

## P.Z.E.V.

# Piano delle Zone esposte a valanga

Oggetto:

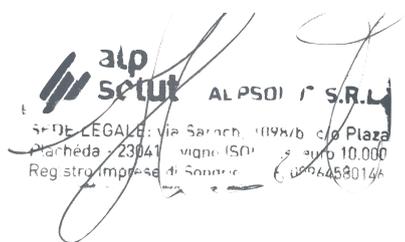
## CARATTERIZZAZIONE DEI SITI VALANGHIVI

<b>Committente:</b>  <b>Infrastrutture Milano Cortina 2020-2026 S.p.A.</b> Sede Legale Piazzale Luigi Sturzo n. 31 - 00144 Roma Unità Locali: Via Fabio Filzi, 22 Palazzo Pirelli - 20124 Milano   Alexander Girardi Hall - 320043 Cortina d'Ampezzo C.F. 16406341004 - n. REA. RM - 1655339	Elaborato	R_03
	Tipo elaborato	Relazione descrittiva
	Determina	27
	CUP	C11C22006460007

Professionisti:

Dott. Fabiano Monti

Ing. Luca Dellarole



REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	17/02/2025	Descrizione dei siti valanghivi oggetto della perimetrazione	L. Dellarole	F. Monti	L. Dellarole

<b>1. Premessa</b>	<b>3</b>
<b>2. Metodologia per l'individuazione delle zone di distacco</b>	<b>4</b>
2.1. Modello digitale del terreno	4
<b>3. Sito valanghivo 469 - Freita / 470 - Val Fin - Gerus</b>	<b>7</b>
3.1. Caratteristiche Morfologiche	7
3.2. Analisi storico documentale	9
3.3. Zone di distacco	14
3.4. Bosco e opere di protezione	16

## 1. Premessa

La presente relazione si basa e riprende il documento consegnato al Comune di Livigno nel 2020, redatto dalla medesima società, e costituisce parte integrante dello studio DEI PIANI DI ZONA ESPOSTA A VALANGHE (P.Z.E.V) per i siti valanghivi 469 – Freita e 470 – Rin di Val Fin / Gerus.

Nel presente elaborato sono illustrate le caratteristiche morfologiche, gli eventi storici più rilevanti di cui si dispone di documentazione, i percorsi valanghivi più probabili, le potenziali aree di distacco e la copertura forestale esistente. A completamento della descrizione dei siti valanghivi, sono esposti i criteri che hanno guidato la definizione delle aree di distacco presenti lungo i siti. I due siti sono trattati unitamente dato che ricadono lungo il medesimo versante ed esistono interazioni tra i fenomeni valanghivi derivanti.

L'acquisizione di un rilievo aereo LIDAR ad alta definizione ha consentito di ottenere informazioni migliorate rispetto a quelle precedentemente disponibili, permettendo una caratterizzazione più precisa, per entrambi i siti valanghivi delle zone di distacco e una migliore definizione delle aree di scorrimento e deposito.

Si evidenzia che la maggior parte delle informazioni storiche coincide con quelle riportate nell'elaborato precedente ad eccezione di alcuni dettagli relativi al sito 470 – Rin di Val Fin / Gerus. Per quest'ultimo, sono state reperite fotografie aeree dall'archivio svizzero dell'Ufficio federale di topografia (Swisstopo), che hanno permesso una ricostruzione più accurata dell'evento valanghivo storico più significativo.

## 2. Metodologia per l'individuazione delle zone di distacco

Le aree potenziali di distacco sono state individuate partendo dalla perimetrazione indicata nelle CLPV, integrate con informazioni storiche, documentazione fotografica e immagini satellitari. In particolare, è stata eseguita un'analisi morfologica dei versanti utilizzando il software QGIS e R. A partire da un modello digitale del terreno (DEM), è stata elaborata una carta che evidenzia:

- Pendenze: derivanti dall'analisi del DEM.
- Esposizioni: per definire l'orientamento dei versanti.
- Rugosità: indicatrice della variabilità del terreno.

Ulteriori informazioni utili per la delimitazione delle aree sono state ricavate dalla Carta Tecnica Regionale, da fotografie invernali ed estive e da sopralluoghi effettuati lungo i versanti oggetto di analisi e sui pendii opposti.

L'individuazione delle aree potenziali di distacco è stata condotta sulla base dei seguenti criteri principali:

- Pendenze del terreno: comprese tra 28° e 60°.
- Esclusione delle aree fortemente convesse/concave: nonché delle dorsali particolarmente pronunciate.
- Esclusione delle aree con elevata rugosità del terreno.
- Esclusione delle aree con presenza di bosco sviluppato, conformemente ai criteri definiti nel capitolo successivo.

In aggiunta, è stato effettuato un confronto con i risultati ottenuti mediante un metodo che trae ispirazione dall'approccio del Potential Release Area Estimation, sviluppato da Jochen Veitinger (WSL Istituto di Ricerca per la Neve e le Valanghe SLF). Questo metodo, che supera il suo predecessore nella valutazione delle zone di distacco lungo pendii aperti e omogenei, ha permesso di generare una mappa raster in cui ad ogni cella è associato un valore compreso tra 0 e 1, dove:

- 0 indica la minima probabilità di distacco,
- 1 indica la massima probabilità.

I risultati ottenuti da entrambi gli approcci sono stati confrontati per valutare possibili sovrastime o sottostime nell'estensione areale delle zone di distacco, consentendo così di individuare le aree con la maggiore probabilità di distacco.

