

REGIONE PIEMONTE



PROVINCIA DI VERCELLI



COMUNITA' MONTANA
VALSESIA



CAMERA DI COMMERCIO
INDUSTRIA E ARTIGIANATO
E AGRICOLTURA



COMUNE DI ALAGNA
VALSESIA



COMUNE DI SCOPELLO



MONTEROSA 2000 S.p.A.

COMPLETAMENTO DEL SISTEMA SCIISTICO DELLA VALSESIA

AGGIORNAMENTO DELL'ACCORDO DI PROGRAMMA
SIGLATO IL 14 NOVEMBRE 2006

TITOLO ELABORATO

Adeguamento e potenziamento del sistema di impianti a fune "Cimalegna-Passo dei Salati"
Seggiovia quadriposto ad ammorsamento automatico "Cimalegna"
Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

ELABORATO n°	SCALA	DATA	REDATTO	B. Loi
D.2_3.h		APRILE 2017	CONTROLLATO	
			APPROVATO	C.Francione
NOME FILE	D.2_3.h Relazione geologica geotecnica			
REVISIONE N°	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE E RIFERIMENTI DOCUMENTI SOSTITUTIVI		

PROGETTISTA



DOPPELMAYR ITALIA srl
Zona Industriale 14
I-39011 Lana (BZ)

Dott. ing. Siegfried LADURNER

IN COLLABORAZIONE CON:

Dott. for. Lorenzo POZZO
Fraz. Ferrero 4 - Trivero (BI)



TRIVERO (13835) BI - Centro Zegna - via G. Marconi 32/a, tel. e fax 015/75024
www.territorium.it studio@territorium.it

Dott. geol. Barbara LOI
Piazza Mazzini 23 - Borriana (BI)

Seggiovia quadriposto ad ammorsamento automatico "Cimalegna"

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

Indice.....	1
1.1 Ubicazione e oggetto dell'indagine	3
1.1.1 Oggetto dell'incarico.....	4
1.1.2 Scopo dell'indagine.....	4
1.1.3 Riferimenti normativi.....	4
1.2 Pericolosità geomorfologica e idoneità all'uso urbanistico.....	5
1.3 Caratteristiche sismiche locali.....	6
2 Relazione geologica.....	7
2.1 Inquadramento geologico.....	7
2.1.1 Complessi geologici.....	7
2.1.2 Litologia.....	10
2.1.3 Rocce amiantifere.....	10
2.2 Geomorfologia.....	11
2.2.1 Agenti morfogenetici.....	11
2.2.2 Morfologia.....	11
2.2.3 Stabilità dei versanti.....	14
2.2.4 Caratterizzazione geomorfologica delle aree interessate dagli interventi.....	17
2.3 Acque sotterranee.....	19
2.4 Circolazione idrica superficiale.....	19
2.4.1 Analisi idrologica.....	20
2.4.2 Verifiche idrauliche.....	21

3 Relazione geotecnica.....	25
3.1 Caratterizzazione litotecnica.....	25
3.1.1 Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso.....	25
3.1.2 Coperture detritiche.....	32
3.1.3 Permafrost.....	34
3.2 Caratterizzazione sismica.....	36
3.3 Calcolo portanza e cedimenti delle maggiori opere fondazionali.....	37
3.3.1 Stele stazione di valle	37
3.3.2 Stele stazione di monte	40
3.3.3 Pali di sostegno.....	44
3.4 Verifiche di stabilità.....	44
3.4.1 Stazione di partenza.....	45
3.4.2 Stazione di arrivo.....	48
3.4.3 Sostegno 15.....	50
3.4.4 Sostegno 16.....	53
3.4.5 Pista di accesso sez 1.....	57
3.4.6 Pista di accesso sez 5.....	59
3.4.7 Pista di accesso sez 6.....	62
3.4.8 Pista di accesso sez 8.....	65
4 Conclusioni.....	68
4.1 Risultati dell'indagine.....	68
4.2 Considerazioni applicative.....	68

Allegati:

Indagini geofisiche

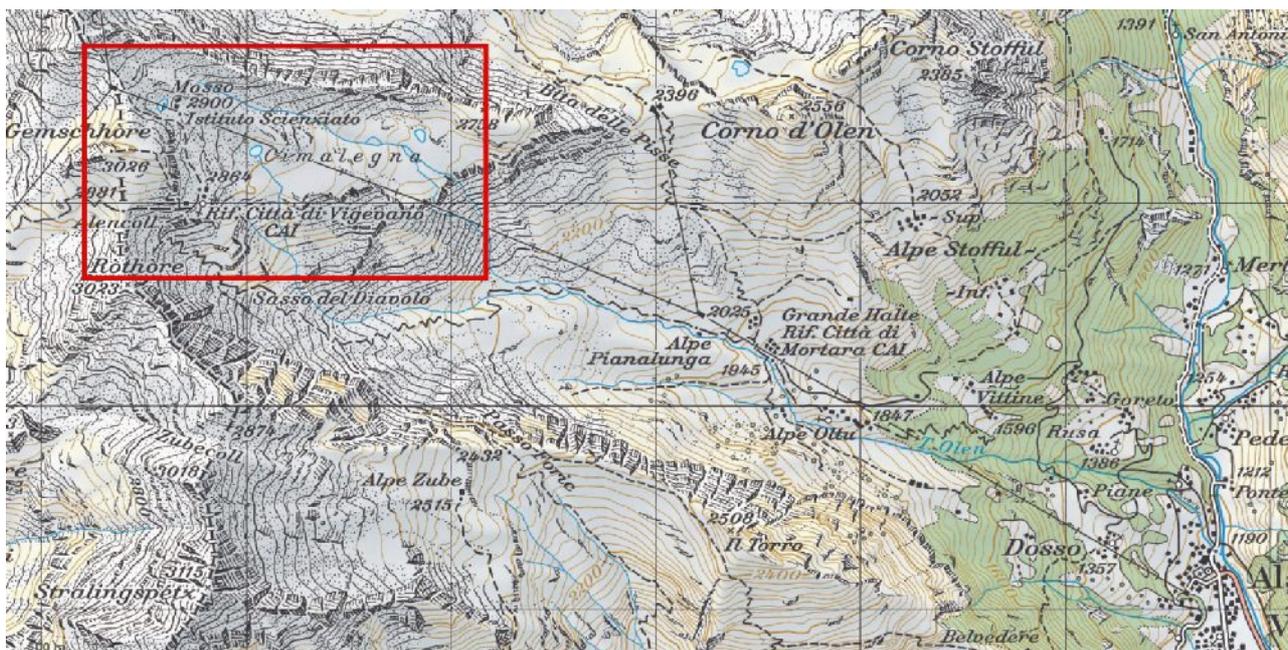
Carta geomorfologica

1.1 Ubicazione e oggetto dell'indagine

Comune: **Alagna Valsesia**

Provincia: **Vercelli**

Località: **Cimalegna-Passo dei Salati**



Committente:

- **Doppelmayr Italia srl (Lana BZ)**

1.1.1 Oggetto dell'incarico

Nel comprensorio sciistico di Alagna Valsesia la ditta Monterosa 2000 SpA intende costruire un nuovo impianto di risalita. Si tratta di una seggiovia quadriposto ad ammortamento temporaneo dei veicoli che si sviluppa tra località Cimalegna e il Passo dei Salati, tra quota 2560 m e 3030 m. La seggiovia collega la stazione intermedia dell'impianto Funifor "Alpe Pianalunga – Cimalegna – Passo dei Salati" con il pianoro soprastante il Passo dei Salati, correndo parallelamente al tratto finale della funivia.

Il progetto prevede anche la realizzazione di una pista da sci di collegamento con la stazione di arrivo e le piste esistenti al Passo dei Salati.

1.1.2 Scopo dell'indagine

- Caratterizzazione e modellazione geologica e geotecnica del sito.
- Verifica della compatibilità degli interventi in progetto con le caratteristiche geomorfologiche e geotecniche dell'area in esame.

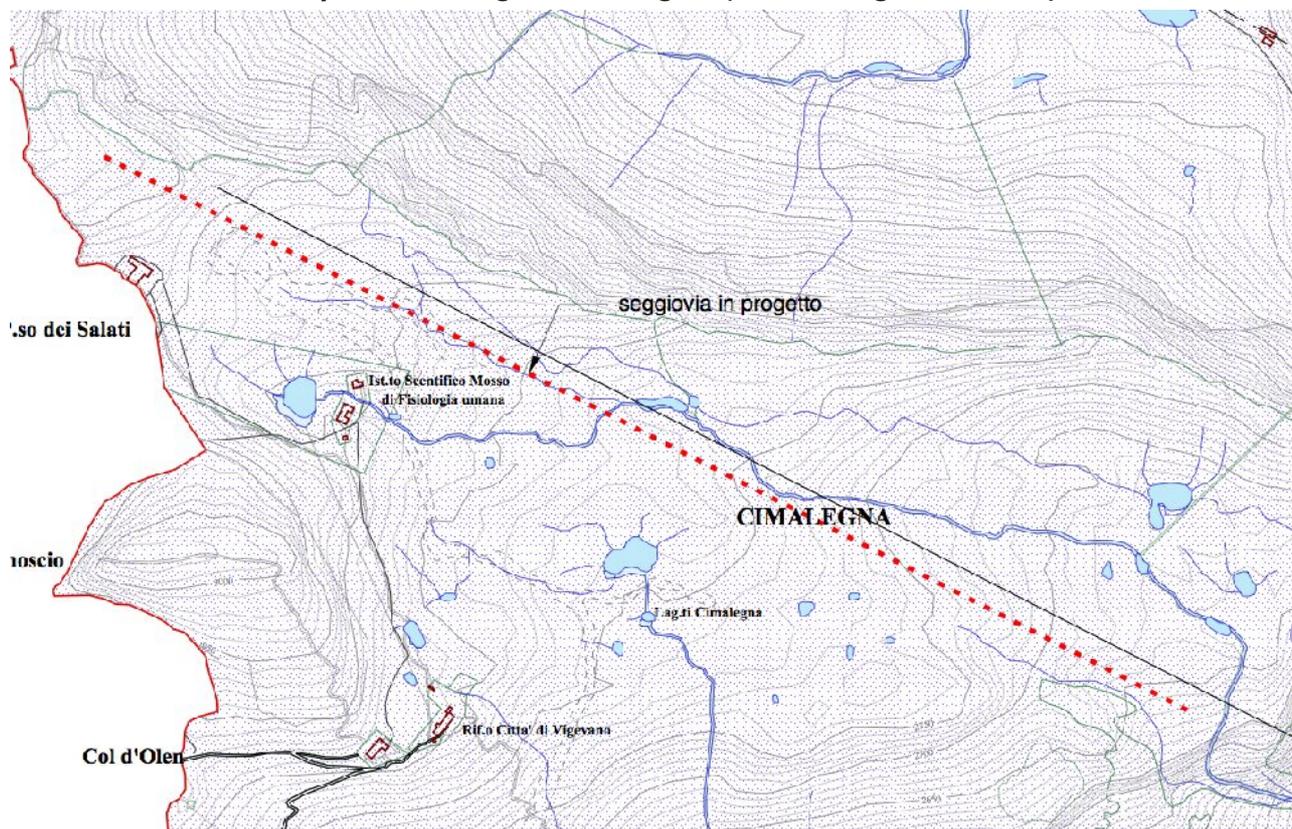
1.1.3 Riferimenti normativi

- *R.D. 30.12.1923 n° 3267 e L.R. 9.8.1989 n° 45 "Terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici".*
- *Decreto 14.1.2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni".*
- *Circolare C.S.LL.PP. n.617 del 02.02.2009 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche, di cui al D.M. 14.01.2008"*
- *Regio Decreto 25 luglio 1904, n. 523 "disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche".*

1.2 Pericolosità geomorfologica e idoneità all'utilizzo urbanistico

In riferimento alla normativa geologica allegata al PRGC di Alagna Valsesia (redatta conformemente alle prescrizioni della "Circolare regionale n.7/LAP del 6 maggio 1996"), l'area interessata dagli interventi in progetto ricade interamente in **classe 3 indifferenziata**.

Estratto carta della pericolosità geomorfologica (PRGC Alagna Valsesia)



3 indifferenziata



Porzioni di territorio caratterizzate da ridotta o assente urbanizzazione (isola amministrativa) e da condizioni morfologiche tali da determinare un'elevata propensione al dissesto, in relazione all'attività dei versanti o dei corsi d'acqua. All'interno di tali aree le indagini geologiche di dettaglio, necessarie ad identificare eventuali situazioni locali meno pericolose, potenzialmente attribuibili a classi meno condizionanti (classe 2 o classe 3b) possono essere rinviate a future varianti di piano.

Interventi ammessi

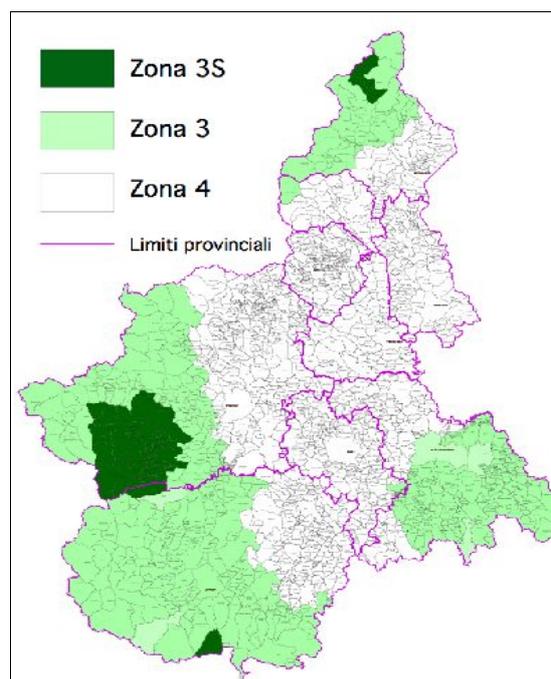
All'interno della **Classe 3 indifferenziata** tra gli interventi ammessi sono compresi: piste da sci, impianti di risalita, edifici per le stazioni degli impianti di risalita.

Prescrizioni

La realizzazione degli interventi consentiti è subordinata all'esecuzione di indagini, contenute all'interno di apposita relazione geologica, finalizzate alla verifica puntuale e di un intorno significativo, dell'effettivo grado di pericolosità e di rischio dell'area, con indicazione delle eventuali opere a protezione degli edifici.

1.3 Caratteristiche sismiche locali

La classificazione sismica del territorio italiano, adottata con Ordinanza del Dipartimento della Protezione Civile n. 3274 del 20/03/2003, aggiornata con la nuova classificazione sismica del territorio piemontese, come da Deliberazione della Giunta Regione Piemonte del 9 gennaio 2010, n. 11-13058 “Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche (O.P.C.M. n. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006), prevede che il **Comune di Alagna Valsesia** sia classificato in **Zona 3**.



