

**REALIZZAZIONE NUOVA SEGGIOVIA AD AMMORSAMENTO
AUTOMATICO 6 POSTI "GRAN SOMETTA"
IMPIANTO DI DISTACCO ARTIFICIALE**

PROGETTO DEFINITIVO

Elaborato 1: Relazione tecnica-nivologica

Committente: Cervino SpA
Loc. Bardoney, Breuil Cervinia, 11028 Valtourmenche (AO)

Progettisti : Ing. Andrea Menghi (Ordine ing. Sondrio n. 37B)
Geol. Giovanni Songini (Albo geol. Lombardia n. 732)

Rif. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato/Approvato
20_080_ST_R01_Rev0	Ott. 2020	Prima emissione	A.Menghi	G.Songini

INDICE

1. PREMESSA	3
2. INDIVIDUAZIONE DEI SITI VALANGHIVI INTERFERENTI.....	4
3. SIMULAZIONI DI DINAMICA DELLE VALANGHE	6
3.1. ZONE DI DISTACCO	6
3.2. DATI NIVOMETRICI.....	7
3.3. SPESSORE AL DISTACCO.....	10
3.4. MODELLISTICA.....	10
4. PROGETTO DELL'IMPIANTO DI DISTACCO ARTIFICIALE	14

1. PREMESSA

Su incarico della società Cervino SpA, nell'ambito del progetto di **realizzazione nuova seggiovia ad ammortamento automatico 6 posti "Gran Sometta"**, è stato redatto il presente progetto definitivo per l'installazione di un impianto di distacco artificiale a protezione delle infrastrutture costituenti l'impianto di risalita in progetto.

L'intervento è finalizzato a mettere in sicurezza, come prevede la normativa vigente, i sostegni e le stazioni dell'impianto dal pericolo connesso al distacco di valanghe presenti nella zona e già individuato dallo strumento di pianificazione territoriale della Regione Valle d'Aosta.

Il lavoro si articolerà secondo le seguenti fasi:

- individuazione dei siti valanghivi interferenti attraverso l'analisi dei dati esistenti;
- simulazioni di dinamica di valanga finalizzate all'individuazione di eventuali ostacoli sensibili e delle sollecitazioni attese;
- progetto dell'impianto di distacco artificiale per la protezione delle parti dell'impianto a rischio;

2. INDIVIDUAZIONE DEI SITI VALANGHIVI INTERFERENTI

Il geoportale della Regione Valle d'Aosta, è la fonte ufficiale per l'individuazione dei siti valanghivi, quindi anche quelli interferenti con l'impianto in progetto.

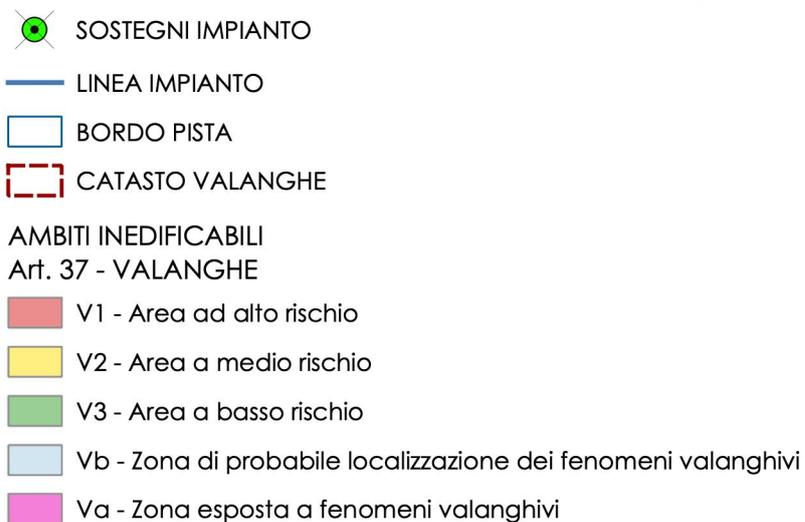
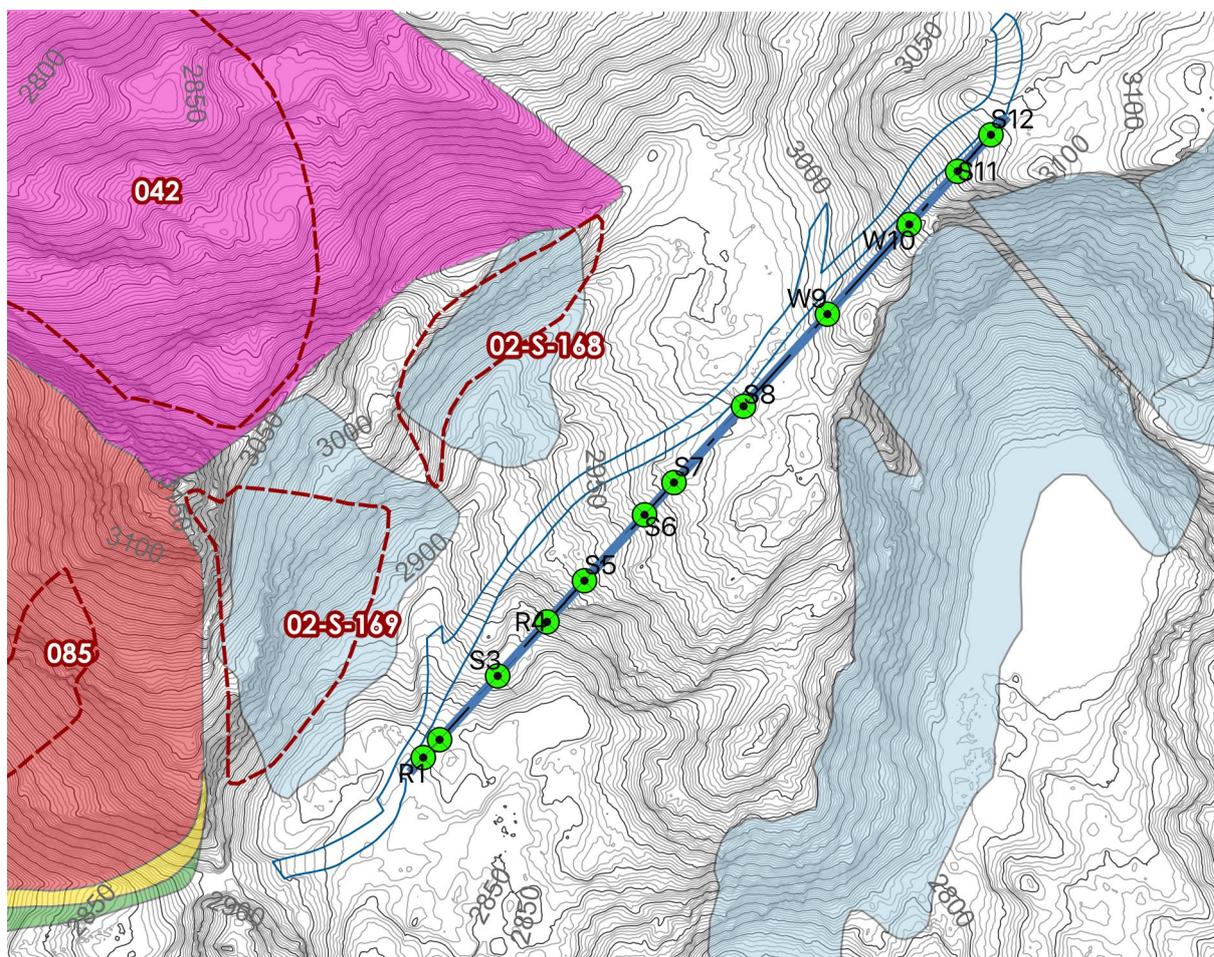


Figura 2.1: planimetria dell'area di installazione dell'impianto

Gli strati analizzati per lo scopo dello studio sono:

- Catasto valanghe;
- Ambiti inedificabili (Art. 37 – Valanghe)

In Figura 2.1 sono riportati i siti valanghivi presenti nell'area di installazione dell'impianto. Come è evidente nella planimetria, nessun sito interferisce con le strutture della seggiovia in progetto.