### 2.1. Modello digitale del terreno

Per l'area del comune di Livigno è disponibile un modello digitale del terreno (DTM) con risoluzione 5m, fornito dalla Regione Lombardia (2015). Il DTM 5x5 – Modello Digitale del Terreno è stato realizzato utilizzando le seguenti fonti:

- Data Base Topografico regionale (DBT): comprende curve di livello, punti quotati e break line, rappresentando circa l'80% dei dati;
- Rilievi LiDAR a 1x1m: utilizzati nelle aree critiche per ottenere una maggiore accuratezza;

- Dati altimetrici della precedente edizione del DTM (20×20m): in assenza di rilievi LiDAR, sono stati impiegati dati derivati dalla Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:10.000 (edizione 1982-1994).

In alcune aree, la risoluzione dei dati di partenza può essere inferiore (ad esempio, derivata da informazioni a 10–20m), ma grazie a metodologie di interpolazione e armonizzazione è stata prodotta una griglia uniforme a 5m.

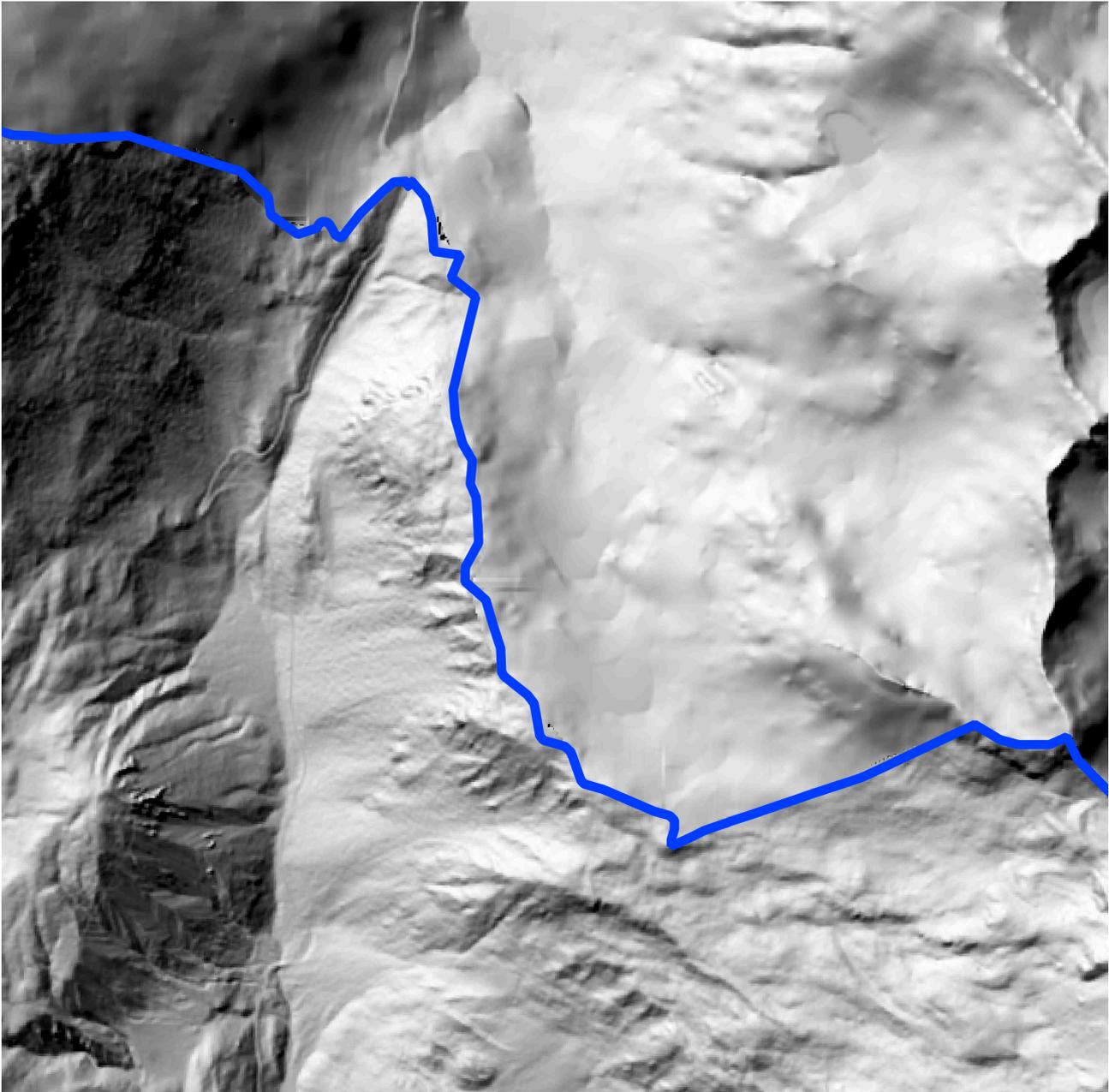


Figura 1: confronto tra il modello digitale del terreno di Regione Lombardia (porzione superiore) e il modello digitale del terreno Svizzero. Entrambi i prodotti hanno risoluzione di 5m ma è evidente la differenza dei dettagli morfologici contenuti.

L'area del comune di Livigno rientra in una di queste sezioni con risoluzione di base inferiore. Ciò comporta una rappresentazione del terreno più semplificata, con asperità morfologiche più smussate rispetto a un modello realizzato interamente con dati nativamente a 5m di risoluzione. In Figura 1 è possibile apprezzare la differenza tra il DTM Svizzero e quello della Regione Lombardia per l'area di Livigno, mettendo in evidenza come, nonostante la stessa risoluzione nominale, i due prodotti presentino differenze significative.

L'utilizzo del modello regionale per l'individuazione delle zone di distacco e per la simulazione della dinamica delle valanghe introduce limitazioni nella precisione degli elaborati. Nel presente studio, in cui la committenza ha richiesto una perimetrazione dettagliata della pericolosità valanghiva, anche lungo le zone di scorrimento, l'impiego di un modello meno preciso introduce un'elevata incertezza nelle analisi.

