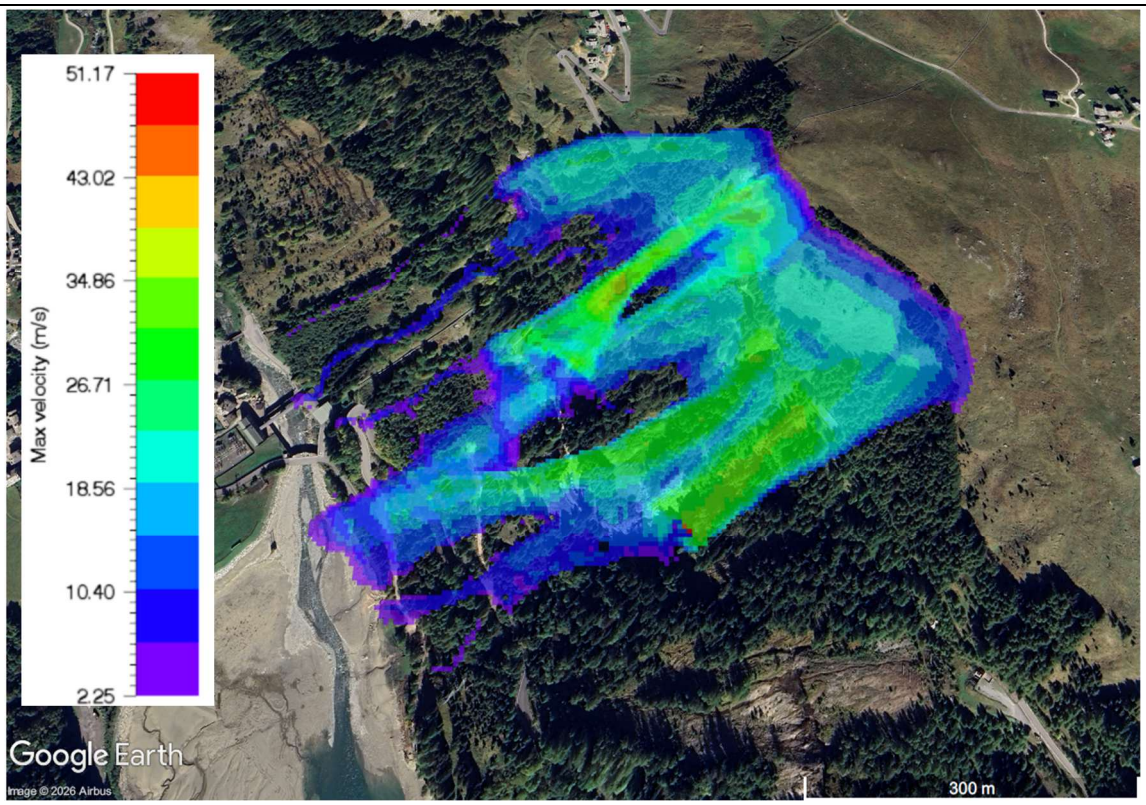
6.7 N. CLPV 2140350 125 Km 137,200 (Caurga Andossi)

Le simulazioni riguardano 2 superfici diversi considerando per un tempo di ritorno di 30 anni l'impluvio della Valle Caurga mentre per il tempo di ritorno di 100 anni l'intera estensione della zona di distacco.

Dalla analisi delle simulazioni si evince che la valanga interessa anche la sottostante strada provinciale che collega la frazione di Isola al nucleo urbano principale del comune di Madesimo.



