

**STUDIO DI PERICOLOSITA' VALANGHIVA**

**"Razionalizzazione rete 220 kV della Val Formazza"**



*Nicola Ricciardini*



*Pietro Ricciardini*

REVISIONI	N.	DATA	DESCRIZIONE	ESAMINATO	APPROVATO
	00	Dicembre 2023	Risposte alle richieste di integrazione	F. Felli (SVP-SA-SANO)	V. De Santis (SVP-SA-SANO)

NUMERO E DATA ORDINE:	3000063730 del 20/02/2018		
MOTIVO DELL'INVIO:	<input checked="" type="checkbox"/> PER ACCETTAZIONE	<input type="checkbox"/> PER INFORMAZIONE	
CODIFICA ELABORATO		 TERNA GROUP	
RGAR10019BSA3735			

Elaborato  <b>GEOTECH S.r.l.</b> SOCIETA' DI INGEGNERIA Via Nani, 7 Morbegno (SO) Tel 0342 610774 Fax 0342 1971501 E-mail: <a href="mailto:info@geotech-srl.it">info@geotech-srl.it</a> Sito: <a href="http://www.geotech-srl.it">www.geotech-srl.it</a>	Esaminato F. Felli (SVP-SA-SANO)	Approvato V. De Santis (SVP-SA-SANO)
---	--	--

## INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. METODOLOGIA DI ANALISI.....	4
3. SOSTEGNO "ACP13" SITO VALANGHIVO 19_A_VB.....	5
4. SOSTEGNO "P.18N" SITO VALANGHIVO 16_A_VB E 41_A_VB.....	8
5. SOSTEGNI "CP 29" -"CP 30" SITO VALANGHIVO 06_A_VB.....	12
6. SOSTEGNO "BP 13" SITO VALANGHIVO 06_A_VB.....	15
7. SOSTEGNO "BP 57" SITO VALANGHIVO 09_G_VB.....	17
8. SOSTEGNO "CP 75" SITO VALANGHIVO 09_G_VB.....	20
9. SOSTEGNO "CP 76" SITO VALANGHIVO 09_G_VB.....	23
10. CONCLUSIONI.....	25
11. APPENDICE – INTERVENTI TIPO.....	26
<b>11.1. OPERE DI DIFESA ATTIVA.....</b>	<b>26</b>
11.1.1. Opere fermaneve tipo “monoancoraggio”.....	26
11.1.2. Opere fermaneve tipo “reti da neve”.....	27
11.1.3. Opere frangivento.....	28
<b>11.2. SISTEMI DI DISTACCO PROGRAMMATO.....</b>	<b>29</b>
11.2.1. Esplositori tipo Gaz.ex.....	29
<b>11.3. OPERE DI DIFESA PASSIVE.....</b>	<b>31</b>
11.3.1. Cuneo deviatore.....	31
11.3.2. Rilevato deviatore.....	32

## 1. PREMESSA

Nell'ambito del progetto di "Razionalizzazione rete 220 kV della Val Formazza", è stato redatto il presente studio valanghivo in risposta alle richieste di integrazione pervenute nell'ambito della presente fase di VIA per la valutazione delle interferenze tra i fenomeni valanghivi ed il sistema di opere previsto per la realizzazione del nuovo elettrodotto.

*Richiesta di Integrazione n°4 della Regione Piemonte (Verbale n. 281 Adunanza 22 Aprile 2022) riguardante gli aspetti relativi agli ambiti geologici-geomorfologici e idraulici:*

*APPROFONDIMENTO DELLA PROBLEMATICHE VALANGHIVA IN RELAZIONE ALL'OTTEMPERANZA DELLE NTA DEL PAI, ANCHE ALLA LUCE DELLA DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE 9 DICEMBRE 2015, N. 18-2555).*

Sulla base dell'analisi documentale descritta nei paragrafi successivi e di rilievi su terreno, sono stati esaminati nel dettaglio i siti valanghivi interferenti con le opere in progetto e valutato il grado di esposizione e le possibili misure di protezione dei manufatti.

Dati i limiti di approfondimento propri dell'attuale fase di studio, non sono state effettuate simulazioni numeriche di dinamica delle valanghe, che dovranno costituire necessario compendio alle successive fasi di progettazione.

## 2. METODOLOGIA DI ANALISI

La base cartografica utilizzata per le analisi di seguito sviluppate è la Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) in scala 1:10.000; per le elaborazioni morfometriche è stato utilizzato il DTM - disponibile sul Geoportale Regione Piemonte - acquisito con metodologia LIDAR e risoluzione della griglia (passo) 5 m con risoluzione in quota di  $\pm 0.30$  m.

La committente (Terna Rete Italia) ha fornito planimetria dell'asse delle linee elettriche in progetto e relativa posizione dei sostegni potenzialmente interessati da fenomeni valanghivi; l'indicazione dei sostegni deriva dall'analisi della cartografia PAI (Piano per l'Assetto Idrogeologico) e della cartografia tematica del Sistema Informativo Valanghe (S.I.V.A.) ARPA Piemonte.

Sono state analizzate le aree dei seguenti sostegni ricadenti in aree valanghe come riportato sull'elaborato **DGAR10019B2299572\_Carta valanghe - SIVA**:

- **ACP13** Valanghe documentate – Inchiesta su terreno e dati d'archivio
- **018** Valanghe documentate – Inchiesta su terreno e dati d'archivio
- **CP29** Valanghe documentate – Inchiesta su terreno e dati d'archivio
- **CP30** Valanghe documentate – Inchiesta su terreno e dati d'archivio
- **BP13** Valanghe documentate – Inchiesta su terreno e dati d'archivio
- **BP57** Valanghe documentate – Fotointerpretazione e dati d'archivio
- **CP75** Valanghe documentate – Fotointerpretazione e dati d'archivio
- **CP76** Valanghe documentate – Fotointerpretazione e dati d'archivio

I rilievi di terreno sono stati effettuati il giorno 2 agosto 2022 in condizioni di assenza d'innevamento, con il supporto di un elicottero fornito dalla committenza; ad eccezione di uno (**BP57**), ubicato su una parete rocciosa non accessibile se non con tecniche alpinistiche, tutti i sostegni sono stati rilevati direttamente.

Per ognuno dei sostegni esaminati sono state valutate le possibili soluzioni per la protezione dalle valanghe, formulando una proposta preliminare d'intervento: le tipologie considerate sono classificabili come opere di difesa attiva, passiva e di distacco programmato delle valanghe; nel caso di sovrappressioni attese di modesta entità è stata considerata l'ipotesi di un idoneo dimensionamento del sostegno.

### 3. SOSTEGNO "ACP13" SITO VALANGHIVO 19\_A\_VB

Il sito oggetto d'indagine si trova nel comune di Formazza (VB) nei pressi del lago Castel, dove il sostegno "ACP 13" risulta interferente con il sito valanghivo documentato "19\_A\_VB: Kastelhorn – località Lago Castel".

Si tratta di un sito valanghivo sviluppato sul versante O della "Punta del Castel", con zona di distacco principalmente impostata su roccia affiorante – fra le quote 2800 m e 3100 m circa - con morfologia regolare e pendenza media intorno a 40°. Intorno a 2830 m slm il pendio viene interrotto da una balza rocciosa che copre un dislivello di circa 30 m (Foto 3.1), a seguito del quale si rinviene una estesa falda di detrito che si sviluppa verso il basso fino a raggiungere una porzione più pianeggiante, avente pendenza media inferiore a 20°. Stante la quota e la litologia superficiale, la zona di distacco del sito valanghivo è privo di soprassuolo vegetale.

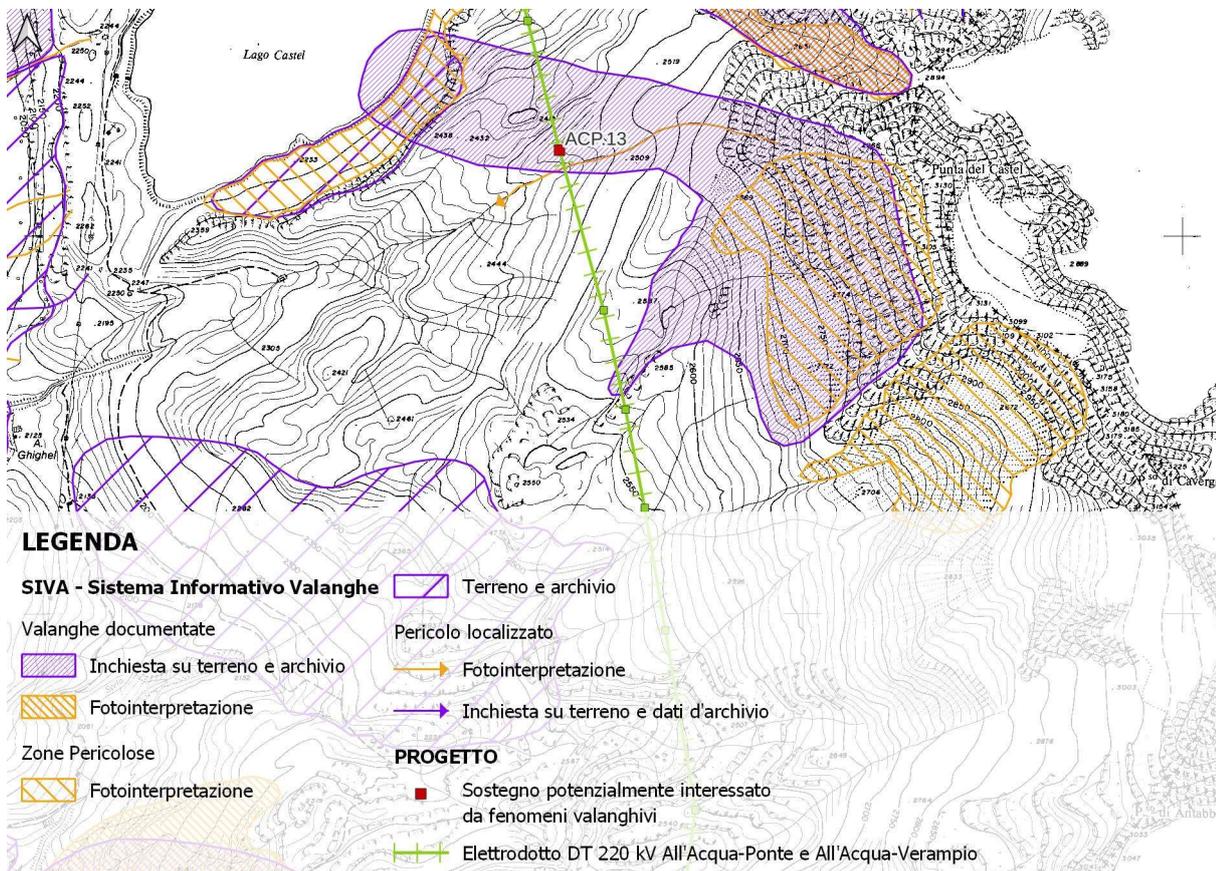


Figura 3.1 – Ubicazione sostegno ACP13.