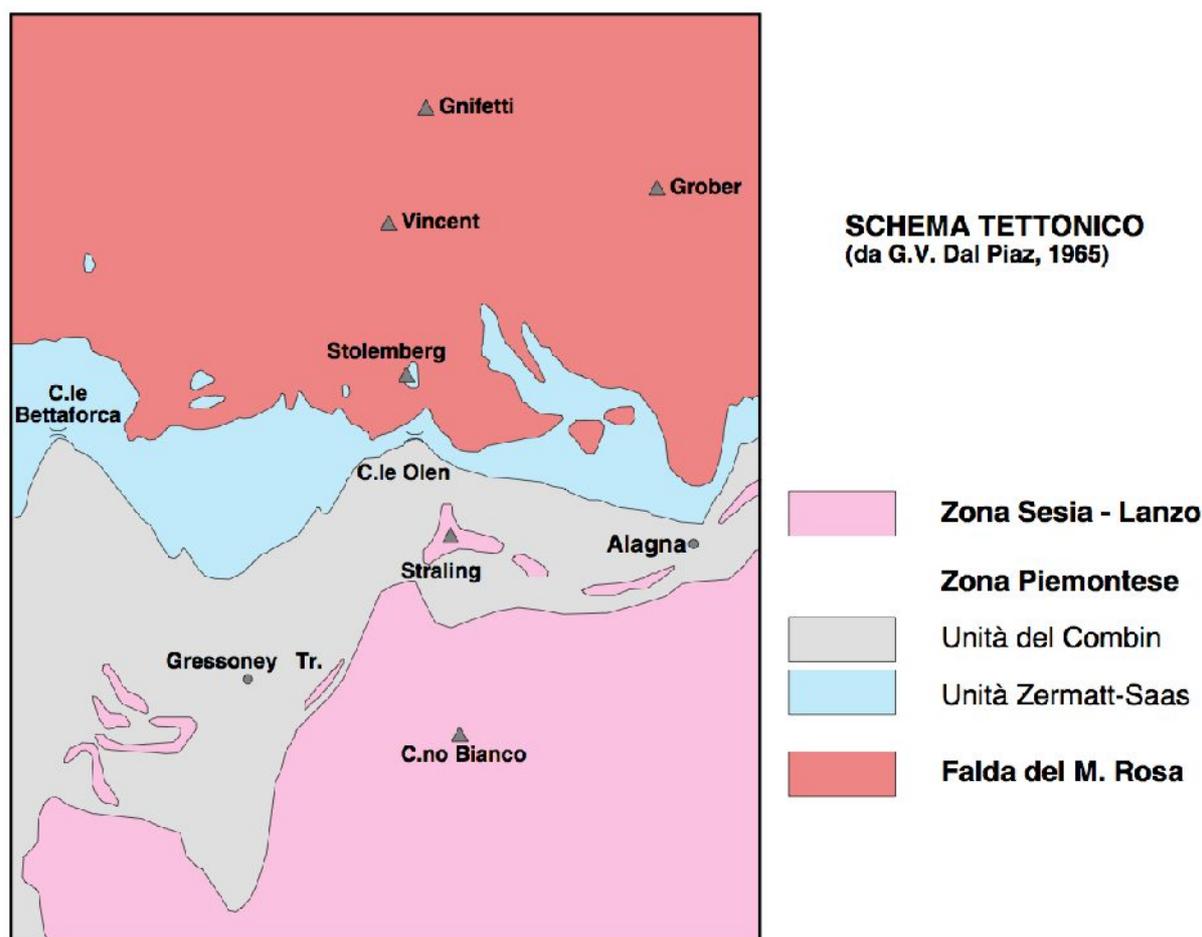
2 Relazione geologica

2.1 Inquadramento geologico

2.1.1 Complessi geologici

L'assetto strutturale dell'alta Valsesia risulta estremamente complicato dalla presenza di tre principali sistemi tettonici sovrapposti e da deformazioni plicative che ripiegano l'insieme delle falde.

Lungo la sezione Stolemberg - Punta Straling, di soli tre chilometri, è possibile osservare le rocce appartenenti al margine continentale europeo, rappresentate dalla **Falda del Monte Rosa**, quelle provenienti dal margine paleoafricano, costituite dalla **Zona Sesia-Lanzo**, cui si interpone la **Falda ofiolitica piemontese**, formata da rocce appartenenti all'antico fondale oceanico della Tetide .



Le unità tettoniche si susseguono da Nord verso Sud e in successione strutturale dal basso verso l'alto nell'ordine seguente:

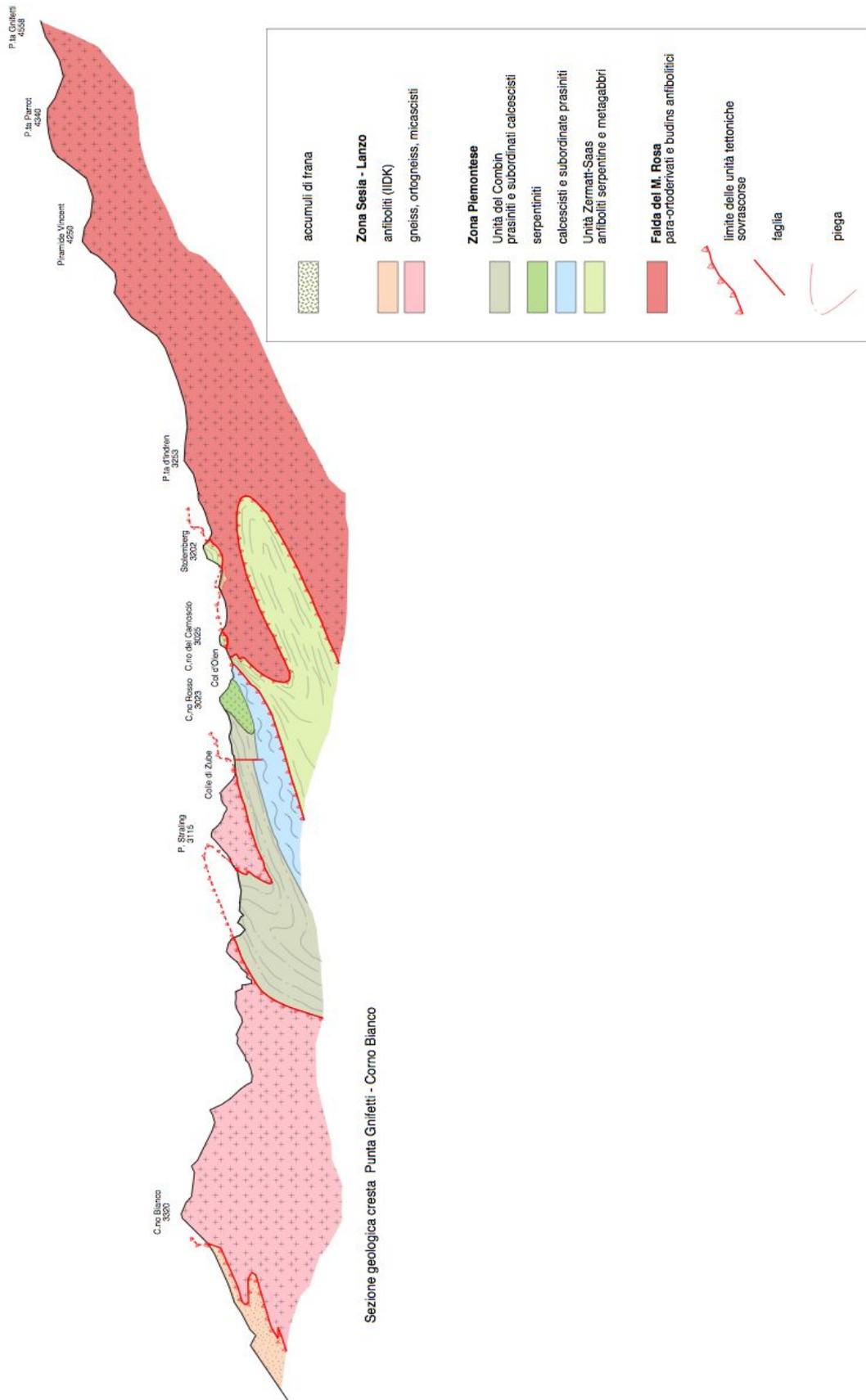
Falda pennidica del Monte Rosa

Falda piemontese dei Calcescisti con Pietre verdi a sua volta suddivisa in:

- Unita di Zermatt-Saas
- Unita del Combin –

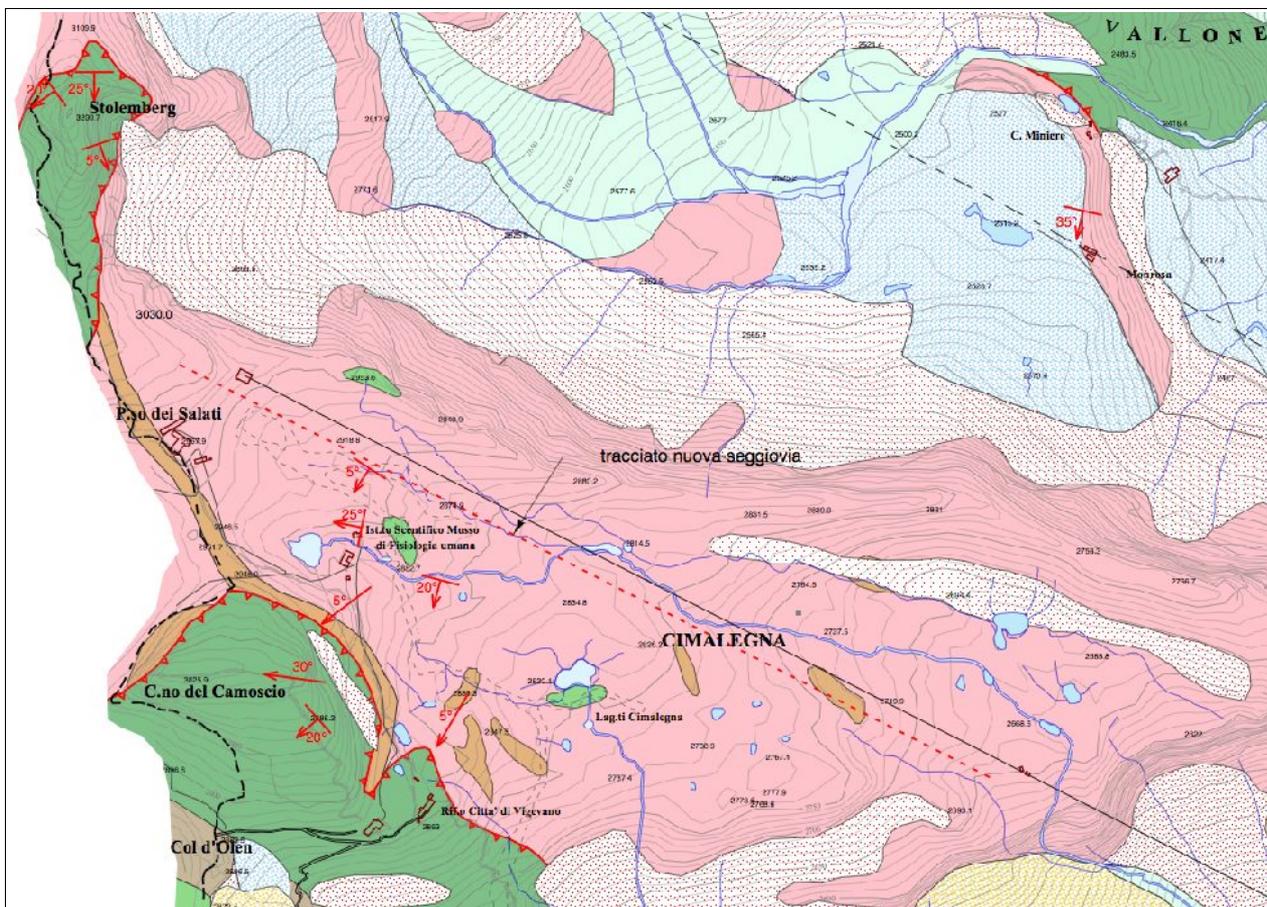
Falda austroalpina Sesia-Lanzo (Unità inferiore degli Gneiss minuti).

Sezione geologica



Sezione geologica cresta Punta Griletti - Corno Bianco

Carta geologica



Depositi quaternari di copertura

-  detrito di versante, falde e coni detritici
-  accumuli di frana
- Depositi alluvionali**
-  depositi recenti e attuali di fondovalle, conoidi recenti
- Depositi glaciali (morene)**
- 

-  faglia
-  limiti delle unità tettoniche sovrascorse
-  immersione strati
-  asse di piega

Zona Piemontese

Unità del Combin

-  calcescisti in genere carbonatici, con locali intercalazioni di facies filladiche e quarziti impure
-  serpentiniti
- Unità Zermatt - Saas
-  metabasiti indifferenziate, prevalenti anfiboliti albitiche e subordinate eclogiti glaucofaniche

Falda del Monte Rosa

-  parascisti - gneiss albitici, gneiss listati, micascisti granatiferi, micascisti a due miche, locali intercalazioni di lenti di eclogiti glaucofaniche, piroxeniti, anfiboliti
-  gneiss albitici chiari, originari filoni apitici

2.1.2 Litologia

L'area in esame ricade all'interno del complesso strutturale della **Falda del Monte Rosa**

Le rocce metamorfiche costituenti la Falda del Monte Rosa comprendono svariati tipi litologici, in prevalenza micascisti e gneiss, sia paraderivati che ortoderivati.

Nell'area in esame la litologia è costituita essenzialmente da **micascisti** a grana grossolana, caratterizzati dall'abbondanza di mica bianca e di granato rossastro e da micascisti a grana relativamente più minuta, con quantità minori di mica e granato di dimensioni inferiori.

Non sono rare le intercalazioni di varietà sialica costituenti estese bancate di **gneiss** quarzoso-feldspatici. Tali intercalazioni leucocratiche sono frequenti nel pianoro di Cimalegna: la bancata più tipica e forse più estesa si sviluppa dal Rifugio Vigevano al Passo dei Salati e sul versante di Gressoney.

A monte della zona ove è prevista la stazione di arrivo della seggiovia in progetto, in corrispondenza della cresta spartiacque con la valle di Gressoney, si rileva il contatto con le **metabasiti** del complesso geologico della **Zona Piemontese** (Unità Zermatt-Saas), che formano il rilievo montuoso dello Stolemberg.