T_{30}



T_{100}

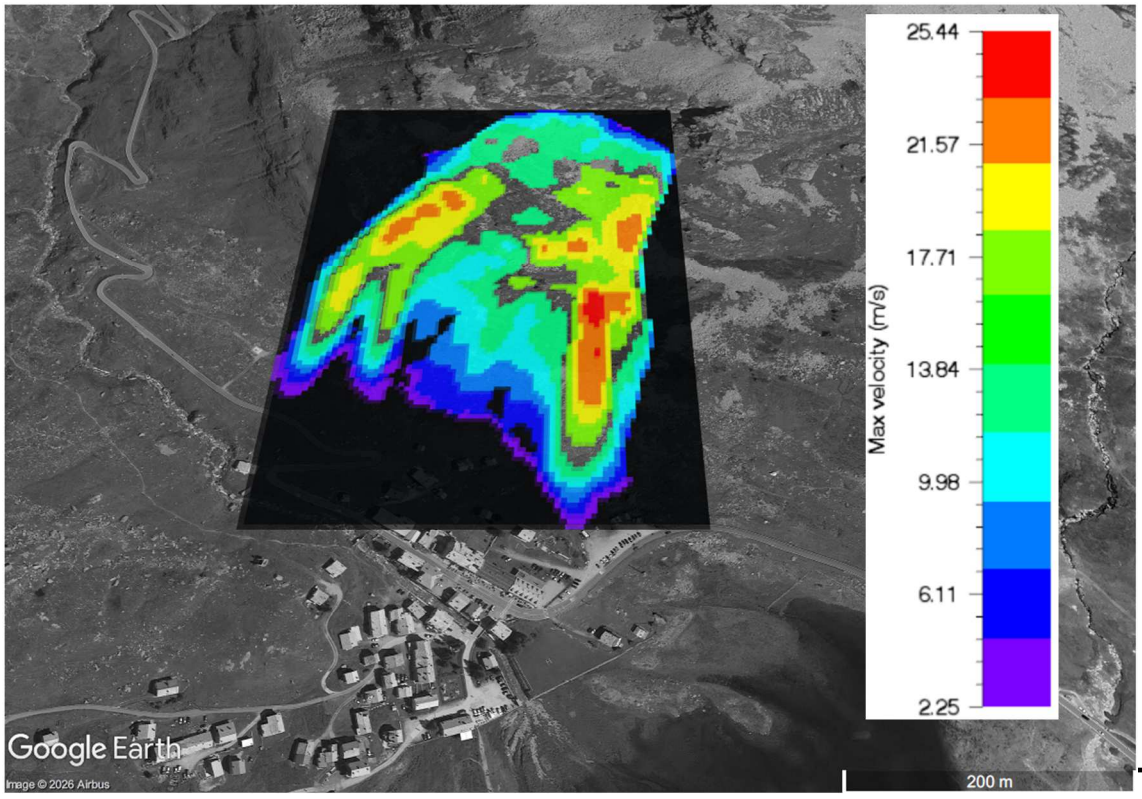
Località Caurga-Andossi. andamento delle velocità ambito esposto a pericolo valanghe in funzione del tempo di ritorno T100

Velocità 2.24 m/s equivalente a circa 1.5 kPa limite zona rossa
Velocità 7.07 m/s equivalente a circa 15 kPa limite zona blu **[criteri AINeVa]**

6.8 2140350 150 Km 148,000 (Pizzo Casa)

Le simulazioni riportate di seguito tengono conto della presenza delle opere realizzare in precedenza ed evidenziano che la valanga allo stato attuale arriva a lambire sia il nucleo urbano di Montespluga, soprattutto il posteggio in entrata al nucleo urbano che la strada statale a monte.

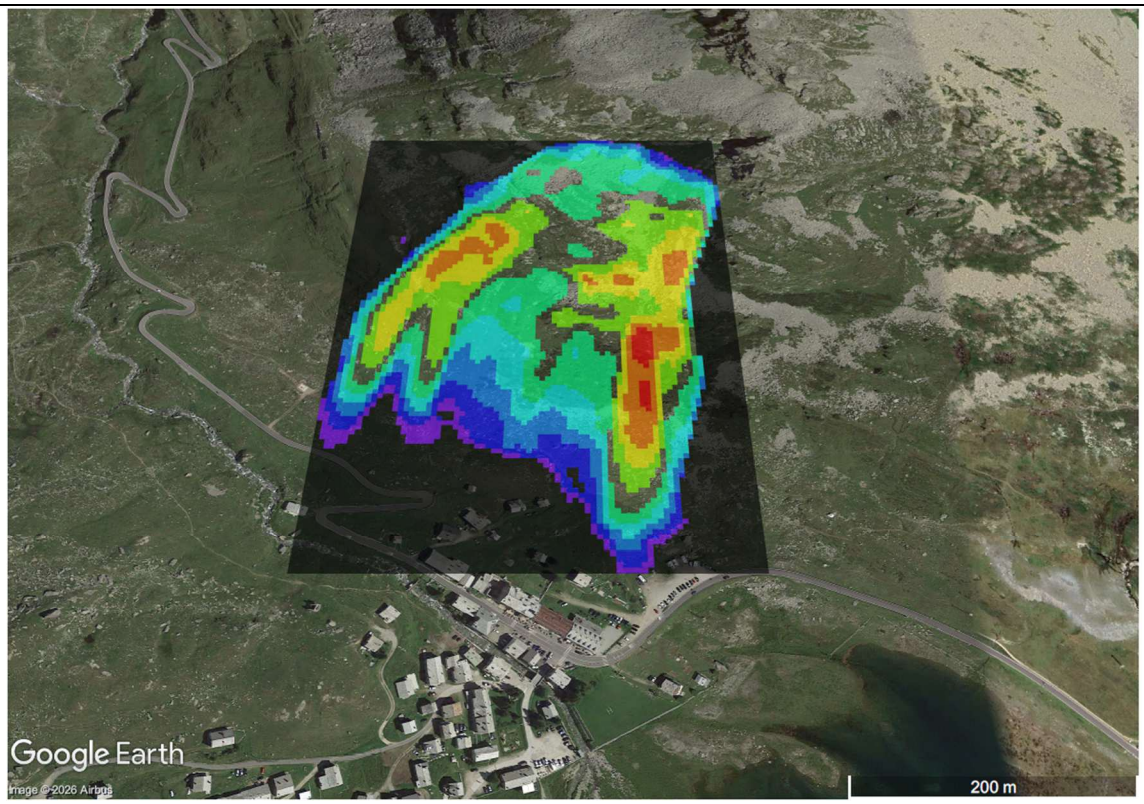
Nelle simulazioni si è scelto di ridurre il valore della coesione a 5 Pa considerando una neve "maggiormente secca".