3. SIMULAZIONI DI DINAMICA DELLE VALANGHE

Per avere un quadro più completo dell'esposizione della nuova seggiovia si ritiene opportuno procedere alla simulazione di dinamica delle valanghe per i siti che insistono sulla linea.

Si procederà dunque alla raccolta dei dati necessari per eseguire le analisi: delimitazione delle zone di distacco e analisi dei dati nivometrici.

3.1. Zone di distacco

Il "sito valanghivo" è composto dall'insieme delle aree in cui possono verificarsi alternatamente fenomeni di distacco, scorrimento ed accumulo, in relazione alle diverse condizioni nivometeorologiche. Nella norma, nelle porzioni sommitali prevale il distacco, in quelle intermedie lo scorrimento ed in quelle terminali l'accumulo. La ricostruzione della carta clivometrica (Figura 3.1), basata sul DTM maglia 2,0 m della Regione Valle d'Aosta, ha permesso di discriminare le aree con pendenza inferiore al limite convenzionalmente assunto per la stabilità del manto nevoso (28-30°), comprendendovi diversi settori nella zona sommitale del bacino in oggetto.

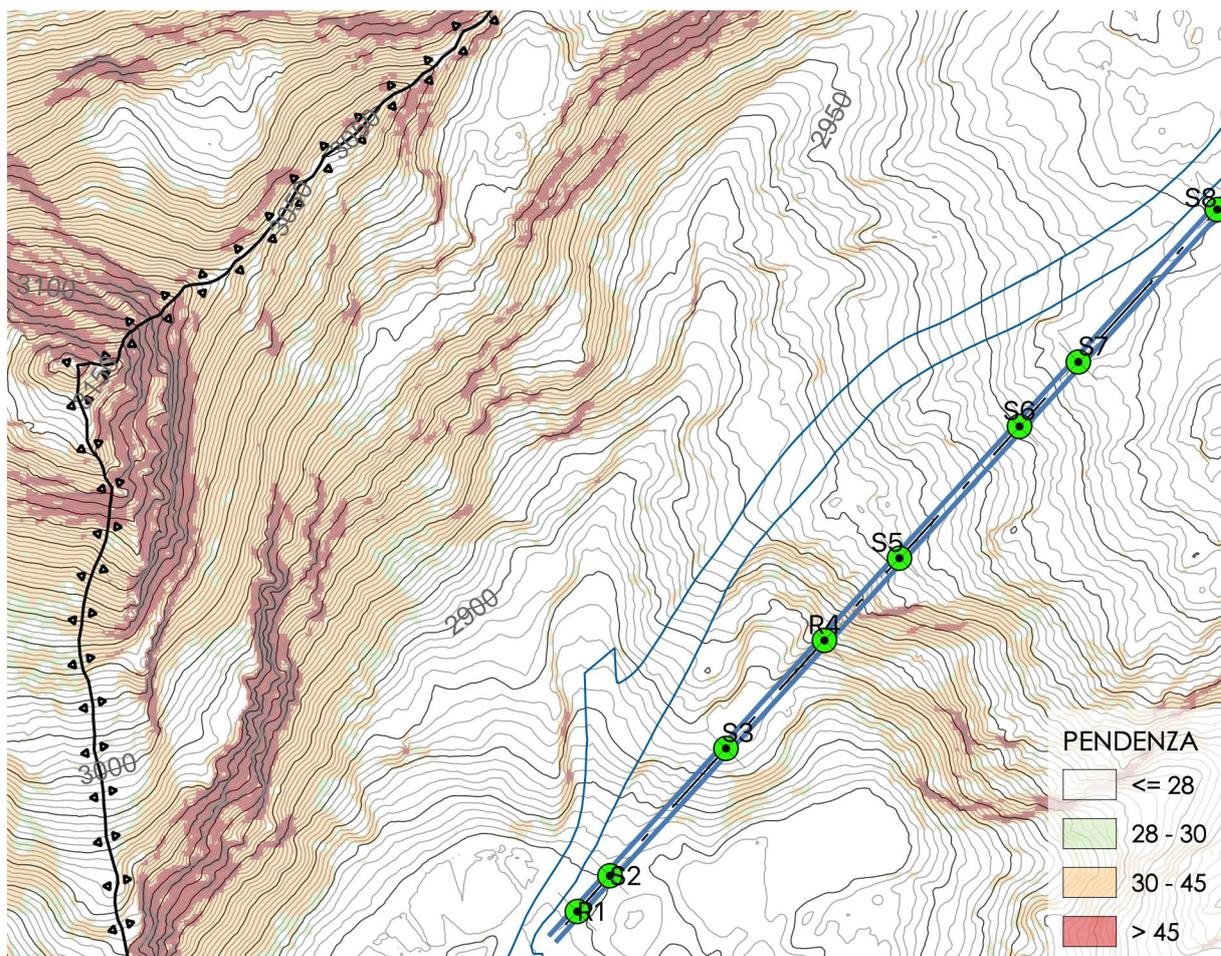


Figura 3.1: Carta clivometrica

Dall'analisi della carta clivometrica, dell'esposizione del versante e dalla morfologia del terreno si individuano – in via preliminare - le zone di distacco per i diversi siti valanghivi di riferimento; in particolare sono state individuate 10 zone con caratteristiche omogenee dalle quali può originarsi il distacco di valanghe (Figura 3.2).