Terreni di copertura

Tutta l'area compresa tra Cimalegna e il Passo dei Salati si caratterizza per le ampie superfici dove prevale la roccia affiorante. I terreni di copertura sono limitati a locali **accumuli di detrito di versante**, che deriva dal disfacimento fisico delle rocce metamorfiche scistose. Tali accumuli si rilevano al piede di alcune brevi pareti rocciose e in corrispondenza di avvallamenti ed hanno uno spessore che generalmente non supera il metro e localmente può raggiungere i 3 m.

Si rileva inoltre la presenza di **depositi di materiali detritici**, in prevalenza breccie rocciose con ghiaie e sabbie, legati al trasporto e deposito delle acque di ruscellamento dei principali corsi d'acqua che interessano l'area in esame, costituiti da rii a carattere stagionale. Anche questi depositi hanno uno spessore ridotto che localmente può raggiungere i 2 m ma che normalmente è inferiore al metro.

2.1.3 Rocce amiantifere

Amianto o *asbesto* è un termine generico che indica un insieme di minerali fibrosi (silicati) appartenenti a due classi mineralogiche distinte, quella dei serpentini e quella degli anfiboli, che presentano alcune differenze nella composizione chimica e nella forma cristallina. La legge italiana (Legge 257/1992) che ha bandito "l'estrazione, l'importazione, la commercializzazione e la produzione di amianto, di prodotti di amianto o di prodotti contenenti amianto" definisce amianti sei minerali utilizzati industrialmente: crisotilo, crocidolite, amosite, tremolite, attinolite e antofillite.

Come descritto nel paragrafo precedente, nell'altopiano di Cimalegna e in particolare nell'area interessata dalla nuova seggiovia, dalla pista di accesso alla stazione di monte e più in generale dalle piste da sci, affiorano esclusivamente micascisti con mica bianca e granato e gneiss quarzoso-feldspatici. In tali litotipi è da escludere la presenza di amianto.

Anche nei terreni detritici di copertura, derivanti dal disfacimento fisico delle rocce presenti in sito (gneiss e micascisti), è assente l'amianto.

2.2 Geomorfologia

2.2.1 Agenti morfogenetici

Tutta l'area di Cimalegna e Passo dei Salati è caratterizzata dalla morfologia glaciale, che si è manifestata principalmente con fenomeni di erosione, in particolare abrasione e montonatura sono prevalsi sui fenomeni di deposito. Pertanto i versanti sono spesso caratterizzati da vasti affioramenti rocciosi estremamente levigati, che si estendono ininterrottamente formando vaste zone completamente denudate, prive o quasi di coperture detritiche. Nell'area in esame sono presenti ovunque sulle rocce affioranti i segni dell'abrasione: superfici levigate e arrotondate (liscioni glaciali), strie, scanalature e solchi glaciali. Altre forme tipiche dell'erosione glaciale riscontrabili in più punti sono le rocce montonate.

Come descritto in precedenza, le coperture detritiche sono di modesta entità su gran parte dell'area, in particolare i maggiori spessori di detrito di versante si rilevano nel tratto più elevato della seggiovia, in prossimità del passo dei Salati. Le indagini geofisiche (sismica a rifrazione) svolte nella zona interessata dalla stazione di arrivo, indicano la presenza terreni detritici o di roccia molto fratturata per uno spessore massimo di circa 3 m.

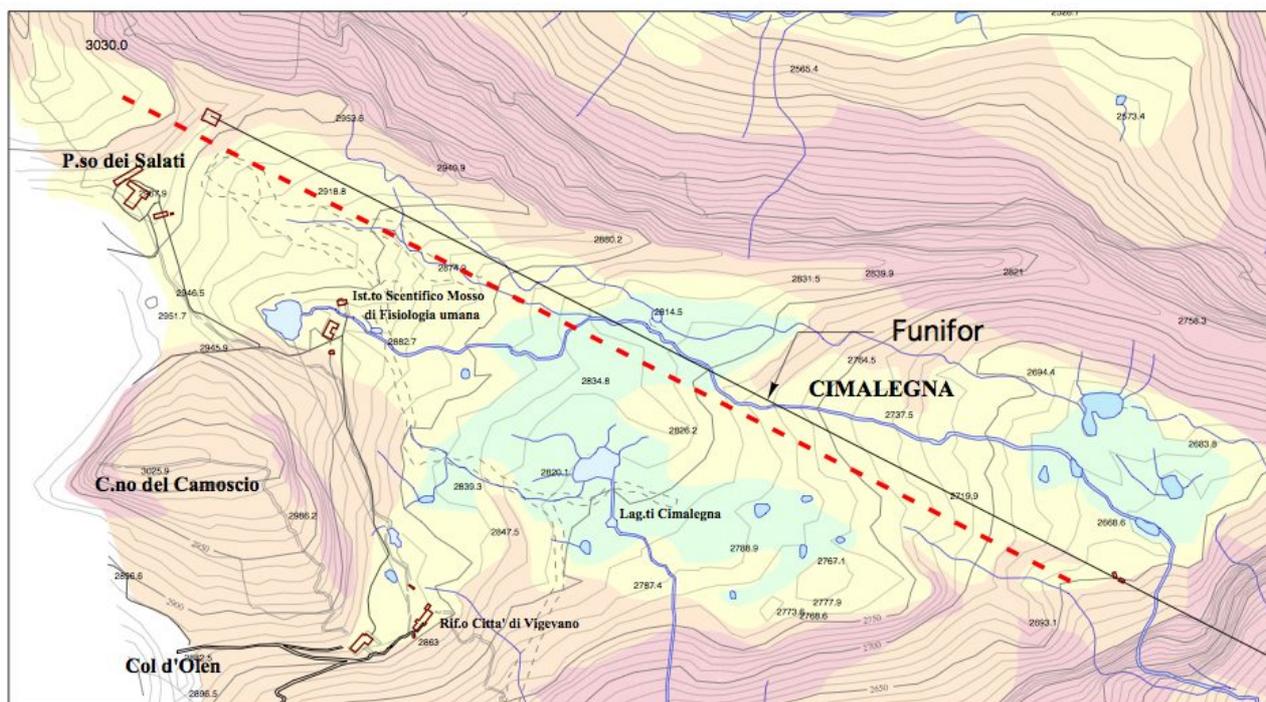
Si evidenzia che, vista la fascia di alta quota interessata dalla seggiovia, ci troviamo in ambiente periglaciale, in cui prevale l'azione del gelo, cioè in un'area di possibile *permafrost*. Si definisce come permafrost il detrito e/o la roccia con temperatura inferiore a 0°C per almeno due anni consecutivi, indipendentemente dalla presenza di ghiaccio. La sua presenza è di difficile individuazione, anche perché in superficie non dà luogo a particolari forme morfologiche e durante la stagione estiva la sua porzione più superficiale (detta "strato attivo") è sottoposta a temperature superiori a 0°C con conseguente scongelamento dell'eventuale ghiaccio presente.

Sempre legate all'ambiente periglaciale sono alcune forme di **crioturbazione**, ovvero di mescolanza di materiali detritici a causa del processo ripetuto di gelo e disgelo, presenti a monte della stazione di monte della seggiovia, evidenziati e descritti nella relazione ambientale.

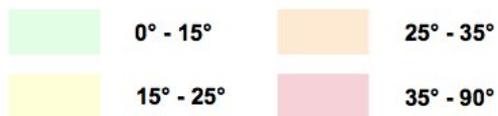
2.2.2 Morfologia

Tutta l'area si caratterizza per la morfologia moderatamente acclive, con inclinazioni normalmente inferiori ai 20°÷25° e vaste superfici con inclinazione inferiore ai 15°; solo in corrispondenza del pendio che precede la stazione di arrivo della seggiovia si raggiungono inclinazioni di 30°.

Carta dell'acclività



Classi di acclività (in gradi)



Zona stazione di arrivo



Tratto prossimo al Passo dei Salati



Tratto centrale



Zona stazione di partenza**2.2.3 Stabilità dei versanti**

La prevalenza di roccia affiorante e la morfologia moderatamente acclive determinano nel complesso il buon grado di stabilità di tutta l'area percorsa della seggiovia in progetto e della strada di accesso dal Colle dei Salati alla stazione di monte.

I versanti più acclivi caratterizzano esclusivamente la parte superiore della seggiovia, presso il passo dei Salati, dove comunque non si rilevano fenomeni di dissesto.

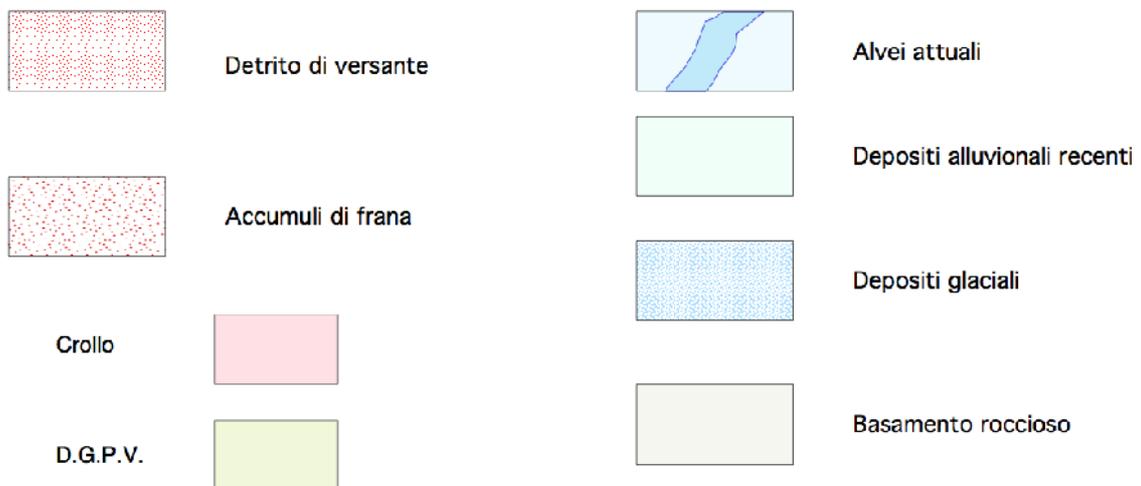
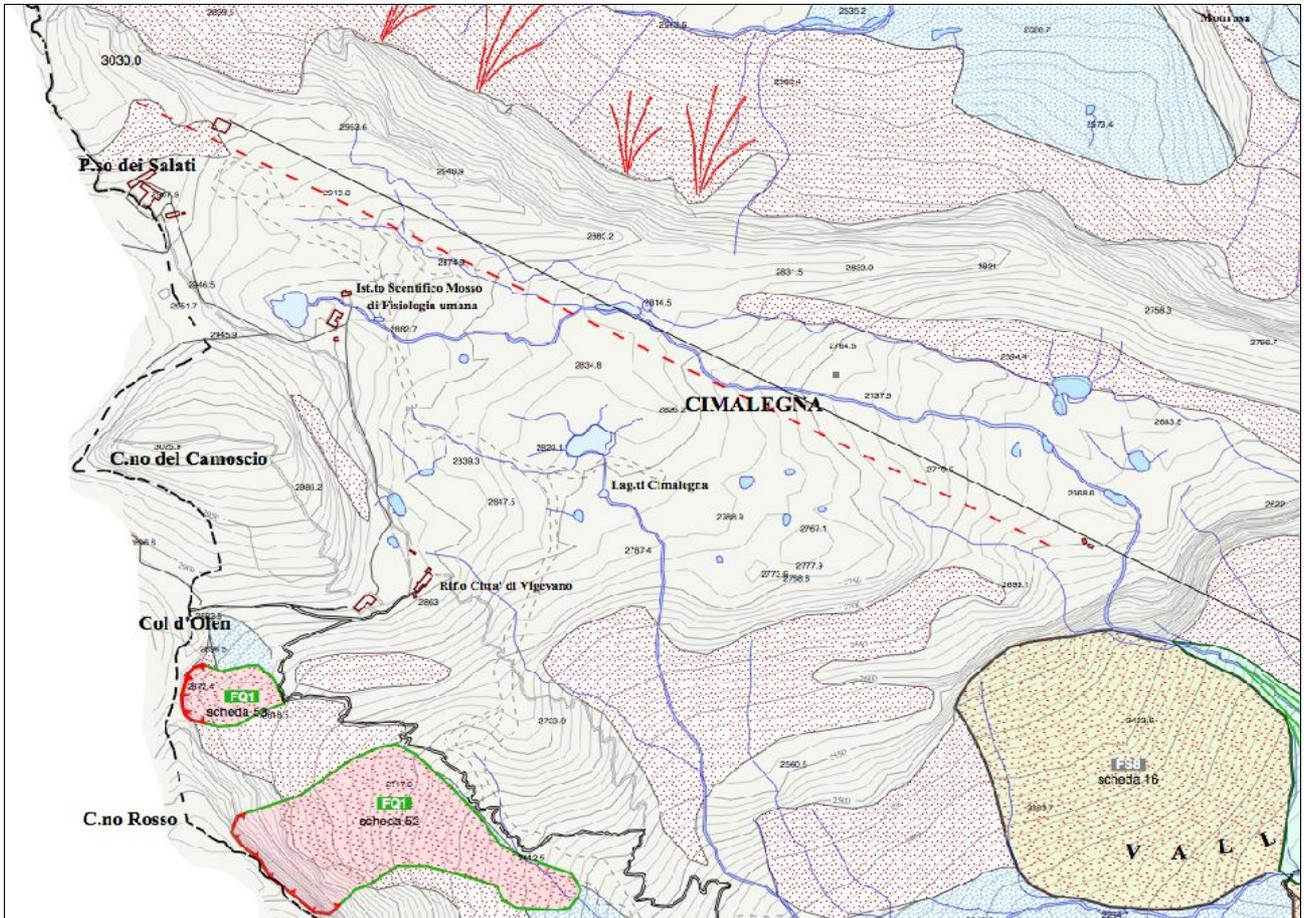
Movimenti franosi, anche di grosse dimensioni, sono invece presenti in corrispondenza dei ripidi versanti che si estendono più a valle, in particolare verso il vallone dell'Olen, come evidenziato nella figura seguente, che riporta un estratto della Carta geomorfologica e dei dissesti allegata al PRGC di Alagna. Tali franamenti non interessano in alcun caso le opere in progetto e le zone circostanti.

Gli interventi in progetto hanno un'incidenza relativamente bassa sull'assetto geomorfologico dell'area. Le opere maggiori sono quelle relative ai movimenti terra per le stazioni di arrivo e partenza e quelle per la realizzazione della strada di accesso dal Colle dei Salati alla stazione di monte. Meno rilevanti sono le opere di scavo e riporto relative al posizionamento dei sostegni e all'interramento dei cavidotti.