Per migliorare la precisione delle elaborazioni, si è reso necessario un rilievo di dettaglio dell'area in esame. In data 24 gennaio 2025, con il supporto di tecnici e attrezzature del WSL Istituto di Ricerca per la Neve e le Valanghe SLF, è stato eseguito un rilievo LiDAR ad alta risoluzione, con successivo ricampionamento a 50cm. In Figura 2 si evidenzia la differenza tra il modello regionale e quello ottenuto tramite il nuovo rilievo.

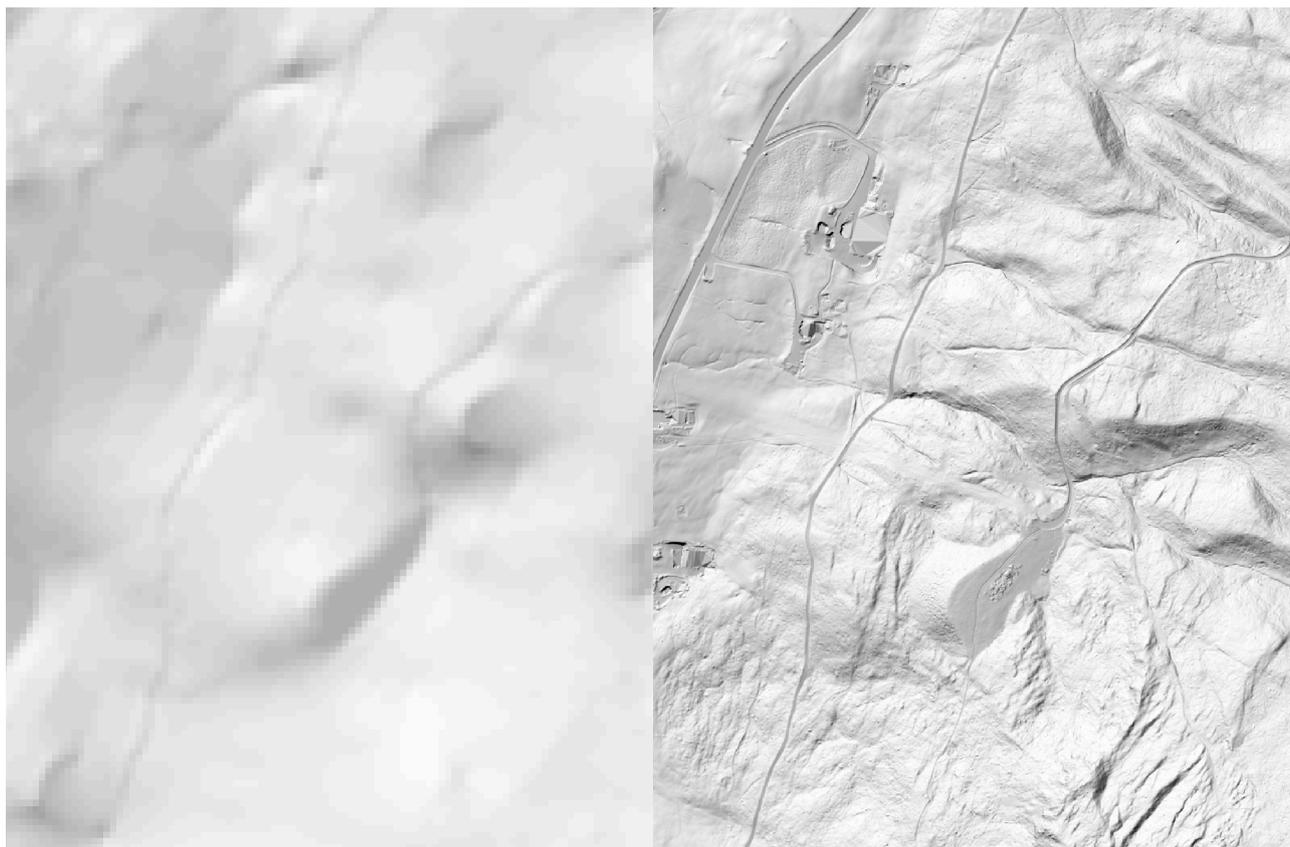


Figura 2: confronto tra il modello digitale del terreno di Regione Lombardia (sinistra) e il modello digitale del terreno raccolto il 24-01-2025.

Al fine di rendere il nuovo modello utilizzabile per l'individuazione delle zone di distacco e per le simulazioni della dinamica delle valanghe, è stato effettuato un ricampionamento a 2m di risoluzione. Questa scelta è stata motivata dalla necessità di:

- Approssimare una rugosità superficiale più realistica rispetto a una copertura nevosa al suolo, soprattutto per tempi di ritorno elevati come richiesti dalle linee guida per la perimetrazione della pericolosità valanghiva;
- Consentire un'elaborazione efficiente da parte dei software di simulazione, mantenendo al contempo una rappresentazione adeguata della morfologia del terreno.

L'adozione di un modello ad alta risoluzione, ricampionato in modo ottimale, ha consentito di ottenere risultati più precisi e coerenti con le esigenze dello studio.

### 3. Sito valanghivo 469 - Freita / 470 - Val Fin - Gerus

Il sito valanghivo 469 - Freita è collocato nella parte centrale della valle di Livigno e comprende i pendii esposti a Nord-Ovest che dal Monte della Neve digradano verso valle in direzione della località Freita. Il bacino del sito 470 - Val Fin comprende i pendii posti a Nord del Monte della Neve, che scendono in sinistra orografica dell'impianto da sci Val Fin - Monte della Neve del comprensorio sciistico del Mottolino, in direzione della frazione Teola.