T_{30}

Località Caurga-Andossi. andamento delle velocità ambito esposto a pericolo valanghe in funzione del tempo di ritorno T30

Velocità 2.24 m/s equivalente a circa 1.5 kPa limite zona rossa
Velocità 7.07 m/s equivalente a circa 15 kPa limite zona blu [criteri AINeVa]



T_{100}

Località Caurga-Andossi. andamento delle velocità ambito esposto a pericolo valanghe in funzione del tempo di ritorno T100

Velocità 2.24 m/s equivalente a circa 1.5 kPa limite zona rossa
Velocità 7.07 m/s equivalente a circa 15 kPa limite zona blu [criteri AINeVa]

7.0 CONCLUSIONI

Il presente studio evidenza che la strada statale 36 del lago di Como e dello Spluga dal km 137+300 al km 146+700 ovvero dal bivio per Madesimo fino alla località Montespluga presenta dei settori esposti a valanghe che portano a delle chiusure al transito durante il periodo invernale.

Nel seguente elenco vengono suggeriti gli interventi di mitigazione del rischio valanghe per i tratti di strada esposti o non sufficientemente protetti in ordine decrescente.

1) località Scalcoggia: la valanga anche se di modeste dimensioni espone a rischio la viabilità comunale del nucleo urbano ed alcuni edifici. Si propone la messa in opera di opere fermaneve D_k=3.5 m per le prima fila e D_k=3.0 m per le altre file;
2) valanga del Pizzo Casa: manutenzione straordinaria delle opere esistenti interessate da caduta massi durante l'autunno scorso e loro potenziamento mantenendo la stessa latezza delle opere D_k=4 m. Queste opere mitigano il rischio valanghe sia per il tratto di strada statale in entrata alla frazione di Montespluga che dello stesso nucleo;
3) valanga della valle Caurga – Andossi: messa in opera di opere fermaneve D_k=4 m per le prima fila e D_k=3.5 m per le altre file che vadano a stabilizzare la neve sia del versante in prossimità della vallecola che "il piano inclinato sopra la galleria dove i ponti da neve posizionati a suo non sono funzionali. Si ricorda che la valanga interessa sia la strada statale nella zona della Valle Caurga non protetta dalla galleria che quella provinciale sottostante sP1 tratto Isola bivio per Pianazzo che rappresenta l'unico accesso a Madesimo per i mezzi pesanti e per i pullman;
4) valanga zona le Corone: la zona di distacco risulta piuttosto estesa con la possibilità che la realizzazione delle opere fermaneve aumenti l'accumulo da vento a ridosso del cambio di pendenza. In questo caso, in alternativa alla posa di opere fermaneve attive o di interventi passivi (galleria paravalanghe) si ritiene fattibile gestire il rischio tramite la predisposizione di un "Piano di Intervento per il distacco Artificiale di Valanghe (PIDAV) previa potenziamento delle opere di difesa del palo di sostegno della media tensione presente nella zona di scorrimento o in alternativa, auspicabile, l'interramento di questo tratto di linea;
5) valanghe secondarie P.zo Casa esposizione sud: dalla documentazione fotografica raccolta si rileva che distacchi minori possono interessare il tratto di strada in entrata all'abitato di Montespluga. Allo stato delle conoscenze attuali dell'area (distacchi occasionali) si ritiene auspicabile il mantenimento del monitoraggio invernale valutando la possibilità di comprendere anche questi settori nel Piano di Intervento per il distacco Artificiale di Valanghe (PIDAV).