Del sito valanghivo la porzione d'interesse risulta essere quella posta più a N, dove la presenza di un dosso avente andamento NE-SO, da quota 2550 m slm, divide il flusso di valanga lungo due direttrici (non evidenziate in cartografia): verso S-SO, all'interno di un marcato impluvio costituito da depositi detritici grossolani parzialmente colonizzati, e verso O, attraversando una serie di dossi fino a raggiungere il Lago Castel. Il sostegno "ACP 13" risulta posizionato al di sopra della suddetta dorsale

a quota 2474 m slm, che conferisce una parziale protezione. A seguito delle indagini svolte sul terreno e dall'analisi della carta delle pendenze e della CLPV, si ritiene che il sostegno oggetto d'indagine sia esposto solo a valanghe di proporzioni medio grandi, in particolare in caso di eventi a freddo con componente nubiforme provenienti dal settore N della cima Castel. Le caratteristiche proprie dell'area di distacco rendono possibile la formazione di accumuli significativi, anche in forma di cornici, specie associati a perturbazioni provenienti dai quadranti orientali.

Da una preliminare valutazione dei sistemi di difesa ipotizzabili, si ritiene che, dato l'elevato sviluppo del sito valanghivo e l'esposizione a fenomeni di caduta massi, per ragioni tecnico-economiche e ambientali sia da escludere un intervento di tipo attivo. Ai fini di protezione dell'opera in progetto si ritiene quindi che le soluzioni tecniche più indicate consistano in un intervento con opere di protezione passiva – ipotesi la cui fattibilità andrà verificata con simulazioni numeriche di dinamica delle valanghe – e/o l'installazione di un sistema di distacco programmato delle valanghe, vedi Appendice - interventi tipo.



*Foto 3.1 – Zona di distacco sommitale, parzialmente interrotta dalla balza rocciosa di quota 2830 m slm.*



Foto 3.2 – Vista della zona di distacco e scorrimento dalla posizione del sostegno “ACP 13”.

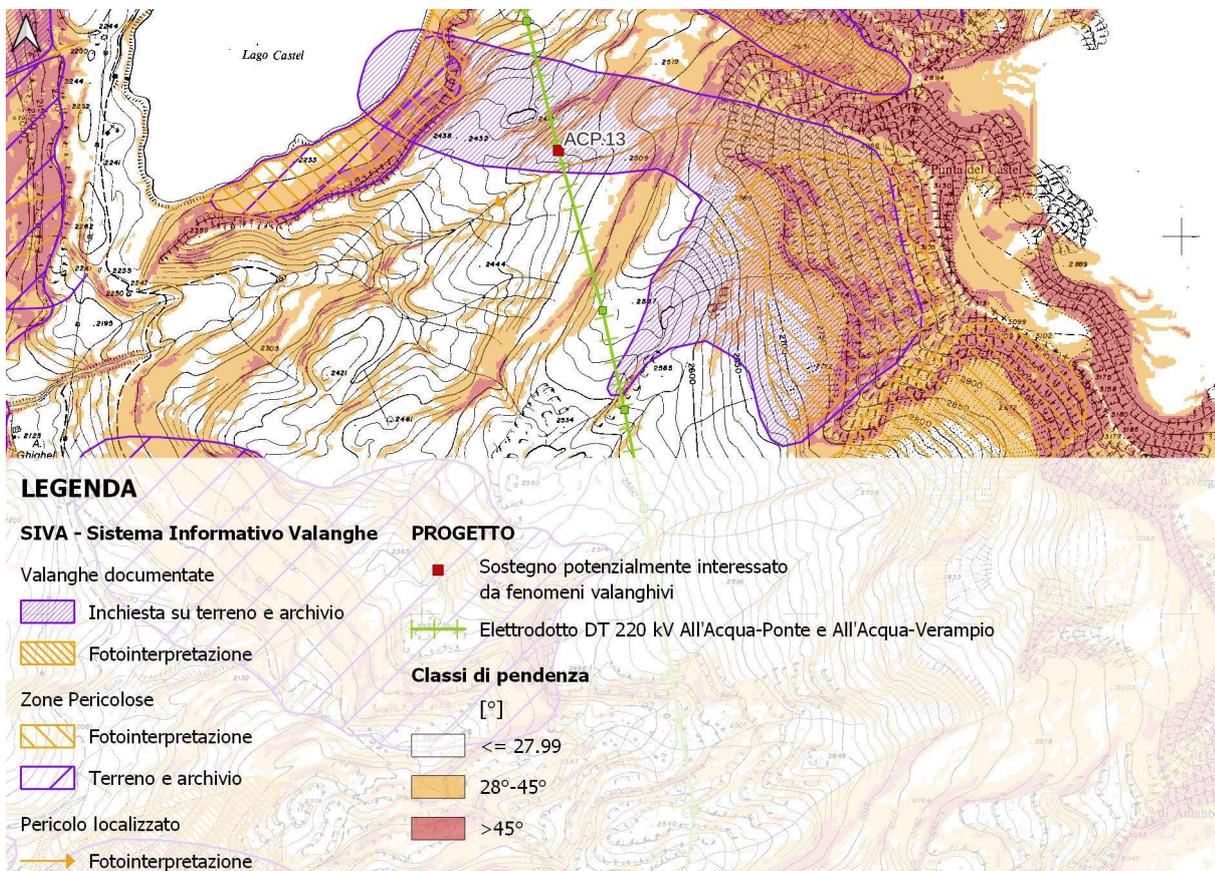


Figura 3.2 – Estratto della carta clivometrica.

#### 4. SOSTEGNO "P.18N" SITO VALANGHIVO 16\_A\_VB E 41\_A\_VB

Il sostegno in progetto "P.18N" risulta interferire con la zona d'arresto di due valanghe riportate all'interno della cartografia tematica del SIVA di ARPA Piemonte; più precisamente con il sito valanghivo "Monte Castello – località Sotto Frua" identificato con il n° "16\_A\_VB", e il sito "Alpe Balma Rossa – località Frua di Sotto" n° "41\_A\_VB". Entrambi i siti valanghivi sono classificati come "Valanghe documentate – Inchiesta su terreno e dati d'archivio".

Il sostegno in progetto, posizionato immediatamente a monte della soletta di copertura della prima galleria artificiale che dall'abitato di Canza conduce alla cascata del Toce, può quindi essere interessato da valanghe proveniente da entrambi i versanti della valle, aventi caratteristiche molto differenziate fra loro. Con riferimento ad entrambi i siti, il sostegno si colloca in posizione marginale, prossima al limite della zona di massima espansione documentata.

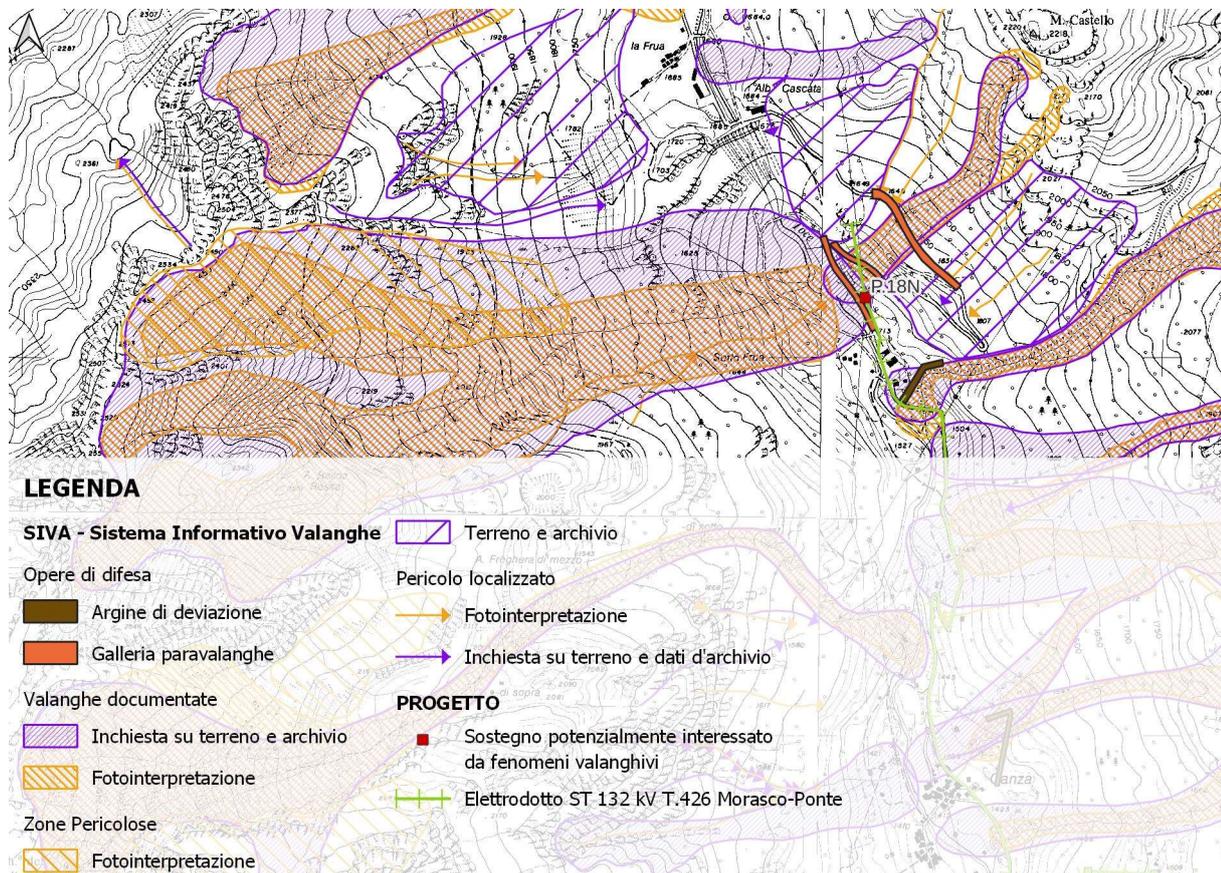


Figura 4.1 – Ubicazione del sostegno "P.18N".