#### 3.1. Caratteristiche Morfologiche

L'area in valanga del sito 469 - Freita (tratteggiato in blu di Figura 3) comprende un unico versante aperto e regolare, sopra la linea del bosco, e più disomogeneo lungo la parte forestata, caratterizzata da numerose incisioni e irregolarità morfologiche. Le zone di distacco sono prevalentemente prative o pascolive; il flusso valanghivo scorre sia su prato che all'interno di un bosco prevalentemente di conifere a densità media e alta. Le principali aree di distacco sono, situate a quote comprese tra circa i 2700m e i 2350m di quota, all'incirca lungo le medesime linee di flusso.

Dall'analisi delle ortofoto e dalle osservazioni dirette si evidenzia una crescita significativa della vegetazione sia lungo le aree boschive sia nelle zone di distacco prossime alla linea del bosco.

Il bacino del sito 470 - Val Fin (tratteggiato in verde di Figura 3) è caratterizzato da versanti aperti, soprattutto lungo la parte alta, che gradualmente confluiscono nell'impluvio del Rin di Val Fin. Le zone di distacco sono praterie naturali, mentre le zone di scorrimento variano con la quota: fino a 2200 m si trovano pascoli e prati, mentre più in basso il flusso avviene all'interno di un canale delimitato da boschi di conifere a densità media e alta. La parte terminale è caratterizzata da prati permanenti e pascoli.

La principale zona di distacco si trova poco a valle della cima del Monte della Neve, in prossimità dell'arrivo dell'impianto di risalita Val Fin - Monte della Neve. Tale area è condivisa con la zona di distacco più a monte del sito valanghivo 469 - Freita. Qui non sono presenti opere di protezione permanenti, ma sono installati due sistemi GAZEX per il distacco artificiale della neve, utilizzati regolarmente per garantire la sicurezza delle piste sottostanti. Inoltre, una strada di accesso attraversa il pendio sommitale, partendo dalla stazione di arrivo della seggiovia in direzione Ovest.

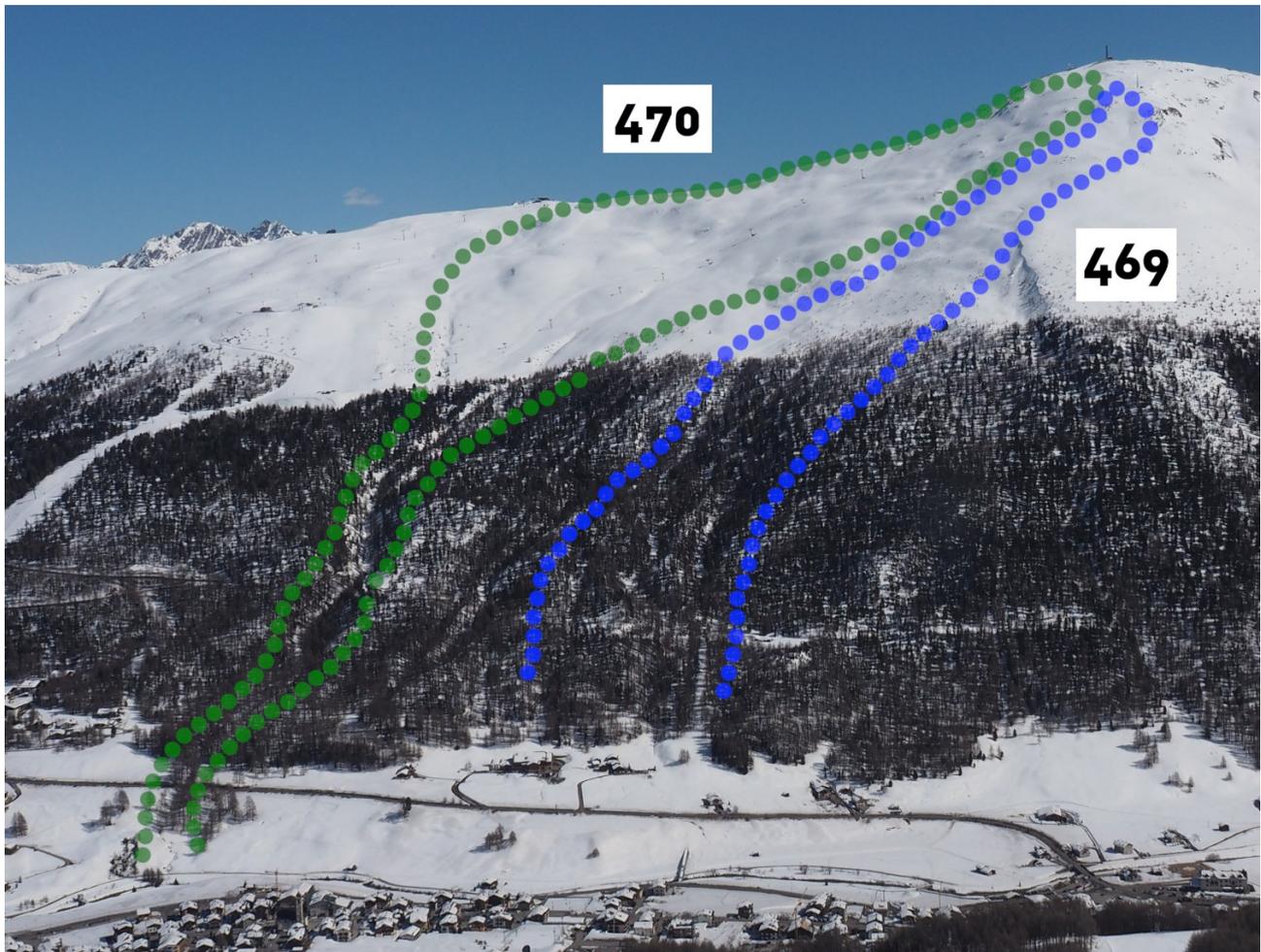


Figura 3: fotografia dei due bacini valanghivi, in blu Freita, in verde Val Fin.