8.0 ALLEGATI: OUTPUT RAMMS

8.1 N. CLPV 2140350 127 (Scalcoggia) – T_{30}

****

RAMMS::AVALANCHE RAMMS OUTPUT LOGFILE

Output filename: C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\CM_Valanghe\Scalcoggia30_26.out.gz

Simulation stopped due to TIME END CONDITION!

It is possible that the runout distance would increase if calculated
with increased "End time" parameter!
Calculation time (min.): 0.37

Simulation resolution (m): 5.00

SIMULATION RESULTS

Number of cells: 23956
Number of nodes: 24393

Calculated Release Volume (m3): 2495.98

Overall MAX velocity (m/s): 14.8234
Overall MAX flowheight (m): 2.22251
Overall MAX pressure (kPa): 65.9198

****

RAMMS::AVALANCHE 1.8.27 INPUT LOGFILE

Date: Fri Feb 06 15:15:28 2026
Input filename: C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\CM_Valanghe\Scalcoggia30_26.av2

Project: CM_Valanghe
Details:
esposizioneedificio
mu e xi modificati

DEM / REGION INFORMATION:
DEM file: C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\CM_Valanghe\CM_Valanghe.xyz
DEM resolution (m): 5.00
(imported from: C:\Users\Andrea\Desktop\Andrea\dem_ritaglio_B2D1.tif)

Nr of nodes: 1600000
Nr of cells: 1597401

Project region extent:
E - W: 531966.88 / 523971.88

S - N: 5139981.0 / 5144976.0

CALCULATION DOMAIN:
C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\CM_Valanghe\scalcoggiadom.dom

GENERAL SIMULATION PARAMETERS:
Simulation time (s): 300.000
Dump interval (s): 2.00
Stopping criteria (momentum threshold) (%): 5
Constant density (kg/m3): 300

NUMERICS:
Numerical scheme: SecondOrder
H Cutoff (m): 0.000001
Curvature effects are ON!

RELEASE:
Depth: 1.00 m Vol: 2613.7 m3 Delay: 0.00 s Name: scalcoggia30.shp
Estimated release volume: 2613.71 m3

FRICTION MUXI:
Altitude_limit_1: 1700 m a.s.l
Altitude_limit_2: 1000 m a.s.l
Format of following parameters: [< 1000] - [1000 - 1700] - [> 1700]

Open slope parameters:
Mu: 0.330 - 0.310 - 0.295
Xi: 1250 - 1400 - 1500
Channelled parameters:
Mu: 0.370 - 0.355 - 0.340
Xi: 1050 - 1180 - 1250
Gully parameters:
Mu: 0.470 - 0.460 - 0.450
Xi: 900 - 1000 - 1050
Flat parameters:
Mu: 0.300 - 0.290 - 0.280
Xi: 1500 - 1600 - 1750
Forest parameters:
Mu (delta): 0.030 - 0.030 - 0.030
Xi: 400 - 400 - 400

RETURN PERIOD (y): 30
VOLUME category: Tiny

COHESION:
Cohesion value: 50.0000 Pa

MAP / ORTHOPHOTO INFO:
Map file: C:\Users\Andrea\Desktop\Andrea\B2D1.tif

8.2 N. CLPV 2140350 127 (Scalcoggia) – T100

****

RAMMS::AVALANCHE RAMMS OUTPUT LOGFILE

Output filename: C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\CM_Valanghe\Scalcoggia100_0426.out.gz

Simulation stopped due to LOW FLUX!