La zona di distacco della valanga che si sviluppa sul versante SO del M. Castello, risulta collocata all'interno di un marcato canale, confinato a E da una evidente parete rocciosa che diparte dal crinale roccioso e raggiunge quota 1850 m slm. Da 2051 m slm a 1930 m slm circa, nella porzione più occidentale del canale (sponda destra), si individua una zona avente pendenza media intorno ai 35-40°, morfologia regolare e soprassuolo vegetale uniformemente costituito da festuca varia,

caratteristiche queste favorevoli all'accumulo di significativi spessori di neve. Da 1930 m slm il versante si restringe attraversando una porzione marcatamente incanalata con roccia affiorante, fino a raggiungere la porzione sottostante quota 1800 m slm circa, dove il sito valanghivo risulta impostato sulla falda detritica, avente pendenza media prossima a 35°, colonizzata da vegetazione arbustiva e arborea. In questo ultimo tratto la pendenza decresce progressivamente fino al fondovalle, dove si imposta il fiume Toce, con una copertura boschiva pressoché continua costituita da novellame di larici e latifoglie, che nella fascia terminale presenta qualche esemplare più maturo. A quota 1540 m slm, a monte dell'ubicazione di progetto del sostegno, si individua un masso ciclopico (cartografato erroneamente sulla CTR come edificio) che potrebbe assicurare una parziale protezione per il suddetto elemento.



*Foto 4.1 -Vista generale del sito valanghivo "Monte Castello- località Sotto Frua".*

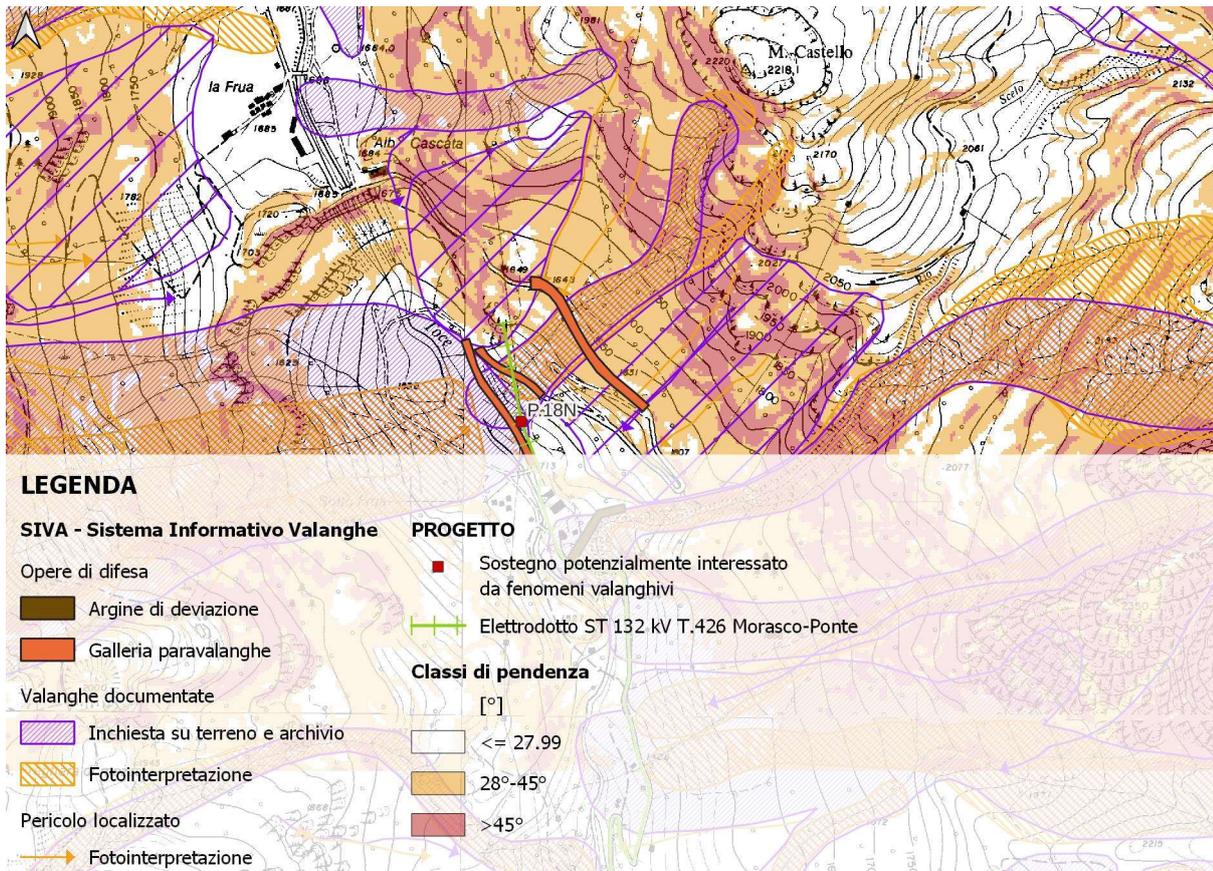


Figura 4.2 – Estratto della carta clivometrica per la valanga 16\_A\_VB.

La presenza di gallerie artificiali paravalanghe a difesa della carrozzabile non modifica il livello di esposizione del sostegno in progetto.

La valanga 41\_A\_VB si origina sul versante vallivo opposto rispetto alla prevista ubicazione del sostegno P18N, ma non è possibile escludere che questa, in caso di eventi eccezionali, lo possa raggiungere; come si evince dalla Scheda di Caratterizzazione del Sito Valanghivo, la valanga “in passato ha risalito il versante opposto per 100 m”.

Le zone di distacco della valanga dell’“Alpe Balma” coprono una fascia altitudinale molto estesa, con un dislivello di quasi 1000 m fra le quote di 2600 m slm e 1650 m slm, su un versante con esposizione E. La porzione sommitale è impostata sul crinale roccioso in cui si alternano tratti di versante aperto e tratti più incanalati, con pendenza media intorno a 35-40°, dove il soprassuolo vegetale risulta costituito da festuca varia e, a partire da quota 2050 m slm, piccoli arbusti. I singoli sottobacini in cui si articola il sito valanghivo, separati dalle dorsali rocciose, costituiscono - in diverse fasce altitudinali - le zone di distacco. Proseguendo verso valle, la sporadica presenza di zone a blanda pendenza favorisce l’arresto dei fenomeni valanghivi più modesti. La zona di deposito del sito valanghivo, indicativamente a valle di quota 1600 m slm, presenta una rada copertura arborea costituita da giovani esemplari di larici.

Si ritiene che il sostegno in progetto sia esposto al pericolo valanghe provenienti da entrambi i versanti, seppur caratterizzate da elevato tempo di ritorno e da basse energie, in quanto ubicato nella

loro zona terminale di arresto. Stante la grande estensione delle zone di distacco – in particolare quello sul versante destro della valle – e data l'esposizione ai fenomeni di caduta massi, non si ritiene percorribile un approccio progettuale basato su opere di difesa di tipo attivo; il sistema di difesa più indicato, considerate anche le modeste energie d'impatto attese, si ritiene consista nella realizzazione di opere di difesa passiva (tenendo conto dei vincoli imposti dalla presenza della galleria artificiale) o nel dimensionamento del sostegno tenendo conto delle sollecitazioni indotte dalle valanghe ("sostegno rinforzato").

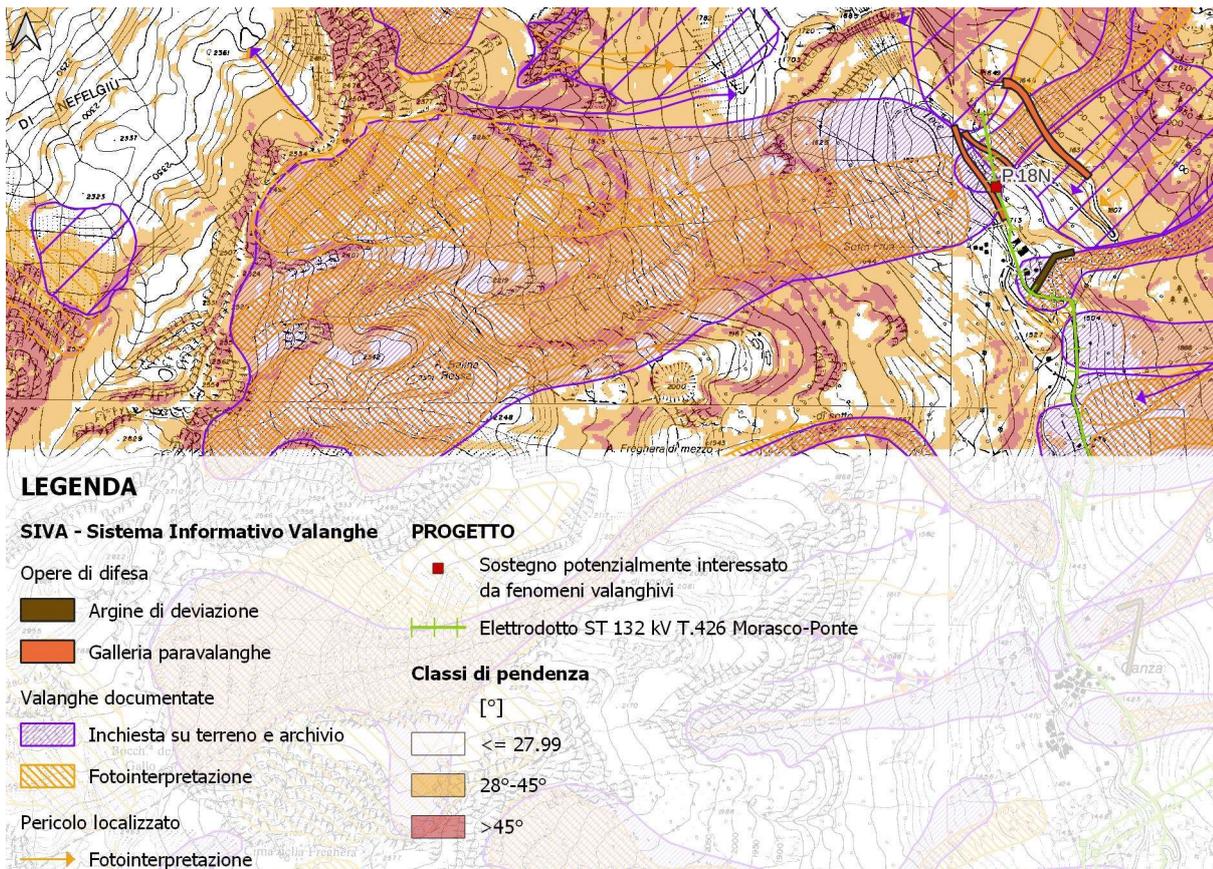


Figura 4.3 – Estratto della carta clivometrica per la valanga "41\_A\_VB".