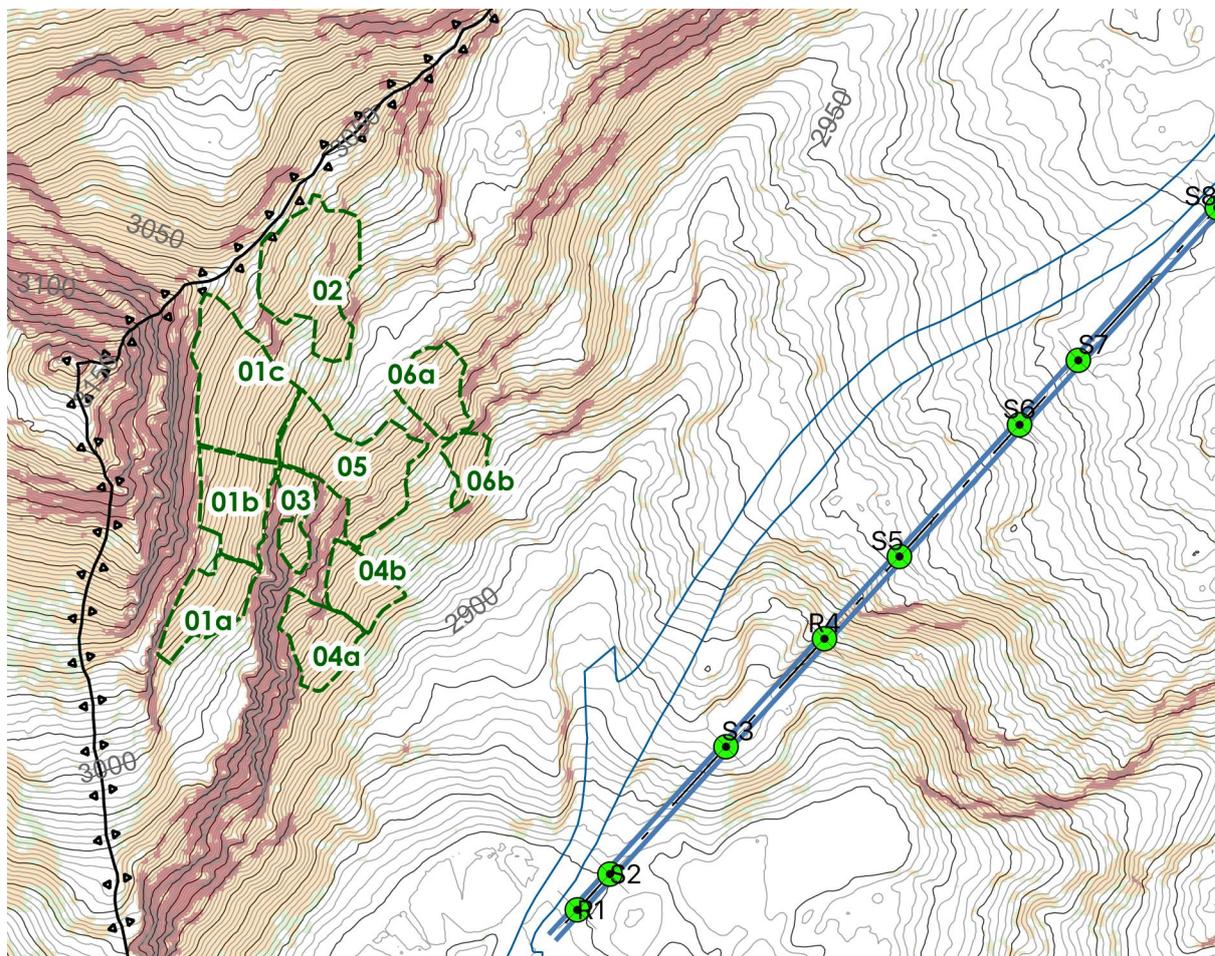


Figura 3.2: Planimetria delle zone di distacco

3.2. Dati nivometrici

La raccolta e l'elaborazione dei dati nivologici disponibili relativamente all'area ha costituito una componente fondamentale delle attività svolte. Ciò anche in virtù del fatto che tali dati costituiscono un elemento essenziale per il dimensionamento delle opere di difesa, sia attive che passive.

Nello specifico, lo studio dei dati di innevamento caratteristici del sito valanghivo è finalizzato alla ricostruzione di scenari significativi di simulazione numerica di dinamica delle valanghe e dimensionamento delle opere in progetto.

Sulla base di tali obiettivi, i parametri climatici di interesse nel presente studio sono:

- altezze di neve al suolo (Hs)

- precipitazioni nevose (Hn)

Al fine di raccogliere il massimo numero di dati relativamente ai parametri in oggetto e di pervenire ad una definizione di un quadro il più completo possibile sulle condizioni climatiche del sito in esame, sono stati consultati i dati delle stazioni di rilevamento nivometeorologico automatiche della rete gestita dalla Regione Valle d'Aosta più prossime all'area di studio.

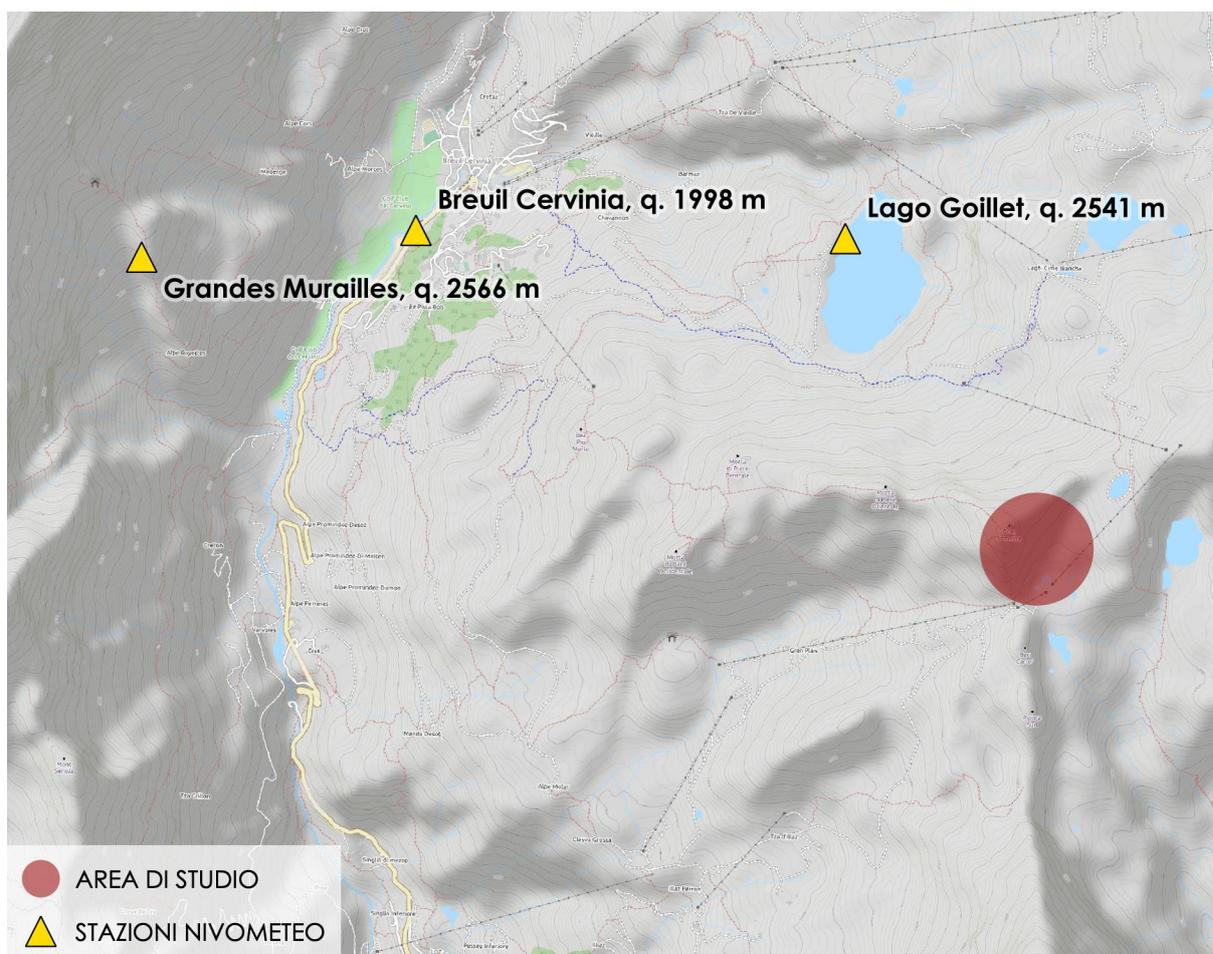


Figura 3.3: Ubicazione delle stazioni Nivometeo

La Figura 3.3 mostra l'ubicazione delle stazioni Nivometeorologiche automatiche più vicine all'area di studio; sono stati esaminati, in particolare, i dati relativi alle stazioni Grandes Murailles e Lago Goillet, situate su versanti con caratteristiche di esposizione simili al sito in oggetto. La stazione Breuil Cervinia è stata scartata perché ubicata a quota troppo bassa rispetto all'area di studio.

Nella Tabella 3.1 sono riassunti i dati ricavati in termini di H_s max e ΔH_{72ore} max delle stazioni selezionate.