Simulation stopped after 28.0000s
Calculation time (min.): 0.23

Simulation resolution (m): 5.00

SIMULATION RESULTS

Number of cells: 23956
Number of nodes: 24393

Calculated Release Volume (m3): 9192.50

Overall MAX velocity (m/s): 19.0450
Overall MAX flowheight (m): 3.98631
Overall MAX pressure (kPa): 108.813

****

RAMMS::AVALANCHE 1.8.27 INPUT LOGFILE

Date: Fri Feb 06 15:32:51 2026
Input filename: C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\CM_Valanghe\Scalcoggia100_0426.av2

Project: CM_Valanghe
Details:

DEM / REGION INFORMATION:
DEM file: C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\CM_Valanghe\CM_Valanghe.xyz
DEM resolution (m): 5.00
(imported from: C:\Users\Andrea\Desktop\Andrea\dem_ritaglio_B2D1.tif)

Nr of nodes: 1600000
Nr of cells: 1597401

Project region extent:
E - W: 531966.88 / 523971.88
S - N: 5139981.0 / 5144976.0

CALCULATION DOMAIN:
C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\CM_Valanghe\scalcoggiadom.dom

GENERAL SIMULATION PARAMETERS:

Simulation time (s): 300.000
Dump interval (s): 2.00
Stopping criteria (momentum threshold) (%): 5
Constant density (kg/m3): 300

NUMERICS:
Numerical scheme: SecondOrder
H Cutoff (m): 0.000001
Curvature effects are ON!

RELEASE:
Depth: 1.19 m Vol: 9266.1 m3 Delay: 0.00 s Name: scalcoggia100.shp
Estimated release volume: 9266.13 m3

FRICTION MUXI:
Altitude_limit_1: 1700 m a.s.l
Altitude_limit_2: 1000 m a.s.l
Format of following parameters: [< 1000] - [1000 - 1700] - [> 1700]

Open slope parameters:
Mu: 0.285 - 0.270 - 0.255
Xi: 1500 - 1750 - 2000
Channelled parameters:
Mu: 0.330 - 0.320 - 0.300
Xi: 1200 - 1350 - 1500
Gully parameters:
Mu: 0.420 - 0.400 - 0.390
Xi: 1000 - 1100 - 1200
Flat parameters:
Mu: 0.265 - 0.250 - 0.235
Xi: 2000 - 2250 - 2500
Forest parameters:
Mu (delta): 0.030 - 0.030 - 0.030
Xi: 400 - 400 - 400

RETURN PERIOD (y): 100
VOLUME category: Small

COHESION:
Cohesion value: 50.0000 Pa

MAP / ORTHOPHOTO INFO:
Map file: C:\Users\Andrea\Desktop\Andrea\B2D1.tif

8.3 N. CLPV 2140350 125 Km 137,200 (Caurga Andossi) – T30

****

RAMMS::AVALANCHE RAMMS OUTPUT LOGFILE

Output filename: C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\CM_Valanghe\CaurgaT30_26.out.gz

Simulation stopped due to LOW FLUX!

Simulation stopped after 246.000s
Calculation time (min.): 0.63

Simulation resolution (m): 5.00

SIMULATION RESULTS

Number of cells: 49862
Number of nodes: 50473

Calculated Release Volume (m3): 6046.29

Overall MAX velocity (m/s): 27.0021
Overall MAX flowheight (m): 4.56347
Overall MAX pressure (kPa): 218.733

****
RAMMS::AVALANCHE 1.8.27 INPUT LOGFILE

Date: Fri Feb 06 15:00:16 2026
Input filename: C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\CM_Valanghe\CaurgaT30_26.av2

Project: CM_Valanghe
Details:

DEM / REGION INFORMATION:
DEM file: C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\CM_Valanghe\CM_Valanghe.xyz
DEM resolution (m): 5.00
(imported from: C:\Users\Andrea\Desktop\Andrea\dem_ritaglio_B2D1.tif)

Nr of nodes: 1600000
Nr of cells: 1597401

Project region extent:
E - W: 531966.88 / 523971.88
S - N: 5139981.0 / 5144976.0

CALCULATION DOMAIN:
C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\CM_Valanghe\caurgadom.dom

GENERAL SIMULATION PARAMETERS:
Simulation time (s): 300.000
Dump interval (s): 2.00
Stopping criteria (momentum threshold) (%): 5
Constant density (kg/m3): 300

NUMERICS:
Numerical scheme: SecondOrder
H Cutoff (m): 0.000001
Curvature effects are ON!