In genere si tratta di scavi con formazione di rilevati e scarpate che solo in pochi casi necessitano di opere di sostegno, che verranno realizzate in massi lapidei reperibili in loco.

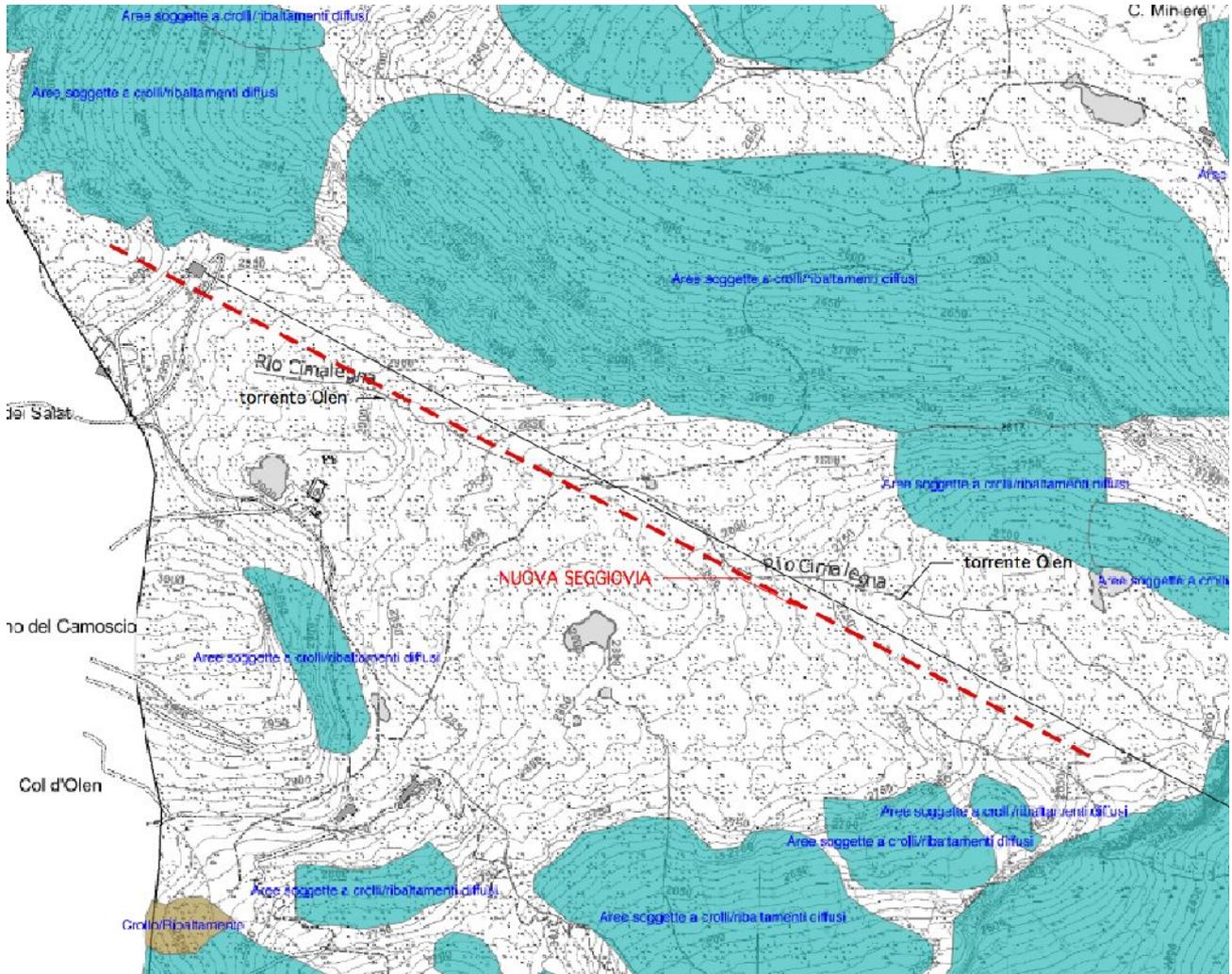
Le scarpate in scavo e riporto verranno foggiate con inclinazioni compatibili con le caratteristiche geotecniche dei terreni interessati, pertanto le verifiche di stabilità, di seguito riportate, indicano in tutti i casi il buon grado di stabilità dei versanti e delle opere a lavori ultimati.

Carta geomorfologica e dei dissesti



Si rileva che anche il *Sistema Informativo Frane in Piemonte – SIFraP* di Arpa Piemonte non riporta alcun fenomeno franoso nell'area in esame.

Nella figura seguente si riporta un estratto della cartografia SIFraP.



2.2.4 Caratterizzazione geomorfologica delle aree interessate dagli interventi

Vengono riportate le principali caratteristiche geomorfologiche dei siti interessati dalle opere in progetto. Si rimanda inoltre alla Carta Geomorfologica allegata per ulteriori dati di carattere geomorfologico.

Stazione di partenza

Si colloca all'interno di un'ampia superficie concava moderatamente acclive. La roccia è prevalentemente affiorante, spesso molto fratturata in superficie ed è interessata da sottili coperture detritiche.

Stazione di arrivo

E' ubicata sulla sommità di una dorsale caratterizzata da una morfologia poco acclive, a tratti subpianeggiante.

Si rileva la presenza di detrito e/o roccia molto fratturata. Le prove sismiche indicano uno spessore di questi terreni di circa 3 metri.

Sostegni

Come descritto in precedenza, lungo tutto il tracciato prevale la roccia affiorante, in genere mediamente fratturata, e le coperture detritiche interessano in modo discontinuo il basamento roccioso con spessori che raramente raggiungono i 2 m.

Di seguito viene riportata la situazione riscontrata in corrispondenza dei punti in cui il progetto prevede la realizzazione dei sostegni della seggiovia.

Sostegni 1, 2, 3, 4, 5 – Roccia subaffiorante con coperture detritiche dello spessore massimo di 1 m.

Sostegni 6, 7 – Roccia affiorante.

Sostegno 8 – Detrito per uno spessore di 1÷2 m.

Sostegni 9, 10, 11, 12, 13, 14 – Roccia affiorante.

Sostegno 15 – Detrito per uno spessore di 1÷2 m.

Sostegni 16, 17 – Roccia subaffiorante con coperture detritiche dello spessore massimo di 1 m.

Sostegno 18 – Detrito e/o roccia molto fratturata fino a 3 metri di spessore.

Scavi per cavidotti

Lungo lo sviluppo della seggiovia è previsto uno scavo per l'interramento dei cavidotti. Lo scavo ha una sezione di circa 0,8 x 0,8 m ed interessa sia le coltri detritiche che il basamento roccioso.

Pista di servizio della seggiovia

Verrà utilizzato il tracciato della pista realizzata a suo tempo per la costruzione del Funifor, attraverso modesti movimenti terra necessari per il suo ripristino che interesseranno essenzialmente le coperture detritiche superficiali.

Pista da sci di collegamento

E' prevista tra l'arrivo della seggiovia e il Passo dei Salati, dove si collega alle piste esistenti. Interessa un pendio mediamente acclive caratterizzato nel tratto sommitale dalla presenza di coltri detritiche che raggiungono lo spessore di 3 m e che si assottigliano lungo il pendio, dove affiorano in più punti i micascisti variamente fratturati.



2.3 Acque sotterranee

L'assetto idrogeologico del territorio in esame è condizionato dalla prevalenza di roccia litoide affiorante.

L'ammasso roccioso rappresenta una formazione idrogeologica permeabile per fessurazione, la conducibilità idraulica è quindi funzione delle caratteristiche delle faglie e litoclasti che lo interessano. In generale questo tipo di permeabilità coinvolge quantità d'acqua molto modeste a meno di non essere in presenza di fasce relativamente ampie di cataclasti, non rilevabili nell'area in esame. Complessivamente la permeabilità del basamento roccioso è quindi da considerarsi molto bassa o nulla ed interessa esclusivamente, con fenomeni di percolazione, i livelli più superficiali dove la roccia risulta più fratturata o disarticolata.

Permeabili per porosità sono invece i terreni sciolti detritici, caratterizzati da buona conducibilità idraulica. Tuttavia visto il loro esiguo sviluppo non danno luogo a falde idriche significative.

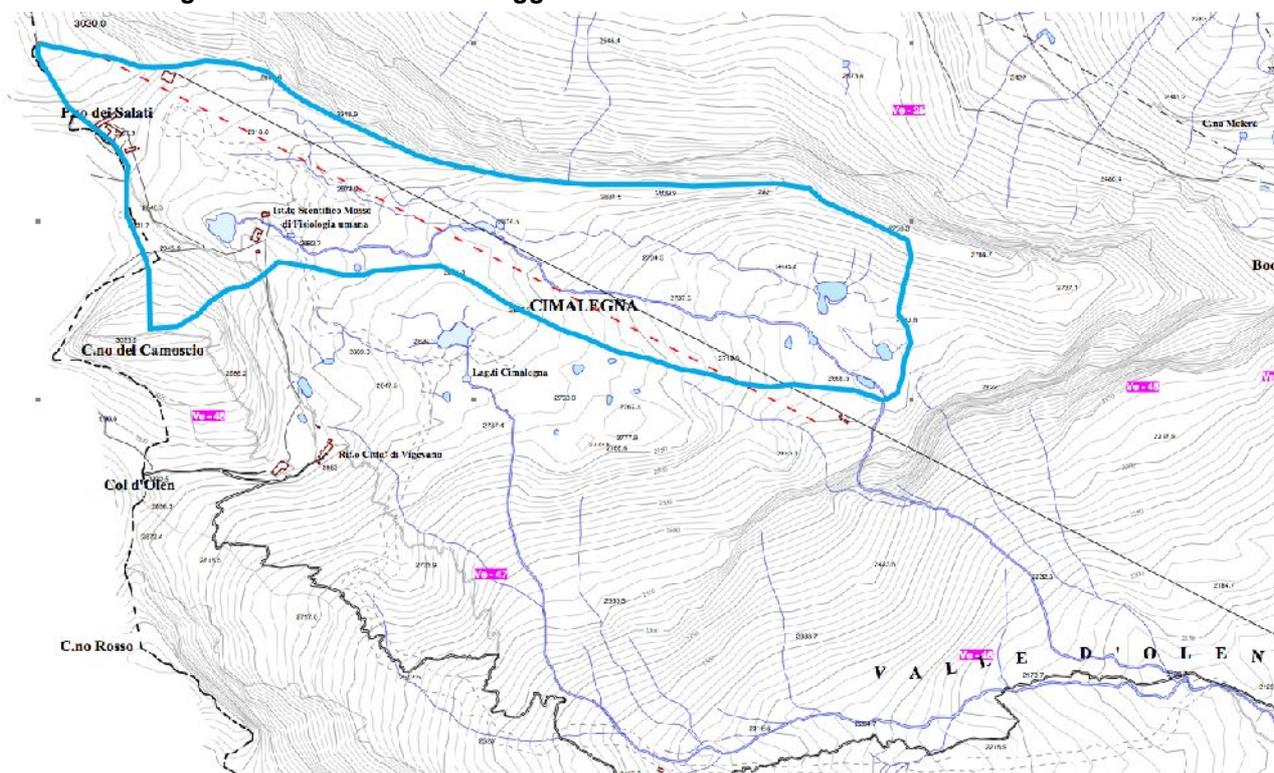
Nell'area in esame la circolazione idrica sotterranea è pertanto da considerarsi estremamente limitata.

2.4 Circolazione idrica superficiale

Il tracciato della seggiovia ricade all'interno della testata del bacino idrografico del torrente Olen, che nasce nell'area di Cimalegna.

In questo suo primo tratto il torrente Olen è costituito da un modesto corso d'acqua a carattere stagionale che drena le acque di un piccolo bacino idrogeologico compreso tra Cimalegna e il passo dei Salati, la cui estensione è di circa 0,6 kmq.

Bacino idrografico su cui insiste la seggiovia



La tendenza evolutiva del rio è molto limitata, in primo luogo per le portate molto basse, anche in caso di piena, e per la presenza del basamento litoide, che limita notevolmente l'attività erosiva.

L'alveo del torrente incide di pochi decimetri le sottili coltri detritiche impostandosi sul basamento roccioso.

La nuova seggiovìa intercetta il corso d'acqua nella parte centrale del suo tracciato, attraversandolo in un solo punto. Si evidenzia che nessuna struttura dell'impianto è comunque interessata direttamente dal corso d'acqua, come evidenziato anche dalle verifiche idrauliche di seguito riportate.

2.4.1 Analisi idrologica

Lo studio idrologico si è basato su determinazioni analitiche svolte in riferimento alle metodologie proprie della geomorfologia quantitativa, utilizzando i parametri previsti dalla *direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica* del **Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)**.

Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 200 e 500 anni:

		loc.	Alagna
Tr 200	a =	36,00	n = 0,574
Tr 500	a =	39,82	n = 0,576

Sotto un profilo operativo si è determinato il valore del tempo di corrivazione (T_c) utilizzando la formula proposta da Giandotti:

$$T_c = [4 * (S_b)^{0.5} + 1.5 * L] / [0.8 * (D_{Hm})^{0.5}] = 0,49 \text{ h}$$

S_b	= superficie di bacino (Km ²) =	0,29
L	= lunghezza dell'asta principale (Km) =	0,78
D_{Hm}	= differenza fra quota media del bacino e sezione di chiusura (m) =	73

Nota il tempo di corrivazione si è quindi passati alla determinazione della pioggia critica per i vari tempi di ritorno (T_r) prefissati con la seguente formula:

$$H = a * (T_c)^n$$

dove "a" e "n" rappresentano i coefficienti delle curve di possibilità climatica disponibili al riguardo della stazione pluviometrica esaminata:

Pioggia critica rapportata al T_c	
$H(200)$	= 23,8 mm
$H(500)$	= 26,3 mm
Pioggia critica oraria	
$H(200)$	= 48,9 mm
$H(500)$	= 54,1 mm

Dati i rispettivi valori determinati per la pioggia critica, si è quindi passati a calcolare la portata di massima piena per la sezione di deflusso presa in considerazione utilizzando la classica formula razionale così esprimibile:

$$Q = (C * S_b * H) / 3.6$$

C	= coeff. deflusso	1,00
S_b	= sup. bacino km ²	0,29

I dati ottenuti dal calcolo sono i seguenti:

	Q_{max}
$Q(200)$	= 3,9 mm
$Q(500)$	= 4,4 mm

I dati calcolati sono da intendersi come riferiti essenzialmente alla componente liquida e quindi ad essi dovrà aggiungersi la componente solida mobilizzabile nell'unità di tempo, a seguito calcolata.