## 5. SOSTEGNI "CP 29" -"CP 30" SITO VALANGHIVO 06\_A\_VB

I sostegni "CP 29" e "CP 30" posti rispettivamente a quota 2196 e 2164 m slm, risultano interferire con il sito valanghivo "Alpe Bedriola, località San Michele 06\_A\_VB".

Si tratta di un sito valanghivo documentato tramite inchiesta sul terreno e dati d'archivio, con frequenza annuale (una o più volte all'anno) e dislivello superiore a 1000 m. La Scheda di Caratterizzazione del Sito Valanghivo riporta due eventi noti: nell'aprile del 1986 e nell'aprile del 2009, entrambi con danni al bosco.

Il sito valanghivo, nella porzione d'interesse, è impostato sul versante NO della dorsale che diparte dal "P. zo Fiorera o Bedriol", con limite superiore situato da quota 2600 a 2900 m slm. La zona di distacco si compone di due porzioni: una superiore costituita da canali in roccia aventi pendenza media superiore a 50° e morfologia molto irregolare, e una inferiore estesa su falda di detrito che si sviluppa verso il basso fino a raggiungere una porzione più pianeggiante, situata a quota 2230 m slm, avente pendenza media inferiore a 28°. Stante la quota e la litologia superficiale, le zone di distacco del sito valanghivo sono prive di soprassuolo vegetale.

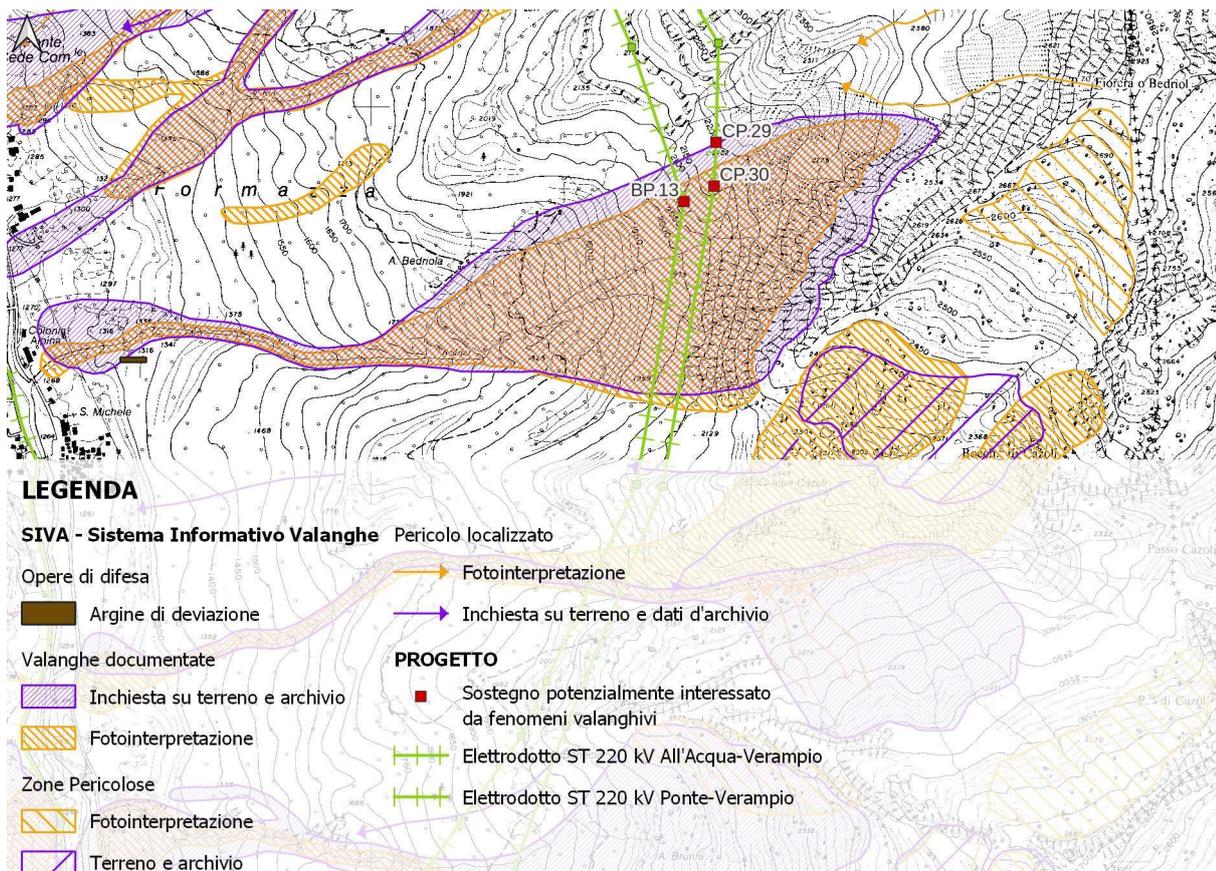


Figura 5.1 – Ubicazione dei sostegni interferenti con il sito valanghivo 06\_A\_VB.

A quota 2200 m slm si individua un dosso marcato che favorisce la divisione del flusso di valanga in due principali impluvi: verso O, attraversando una fascia costituita da depositi detritici grossolani

parzialmente colonizzati da giovani esemplari di arbusti e larici, e verso S, all'interno di un canale confinato in sinistra da alte pareti rocciose. A valle del dosso è presente un bosco di larici che dimostra in modo evidente l'effetto di protezione generato dalla presenza del rilievo su cui è prevista l'ubicazione del sostegno "BP 13" (vedi Foto 6.1).

A seguito delle indagini svolte sul terreno e dall'analisi della carta delle pendenze e della CLPV, si ritiene che, sebbene i sostegni siano collocati in una porzione naturalmente protetta da una piccola dorsale e una leggera contropendenza, a seguito di eventi di proporzioni medio grandi siano esposti al pericolo valanghe, in particolare in caso di eventi a freddo con componente nubiforme; si evidenzia in tal senso la presenza di esemplari di larice danneggiati dall'impatto di flussi valanghivi (Foto 5.2).

Da una preliminare valutazione dei sistemi di difesa ipotizzabili, si ritiene che, dato l'elevato sviluppo del sito valanghivo e l'esposizione a fenomeni di caduta massi, per ragioni tecnico-economiche e ambientali sia da escludere un intervento di tipo attivo. Ai fini di protezione delle opere in progetto si ritiene quindi che le soluzioni tecniche più indicate consistano in un intervento con opere di protezione passiva, ipotesi la cui fattibilità andrà verificata con simulazioni numeriche di dinamica delle valanghe.



*Foto 5.1 -Vista generale del settore sommitale del sito valanghivo.*



*Foto 5.2 – Esempio di larice danneggiato dall'impatto di flussi valanghivi.*

## 6. SOSTEGNO "BP 13" SITO VALANGHIVO 06\_A\_VB

Il sostegno in progetto "BP 13" posto a quota 2114 m slm risulta interferire con il sito valanghivo "Alpe Bedriola, località San Michele 06\_A\_VB" precedentemente descritto. In particolare, il sostegno risulta ubicato su una porzione del dosso che diparte da quota 2400 m slm, che nella sua porzione inferiore definisce un pilastro ben isolato dal versante (Foto 6.1), che assicura la naturale protezione al sostegno in progetto.

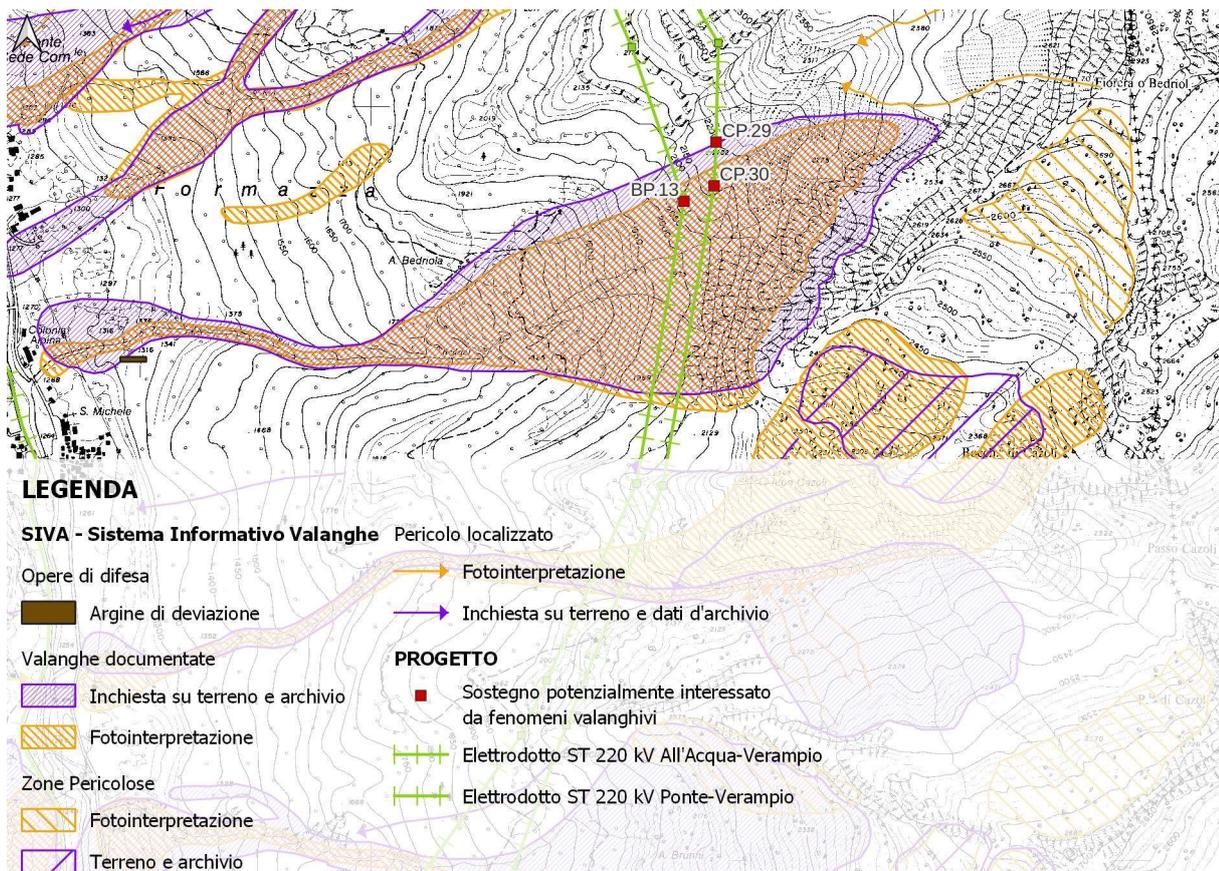


Figura 6.1 – Ubicazione dei sostegni interferenti con il sito valanghivo 09\_G\_VB.