ANNO	GRANDES MURAILLES		LAGO GOILLET	
	H_{smax}	$\Delta H_{72oremax}$	H_{smax}	$\Delta H_{72oremax}$
2004			110,6	85,4
2005			78,8	74,3
2006			113,7	69,4
2007	278,4	101,0	65,3	58,3
2008	321,5	66,7	175,6	87,7
2009	381,5	64,7	185,8	102,6
2010	339,6	60,6	86,6	68,6
2011	285,5	106,6	130,9	84,7
2012	396,9	100,3	87,6	54,7
2013	275,6	90,6	99,9	63,0
2014	291,0	68,5	157,1	90,1
2015	291,2	92,7	101,2	48,7
2016	315,4	90,8	111,3	66,9
2017	290,8	90,2	83,7	48,0
2018	454,3	113,8	173,6	115,2
2019	370,4	81,1	121,4	72,9

Tabella 3.1: Massimi annuali espressi in cm registrati dalle stazioni di riferimento

Sulla base del valore di H_{smax} si procede alla stima dell'altezza delle opere fermaneve, mentre le simulazioni numeriche per distacco spontaneo sono state eseguite utilizzando il valore di $\Delta H_{72oremax}$, riferito al tempo di ritorno pari a 100 anni, ricavato tramite la distribuzione di Gumbel partendo dai dati presenti in Tabella 3.1.

Nella Tabella 3.2 sono riportati i dati sopra citati per tempi di ritorno dai 3 ai 500 anni. La stazione più vicina al sito in oggetto è Lago Goillet, ma è situata in un'area spesso pulita dal vento, quindi i dati potrebbero essere sottostimati. Cautelativamente si è optato per utilizzare i dati della stazione Grandes Murailles, più severi ma più affidabili rispetto alla stazione Lago Goillet.

Tr	GRANDES MURAILLES		LAGO GOILLET	
	H_s	ΔH_{72ore}	H_s	ΔH_{72orX}
3	344	91	127	79
5	370	99	144	88
10	402	109	166	99
20	433	119	187	110
30	451	124	199	116
50	474	131	214	123

100	504	140	235	134
300	551	155	267	150
500	573	162	281	157

Tabella 3.2: Altezza di neve di riferimento, espressi in cm, per diversi tempi di ritorno

3.3. Spessore al distacco

Gli spessori di neve al distacco “d0” utilizzati nelle simulazioni sono stati ricavati dal dato di ΔH_{72ore} corretto secondo la procedura indicata nelle Direttive Svizzere per ognuna delle zone di distacco considerate. Partendo dai dati della stazione di riferimento incrementati da un valore dipendente dalla quota (I DH) e uno dipendente dal vento (I V), attraverso una serie di trasformazioni che dipendono dall’inclinazione media dell’area, si ottengono gli spessori di neve al distacco (d0). I dati così calcolati sono riportati in Tabella 3.3.

nome	DATI ZONA DI DISTACCO				Tr 100			d0 (cm)
	q. media	F (°)	I DH (cm)	f(F)	DHs 72h (cm)	I V (cm)	correz. 28°	
1a	3011	34	20	0,743	140	50	141	142
1b	3018	35	25	0,713	140	50	146	140
1c	3032	35	25	0,713	140	50	146	140
2	3028	35	25	0,713	140	50	146	140
3	2982	38	20	0,637	140	30	141	109
4a	2930	36	20	0,686	140	30	141	117
4b	2930	34	20	0,743	140	30	141	127
5	2970	35	20	0,713	140	30	141	122
6a	2967	36	20	0,686	140	30	141	117
6b	2934	36	20	0,686	140	30	141	117

Tabella 3.3: Spessore al distacco (d0)

3.4. Modellistica

Al fine di determinare puntualmente gli elementi dell’impianto in progetto esposti al pericolo di valanghe, sono state effettuate le simulazioni numeriche di dinamica delle valanghe (radenti) per ogni singola zona di distacco con tempo di ritorno pari a 100 anni attraverso l’utilizzo del codice di calcolo RAMMS 2D, sviluppato presso l’SLF di Davos (CH). Date le caratteristiche morfologiche delle zone di distacco considerate e lo sviluppo delle zone di scorrimento, si esclude la formazione di una significativa componente aeriforme.

RAMMS (Rapid Mass Movements Simulation) è un software di modellazione bidimensionale- numerica nato per calcolare il movimento di masse (valanghe di neve, frane, colate detritiche, frane superficiali) accoppiato con uno strumento di visualizzazione di facile utilizzo che permette di accedere, visualizzare e analizzare facilmente i risultati della simulazione. In RAMMS sono

stati sviluppati e realizzati nuovi modelli costitutivi grazie alla calibrazione e verifica attraverso prove a scala reale presso siti di studio come Vallée de la Sionne. Questi modelli permettono al software di simulare sia grandi eventi valanghivi estremi, sia movimenti di massa più piccoli, come debris-flow e frane di versante. Il programma è stato sviluppato dal team di RAMMS presso il “WSL Institute for Snow and Avalanche Research SLF”.

Il modello fisico di RAMMS Avalanche utilizza la legge di attrito di Voellmy. Questo modello divide la resistenza di attrito in due parti: una legge di attrito tipo Coulomb (coefficiente μ) che varia in base alla forza normale alla superficie e una legge di tipo viscoso-turbolento (coefficiente ξ).

Il modello di Voellmy calcola per la resistenza della fase solida (μ è talvolta espressa come la tangente dell'angolo di taglio interno) e la viscosità o turbolenza della fase liquida (ξ è stata introdotta da Voellmy utilizzando leggi idrodinamiche). I coefficienti di attrito sono responsabili del comportamento del flusso. μ determina il comportamento del flusso quando è lento e tende a fermarsi, ξ quando il flusso è in movimento rapido. I parametri di attrito μ e ξ possono essere utilizzati in modo costante (senza ondulazioni del terreno e senza le aree forestali), oppure in modalità variabile. In questo caso RAMMS, attraverso una procedura automatica classifica i valori di attrito sulla base dell'analisi topografica (angolo di inclinazione, altitudine e curvatura), delle informazioni sulle aree coperte da boschi e dei parametri globali (tempo di ritorno e dimensione della valanga).

SCENARIO	ZONA DI DISTACCO	TEMPO DI RITORNO	SPESSORE AL DISTACCO (cm)	DIMENSIONE DELLA VALANGA
A	1a-4a	100 anni	142-117	small
B	1b-3-4b	100 anni	140-109-127	small
C	1c-5	100 anni	140-122	small
D	2-6a-6b	100 anni	140-117-117	small

Tabella 3.4: Scenari di dinamica delle valanghe

Nella Tabella 3.4 sono riassunti i principali parametri d'ingresso delle simulazioni effettuate al fine di individuare gli ostacoli sensibili. Le zone di distacco superiori sono considerate “principali” mentre quelle a valle, innescate dal flusso valanghivo proveniente da monte sono “secondarie”. Da queste ultime il distacco è attivato con un ritardo che tiene conto del tempo che intercorre tra la partenza del flusso dalla zona di distacco principale e l'arrivo alla secondaria.

Nelle figure di seguito riportate si vedono le aree interessate dallo scorrimento e accumulo di tutte le valanghe simulate secondo una scala di colori dipendente dalla velocità di flusso (min. 0,1 m/s = verde, max 30 m/s = rosso).

Come si evince dalle simulazioni, nessun elemento dell'impianto è interessato dal flusso valanghivo.