Per ciò che attiene alla determinazione del carico solido, si è fatto riferimento alla formula di MEYER PETER, così esprimibile:

$$ts = \text{trasporto solido unitario (kg/s m)} = 2,5 * Q^{2/3} * i - (42,5 * d)^{3/2}$$

C = coeff. deflusso	1,00
Sb = sup. bacino (kmq)	0,29
i = pendenza media alveo =	0,14

da cui si ottiene

ts(200) =	746 kg/s m
ts(500) =	829 kg/s m

Il trasporto solido totale è:

$$Ts = ts * L$$

L = larghezza sez. di delusso (m)

Ts(200) =	1865 kg/s
Ts(500) =	2072 kg/s

La portata solida è:

$$Qs = Ts / Ps$$

Ps = peso specifico (kg/mc)

Qs(200) =	0,8 (mc/s)
Qs(500) =	0,9 (mc/s)

Conseguentemente in aggiunta alla componente liquida si ottengono le portate complessive:

$$Qt = Q + Qs$$

Qt(200) =	4,7 (mc/s)
Qt(500) =	5,2 (mc/s)

2.4.2 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, eseguite in moto uniforme utilizzando la formula di Manning e ipotizzando la portata duecentennale, sono state effettuate in corrispondenza dei punti in cui la seggiovia e la pista di servizio attraversano o intercettano il torrente Olen. I risultati ottenuti indicano che tutte le strutture in progetto sono esterne alla dinamica del corso d'acqua.

sez. A

area liquida:	S	2,0	mq
perimetro bagnato:	C	8,8	m
raggio idraulico:	$R = S/C$	0,22	
indice scabrezza (Manning):	n	0,050	
cadente:	i	0,110	
velocità:	$V = (1/n) R^{2/3} \times i^{1/2}$	2,4	m/sec
portata:	$Q = V \times S$	4,7	mc/sec

sez. B

area liquida:	S	1,9	mq
perimetro bagnato:	C	8,6	m
raggio idraulico:	$R = S/C$	0,22	
indice scabrezza (Manning):	n	0,050	
cadente:	i	0,110	
velocità:	$V = (1/n) R^{2/3} \times i^{1/2}$	2,4	m/sec
portata:	$Q = V \times S$	4,6	mc/sec

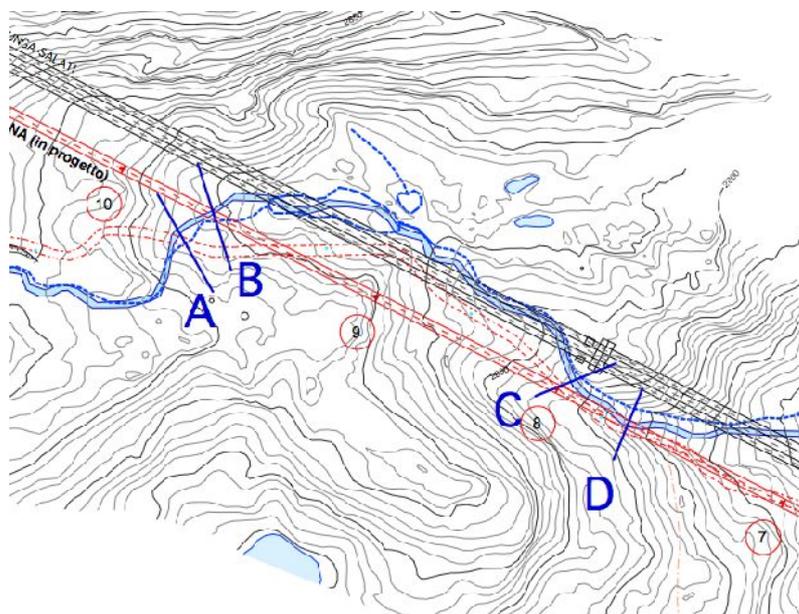
sez. C

area liquida:	S	1,3	mq
perimetro bagnato:	C	4,3	m
raggio idraulico:	$R = S/C$	0,30	
indice scabrezza (Manning):	n	0,050	
cadente:	i	0,160	
velocità:	$V = (1/n) R^{2/3} \times i^{1/2}$	3,6	m/sec
portata:	$Q = V \times S$	4,7	mc/sec

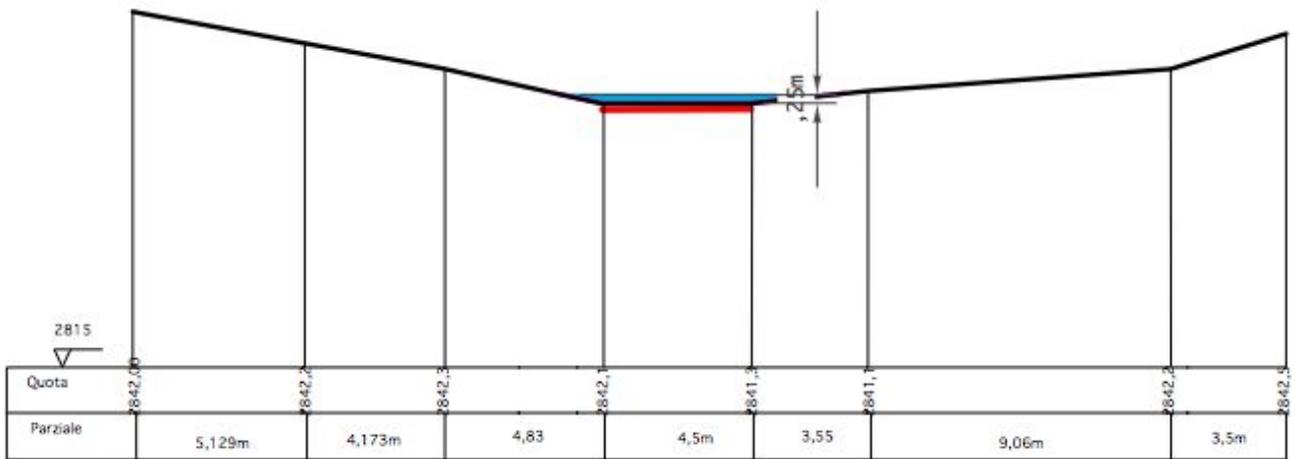
sez. D

area liquida:	S	1,2	mq
perimetro bagnato:	C	3,9	m
raggio idraulico:	$R = S/C$	0,31	
indice scabrezza (Manning):	n	0,050	
cadente:	i	0,200	
velocità:	$V = (1/n) R^{2/3} \times i^{1/2}$	4,1	m/sec
portata:	$Q = V \times S$	4,9	mc/sec

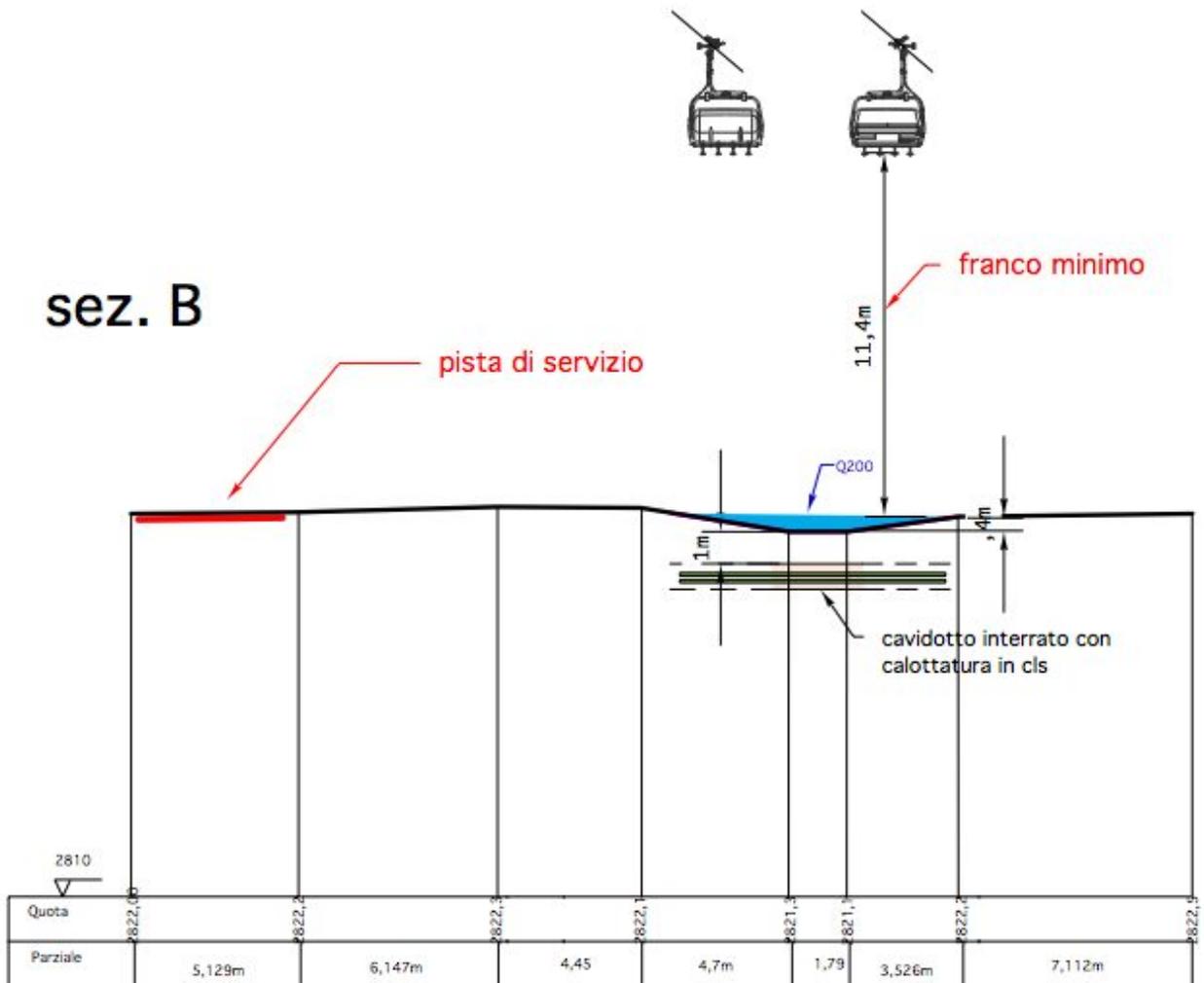
indice scabrezza (Manning) per alvei di corsi d'acqua montani: valore minimo n = 0,040
 valore normale n = 0,050
 valore massimo n = 0,070



sez. A

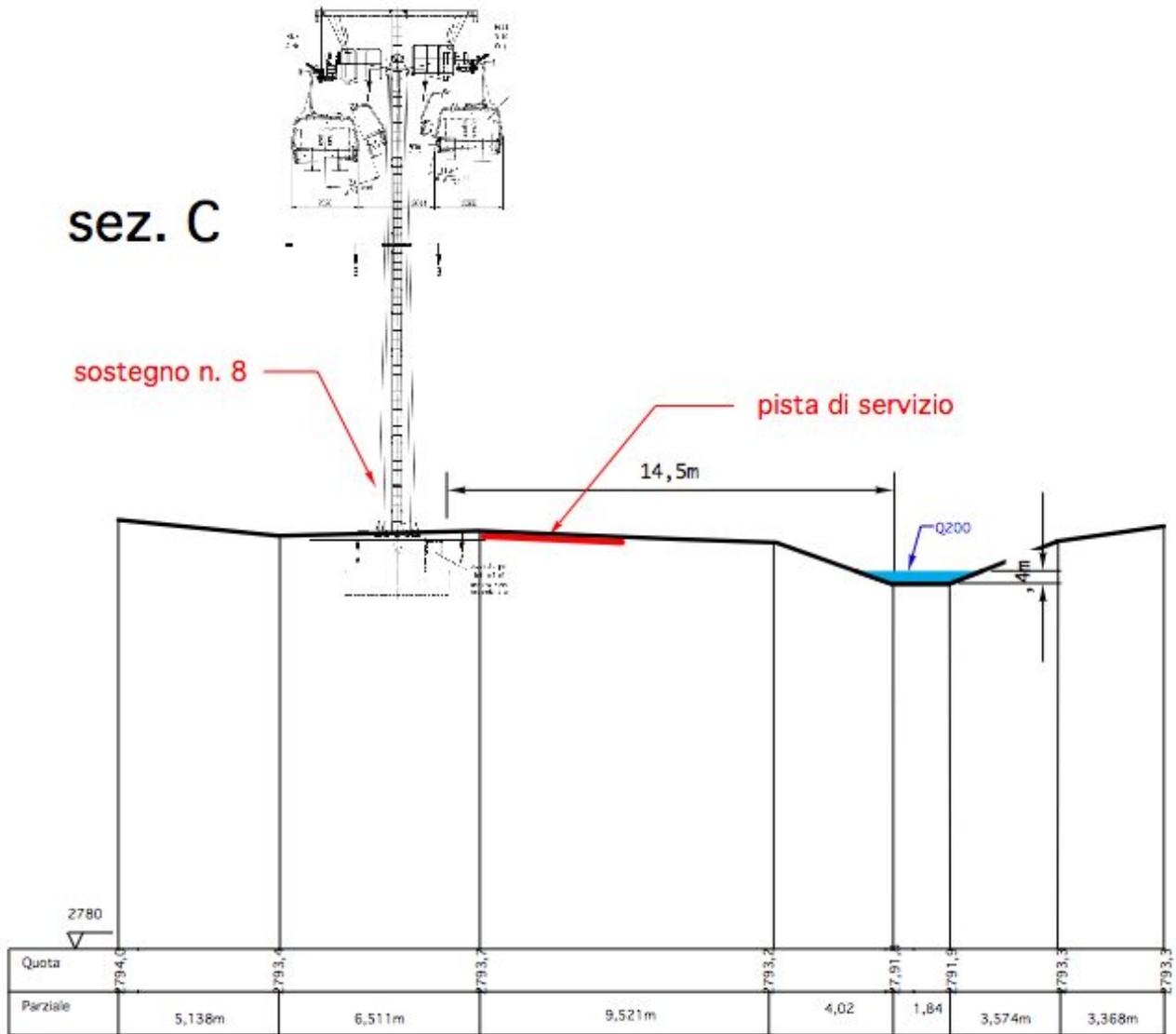


sez. B

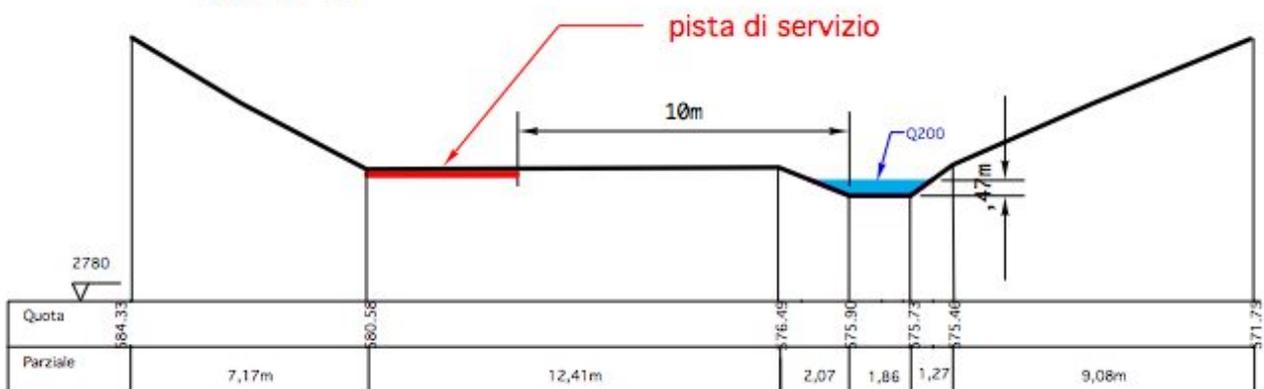


sezioni viste da valle

sez. C



sez. D



sezioni viste da valle

3 Relazione geotecnica

3.1 Caratterizzazione litotecnica

I parametri geotecnici e geomeccanici fondamentali dei terreni presenti in sito sono stati dedotti riferendosi agli esiti di prove geotecniche eseguite in sito e attenendosi ai dati bibliografici disponibili. In corrispondenza della stazione di arrivo della seggiovia sono state eseguite delle indagini geofisiche (sismica a rifrazione), per stimare lo spessore delle coperture detritiche. I risultati sono riportati in allegato. Sono state inoltre eseguite alcune analisi geomeccaniche in corrispondenza di alcuni affioramenti rocciosi interessati dai sostegni della seggiovia.