Foto 6.1 – Vista verso valle del sito valanghivo dal dosso di quota 2100 m s.l.m.; con il tratteggio bianco si evidenzia l'effetto di protezione sul bosco generato dal rilievo.

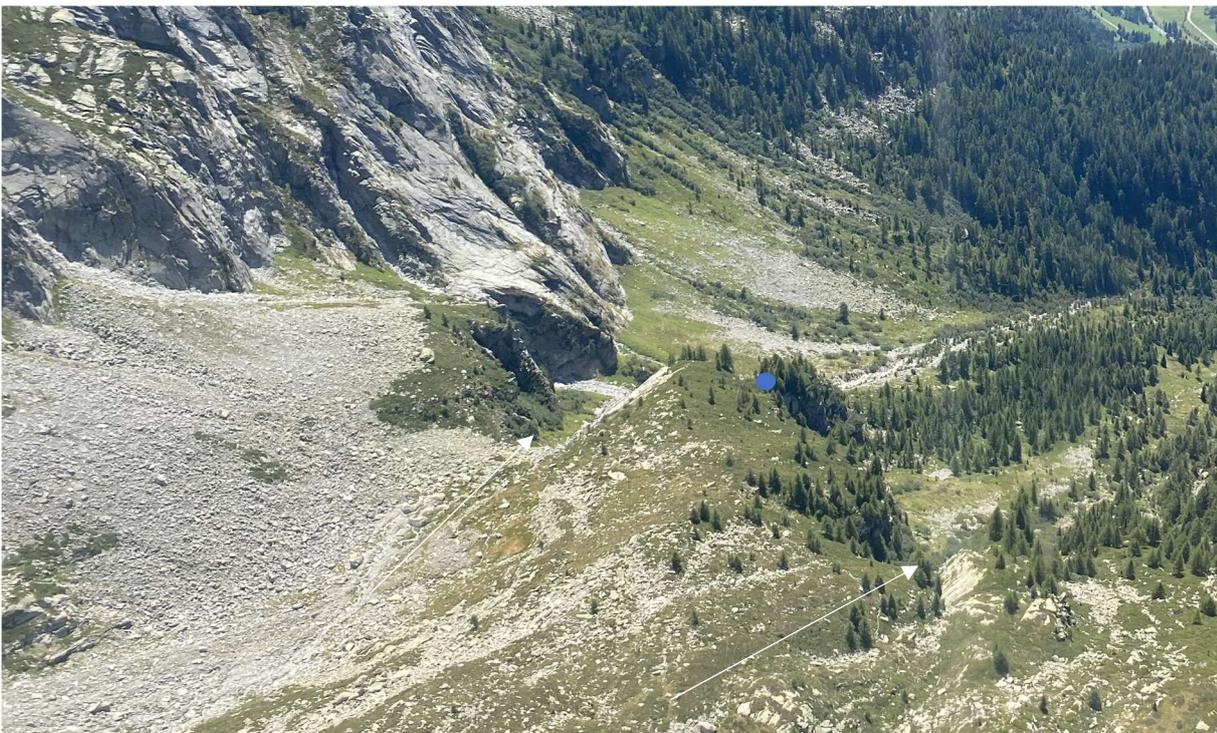


Foto 6.2 – Vista da elicottero della zona dove è previsto il sostegno "BP13"; con le frecce si indica la divisione del flusso lungo i due principali impluvi, con il punto blu la posizione del sostegno.

## 7. SOSTEGNO "BP 57" SITO VALANGHIVO 09\_G\_VB

Si tratta di un sito valanghivo identificato tramite "Fotointerpretazione e archivio", denominato "Sito Cortefreddo – località Rio Antolina, Crodo (VB)", non essendo in quest'area disponibile la CLPV completa di rilievo su terreno. Il sito si estende lungo il versante O del P.zo Cortefreddo da quota 2446 m slm fino alla quota minima d'arresto cartografata a 992 m slm in corrispondenza dell'alveo del Rio Antolina.

Il sostegno risulta ubicato nella porzione sommitale del sito valanghivo, al di sopra di un piccolo crinale: stante l'elevata acclività ed esposizione del punto previsto, durante i sopralluoghi non è stato possibile raggiungere l'ubicazione esatta del sostegno; le valutazioni che seguono si sono basate pertanto, oltre che sull'analisi documentale, sulle evidenze acquisite tramite il sorvolo con elicottero.

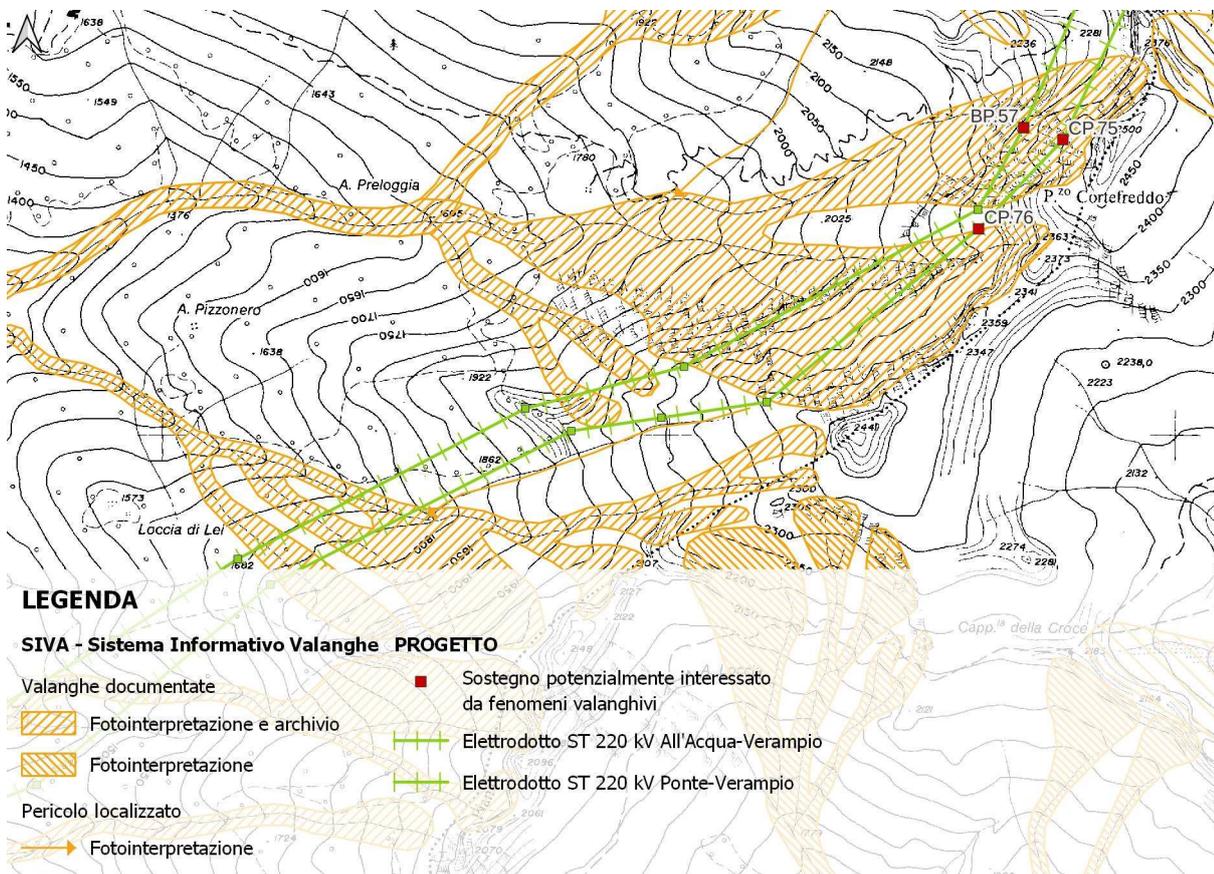
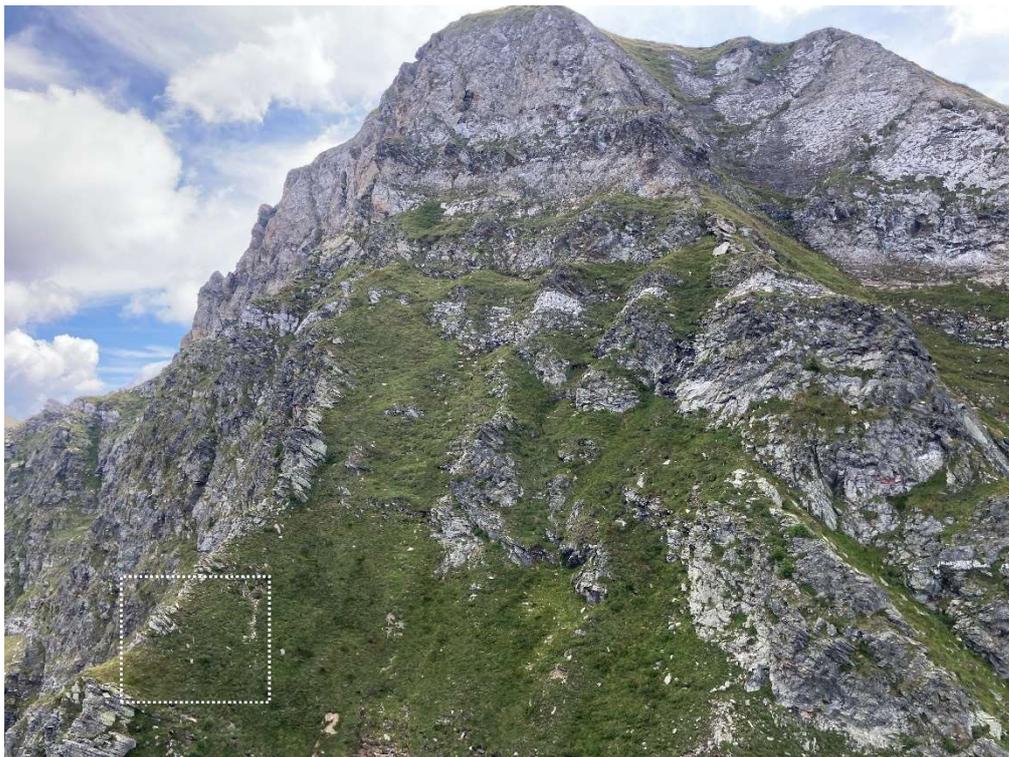


Figura 7.1 – Ubicazione dei sostegni interferenti con il sito valanghivo 09\_G\_VB.