RELEASE:
Depth: 0.78 m Vol: 6062.1 m3 Delay: 0.00 s Name: Caurga10.shp (C:\Users\Andrea\Documents)
Estimated release volume: 6062.12 m3

FRICTION MUXI:
Altitude_limit_1: 1700 m a.s.l
Altitude_limit_2: 1000 m a.s.l
Format of following parameters: [< 1000] - [1000 - 1700] - [> 1700]

Open slope parameters:
Mu: 0.295 - 0.275 - 0.260
Xi: 1500 - 1750 - 2000
Channelled parameters:
Mu: 0.340 - 0.325 - 0.310
Xi: 1200 - 1350 - 1500
Gully parameters:
Mu: 0.430 - 0.410 - 0.400
Xi: 1000 - 1100 - 1200
Flat parameters:
Mu: 0.270 - 0.255 - 0.240
Xi: 2000 - 2250 - 2500
Forest parameters:
Mu (delta): 0.030 - 0.030 - 0.030
Xi: 400 - 400 - 400

RETURN PERIOD (y): 30
VOLUME category: Small

COHESION:
Cohesion value: 50.0000 Pa

MAP / ORTHOPHOTO INFO:
Map file: C:\Users\Andrea\Desktop\Andrea\B2D1.tif

8.4 N. CLPV 2140350 125 Km 137,200 (Caurga Andossi) – T30

****

RAMMS::AVALANCHE RAMMS OUTPUT LOGFILE

Output filename: C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\CM_Valanghe\Scalcoggia100_0426.out.gz

Simulation stopped due to LOW FLUX!

Simulation stopped after 28.0000s
Calculation time (min.): 0.23

Simulation resolution (m): 5.00

SIMULATION RESULTS

Number of cells: 23956
Number of nodes: 24393

Calculated Release Volume (m3): 9192.50

Overall MAX velocity (m/s): 19.0450
Overall MAX flowheight (m): 3.98631
Overall MAX pressure (kPa): 108.813

****
RAMMS::AVALANCHE 1.8.27 INPUT LOGFILE

Date: Fri Feb 06 15:32:51 2026
Input filename: C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\CM_Valanghe\Scalcoggia100_0426.av2

Project: CM_Valanghe
Details:

DEM / REGION INFORMATION:
DEM file: C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\CM_Valanghe\CM_Valanghe.xyz
DEM resolution (m): 5.00
(imported from: C:\Users\Andrea\Desktop\Andrea\dem_ritaglio_B2D1.tif)

Nr of nodes: 1600000
Nr of cells: 1597401

Project region extent:
E - W: 531966.88 / 523971.88
S - N: 5139981.0 / 5144976.0

CALCULATION DOMAIN:
C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\CM_Valanghe\scalcoggiadom.dom

GENERAL SIMULATION PARAMETERS:
Simulation time (s): 300.000
Dump interval (s): 2.00
Stopping criteria (momentum threshold) (%): 5
Constant density (kg/m3): 300

NUMERICS:
Numerical scheme: SecondOrder

H Cutoff (m): 0.000001
Curvature effects are ON!

RELEASE:
Depth: 1.19 m Vol: 9266.1 m3 Delay: 0.00 s Name: scalcoggia100.shp
Estimated release volume: 9266.13 m3

FRICTION MUXI:
Altitude_limit_1: 1700 m a.s.l
Altitude_limit_2: 1000 m a.s.l
Format of following parameters: [< 1000] - [1000 - 1700] - [> 1700]

Open slope parameters:
Mu: 0.285 - 0.270 - 0.255
Xi: 1500 - 1750 - 2000
Channelled parameters:
Mu: 0.330 - 0.320 - 0.300
Xi: 1200 - 1350 - 1500
Gully parameters:
Mu: 0.420 - 0.400 - 0.390
Xi: 1000 - 1100 - 1200
Flat parameters:
Mu: 0.265 - 0.250 - 0.235
Xi: 2000 - 2250 - 2500
Forest parameters:
Mu (delta): 0.030 - 0.030 - 0.030
Xi: 400 - 400 - 400

RETURN PERIOD (y): 100
VOLUME category: Small

COHESION:
Cohesion value: 50.0000 Pa

MAP / ORTHOPHOTO INFO:
Map file: C:\Users\Andrea\Desktop\Andrea\B2D1.tif

8.5 N. CLPV 2140350 125 Km 137,200 (Caurga Andossi) – T100

****

RAMMS::AVALANCHE RAMMS OUTPUT LOGFILE

Output filename: C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\CM_Valanghe\caurga100.out.gz

Simulation stopped due to LOW FLUX!