I terreni affioranti nel settore sono stati raggruppati in due Classi Geotecniche, sulla base di criteri di omogeneità di comportamento fisico. Per ciascuna classe sono stati riportati i valori medi dei parametri geotecnici o geomeccanici.

3.1.1 Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso

Le caratteristiche geomeccaniche del substrato roccioso sono strettamente legate alla composizione mineralogica, agli elementi strutturali, allo stato di alterazione ed alla presenza e alle caratteristiche delle superfici di diaclasi (piani di scistosità, fratture, ecc).

Il substrato roccioso dell'area in esame è costituito prevalentemente da **micascisti** a grana variabile da grossolana a minuta, con mica bianca e granati rossastri. Queste rocce appaiono sempre foliate, talora chiaramente scistose. Le proprietà geomeccaniche dei micascisti sono variabili in funzione del grado di fatturazione e dell'intensità della foliazione. In corrispondenza di livelli particolarmente ricchi in miche o più fratturati e foliati, le rocce possono localmente trasformarsi in rocce incoerenti. Tale situazione si verifica soprattutto in corrispondenza della superficie.

Si evidenzia che il piano di scistosità è generalmente suborizzontale e rappresenta il piano di frattura principale. Meno frequenti sono riconoscibili due set di fratturazione grosso modo perpendicolari a quello generale.

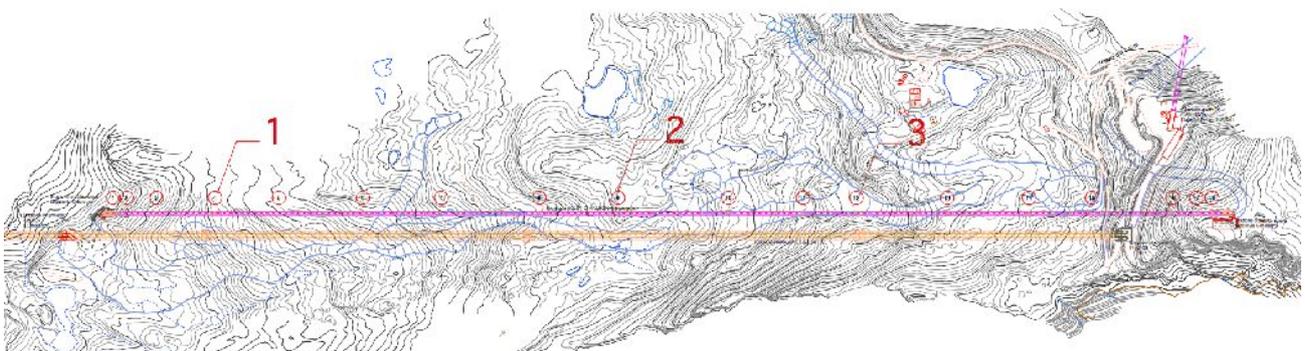
Micascisti formanti la parete orientale dello Stolemberg a Nord della zona di arrivo della seggiovia



Micascisti con coperture detritiche presso il passo dei Salati

Il tracciato della nuova seggiovia è caratterizzato essenzialmente da roccia affiorante o subaffiorante, ovvero ricoperta da materiale detritico con spessore generalmente inferiore al metro. L'unico settore in cui si hanno le coperture con gli spessori maggiori corrisponde all'area interessata dalla stazione di arrivo.

La caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso è stata effettuata in 3 stazioni di misura, corrispondenti ai punti in cui sono previsti i pali 4, 9 e 11.

Ubicazione stazioni misura

Stazione di misura 1 (presso palo 4)



Stazione di misura 2 (palo 9)

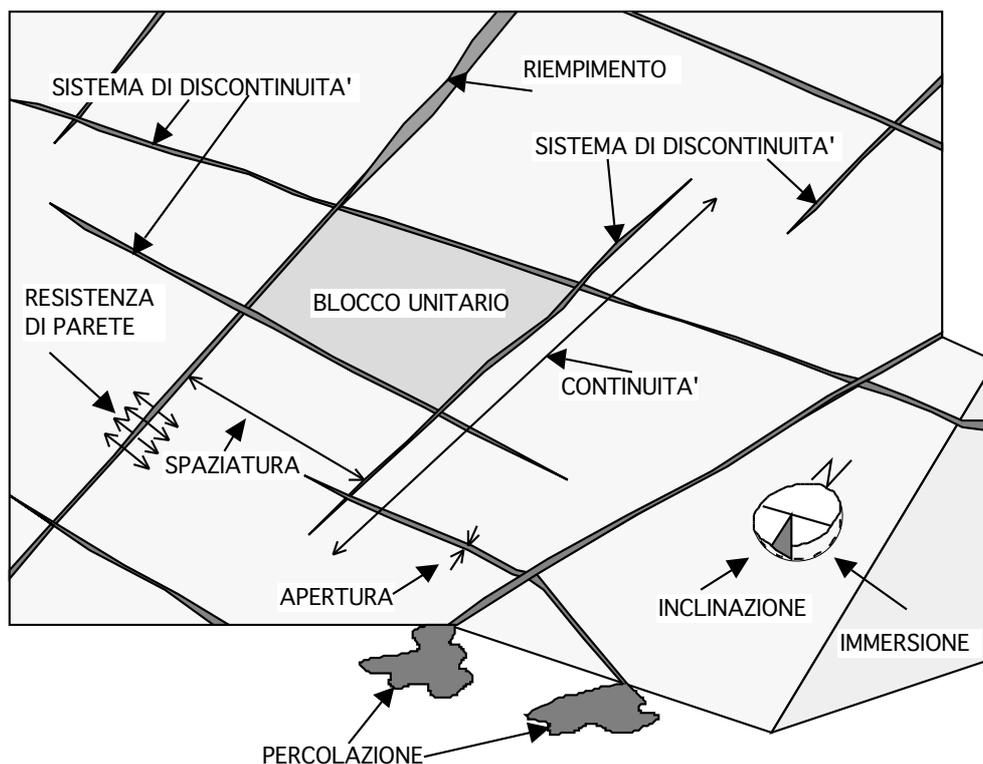


Stazione di misura 3 (palo 11)



Lo studio geostrutturale è stato realizzato attraverso l'analisi delle principali caratteristiche fisiche dell'ammasso roccioso. Per la classificazione dell'ammasso roccioso è stato utilizzato il metodo di Bieniawsky basato sull'analisi quantitativa di parametri fisici, meccanici e strutturali.

Al fine di classificare l'ammasso roccioso sono state misurate: giacitura, spaziatura, persistenza, apertura, scabrezza per un numero di discontinuità tale da poter ricavare una caratterizzazione globale dell'ammasso roccioso. L'analisi dei dati geotecnici mediante il metodo proposto da Bieniawsky permette di ottenere un valore riconducibile ad una delle 5 classi di qualità dell'ammasso roccioso.



Descrizione dei parametri analizzati

GSI Geological Strenght Index:

Si riporta nel seguente schema la griglia per l'assegnazione del GSI alla roccia, che nel caso in esame ha portato a un valore medio del GSI di 65.

<p>GEOLOGICAL STRENGTH INDEX FOR JOINTED ROCKS (Hoek and Marinos, 2000)</p> <p>From the lithology, structure and surface conditions of the discontinuities, estimate the average value of GSI. Do not try to be too precise. Quoting a range from 33 to 37 is more realistic than stating that GSI = 35. Note that the table does not apply to structurally controlled failures. Where weak planar structural planes are present in an unfavourable orientation with respect to the excavation face, these will dominate the rock mass behaviour. The shear strength of surfaces in rocks that are prone to deterioration as a result of changes in moisture content will be reduced if water is present. When working with rocks in the fair to very poor categories, a shift to the right may be made for wet conditions. Water pressure is dealt with by effective stress analysis.</p>		<p>SURFACE CONDITIONS</p> <p>VERY GOOD Very rough, fresh unweathered surfaces</p> <p>GOOD Rough, slightly weathered, iron stained surfaces</p> <p>FAIR Smooth, moderately weathered and altered surfaces</p> <p>POOR Slitkenisided, highly weathered surfaces with compact coatings or fillings or angular fragments</p> <p>VERY POOR Slitkenisided, highly weathered surfaces with soft clay coatings or fillings</p>				
<p>STRUCTURE</p>		<p>DECREASING SURFACE QUALITY →</p>				
 <p>INTACT OR MASSIVE - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities</p>	90			N/A	N/A	
 <p>BLOCKY - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets</p>	80	70				
 <p>VERY BLOCKY- interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets</p>		60	50			
 <p>BLOCKY/DISTURBED/SEAMY - folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity</p>			40	30		
 <p>DISINTEGRATED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces</p>				20		
 <p>LAMINATED/SHEARED - Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes</p>	N/A	N/A			10	

Recupero percentuale modificato – R.Q.D. (Rock Quality Designation):

data l'assenza di sondaggi il valore dell'R.Q.D. è stato ricavato tramite l'analisi delle misure delle spaziature effettuate in loco e in seguito riportate sull'apposito diagramma proposto da Bieniawsky. Dall'analisi delle spaziature i valori di R.Q.D. ricavati sono i seguenti:

L'RQD è definita dal quoziente:

$$RQD = \frac{(A)}{l_{tot}} * 100\%$$

(A) = Somma delle lunghezze dei campioni maggiori di 10 cm

l_{tot} = lunghezza totale della manovra di carotaggio

Dall'analisi delle spaziatore i valori di R.Q.D. ricavati sono i seguenti:

Stazione	1	2	3
R.Q.D. %	45	48	50

Spaziatura delle discontinuità:

in fase di raccolta di dati è stata misurata la distanza fra due discontinuità adiacenti, lungo una linea retta di orientamento prefissato. Nella tabella che segue vengono riportati i dati mediati raccolti nelle stazioni.

Spaziatura media per ogni stazione:

Stazione	1	2	3
Spaziatura media (mm)	88	92	95

Condizioni delle discontinuità: per ogni discontinuità sono stati valutati i seguenti parametri: spaziatura, scabrezza, continuità (persistenza), alterazione e presenza di materiale nelle fratture.

Per quanto riguarda la scabrezza questa è stata classificata a seconda che fosse: laminata (La), liscia (L), poco rugosa (Pr), rugosa (R) e molto rugosa (Mr). Per ottenere un valore il più possibile oggettivo su alcune superfici significative sono stati eseguiti dei profili utilizzando il pettine di Barton.

Il grado di alterazione dei giunti è stato così assegnato: inalterato, leggermente alterato, moderatamente alterato, molto alterato o decomposto.

Di seguito vengono riportati i dati di ogni stazione.

Stazione	Apertura (mm)	Riempimento	Scabrezza	Continuità	Alterazione
1	0,1 – 1,4	r.duro	R	3-10 m	inalterato
2	0,1 – 1,2	r.duro	R	2-10 m	inalterato
3	0,1 – 0,8	assente	R	3-10 m	inalterato

Condizioni idriche:

in fase di raccolta dei dati per ogni discontinuità sono state valutate le condizioni idriche generali (percolazione), valutando l'eventuale presenza di acqua e le sue caratteristiche di flusso divise nelle seguenti categorie: completamente asciutto, umido, bagnato, stillicidio, flusso.

In tutti i settori in esame i giunti analizzati sono risultati completamente asciutti, per questo motivo non vengono riportate tabelle specifiche.

Classificazione dell'ammasso roccioso

Seguendo la tabella di Bieniawsky, ad ognuno dei cinque parametri valutati per ogni stazione è stato attribuito un coefficiente numerico. Sommando, per ogni stazione, i valori dei coefficienti è stato raggiunto il valore di **basic**.

PARAMETRI DI CALSIFICAZIONE E LORO INDICI						
1	Resistenza alla compressione monoassiale (MPa)	>250	100-250	50-100	25-50	5-25 1-5 <1
	Punteggio	15	12	7	4	2 1 0
2	RQD%	90-100	75-90	50-75	25-50	<25
	Punteggio	20	17	13	8	3
3	Spaziatura	>2 m	0,6-2 m	200-600mm	60-200 mm	<60 mm
	Punteggio	20	15	10	8	5
4	Condizioni discontinuità					
	Continuità	<1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	>20m
	Punteggio	6	4	2	1	0
	Apertura	Chiusa	<0,1 mm	0,1-1	1-5 mm	>5 mm
	Punteggio	6	5	4	1	0
	Rugosità	Molto Rugosa	Rugosa	Poco Rugosa	Liscio	Striato
Punteggio	6	5	3	1	0	
Riempimento	Nessuno	r.duro<5mm	>5 mm	r. tenero<5mm	0>5 mm	
Punteggio	6	5	2	2	0	
Alterazione	Inalterato	Poco Alterato	Mod. Alterato	Molto alterato	Decomposto	
Punteggio	6	5	3	1	0	
5	Condizioni idriche	Asciutto	Umido	Bagnato	Stillicidio	Flusso
	Punteggio	15	10	7	4	0

Tabella dei parametri classificativi e loro indici proposta da Bieniawsky

Di seguito vengono illustrati i coefficienti attribuiti ad ogni parametro suddivisi nelle diverse stazioni.