Lungo i versanti a valle della zona di distacco viene regolarmente effettuata la battitura del manto nevoso per la preparazione delle piste da sci.

Le Tabelle 1 e 2 riportano i dati principali dei due siti valanghivi.

#### 469 – Freita

Caratteristiche generali	
Quota massima aree di distacco [m]	2685
Quota minima zona di accumulo [m]	1905
Esposizione zone di distacco	NO
Presenza di opere di protezione	No. Perimetralmente, presenza di sistema di distacco artificiale delle valanghe (Comprensorio sciistico Mottolino)

Tabella 1: caratteristiche generali delle aree in valanga. Le quote fanno riferimento, rispettivamente: al punto più alto delle aree potenziali di distacco e al punto più basso della zona di accumulo di tutte le valanghe registrate o di cui si ha memoria, sito valanghivo 469 – Freita.

#### 470 – Val Fin

Caratteristiche generali	
Quota massima aree di distacco [m]	2735
Quota minima zona di accumulo [m]	1835
Esposizione zone di distacco	N/NO
Presenza di opere di protezione	No. Presenza di sistema di distacco artificiale delle valanghe (Comprensorio sciistico Mottolino)

Tabella 2: caratteristiche generali delle aree in valanga. Le quote fanno riferimento, rispettivamente: al punto più alto delle potenziali aree di distacco e al punto più basso della zona di accumulo di tutte le valanghe registrate o di cui si ha memoria, sito valanghivo 470 – Val Fin.

## 3.2. Analisi storico documentale

Per il sito Freita, l'analisi storico-documentale ha evidenziato che l'evento più rappresentativo è accorso il 15 novembre 1959. In quell'occasione, la valanga ha distrutto un ricovero temporaneo e ucciso 7 operai dell'AEM impegnati nei lavori di costruzione della galleria per convogliare l'acqua di Livigno nei laghi di Cancano. L'immagine aerea Svizzera (swisstopo.lubis-luftbilder\_schwarzweiss) del 19-09-1959 ha permesso di localizzare con migliore precisione la posizione delle baracche, mentre il DTM ad alta risoluzione ha aiutato a comprendere l'effettiva superficie occupata (Figura 4). La valanga si era distaccata da una quota di 2310 m e la zona di accumulo si era collocata a 1910 m, con una lunghezza del fronte di 180 m e un'altezza del deposito di 1 m. Le informazioni sono state recuperate dal catasto valanghe redatto da Testorelli-Rovaris. Non sono note ulteriori informazioni su eventi valanghivi di rilievo successivi.



Figura 4: immagine aerea Svizzera (swisstopo.lubis-luftbilder\_schwarzweiss) del 19-09-1959 con cerchiare le baracche distrutte dall'evento valanghivo del 15-11-1959.

Per il sito Val Fin, la documentazione storica ha evidenziato due eventi particolarmente significativi:

- 1951: una valanga ha raggiunto il fondovalle.
- 1959: un flusso valanghivo ha raggiunto la strada dell'AEM.

Le Tabelle 3 e 4 riassumono tutte le informazioni storiche principali reperite durante l'analisi storico-documentale per i due siti valanghivi. La Figura 5 mostra i principali percorsi delle valanghe registrate negli archivi storici e gli eventi osservati dal 2013, nell'ambito dell'attività di monitoraggio del servizio di previsione valanghe locale. In violetto è rappresentato il ricovero temporaneo distrutto nel 1959, mentre in rosso sono riportati i tracciati probabili delle valanghe storiche. Lungo il sito valanghivo si possono verificare sia valanghe radenti di tipo invernale sia valanghe primaverili con neve bagnata.

SITO VALANGHIVO				
<b>Scheda</b>	2140370469			
<b>Nr. Progressivo</b>	469			
<b>Denominazione</b>	Freita			
<b>Eventi valanghivi registrati</b>				
<b>Data</b>	<b>Note</b>			
15/11/59	Valanga di fondo, 7 operai morti, 1 baracca distrutta, danneggiato 1ha di bosco			
<b>Altre note da scheda CLPV</b>				
* Riferimento note catasto Testorelli-Rovaris valanga n. 37				
Altre note, da appunti di Stefano Urbani				
<b>Testimoni:</b>	Dionisio Galli			
<b>Informazioni da PZEV – Bariffi</b>				
Riporta la valanga avvenuta nel 1959.				
<b>Ulteriori informazioni utili da testimoni di Livigno</b>				
<b>Nome</b>	<b>Data incontro</b>	<b>Informazioni utili</b>		
<b>Informazioni utili ricavate dai libri</b>				
1959, dal "Liber Chronicon" della Parrocchia di S. Maria, Livigno				
15 Novembre, nevicata dalla notte precedente. Verso le 21:00, suonano le campane per annunciare una disgrazia. In località sopra la Freita è scesa una valanga che ha travolto 2 baracche/dormitori delle ditte "Guffauti-Caldart e Dorati". Delle baracche non c'è più che il fondo. Per il resto rottami e schianti di piante.				
<b>Dati nivo-meteorologici degli eventi significativi</b>				
<b>Evento del 15/11/1959</b>				
<b>Stazione</b>	<b>Quota</b>	<b>HS (cm)</b>	<b>DHS3gg (cm)</b>	<b>Dati misurazioni</b>
San Rocco	-	-	-	-
7LD-La Drossa	1710	45	32	13/11/59
7ZU-Zuoz	1710	48	25	
7SD-Samedan	1750	45	32	
PON-Pontresina	1840	66	46	
* anche il 16/11 sono stati registrati elevati valori di DHS (indicativamente 42-44 cm)				