Simulation stopped after 116.000s
Calculation time (min.): 0.58

Simulation resolution (m): 5.00

SIMULATION RESULTS

Number of cells: 49862
Number of nodes: 50473

Calculated Release Volume (m3): 40804.7

Overall MAX velocity (m/s): 51.1721
Overall MAX flowheight (m): 12.5988
Overall MAX pressure (kPa): 785.576

****

RAMMS::AVALANCHE 1.8.27 INPUT LOGFILE

Date: Fri Feb 06 11:53:56 2026
Input filename: C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\CM_Valanghe\caurga100.av2

Project: CM_Valanghe
Details: valanga media

DEM / REGION INFORMATION:
DEM file: C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\CM_Valanghe\CM_Valanghe.xyz
DEM resolution (m): 5.00
(imported from: C:\Users\Andrea\Desktop\Andrea\dem_ritaglio_B2D1.tif)

Nr of nodes: 1600000
Nr of cells: 1597401

Project region extent:
E - W: 531966.88 / 523971.88
S - N: 5139981.0 / 5144976.0

CALCULATION DOMAIN:
C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\CM_Valanghe\caurgadom.dom

GENERAL SIMULATION PARAMETERS:
Simulation time (s): 300.000
Dump interval (s): 2.00
Stopping criteria (momentum threshold) (%): 5
Constant density (kg/m3): 300

NUMERICS:
Numerical scheme: SecondOrder
H Cutoff (m): 0.000001
Curvature effects are ON!

RELEASE:

Depth: 0.88 m Vol: 40616.0 m3 Delay: 0.00 s Name: caurga30.shp (C:\Users\Andrea\Documents)
Estimated release volume: 40615.99 m3

FRICTION MUXI:
Altitude_limit_1: 1700 m a.s.l
Altitude_limit_2: 1000 m a.s.l
Format of following parameters: [< 1000] - [1000 - 1700] - [> 1700]

Open slope parameters:
Mu: 0.250 - 0.230 - 0.215
Xi: 1750 - 2100 - 2500
Channelled parameters:
Mu: 0.300 - 0.290 - 0.270
Xi: 1350 - 1530 - 1750
Gully parameters:
Mu: 0.380 - 0.350 - 0.340
Xi: 1100 - 1200 - 1350
Flat parameters:
Mu: 0.230 - 0.210 - 0.190
Xi: 2500 - 2900 - 3250
Forest parameters:
Mu (delta): 0.030 - 0.030 - 0.030
Xi: 400 - 400 - 400

RETURN PERIOD (y): 100
VOLUME category: Medium

COHESION:
Cohesion value: 50.0000 Pa

MAP / ORTHOPHOTO INFO:
Map file: C:\Users\Andrea\Desktop\Andrea\B2D1.tif

8.6 2140350 150 Km 148,000 (Pizzo Casa) – T30

****

RAMMS::AVALANCHE RAMMS OUTPUT LOGFILE

Output filename: C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\Montespluga\PzoCasaT30_26.out.gz

Simulation stopped due to LOW FLUX!

Simulation stopped after 52.0000s
Calculation time (min.): 0.42

Simulation resolution (m): 5.00

SIMULATION RESULTS

Number of cells: 73288
Number of nodes: 73860

Calculated Release Volume (m3): 12072.7

Overall MAX velocity (m/s): 25.4360
Overall MAX flowheight (m): 2.57133
Overall MAX pressure (kPa): 194.097

****

RAMMS::AVALANCHE 1.8.27 INPUT LOGFILE

Date: Fri Feb 06 17:02:07 2026
Input filename: C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\Montespluga\PzoCasaT30_26.av2

Project: Montespluga
Details:

DEM / REGION INFORMATION:
DEM file: C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\Montespluga\Montespluga.xyz
DEM resolution (m): 5.00
(imported from: C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\dem\MontesplugaWGS84.tif)

Nr of nodes: 3200000
Nr of cells: 3196401

Project region extent:
E - W: 531966.88 / 523971.88
S - N: 5139981.0 / 5149976.0

CALCULATION DOMAIN:
C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\Montespluga\pzocasadom.dom

GENERAL SIMULATION PARAMETERS:
Simulation time (s): 300.000
Dump interval (s): 2.00
Stopping criteria (momentum threshold) (%): 5
Constant density (kg/m3): 300

NUMERICS:
Numerical scheme: SecondOrder
H Cutoff (m): 0.000001
Curvature effects are ON!