Il sito valanghivo, in questo settore presenta un'elevata pendenza, anche superiore a 45°, dove si ha un'alternanza di affioramenti rocciosi e di settori canaliformi con depositi di copertura eluvio-colluviali e soprassuolo vegetale costituito da festuca varia. Le zone di distacco si sviluppano in questi settori per poi convogliarsi in un'unica zona di scorrimento, a 1620 m slm circa, all'interno dell'impluvio del Rio Antolina.

Lungo il versante E del P.zo Cortefreddo si individua una vasta zona di erosione che favorisce, sul sito valanghivo in esame, l'accumulo di depositi eolici associati a perturbazioni provenienti dai quadranti orientali, che data la conformazione dello spartiacque può portare alla formazione di cornici.

Il sostegno risulta ubicato a quota 2321 m slm, nei pressi di un evidente crinale roccioso, in sponda destra a una zona canaliforme avente morfologia regolare ed elevata pendenza, che costituisce una zona di distacco, o di scorrimento nel caso di fenomeni provenienti dai settori superiori. Data la situazione descritta, il posizionamento di dettaglio del sostegno assume particolare rilevanza, in quanto il grado di esposizione può cambiare notevolmente anche con piccoli spostamenti: il crinale roccioso assicura una protezione dai fenomeni valanghivi, che viene meno spostandosi verso est. Per poter definire l'approccio progettuale più opportuno, risulta quindi fondamentale disporre di una topografia di dettaglio dell'area in oggetto. Nel caso in cui sia necessario ubicare il sostegno, anche solo parzialmente, all'interno del canale, si ritiene che le soluzioni tecniche più indicate siano di tipo di passivo, consistenti nella realizzazione di un sostegno rinforzato, e/o nel posizionamento di un cuneo deviatore a monte, eventualmente integrato da opere attive frangivento sulla cresta sommitale. Il dimensionamento delle opere descritte dovrà basarsi su una simulazione numerica di dinamica delle valanghe.



*Foto 7.1 -Vista generale della porzione sommitale del sito valanghivo, col riquadro bianco si evidenzia la porzione dove è prevista l'ubicazione del sostegno "BP 57".*

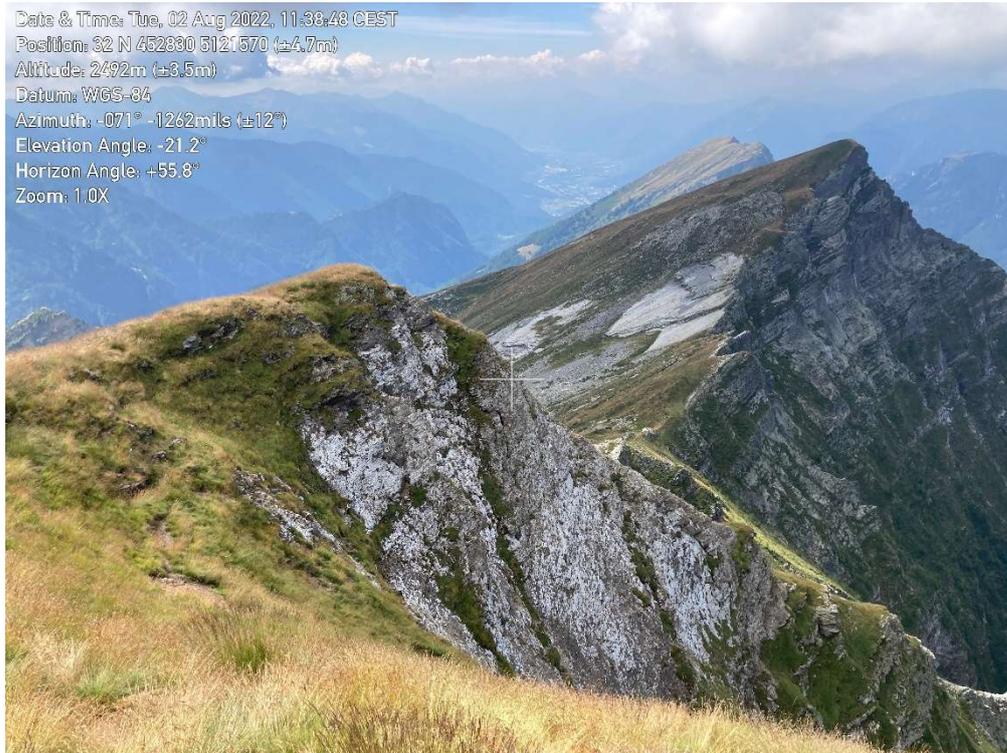


Foto 7.2 - Vista di una porzione di crinale del P.zo Cortefreddo, lungo il quale possono formarsi cornici sommitali.

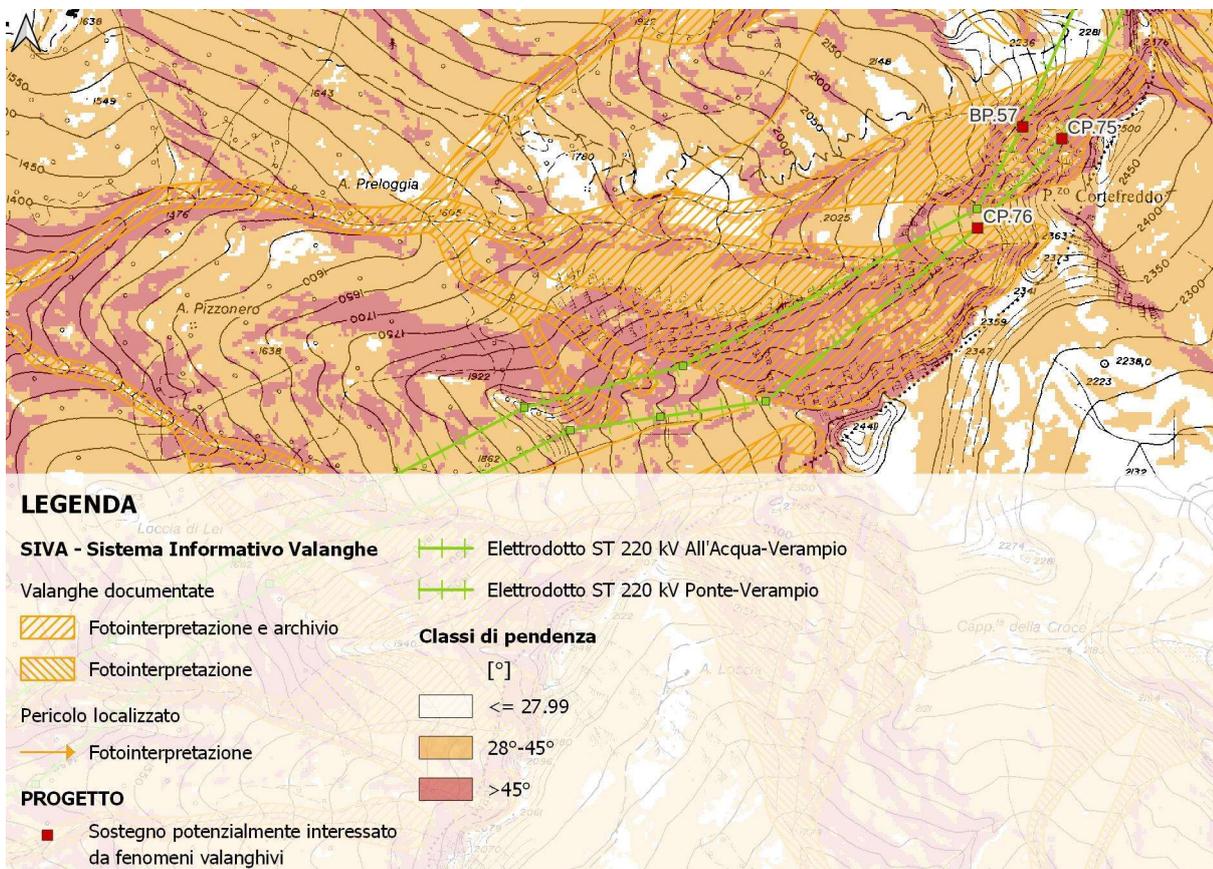


Figura 7.2 – Estratto della carta clivometrica per il settore sommitale del sito valanghivo 09\_G\_VB.

## 8. SOSTEGNO "CP 75" SITO VALANGHIVO 09\_G\_VB

Il sostegno risulta ubicato a quota 2938 m slm, sul versante Ovest del P.zo Cortefreddo. Risulta ricadente all'interno del "Sito Cortefreddo – località Rio Antolina, Crodo (VB)" descritto nel paragrafo precedente.

Il sostegno risulta posizionato al di sopra di un piccolo crinale situato tra le zone di distacco della valanga, a monte del quale si individuano delle balze rocciose (Foto 8.3) soggette a scaricamenti continui.