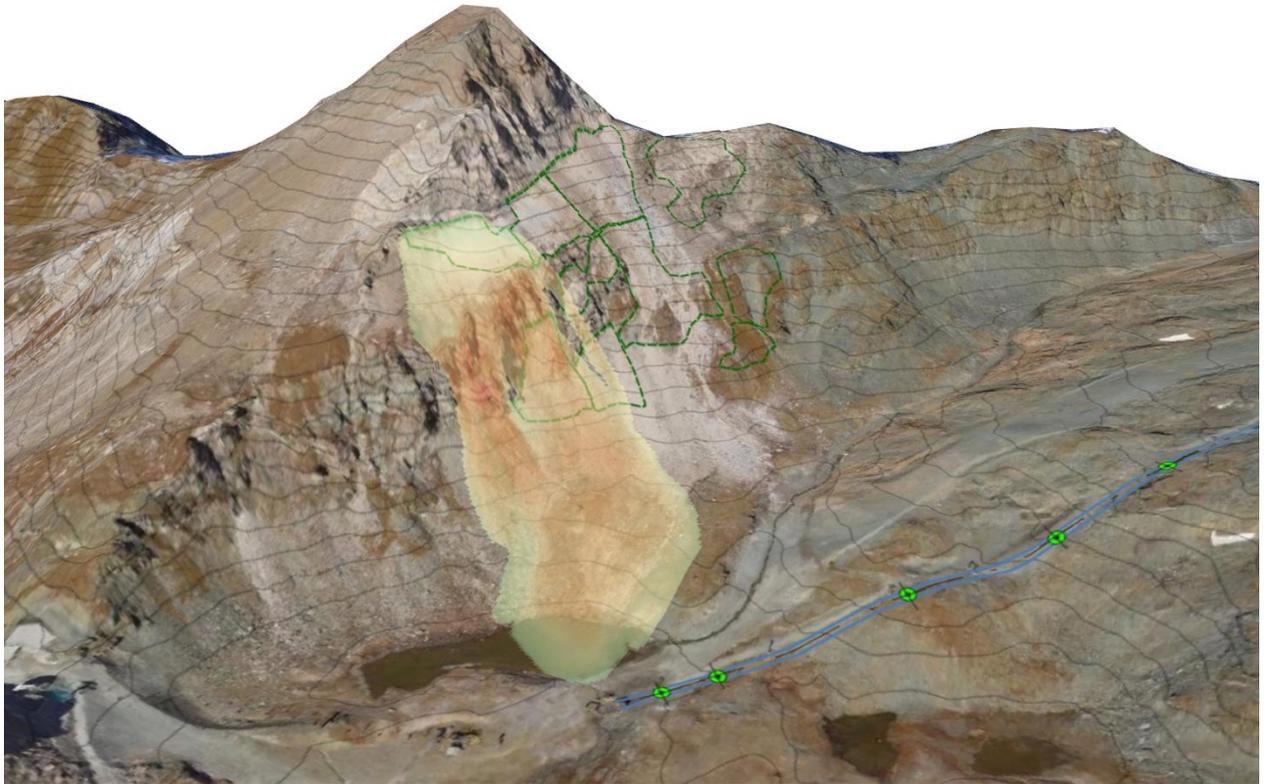


Figura 3.4: Simulazione scenario A

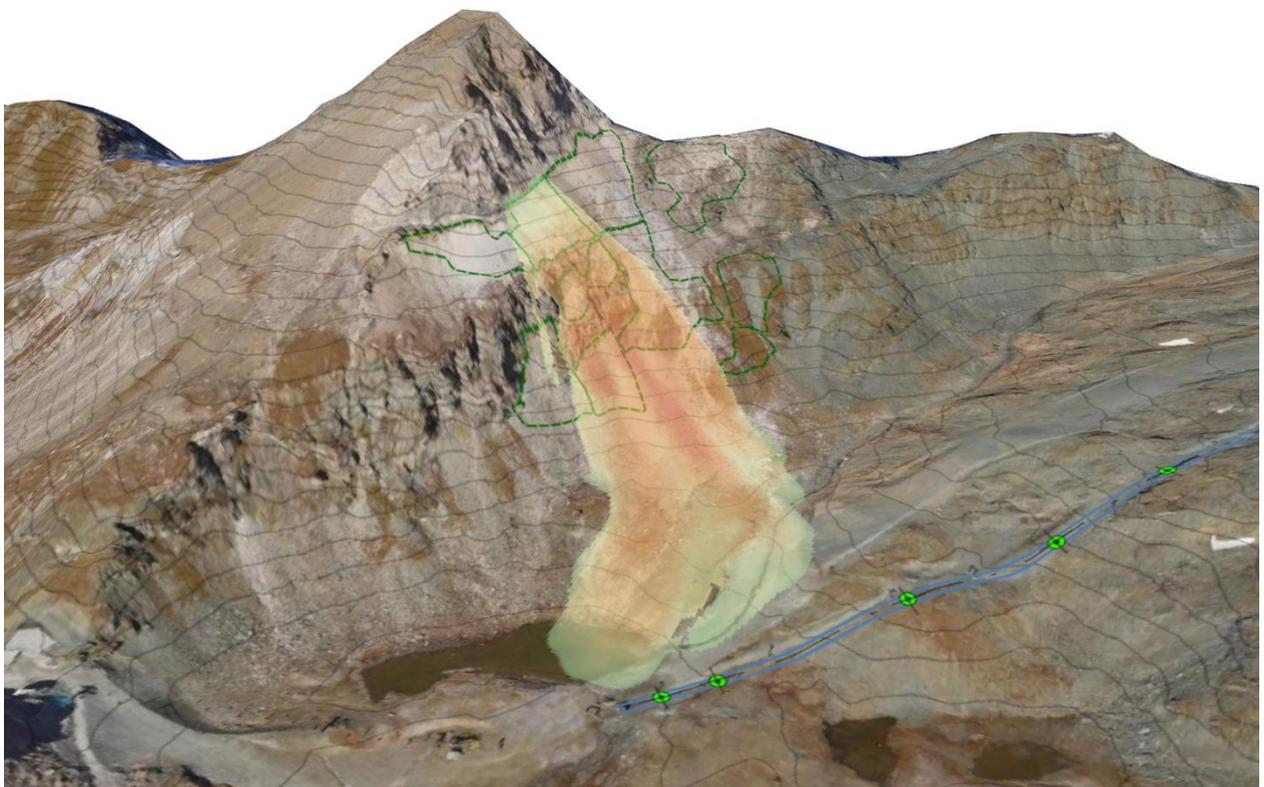


Figura 3.5: Simulazione scenario B

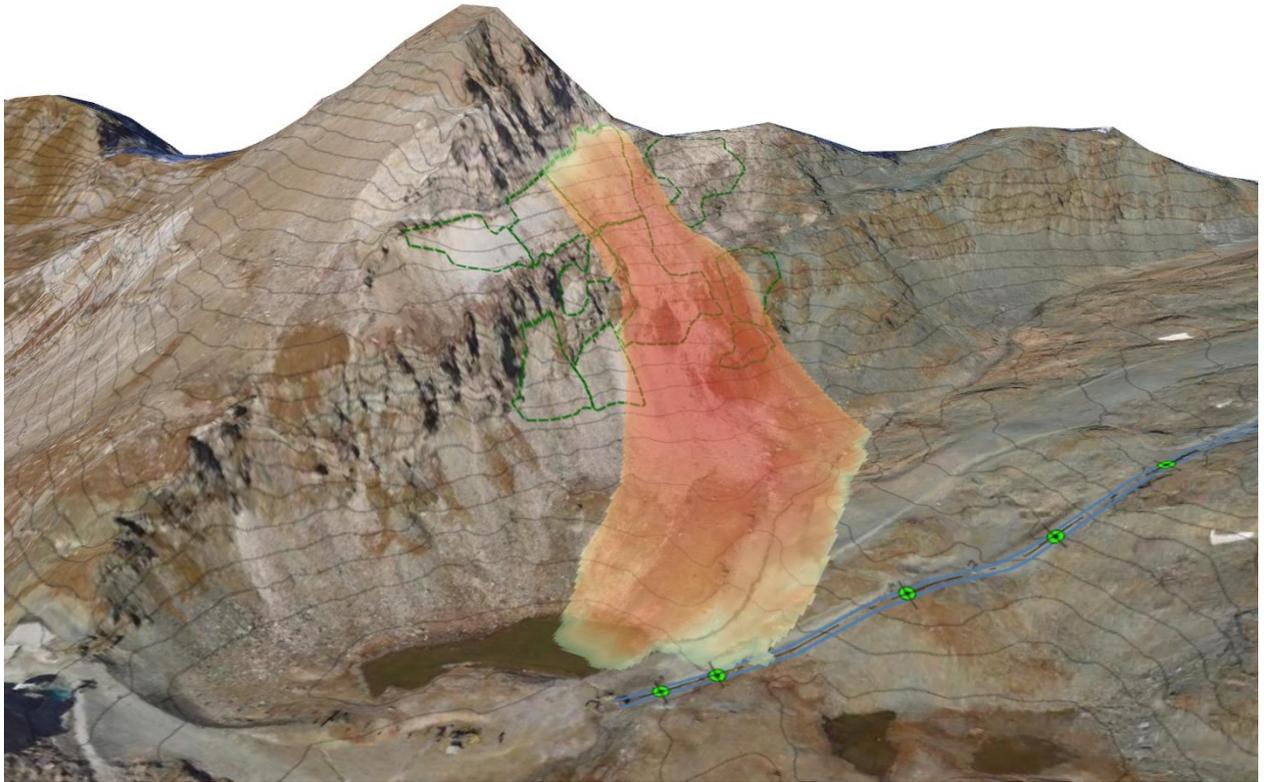


Figura 3.6: Simulazione scenario C

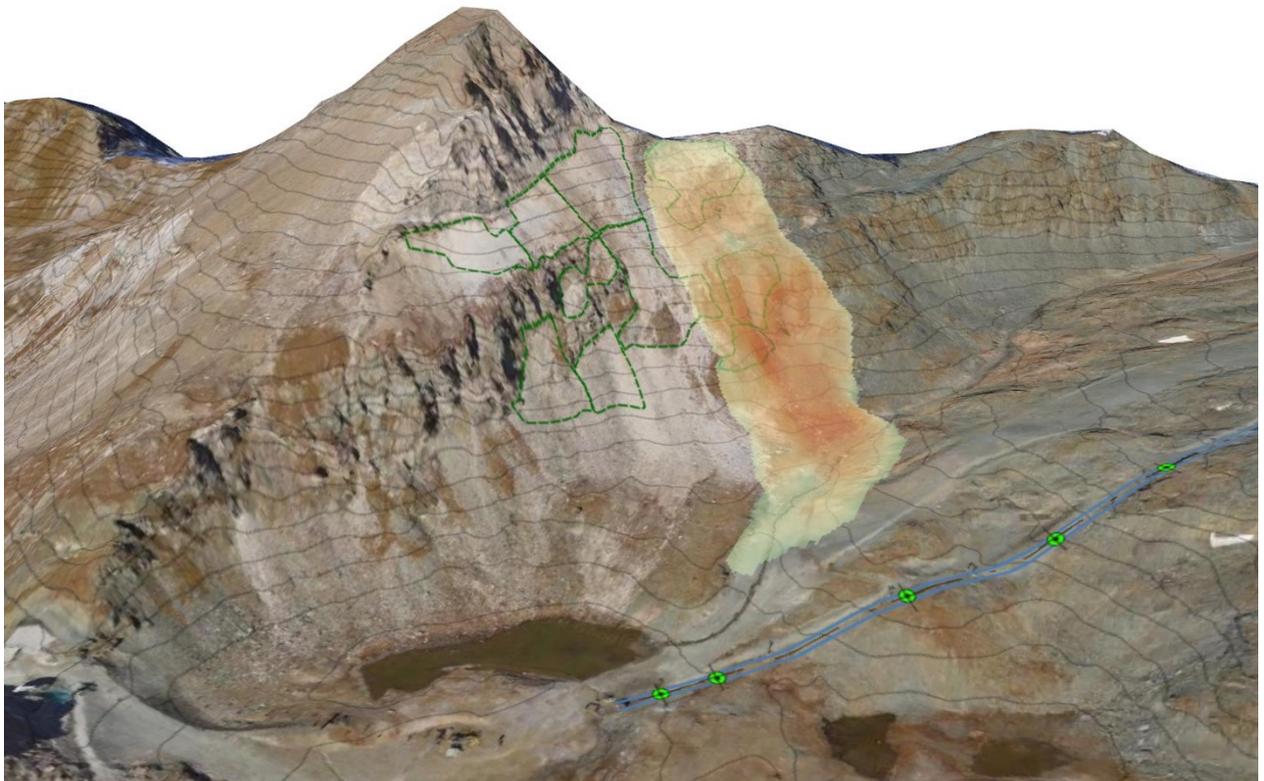


Figura 3.7: Simulazione scenario D

4. PROGETTO DELL'IMPIANTO DI DISTACCO ARTIFICIALE

Al fine di scongiurare il pericolo derivante dal distacco spontaneo di valanghe che, per condizioni eccezionali di precipitazione nevosa piuttosto che di carico da vento, dovessero comportarsi in maniera differente da come previsto, si prevede l'installazione di un sistema di distacco programmato per mantenere bonificate le aree di distacco.

Vista la presenza sulla cresta Nord dell'area di studio di un deposito per esploditori di tipo Gazex collegato ad un impianto di distacco artificiale di proprietà della Cervino SpA per la bonifica di altre aree limitrofe, si è optato per l'implementazione dello stesso impianto con tre nuovi esploditori da installare sulle zone di distacco 1a, 1b e 1c.

Per le simulazioni degli scenari che prevedono il distacco artificiale si considera cautelativamente uno spessore di 70 cm, corrispondente ad un ΔH_{720re} per le Zone 1a, 1b e 1c tra i 107 e i 111 cm, corrispondente ad un evento meteorico con tempo di ritorno di 10 anni.

Si è infatti ritenuto che, in presenza di un impianto di distacco programmato con punti di tiro fisso a comando remoto, tale soglia assicuri un adeguato coefficiente di sicurezza, anche in caso di avarie del sistema.

Al fine di valutare il comportamento della valanga da distacco artificiale, sono state effettuate altre simulazioni di flusso valanghivo, assumendo per le tutte zone di distacco uno spessore al distacco pari a 70 cm (a favore di sicurezza, dal momento che le aree a quota inferiore sono sempre meno cariche di neve fresca).