Tabella 3: elenco delle informazioni storiche disponibili per il sito valanghivo Freita

SITO VALANGHIVO		
Scheda	2140370470	
Nr. Progressivo	470	
Denominazione	Rin di Val Fin-Gerus	
Eventi valanghivi registrati		
Data	Note	
13/11/1916	E' arrivata in prossimità del distributore FINA attualmente presente. Ha demolito una casa (valanga di Gerus) (**)	
15/11/1959	Ha coperto la strada A.E.M.	
1975	valanga di fondo*	
Altre note da scheda CLPV		
E' eccezionale il fatto che raggiunga il fondovalle. * Dati CFS		
Testimoni:	Dionisio Galli, Silvestri Battista	
Informazioni da PZEV – Bariffi		
Riporta la valanga del 1916 e quella del 1959. I parametri di calcolo delle simulazioni sono stati tarati per considerare la presenza del comprensorio sciistico, il rimboschimento e la presenza di 2 unità GAZEX.		
Ulteriori informazioni utili da testimoni di Livigno		
Nome	Data incontro	Informazioni utili
Informazioni utili ricavate dai libri		
** Da libro "Le valanghe del gennaio del 1951"		

Tabella 4: elenco delle informazioni storiche disponibili per il sito valanghivo Val Fin.

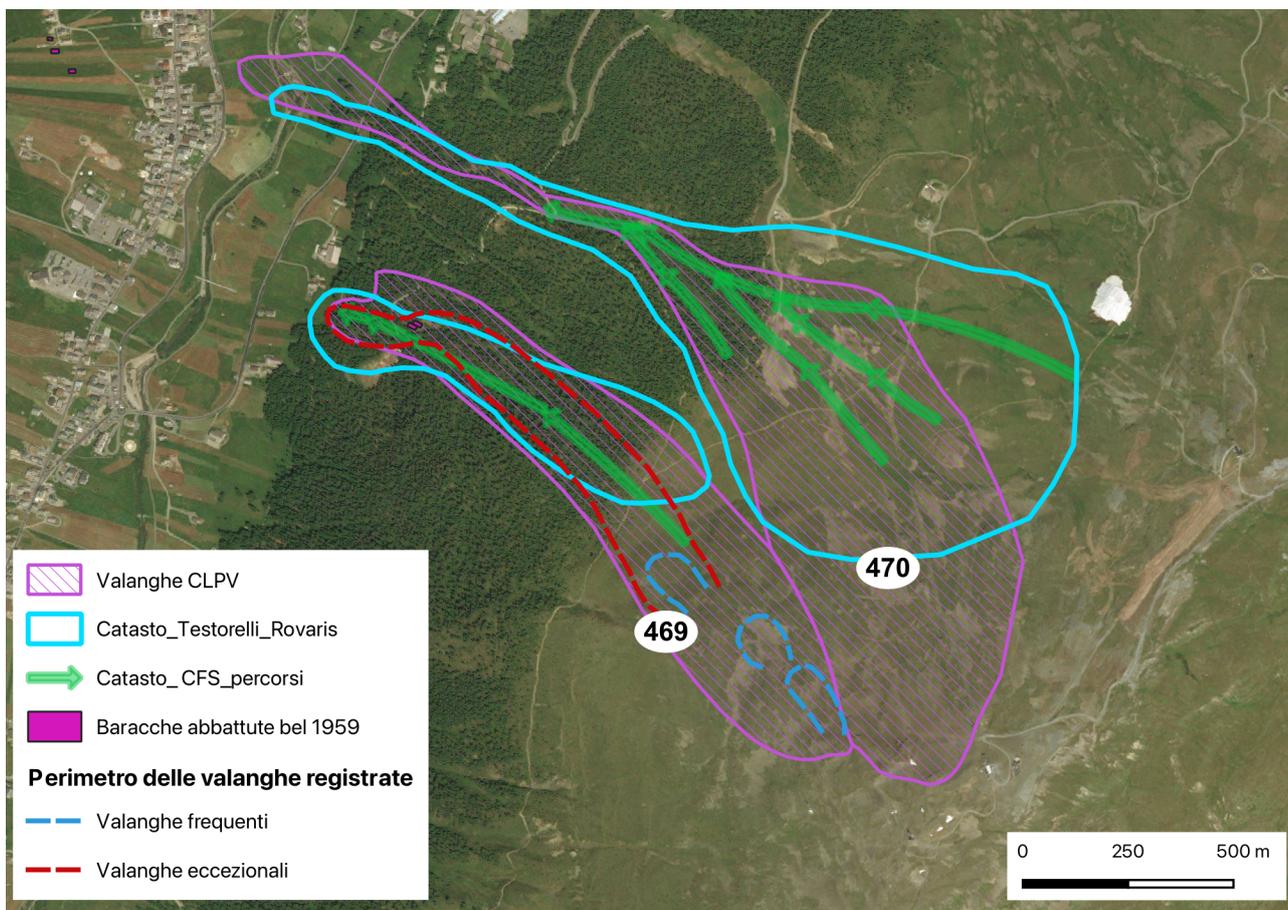


Figura 5: percorsi valanghivi principali, suddivisi in funzione dell'origine del dato storico. In verde sono le informazioni del Catasto Forestale, in azzurro le informazioni provenienti dal Catasto creato da Testorelli-Rovaris, in viola il perimetro della CLPV. In aggiunta si riportano le valanghe osservate negli anni, in blu gli eventi frequenti e in rosso gli eventi eccezionali.