Sulle basi delle considerazioni esposte al paragrafo precedente, il sito risulta essere soggetto a sovraccarichi eolici, associati a perturbazioni provenienti da est. Il sostegno, sebbene ubicato su un piccolo crinale roccioso, presenta un'esposizione residua derivante dall'impatto di scaricamenti o collasso di cornici dai settori sommitali. Ai fini di protezione dell'opera in progetto si ritiene pertanto necessario proteggere l'elemento mediante la creazione di un sostegno rinforzato, o la predisposizione di un cuneo a monte, opportunamente dimensionato.

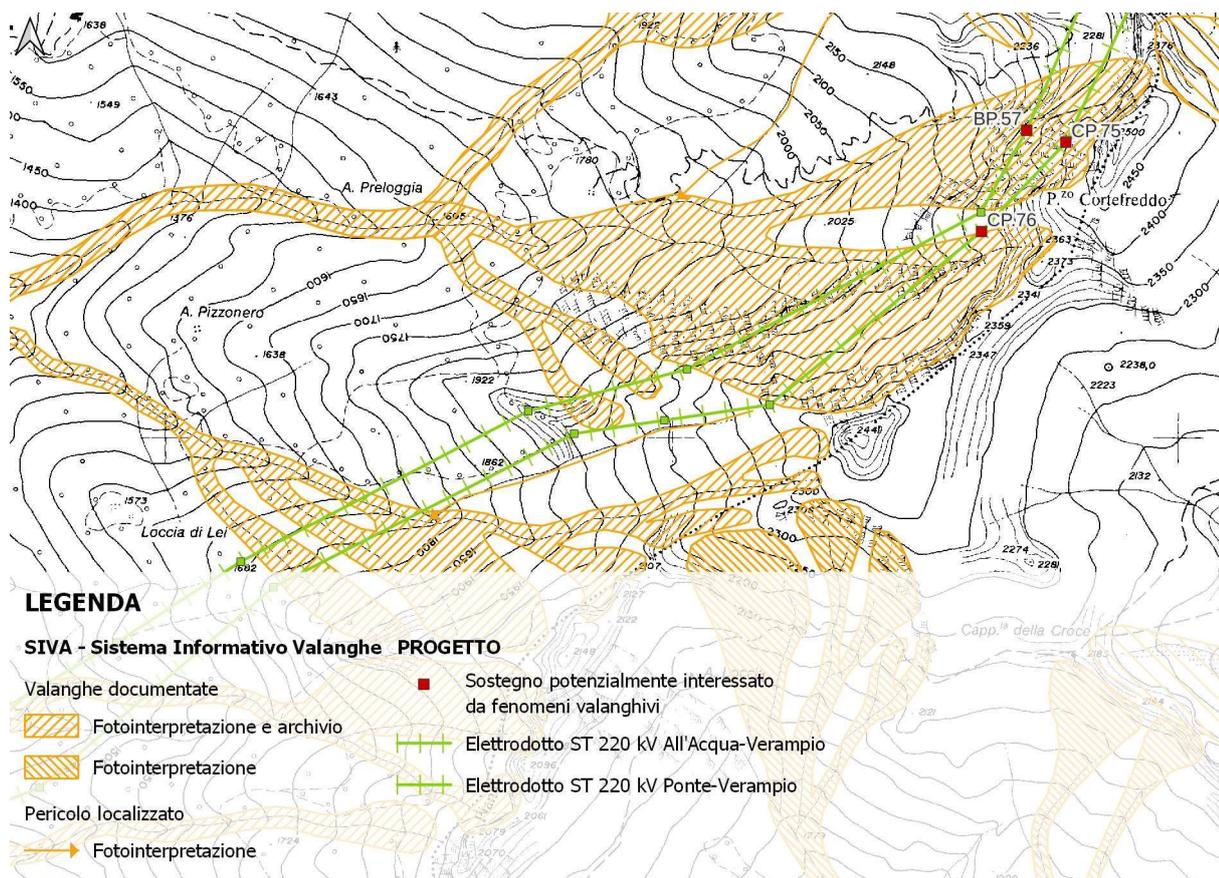
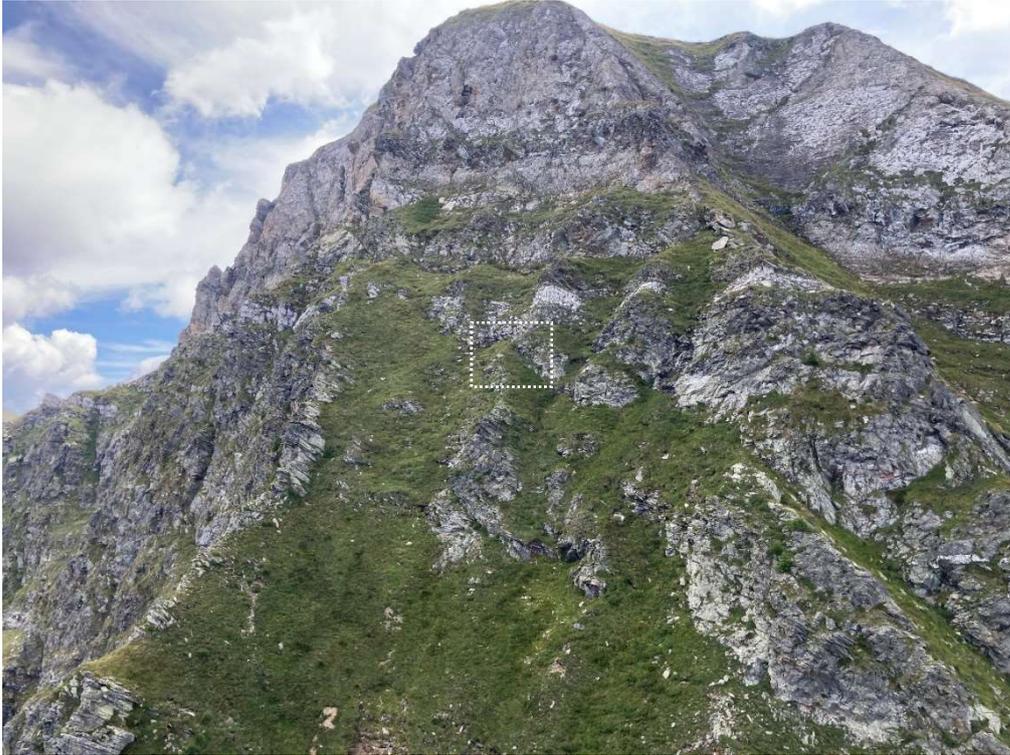


Figura 8.1 – Ubicazione dei sostegni interferenti con il sito valanghivo 09\_G\_VB.



*Foto 8.1 -Vista generale del sito valanghivo, col riquadro bianco si evidenzia la porzione dove è prevista l'ubicazione del sostegno "CP 75".*



*Foto 8.2 -Posizione del sostegno "CP 75".*



*Foto 8.3 -Vista del settore a monte del sostegno "CP 75".*

## 9. SOSTEGNO "CP 76" SITO VALANGHIVO 09\_G\_VB

Il sostegno "CP 76", ubicato a quota 2277 m slm lungo il versante ovest del P.zo Cortefreddo, risulta anch'esso interferire con il sito valanghivo "09\_G\_VB", seppure in un sottobacino distinto da quello interessante i sostegni descritti precedentemente.

In questa porzione di sito valanghivo il versante si presenta molto acclive, con pendenza media di 39° e morfologia regolare, impostato su roccia subaffiorante con copertura di depositi eluvio-colluviali colonizzato da vegetazione erbacea e radi esemplari di giovani larici a portamento arbustivo.

Il sostegno indagato risulta posto nella zona di distacco e scorrimento della valanga, dove il fenomeno può sviluppare elevate energie; stante le caratteristiche della zona di distacco, posta a monte del sostegno in progetto, si ritiene che le soluzioni tecniche possano prevedere delle opere di protezione attive o passive. La presenza di una naturale convessità da quota 2395 m slm permette di delimitare superiormente l'area d'intervento con opere fermeve, assicurando la protezione del sostegno in progetto e ottimizzando l'intervento. L'intervento di difesa passiva consisterebbe invece nella realizzazione di un cuneo deviatore, che dovrà essere dimensionato tenendo conto delle sollecitazioni indotte dalle valanghe di progetto.

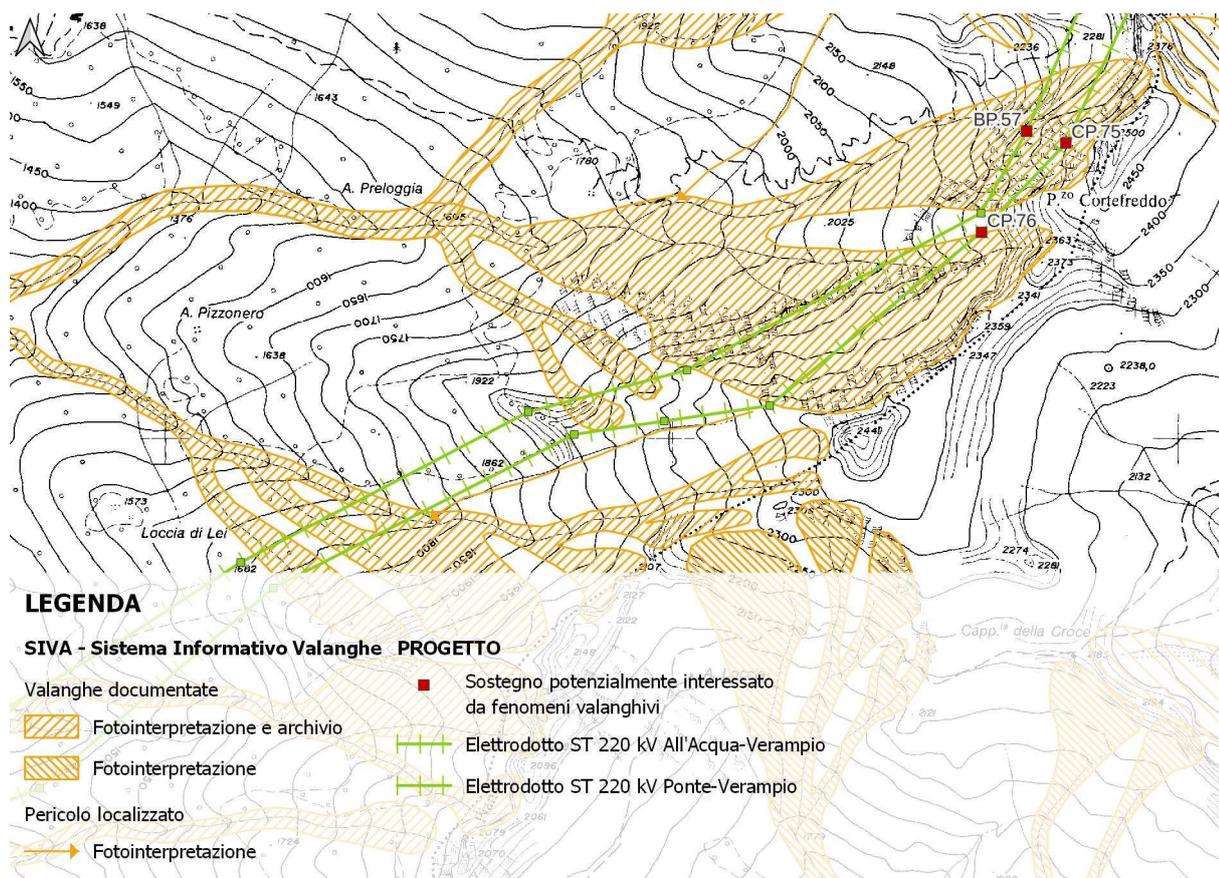


Figura 9.1 – Ubicazione dei sostegni interferenti con il sito valanghivo 09\_G\_VB.