Coefficienti	Stazione 1	Stazione 2	Stazione 3
JCS	7	7	7
R.Q.D.	8	8	8
Spaziature delle discontinuità	8	8	8
Condizioni delle discontinuità	22	22	23
Condizioni idriche	15	15	15
Basic RMR	60	60	61

Dal valore del basic RMR (BRMR) è possibile ottenere il valore dell'angolo di attrito (φ) e la coesione dell'ammasso roccioso (c):

$$\varphi (^{\circ}) = 5 + (\text{BRMR}/2)$$

$$c \text{ (MPa)} = 0,005 \cdot \text{BRMR}$$

Da cui si ottiene:

Stazione	$\varphi (^{\circ})$	c (MPa)
1	35	0,3
2	35	0,3
3	35	0,3

Il valore di punteggio totale ottenuto può essere ricondotto ad una delle 5 classi proposte da Bieniawsky:

CLASSI DELL'AMMASSO ROCCIOSO					
INDICE	100-81	80-61	60-41	40-21	<20
CLASSE N.	I	II	III	IV	V
DESCRIZIONE	Molto buono	Buono	Discreto	Scadente	Molto Scadente

	Stazione 1	Stazione 2	Stazione 3
Classe di appartenenza	III	III	III

Si sottolinea che localmente la roccia può manifestare caratteristiche tali da ricondurla alla classe II o IV a seconda dei casi. Generalmente il parametro che può mutare negativamente le caratteristiche di alcuni settori ristretti dell'ammasso roccioso è la scistosità che talora diventa molto persistente e ravvicinata.

Parametri geomeccanici

Nella seguente tabella si riportano sinteticamente i principali parametri geomeccanici medi assumibili per i micascisti affioranti nell'area in esame, ricavati dalle analisi in sito e dai dati bibliografici.

Peso specifico	P.S.	26,5 KN/m ³
Resistenza alla compressione monoassiale	σ_{ci}	60 MPa
Coesione roccia	c	0,2 MPa
Angolo di attrito interno	φ	35°

3.1.2 Coperture detritiche

Come descritto in precedenza, le coperture detritiche sono poco sviluppate e raramente superano lo spessore di 1 metro, ad eccezione della zona interessata dalla stazione di arrivo della seggiovia, dove le indagini sismiche hanno rilevato spessori fino a circa 3 m.

Si tratta di depositi per lo più grossolani costituiti da breccie e trovanti anche metrici, spigolosi ed eterometrici, immersi in una subordinata matrice ghiaioso-sabbioso-limoso. Derivano dalla disgregazione del basamento roccioso per l'azione idrico gravitativa e della gelivazione e per l'azione di compressione dei ghiacciai avvenuta in passato.

Data la loro composizione granulometrica, ad esclusione degli accumuli sciolti più superficiali, presentano in genere caratteristiche geotecniche da discrete a buone, i relativi parametri sono di seguito riassunti:

angolo di attrito	φ'	35°÷38°	
densità	γ'	18,5÷19,5	KN/m ³
coesione	c'	0,0	MPa

Questi terreni sono facilmente scavabili. Per quanto riguarda il contributo alla stabilità dei pendii naturali, questa è garantita per pendenze di norma non superiori a 35°. Nel breve termine, in assenza di falda, la sagomatura di fronti di scavo può essere condotta con pendenze superiori ai 45°÷50°.

Detrito di versante a monte della stazione Funifor (Passo dei Salati)



Sottili coperture di detrito di versante lungo la dorsale che separa Cimalegna dal vallone di Bors



3.1.3 Permafrost

A partire dal 2009, in Piemonte sono state installate alcune stazioni di monitoraggio del permafrost costituite da pozzi verticali in roccia, collegate alla rete internazionale che copre tutto l'arco alpino.

Al Passo dei Salati sono stati realizzati due punti misura:

- in prossimità della cima del Corno del Camoscio è stato realizzato un pozzo profondo 30 m, attrezzato con 25 termometri che misurano la temperatura a diverse profondità;
- in prossimità dell'Istituto Mosso è stato realizzato un pozzo profondo circa 5 m, attrezzato con termometri e sensori di umidità del suolo, per misurare i parametri del livello superficiale soggetto ai cicli di gelo-disgelo.

I dati ufficiali confermano nel sottosuolo temperature negative costanti, ad indicare la presenza del permafrost.

Il permafrost può creare problemi dal punto di vista geotecnico essenzialmente in corrispondenza dello **strato attivo**, situato tra la superficie del terreno e il tetto del permafrost, corrispondente allo strato che disgela in estate e congela in inverno.

Perché vi sia un'incidenza negativa sulle opere di fondazione, questo strato deve comunque essere costituito da terreni detritici con presenza di acqua. Tale situazione può teoricamente verificarsi essenzialmente in corrispondenza della stazione di arrivo, dove è stata rilevata la presenza di coperture detritiche dello spessore di circa 3 m. Tuttavia la posizione morfologica elevata del rilievo limita notevolmente la possibilità che si formino falde idriche, riducendo la circolazione idrica sotterranea a temporanee infiltrazioni. Sembra pertanto da escludere la presenza di ghiaccio in questo strato. In fase di esecuzione dei lavori sarà comunque possibile verificare la presenza di ghiaccio nel sottosuolo, nel qual caso le fondazioni potranno essere spinte fino al basamento roccioso, a circa 3 m di profondità.

Relativamente alla stazione di monte si riportano di seguito le note e le prescrizioni di ARPA Piemonte, a firma del dott. geologo Luca Paro, alle quali ci si atterrà in fase esecutiva dei lavori.

Considerazioni costruttive e di monitoraggio del permafrost (ARPA Piemonte)

Arpa Piemonte conduce dal 2006 attività di studio e monitoraggio dell'ambiente periglaciale e del permafrost a livello regionale nelle Alpi piemontesi. Nel 2009, grazie al progetto europeo Spazio Alpino "Permanet", sono state realizzate 6 stazioni di monitoraggio del permafrost costituite da catene termometriche inserite in pozzi verticali perforati in roccia a profondità variabile da 5 a 100 m di profondità. A causa di problemi connessi ad infiltrazioni di acqua nella strumentazione e nei pozzi alcune stazioni hanno subito danni irreversibili con conseguente perdita di dati e strumenti. Per ovviare a questi inconvenienti e riprendere in modo efficace il monitoraggio sono stati necessari interventi di ripristino che sono stati completati nel 2012.

Nell'area del Passo dei Salati sono state realizzate due stazioni di monitoraggio: una sul Corno del Camoscio a 3020 m di quota costituita da una perforazione di 30 m di profondità ed una poco a valle dell'Ist. Mosso a circa 2890 m di quota costituita da una perforazione di 5 m dedicata, quest'ultima, all'analisi di dettaglio dello strato attivo (livello superiore del permafrost che subisce i cicli stagionali di gelo-disgelo). Entrambe le stazioni hanno subito la fase di ripristino e sono ritornate funzionanti dal 2012.

La stazione del Corno del Camoscio è posta ad una quota confrontabile con il sito della progettata stazione di arrivo della seggiovia in oggetto ed è quindi possibile utilizzare i dati disponibili, benché per una serie storica limitata (2013-2016) e caratterizzati per un sito con esposizione leggermente differente, per esprimere considerazioni sulla presenza di permafrost nel sito di interesse. Nel sito del Corno del Camoscio lo strato attivo è di alcuni m (circa 8 m nel 2014-2015) con un probabile contenuto elevato in ghiaccio nelle fratture dell'ammasso roccioso. La ZAA (Zero Annual Amplitude, profondità massima alla quale si risentono gli effetti stagionali di variazione termica) si attesta a circa 15-16 m di profondità (periodo 2014-2015). Le caratteristiche termiche del permafrost indicano condizioni isoterme, prossime agli 0 °C, indicando una condizione marcatamente in fase di degradazione, prevedibilmente legata alle condizioni atmosferiche in riscaldamento.

Il modello empirico di distribuzione potenziale del permafrost indica nell'area di interesse, ove sarà realizzata l'opera, la presenza di un permafrost da possibile a probabile. I dati BTS (Bottom Temperature of the Snow, temperatura del suolo al di sotto della coltre nevosa, misurata alla fine dell'inverno prima dell'inizio

della fusione nivale, indice indiretto della presenza potenziale di condizioni di permafrost) rilevati da Arpa Piemonte nel 2014 e nel 2017, evidenziano una distribuzione potenziale del permafrost con elevata probabilità nell'area di intervento.

L'opera che verrà realizzata, a carattere superficiale in quanto è previsto lo sbancamento di circa 2 m di coltre detritica per la realizzazione di una fondazione in cls, produrrà delle alterazioni termiche a livello sia superficiale sia profondo con conseguenze dirette sia sulla coltre detritica circostante alla fondazione sia sull'ammasso roccioso più profondo. Le principali alterazioni termiche previste sono legate:

- alle fasi di scavo, durante le quali le condizioni atmosferiche avranno una influenza diretta a maggiore profondità nella litosfera;
- al rilascio di una quantità non trascurabile di calore da parte della fondazione durante la fase di idratazione del cls;
- alla perturbazione termica permanente a causa della presenza dell'opera (la fondazione in cls risulta essere un buon conduttore di calore con conseguente enfaticizzazione dei processi di scambio termico tra l'atmosfera e la litosfera in prossimità dell'opera).

Il disequilibrio termico che i lavori e la presenza dell'opera stessa apporteranno nell'intorno ed in profondità nel sito di realizzazione della fondazione sono difficilmente modellizzabili e prevedibili in fase progettuale. Gli stessi disequilibri potranno avere effetti negativi indiretti sull'opera stessa a causa della perdita di stabilità dell'ammasso roccioso sul quale è basata la fondazione per fusione del ghiaccio presente nelle fratture in profondità e per movimenti differenziali indesiderati durante i cicli di gelo-disgelo che interessano lo strato attivo nella parte più superficiale all'interno del quale è ubicata l'opera. Questi effetti negativi potranno avere ripercussioni sulla stabilità dell'opera e quindi sui costi di manutenzione e sostenibilità nel tempo dell'opera stessa.

Per minimizzare gli effetti negativi sul complesso permafrost - strato attivo - opera è necessario in fase costruttiva tenere presente alcuni aspetti:

- ridurre al minimo il disturbo termico durante le fasi di scavo utilizzando teli bianchi di copertura dei fronti di scavo;
- ridurre al minimo la conducibilità termica della fondazione di cls sia durante la fase di idratazione sia durante il ciclo vita dell'opera, posizionando isolanti termici a contatto della base e delle pareti della fondazione e isolando con detrito grossolano areato la parte più superficiale;
- ridurre al minimo l'infiltrazione di acqua dai livelli superficiali in profondità in prossimità e a contatto con le pareti della fondazione al fine di evitare problemi di criosollevamento durante i cicli stagionali di gelo-disgelo;
- prestare massima cura nel realizzare un drenaggio alla base della fondazione al fine di evitare la formazione di accumuli di acqua tra fondazione e substrato roccioso in grado di creare una spinta verso l'alto durante la fase di solidificazione;
- particolare attenzione dovrà essere posta anche nella realizzazione delle opere accessorie di cantiere e delle infrastrutture necessarie per il funzionamento dell'opera, al fine di minimizzare il disturbo termico dell'area di intervento; a tale proposito assume particolare significato anche il rimodellamento artificiale della neve che dovrà essere effettuato con particolare oculatezza al fine di non creare eccessivi disturbi termici stagionali.

Per verificare le condizioni termiche di partenza e l'alterazione determinata dalla realizzazione dell'opera è indispensabile la realizzazione del monitoraggio termico ante-, sin- e post- operam in due siti: uno in corrispondenza del sito di scavo e fondazione e l'altro in un sito indisturbato prossimo a dove sarà ubicata l'opera. Il monitoraggio termico dovrà essere effettuato utilizzando termometri con sensibilità non inferiore a 0.05 °C ed accuratezza non inferiore a 0.1 °C. Le misurazioni dovranno prevedere un rilievo in continuo dei dati di temperatura massima e minima nell'intervallo di tempo con scansione temporale non superiore a 60 minuti primi.

Dovranno essere realizzati in corso d'opera dei cavedii (corrugati in plastica resistenti alle basse temperature) di diametro opportuno per l'inserimento dei cavi dei sensori che saranno posizionati sulle pareti della fondazione per misurare la temperatura della coltre detritica e/o dell'ammasso roccioso in prossimità delle pareti e della base della fondazione. Il posizionamento ottimale potrà essere valutato in fase esecutiva e in base alle modalità costruttive che saranno impiegate in cantiere con il supporto di esperti di dominio. Anche monitoraggio termico profondo in pozzo (non inferiore a 30 m di profondità) posto in prossimità dell'opera risulta auspicabile.

3.2 Caratterizzazione sismica

Classi di terreno

Sulla base dei dati litostratigrafici e delle risultanze delle indagini sismiche (MASW) tutta l'area interessata dalla seggiovia ricade nella **classe di terreno "A"**

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

3.3 Calcolo portanza e cedimenti delle maggiori opere fondazionali

NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Norme tecniche per le Costruzioni 2008

Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio 2008.

Eurocodice 7

Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.