### 3.3. Zone di distacco

La Tabella 5 riporta le caratteristiche principali delle zone di distacco, in termini di pendenza, quota ed estensione. Le aree di distacco [3] e [3bis], sono in comune tra i due siti, le aree [1], [1bis], [2], [4], [5], [6] rientrano nell'ambito del sito 469; le aree [7], [8] e [9] caratterizzano esclusivamente il sito 470.

Aree di distacco	Pendenza media della zona di distacco (°)	Quota media della zona di distacco (m)	Area [m2]	Esposizione zona di distacco	Opere di protezione
1	34	2426	10481	Nord/Ovest	Nessuna
1bis	34	2378	9431	Nord/Ovest	Nessuna
2	36	2535	9121	Nord/Ovest	Nessuna
3	33	2646	29155	Nord/Ovest	Nessuna. Presenza di sistemi per il distacco artificiale tipo GAZEX
3bis	33	2707	14715	Nord/Ovest	Nessuna. Presenza di sistemi per il distacco artificiale tipo GAZEX
4	34	2356	6102	Nord/Ovest	Nessuna
5	33	2415	3381	Nord/Ovest	Nessuna
6	34	2464	5355	Nord/Ovest	Nessuna
7	30	2451	5963	Nord/Ovest	Nessuna
8	31	2489	6034	Nord/Ovest	Nessuna
9	34	2515	9714	Nord/Ovest	Nessuna

Tabella 5: caratteristiche generali delle aree di distacco.

Lungo le aree di distacco [3] e [3bis] sono presenti due manufatti per il distacco artificiale di valanghe della tipologia GAZEX che però non possono essere presi in considerazione per la zonazione di pericolosità. La zona maggiormente soggetta ad accumuli di neve ventata è l'area [3], mentre per le altre zone gli accumuli da vento sempre più inferiori maggiore è la distanza dalla zona di cresta e minore è la quota.

In Figura 6 sono rappresentate le aree di distacco individuate con le rispettive pendenze ed esposizioni.

In Figura 7 sono visibili le aree potenziali di distacco e lo strato informativo sulla predisposizione del terreno al distacco valanghe (probabilità che un'area sia predisponente al distacco valanghe), scenario neutro, senza vento predominante.

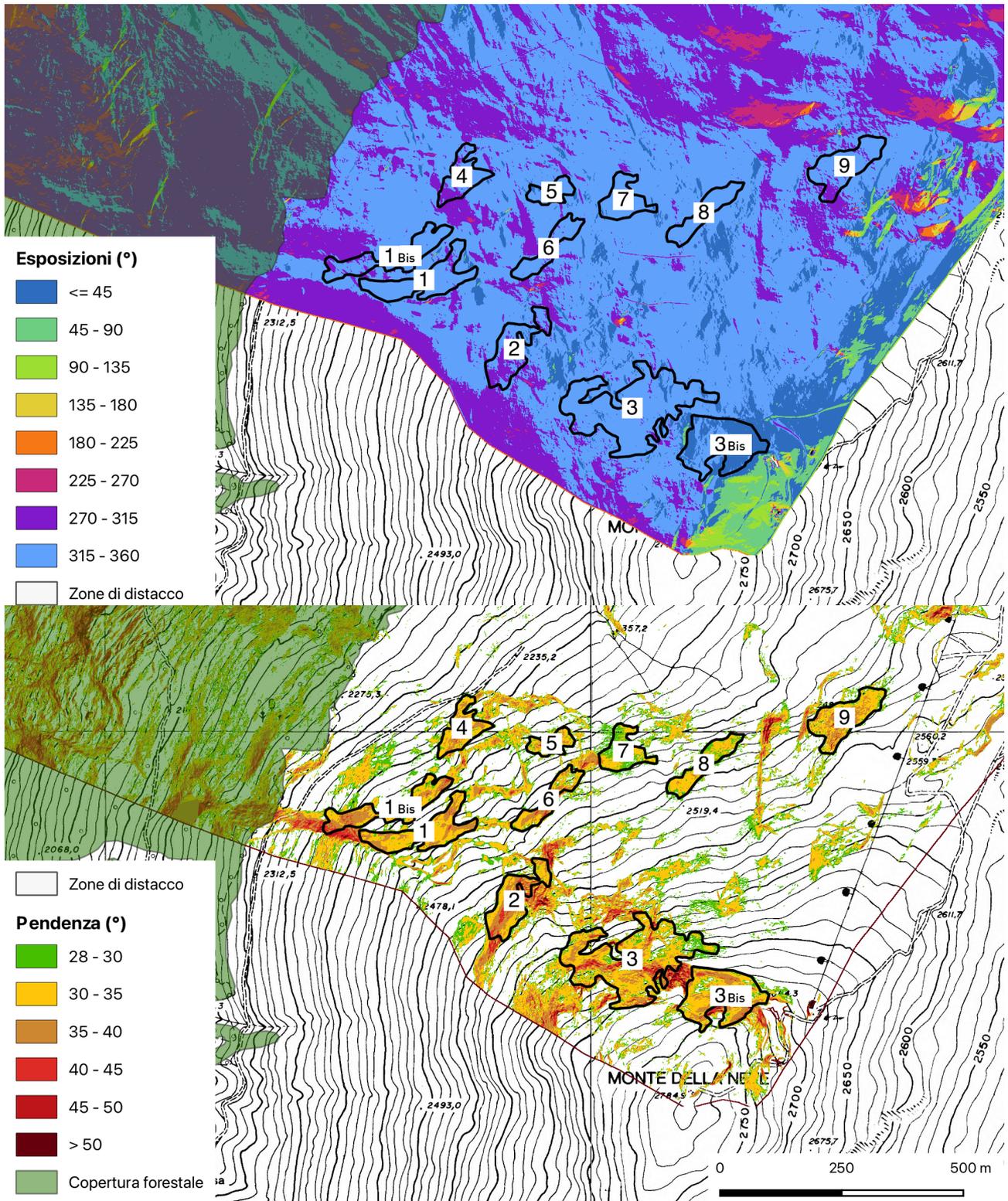


Figura 6: rappresentazione delle aree di distacco con le esposizioni (in alto) e le pendenze rilevanti per il distacco di valanghe; è riportato anche lo strato informativo della copertura forestale.