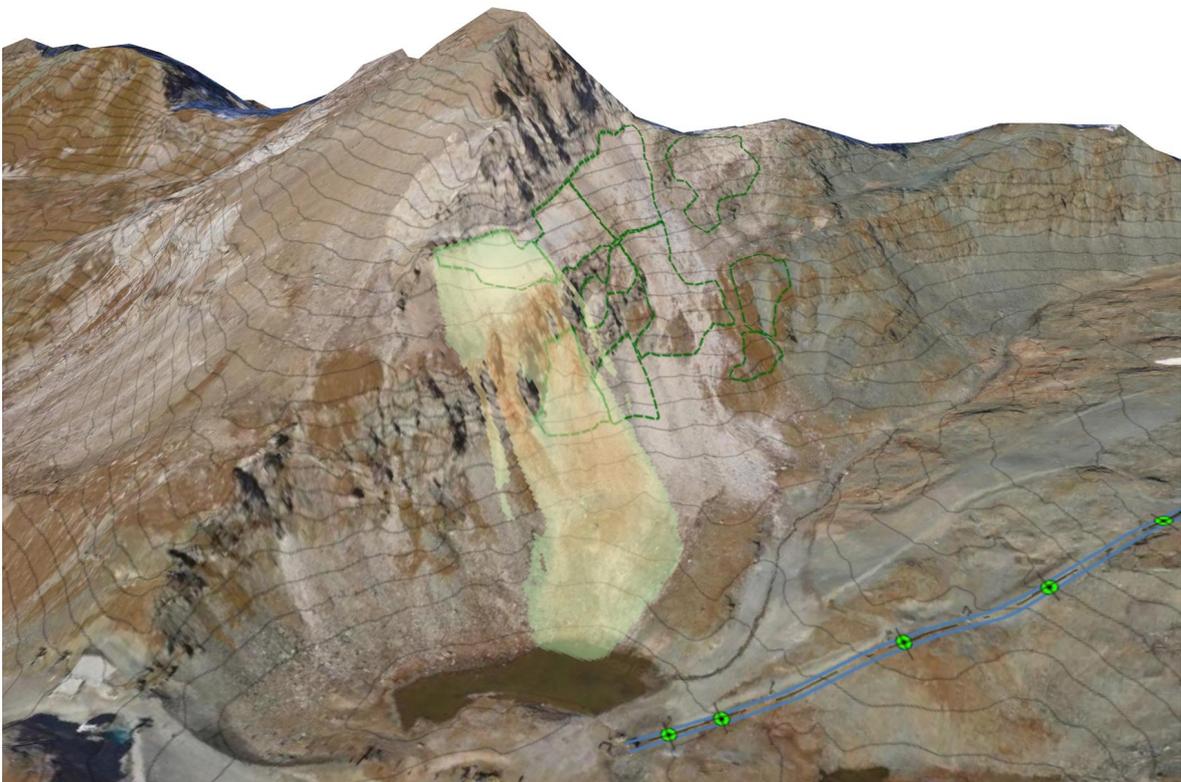


Figura 4.1: Simulazione valanga da distacco artificiale da zona 1a e 4a

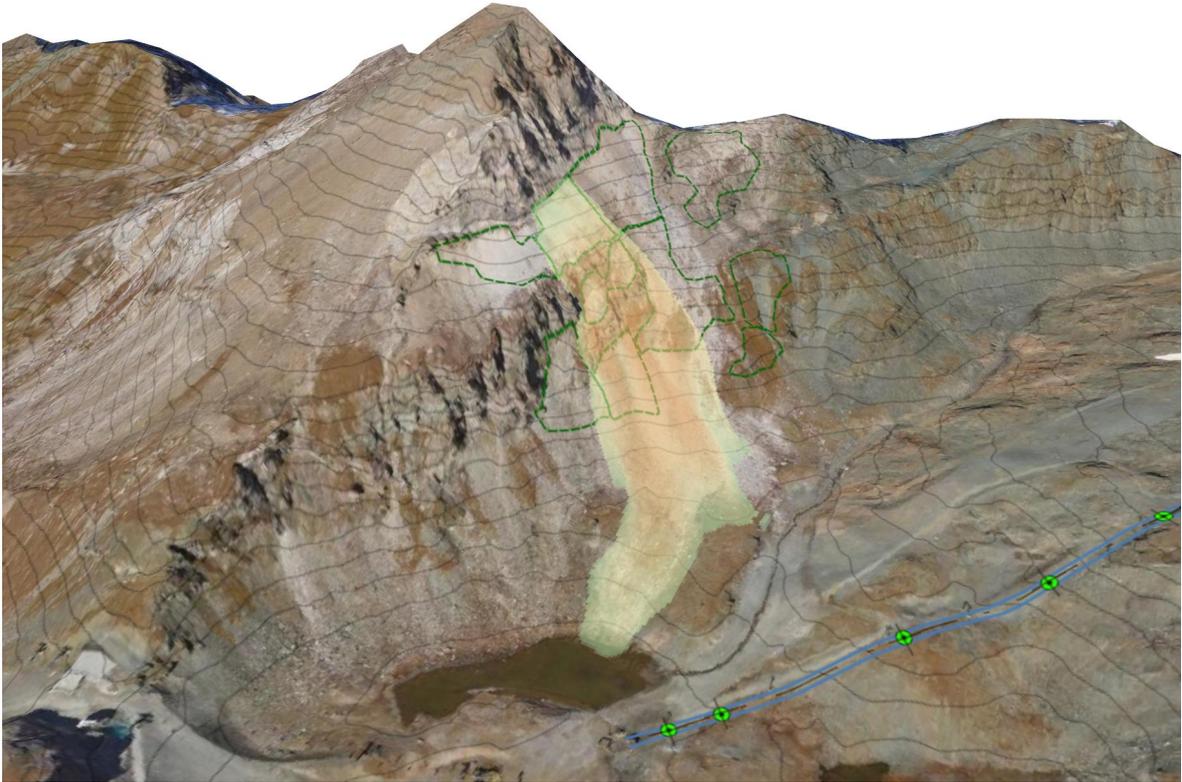


Figura 4.2: Simulazione valanga da distacco artificiale da zone 1b, 3 e 4b

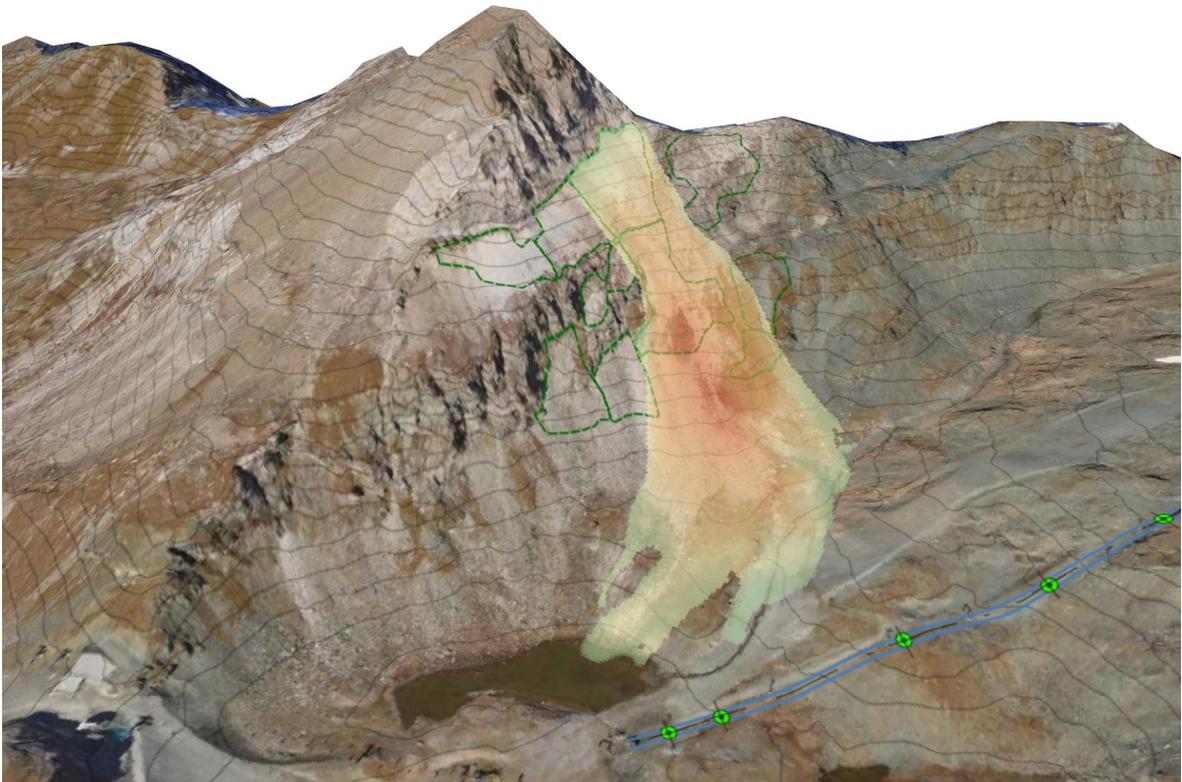


Figura 4.3: Simulazione valanga da distacco artificiale da zone 1c e 5

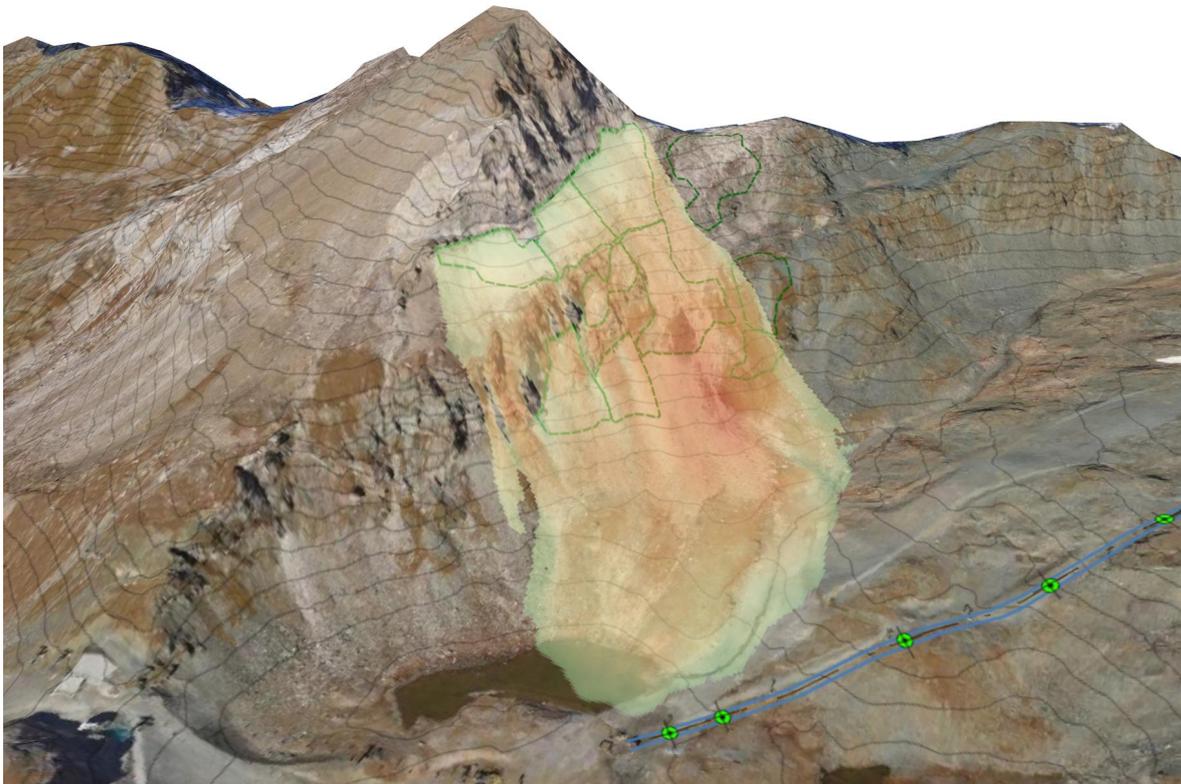


Figura 4.4: Simulazione valanga da distacco artificiale da tutte le zone di distacco simultaneamente

Per il distacco artificiale si installeranno n. 3 esploditori di tipo Gazex da 3,0 m³, collegati al deposito esistente ubicato in posizione facilmente raggiungibile in condizioni di sicurezza; la posizione approssimativa è visibile nella Figura 4.5 nonché nella Tavola 1 allegata al progetto. Il posizionamento definitivo e i calcoli esecutivi delle fondazioni saranno definiti alla luce dei rilievi in sito a terreno non innevato.