*Foto 9.1 -Vista generale della porzione di sito valanghivo, col riquadro bianco si evidenzia la porzione dove è prevista l'ubicazione del sostegno "CP 76".*



*Foto 9.2 -Vista da monte della zona di distacco-scorrimento dove è previsto il sostegno.*

## 10. CONCLUSIONI

Sulla base dell'analisi documentale e dei rilievi eseguiti sono stati esaminati i siti valanghivi interferenti con le opere in progetto, valutando preliminarmente il grado di esposizione di ogni singolo elemento. Nei limiti di approfondimento caratteristici dell'attuale fase di studio, nella seguente tabella vengono riportate le proposte di intervento per la protezione dei manufatti.

*Tabella 10.1 – Tabella riassuntiva delle ipotesi di intervento per i sostegni interferenti con i siti valanghivi.*

ELETTRODOTTO	N°SOSTEGNO	SITO VALANGHIVO	IPOTESI DI INTERVENTO
Elettrodotto DT 220 kV All'Acqua-Ponte e All'Acqua-Verampio	ACP 13	19_A_VB	- sistema di distacco programmato - opere di difesa passiva
Elettrodotto ST 132 kV T.426 Morasco-Ponte	P.18N	16_A_VB e 41_A_VB	- opere di difesa passiva - sostegno rinforzato
Elettrodotto ST 220 kV All'Acqua-Verampio	CP 29	06_A_VB	- opere di difesa passiva
Elettrodotto ST 220 kV All'Acqua-Verampio	CP 30	06_A_VB	- opere di difesa passiva
Elettrodotto ST 220 kV Ponte-Verampio	BP 13	06_A_VB	Sostegno naturalmente protetto, nessun intervento
Elettrodotto ST 220 kV Ponte-Verampio	BP 57	09_G_VB	- opere di difesa attiva - opere di difesa passiva - sostegno rinforzato
Elettrodotto ST 220 kV All'Acqua-Verampio	CP 75	09_G_VB	- opere di difesa passiva - sostegno rinforzato
Elettrodotto ST 220 kV All'Acqua-Verampio	CP 76	09_G_VB	- opere di difesa attiva - opere di difesa passiva

## 11. APPENDICE – INTERVENTI TIPO

Di seguito vengono riportate le tipologie di intervento prese in considerazione per la protezione dei sostegni analizzati.

### 11.1. Opere di difesa attiva

Le opere di difesa attiva vengono posizionate nelle zone di distacco e agiscono stabilizzando il manto nevoso, impedendo il distacco e quindi l'innescò del fenomeno valanghivo. Per i siti esaminati, stante la morfologia dei luoghi, si sono considerate le opere di seguito riportate.

#### 11.1.1. Opere fermaneve tipo "monoancoraggio"

Ogni singola struttura è composta da due travi in profilato di acciaio zincato, collegate a formare una croce. Sulla croce così costituita è installato un pannello di rete con lati di altezza pari al  $D_k$  (altezza perpendicolare al suolo) e larghezza variabile a seconda del produttore della struttura, opportunamente distanziati tra loro.



Foto 11.1 – Opere fermaneve monoancoraggio installate.

La scelta di questa tipologia di struttura comporta dei vantaggi di tipo tecnico-economico, sostanzialmente derivanti dalle condizioni ambientali delle aree di intervento. Innanzitutto, per il

montaggio in quota è sufficiente realizzare un'unica fondazione di ancoraggio per poi trasportarlo a struttura già assemblata. Non è necessario mantenere un allineamento perfetto ma, in quanto autoportante, ogni elemento può essere dislocato sul terreno a seconda delle esigenze ambientali ed estetiche con una maggiore versatilità. Si adattano in questo senso senza problemi a conformazioni di terreno molto discontinue e/o ripide, consentendo in situazioni estreme una disposizione irregolare. In caso di danneggiamenti dovuti a massi o valanghe viene dunque compromessa la funzionalità del singolo ombrello e non quella della fila intera. Questo vantaggio è tanto più determinante quanto più, come in questo caso, la zona presenta fenomeni di dissesti e di caduta massi e tanto più è difficilmente raggiungibile per interventi manutentivi.

### 11.1.2. Opere fermaneve tipo "reti da neve"

Le reti da neve sono strutture che consentono, grazie alla creazione di una superficie di intercettazione e contenimento della neve, di ridurre il rischio di valanghe. I filari sono generalmente realizzati secondo tratte di lunghezza pluridecametriche, nel rispetto delle caratteristiche morfologiche del versante di ubicazione.



Foto 11.2 – Reti da neve installate.

Sommariamente sono strutture costituite da:

- Struttura di sostegno della struttura di intercettazione e/o contenimento costituita da montanti in tubolari d'acciaio intermedi e d'estremità di dimensioni adeguate all'altezza utile di

intercettazione delle barriere (Dk) e vincolate alla struttura di fondazione mediante piastra di base;

- Struttura di contenimento e/o intercettazione, costituita da reti triangolari di idonee dimensioni in fune di acciaio zincato disposte diagonalmente e con nodi borchiati; i pannelli sono accoppiati ad una rete a maglia esagonale a doppia torsione, per impedire il passaggio della neve incoerente;
- Struttura di collegamento, costituita da funi di valle e laterali in acciaio di idonee caratteristiche dimensionali per trasmettere le sollecitazioni alle strutture di fondazione;
- Struttura di fondazione, costituita da ancoraggi di monte, laterali e di valle, del tipo passivo, flessibile e d'acciaio; micropalo in acciaio disposto sotto ciascun montante, di idonee caratteristiche dimensionali, per il trasferimento al terreno di fondazione degli sforzi indotti dalle masse nevose intercettate.

### 11.1.3. Opere frangivento

Tali opere hanno lo scopo di accelerare le raffiche di vento concentrando il flusso d'aria negli spazi vuoti tra le strutture con l'effetto di ridurre l'accumulo in prossimità delle opere stesse e appena a valle.



Foto 11.3 – Virevent in legno.

## 11.2. Sistemi di distacco programmato

### 11.2.1. Esploditori tipo Gaz.ex

Gli esploditori di tipo “Gaz.ex” costituiscono un sistema di distacco valanghe a distanza, di tipo fisso, che comporta la necessità di realizzare, in un sito limitrofo all’area di distacco, un serbatoio per lo stoccaggio di propano e ossigeno.



Foto 11.4 – Esploditore tipo Gaz-ex da 3 m<sup>3</sup> in condizioni estive.

Vi sono diverse tipologie di esploditori, in ragione della tipologia di fondazione e delle caratteristiche morfologiche del luogo d’installazione.

Lo schema di impianto è il seguente:

- **Deposito:** struttura a pianta circolare, la cui superficie di terreno necessaria per l’imposta è di circa 8 m<sup>2</sup>. Dotato di porta di accesso ed armadio per le apparecchiature elettriche, elettroniche e radio e sostegno per pannelli solari, sensori nivometeorologici e antenne radio. È da ubicarsi in posizione esterna all’area di distacco-scorrimento delle valanghe;
- **Canalizzazioni:** collegano il deposito agli esploditori, di diametro variabile fra 32 e 50 mm, poste in generale a una modesta profondità 30-40 cm circa;
- **Esploditore:** formato da una struttura tubolare in acciaio di lunghezza approssimativa di 4,5-5,0 m e diametro 800 mm circa, con estremità rivolta verso il terreno ad una distanza sempre superiore a 2,0 m da questo. Gli ancoraggi al suolo dell’esploditore sono realizzati con barre la cui lunghezza dovrà essere valutata in funzione di diversi parametri geotecnici.

La detonazione è azionata con comando a distanza, non è quindi necessaria la presenza di personale nell'area dell'esplosore.

### 11.3. Opere di difesa passive

Si tratta di opere posizionate in zona di scorrimento della valanga, la cui funzione è quella di intercettare e imporre delle deviazioni di traiettoria al flusso con lo scopo di proteggere strutture ben definite.

#### 11.3.1. Cuneo deviatore

I cunei deviatori “leggeri” (esempio illustrato in Foto 11.5) solitamente non hanno altezze elevate, per limitare le pressioni attese; in presenza di altezza maggiori si tende ad optare per opere massicce, come rilevati deviatori in scogliera, muratura o in terra rinforzata (si veda paragrafo 11.3.2).



Foto 11.5 – Cuneo deviatore in carpenteria metallica e traverse di legname installato a protezione dei sostegni di un impianto di risalita.

### 11.3.2. Rilevato deviatore

La tipologia economicamente più vantaggiosa prevede la realizzazione dell'opera di sostegno del materiale di riempimento – che rappresenta il lato esposto all'azione valanghiva – in massi ciclopici disposti a secco. Il lato esterno, ove la morfologia lo renda possibile, è profilato a scarpata naturale così da potere essere inerbito o colonizzato dalla vegetazione autoctona.



*Foto 11.6 – Rilevato deviatore in scogliera in fase di realizzazione.*

Ove sia necessario mantenere un'impronta a terra ridotta si prevede un'opera di sostegno anche sul paramento esterno. Per rilevati di altezze significative, o con funzione anche di opera paramassi, si prevede la tipologia in terra rinforzata.