RELEASE:
Depth: 0.90 m Vol: 12082.6 m3 Delay: 0.00 s Name: PzoCasa.shp (C:\Users\Andrea\Documents)
Estimated release volume: 12082.56 m3

FRICTION MUXI:

Altitude_limit_1: 1700 m a.s.l
Altitude_limit_2: 1000 m a.s.l
Format of following parameters: [< 1000] - [1000 - 1700] - [> 1700]

Open slope parameters:
Mu: 0.295 - 0.275 - 0.260
Xi: 1500 - 1750 - 2000
Channelled parameters:
Mu: 0.340 - 0.325 - 0.310
Xi: 1200 - 1350 - 1500
Gully parameters:
Mu: 0.430 - 0.410 - 0.400
Xi: 1000 - 1100 - 1200
Flat parameters:
Mu: 0.270 - 0.255 - 0.240
Xi: 2000 - 2250 - 2500
Forest parameters:
Mu (delta): 0.030 - 0.030 - 0.030
Xi: 400 - 400 - 400

RETURN PERIOD (y): 30
VOLUME category: Small

COHESION:
Cohesion value: 5.00000 Pa

MAP / ORTHOPHOTO INFO:
Map file: C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\map\B1D5.tif

8.7 2140350 150 Km 148,000 (Pizzo Casa) – T100

****

RAMMS::AVALANCHE RAMMS OUTPUT LOGFILE

Output filename: C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\Montespluga\PzoCasaT100_26.out.gz

Simulation stopped due to LOW FLUX!

Simulation stopped after 50.0000s
Calculation time (min.): 0.40

Simulation resolution (m): 5.00

SIMULATION RESULTS

Number of cells: 73288
Number of nodes: 73860

Calculated Release Volume (m3): 13682.4

Overall MAX velocity (m/s): 25.9516
Overall MAX flowheight (m): 2.77602
Overall MAX pressure (kPa): 202.046

****

RAMMS::AVALANCHE 1.8.27 INPUT LOGFILE

Date: Fri Feb 06 16:25:24 2026
Input filename: C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\Montespluga\PzoCasaT100_26.av2

Project: Montespluga
Details:

DEM / REGION INFORMATION:
DEM file: C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\Montespluga\Montespluga.xyz
DEM resolution (m): 5.00
(imported from: C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\dem\MontesplugaWGS84.tif)

Nr of nodes: 3200000
Nr of cells: 3196401

Project region extent:
E - W: 531966.88 / 523971.88
S - N: 5139981.0 / 5149976.0

CALCULATION DOMAIN:
C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\Montespluga\pzocasadom.dom

GENERAL SIMULATION PARAMETERS:
Simulation time (s): 300.000
Dump interval (s): 2.00
Stopping criteria (momentum threshold) (%): 5
Constant density (kg/m3): 300

NUMERICS:
Numerical scheme: SecondOrder
H Cutoff (m): 0.000001
Curvature effects are ON!

RELEASE:
Depth: 1.02 m Vol: 13693.6 m3 Delay: 0.00 s Name: PzoCasa.shp (C:\Users\Andrea\Documents)
Estimated release volume: 13693.57 m3

FRICTION MUXI:
Altitude_limit_1: 1700 m a.s.l
Altitude_limit_2: 1000 m a.s.l
Format of following parameters: [< 1000] - [1000 - 1700] - [> 1700]

Open slope parameters:
Mu: 0.285 - 0.270 - 0.255
Xi: 1500 - 1750 - 2000
Channelled parameters:
Mu: 0.330 - 0.320 - 0.300
Xi: 1200 - 1350 - 1500
Gully parameters:
Mu: 0.420 - 0.400 - 0.390
Xi: 1000 - 1100 - 1200
Flat parameters:
Mu: 0.265 - 0.250 - 0.235
Xi: 2000 - 2250 - 2500
Forest parameters:
Mu (delta): 0.030 - 0.030 - 0.030
Xi: 400 - 400 - 400

RETURN PERIOD (y): 100
VOLUME category: Small

COHESION:
Cohesion value: 50.0000 Pa

MAP / ORTHOPHOTO INFO:
Map file: C:\Users\Andrea\Desktop\Montespluga\map\B1D5.tif