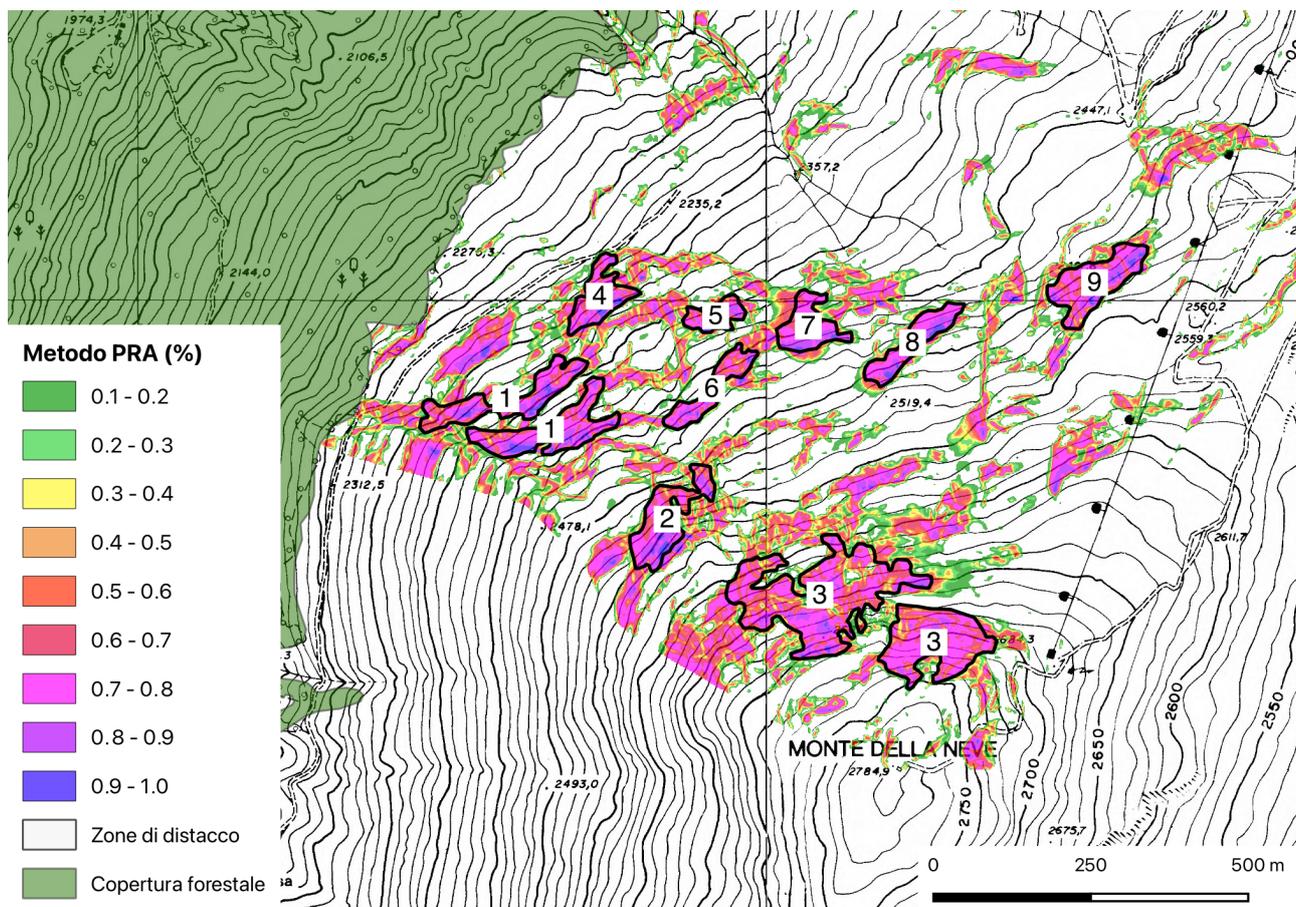


Figura 7: rappresentazione predisposizione al distacco valanghe (probabilità che un'area sia predisponente al distacco valanghe), scenario neutro, senza vento predominante.

### 3.4. Bosco e opere di protezione

In figura 7 è possibile constatare come la copertura forestale, caratterizzata da vegetazione fitta e ad alto fusto, non riduca l'estensione delle aree di distacco ma possa solo avere un ruolo parziale di freno lungo le zone di scorrimento. La copertura boschiva ha avuto un notevole sviluppo negli ultimi decenni, sia in termini di densità sia di quota superiore del limite del bosco. Le nuove piante cresciute lungo le zone di distacco poste a quota inferiori non presentano ancora caratteristiche sufficienti per essere considerate nella riduzione della pericolosità.

Non sono presenti opere di protezione, sebbene lungo le due aree di distacco più a monte [3] e [3bis] siano installati due sistemi per il distacco artificiale di valanghe GAZEX. Questi manufatti sono costantemente utilizzati per la messa in sicurezza delle aree sciabili del comprensorio sciistico del Mottolino, garantendo una mitigazione costante del pericolo. Tuttavia, i sistemi di distacco artificiale non coprono interamente la zona di distacco; la porzione di area che determina valanghe lungo il sito valanghivo 469, in sinistra orografica, non è bonificabile da tali sistemi.