Nella Tavola 2 sono illustrate le possibili soluzioni per la realizzazione delle fondazioni, dipendente dal tipo di suolo in cui l'esploditore è posizionato (terreno sciolto e roccia). Sono inoltre schematizzate le sezioni tipologiche delle canalizzazioni necessarie al trasporto dell'ossigeno e del gas propano dal deposito all'esploditore.

I dettagli esecutivi saranno definiti con precisione nella fase di sopralluogo per il tracciamento dei plinti di fondazione.

In Figura 4.6 è visibile una foto invernale di un esploditore da 3,0 m³ installato.

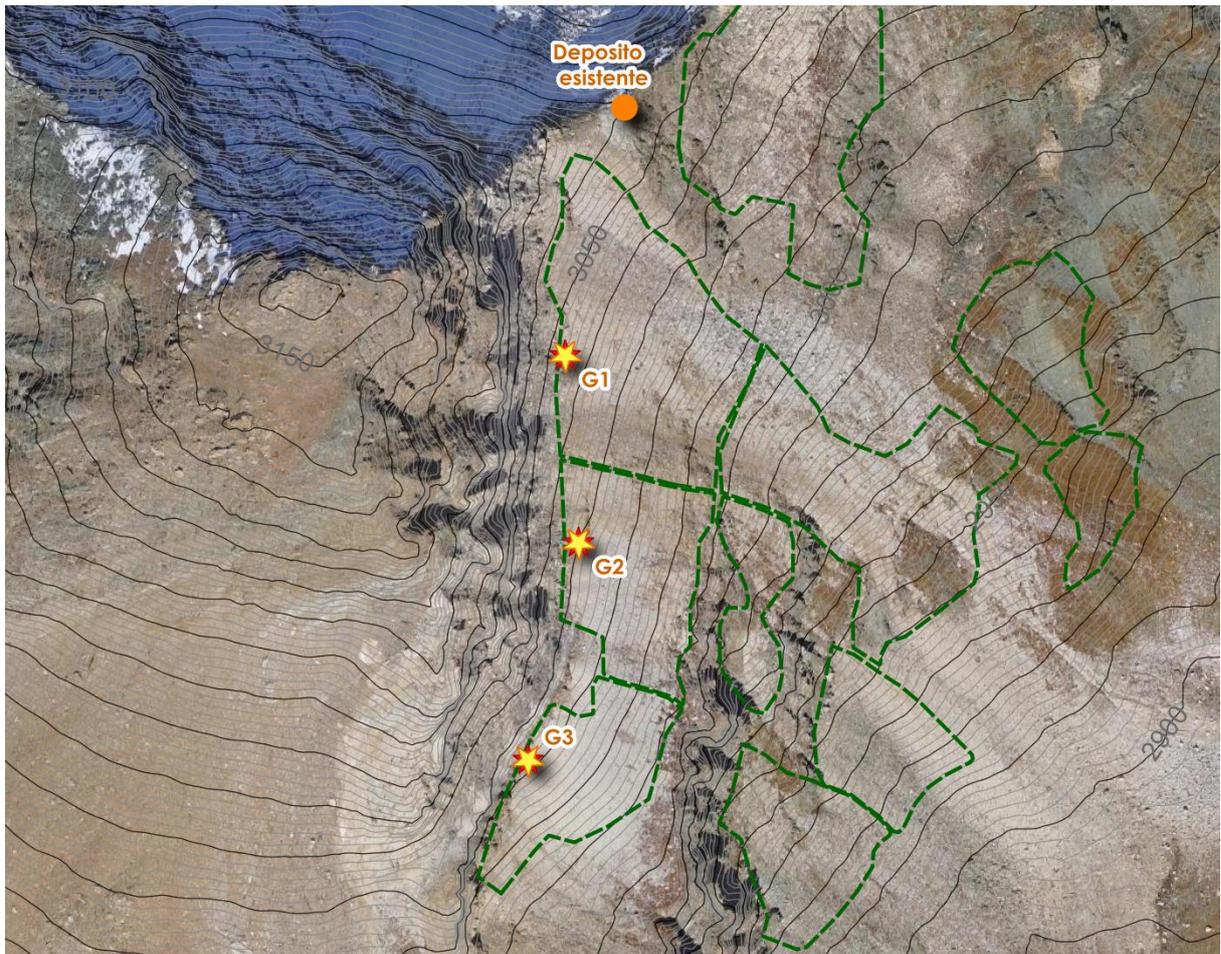


Figura 4.5: Planimetria del sistema di distacco artificiale



Figura 4.6: Esplositore tipo Gazex da 3 m³