Eurocodice 8

Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

3.3.1 Stele stazione di valle

DATI GENERALI

Azione sismica	NTC 2008
Larghezza fondazione	4.0 m
Lunghezza fondazione	8.0 m
Profondità piano di posa	4.35 m
Altezza di incastro	1.0 m
Inclinazione pendio	25.0 °

SISMA

Accelerazione massima (ag/g)	0.032
Effetto sismico secondo	NTC(C7.11.5.3.1)
Fattore di struttura [q]	3
Periodo fondamentale vibrazione [T]	0.25
Coefficiente intensità sismico terreno [Khk]	0.0064
Coefficiente intensità sismico struttura [Khi]	0.059

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	A
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.26	2.44	0.19
S.L.D.	50.0	0.33	2.47	0.21
S.L.V.	475.0	0.75	2.6	0.29
S.L.C.	975.0	0.92	2.64	0.31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.312	0.2	0.0064	0.0032
S.L.D.	0.396	0.2	0.0081	0.004
S.L.V.	0.9	0.2	0.0184	0.0092
S.L.C.	1.104	0.2	0.0225	0.0113

STRATIGRAFIA TERRENO

DH [m]	Gam [kN/m ³]	Gams [kN/m ³]	Fi [°]	c [kN/m ²]	E [kN/m ²]	RQD[-]	Ni	Lit.	Desc.
4.35	19.0	19.0	36.5	0.0	40000.0	0.02	0.15		Detrito di versante
15.0	26.5	26.5	35.0	200.0	100000.0	0.45	0.0		rocce scistose

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m ²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	240.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	Sisma	240.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
3	S.L.E.	240.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
4	S.L.D.	240.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	2.3	1.1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...Sisma

Autore: Terzaghi

Carico limite [Qult] 2865.78 kN/m²
 Resistenza di progetto [Rd] 1245.99 kN/m²
 Rd > Ed VERIFICATO

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 114631.3 kN/m³**A1+M1+R3**

Autore: Zienkiewicz

Fattore [Nq]	50.25
Fattore [Nc]	68.09
Fattore [Ng]	51.25
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0

Carico limite 3500.9 kN/m²
 Resistenza di progetto 1522.13 kN/m²

Autore: Terzaghi

Fattore [Nq]	41.44
Fattore [Nc]	57.75
Fattore [Ng]	42.43
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Carico limite	2953.9 kN/m ²
Resistenza di progetto	1284.3 kN/m ²

Sisma

Autore: Zienkiewicz

Fattore [Nq]	50.25
Fattore [Nc]	68.09
Fattore [Ng]	51.25
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Carico limite	3394.48 kN/m ²
Resistenza di progetto	1475.86 kN/m ²

Autore: Terzaghi

Fattore [Nq]	41.44
Fattore [Nc]	57.75
Fattore [Ng]	42.43
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Carico limite	2865.78 kN/m ²
Resistenza di progetto	1245.99 kN/m ²

CEDIMENTI PER OGNI STRATO***Cedimento edometrico calcolato con: Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi**

Pressione normale di progetto	240.0 kN/m ²
Cedimento dopo T anni	15.0
Cedimento totale	0.75 cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento consolidazione; Ws: Cedimento secondario; Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (kN/m ²)	Dp (kN/m ²)	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
2	11.85	0	0	Schmertmann	0.75	--	0.75

CEDIMENTI ELASTICI

Pressione normale di progetto	240.0 kN/m ²
Spessore strato	0.0 m
Profondità substrato roccioso	0.0 m
Modulo Elastico	100000.0 kN/m ²
Coefficiente di Poisson	0.25

Coefficiente di influenza I1	0.31
Coefficiente di influenza I2	0.1
Coefficiente di influenza Is	0.38
Cedimento al centro della fondazione	2.82 mm
Coefficiente di influenza I1	0.14
Coefficiente di influenza I2	0.11
Coefficiente di influenza Is	0.21
Cedimento al bordo	0.8 mm

3.3.2 Stele stazione di monte

DATI GENERALI

Azione sismica	NTC 2008
Larghezza fondazione	4.0 m
Lunghezza fondazione	8.0 m
Profondità piano di posa	4.85 m
Altezza di incastro	1.0 m
Inclinazione pendio	25.0 °

SISMA

Accelerazione massima (ag/g)	0.032
Effetto sismico secondo	NTC(C7.11.5.3.1)
Fattore di struttura [q]	3
Periodo fondamentale vibrazione [T]	0.25
Coefficiente intensità sismico terreno [Khk]	0.0064
Coefficiente intensità sismico struttura [Khi]	0.059

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	A
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.26	2.44	0.19
S.L.D.	50.0	0.33	2.47	0.21
S.L.V.	475.0	0.75	2.6	0.29
S.L.C.	975.0	0.92	2.64	0.31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.312	0.2	0.0064	0.0032
S.L.D.	0.396	0.2	0.0081	0.004
S.L.V.	0.9	0.2	0.0184	0.0092
S.L.C.	1.104	0.2	0.0225	0.0113

STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m ³]	Peso unità di volume saturo [kN/m ³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m ²]	Coesione non drenata [kN/m ²]	Modulo Elastico [kN/m ²]	Modulo Edometrico [kN/m ²]	Poisson	Coeff. consolid. az. primaria [cmq/s]	Coeff. consolidazione secondaria	Descrizione
5.85	19.0	19.0	36.5	0.0	0.0	40000.0	0.0	0.15	0.0	0.0	Detrito di versante
15.0	26.5	26.5	35.0	200.0	0.0	100000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	rocce scistose

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m ²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	280.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	Sisma	280.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
3	S.L.E.	280.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
4	S.L.D.	280.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coeff. Rid. Capacità portante verticale	Coeff. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	2.3	1.1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...Sisma

Autore: VESIC (1975)

Carico limite [Qult] 1912.92 kN/m²
 Resistenza di progetto [Rd] 831.71 kN/m²
 Rd > Ed VERIFICATO

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)Costante di Winkler 76516.97 kN/m³**A1+M1+R3**

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq] 40.24
 Fattore [Nc] 53.03
 Fattore [Ng] 61.03

Fattore forma [Sc]	1.38
Fattore profondità [Dc]	1.35
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	0.83
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.37
Fattore profondità [Dq]	1.21
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	0.29
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.8
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	0.29
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	2002.43 kN/m ²
Resistenza di progetto	870.62 kN/m ²

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	40.24
Fattore [Nc]	53.03
Fattore [Ng]	58.07
Fattore forma [Sc]	1.3
Fattore profondità [Dc]	1.22
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	0.27
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.3
Fattore profondità [Dq]	1.21
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	0.29
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.85
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	0.29
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	2200.1 kN/m ²
Resistenza di progetto	956.56 kN/m ²

Sisma

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	40.24
Fattore [Nc]	53.03
Fattore [Ng]	61.03
Fattore forma [Sc]	1.38
Fattore profondità [Dc]	1.35
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	0.83

Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.37
Fattore profondità [Dq]	1.21
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	0.29
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.8
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	0.29
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.81
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	1912.92 kN/m ²
Resistenza di progetto	831.71 kN/m ²

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	40.24
Fattore [Nc]	53.03
Fattore [Ng]	58.07
Fattore forma [Sc]	1.3
Fattore profondità [Dc]	1.22
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	0.27
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.3
Fattore profondità [Dq]	1.21
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	0.29
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.85
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	0.29
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.81
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	2096.73 kN/m ²
Resistenza di progetto	911.62 kN/m ²

CEDIMENTI PER OGNI STRATO

*Cedimento edometrico calcolato con: Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi

Pressione normale di progetto	280.0 kN/m ²
Cedimento totale	0.89 cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento consolidazione; Ws: Cedimento secondario; Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (kN/m ²)	Dp (kN/m ²)	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
1	5.35	0	0	Schmertmann	0.07	--	0.07
2	13.35	0	0	Schmertmann	0.82	--	0.82

3.3.3 Pali di sostegno

Utilizzando i medesimi dati e utilizzando le stesse formule di calcolo, sono stati verificati le resistenze di progetto ed i cedimenti per i singoli pali di sostegno della seggiovia in progetto.

Sotto vengono riportati i risultati ottenuti.

Sostegno	fondazione (mq)	Ed (tensione) KN/mq	Rd (resistenza di progetto) KN/mq	Condizione di Verifica (Ed<Rd)	Cedimento edometrico cm	Cedimento elastico cm
1	9,6	323	1289	VERIFICATO	1,69	0,197
2	11,5	276	1289	VERIFICATO	1,38	0,166
3	13,7	152	1313	VERIFICATO	0,71	0,083
4	13,7	140	1313	VERIFICATO	0,63	0,075
5	14,3	145	1329	VERIFICATO	0,71	0,079
6	18,5	109	1329	VERIFICATO	0,45	0,055
7	15,6	119	1345	VERIFICATO	0,48	0,061
8	21,1	102,7	1353	VERIFICATO	0,44	0,061
9	12,0	140	1356	VERIFICATO	0,65	0,075
10	19,0	105	1361	VERIFICATO	0,47	0,065
11	14,4	120	1588	VERIFICATO	0,74	0,052
12	13,7	154	1313	VERIFICATO	0,72	0,085
13	15,1	149	1329	VERIFICATO	0,74	0,081
14	11,4	140	1313	VERIFICATO	0,38	0,075
15	20,0	184	1361	VERIFICATO	1,1	0,105
16	11,5	164	1305	VERIFICATO	0,76	0,091
17	11,5	121	1305	VERIFICATO	0,48	0,063
18	6,7	255	256	VERIFICATO	1,33	0,667

3.4 Verifiche di stabilità

Gli ammassi delimitati da fronti artificiali o da versanti naturali possono essere soggetti a scivolamento di masse lungo una superficie critica di rottura, in seguito al superamento della resistenza al taglio mobilitata in corrispondenza ad essa.

In corrispondenza dei maggiori interventi di movimento terra, in particolare alle stazioni di partenza e arrivo della seggiovia e lungo le scarpate derivanti dalla realizzazione della strada di accesso allla stazione di monte, si è proceduto alla verifica di stabilità, utilizzando il metodo di Janbu, con il quale è possibile stimare tra una serie di superfici di scivolamento ipotetiche quella potenzialmente più instabile.

I calcoli di verifica sono stati eseguiti in tutti i punti in cui si riscontrano le condizioni geomorfologiche meno favorevoli per l'acclività elevata e la presenza di coltri detritiche più potenti. In tutti i casi esaminati è stata verificata la stabilità ai sensi delle NTC 2008.

3.4.1 Stazione di partenza

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Lat./Long.	45.878081/7.869978
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	141.92 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	-180.81 m
Ascissa vertice destro superiore xs	163.6 m
Ordinata vertice destro superiore ys	-164.72 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	5.0
Numero di celle lungo y	5.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	A
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.26	2.43	0.19
S.L.D.	50.0	0.34	2.47	0.21
S.L.V.	475.0	0.76	2.59	0.29
S.L.C.	975.0	0.95	2.63	0.31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.312	0.2	0.0064	0.0032
S.L.D.	0.408	0.2	0.0083	0.0042
S.L.V.	0.912	0.2	0.0186	0.0093
S.L.C.	1.14	0.2	0.0233	0.0116

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.0064
Coefficiente azione sismica verticale	0.0032

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	148.16	-192.86
2	155.5	-192.04
3	160.02	-186.69
4	174.39	-176.59
5	178.47	-173.74
6	197.74	-173.74

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	148.16	-192.86
2	155.5	-192.04
3	155.5	-192.04
4	160.81	-192.08
5	164.72	-186.69
6	160.02	-186.69
7	174.39	-176.59
8	178.47	-173.74
9	197.74	-173.74

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0		36.5	1900	1900	Coltre detritica

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1.1
Ascissa centro superficie	154.93 m
Ordinata centro superficie	-171.16 m
Raggio superficie	22.22 m

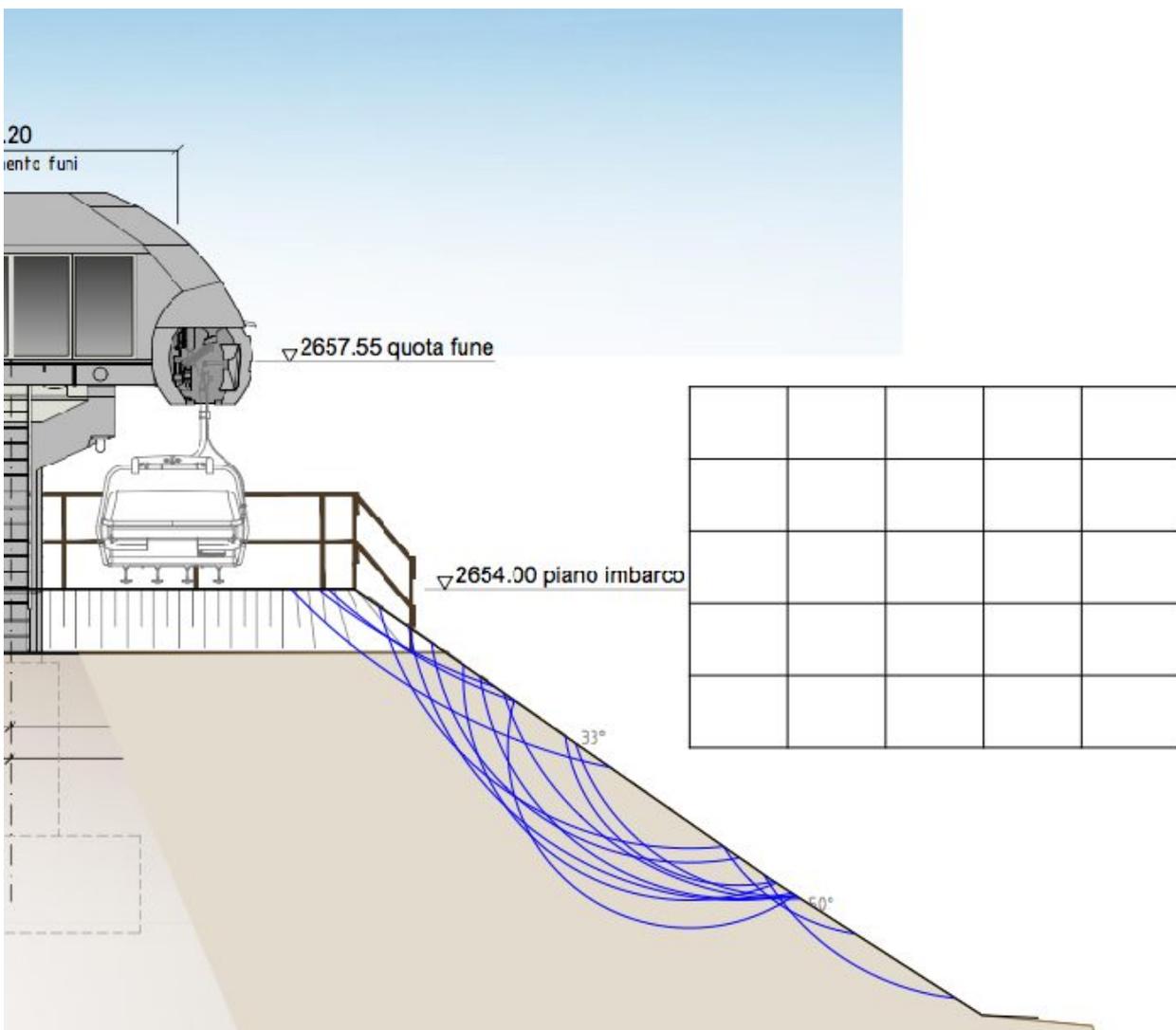
Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1.1
Ascissa centro superficie	141.92 m
Ordinata centro superficie	-153.46 m
Raggio superficie	37.93 m

Numero di superfici esaminate....(83)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	150.6	-180.8	11.3	1.14
2	152.8	-179.2	10.8	1.10
3	154.9	-180.8	8.4	1.10

4	161.4	-179.2	7.7	1.19
5	163.6	-180.8	8.0	1.47
6	152.8	-176.0	14.4	1.10
7	157.1	-176.0	12.4	1.10
8	159.3	-177.6	9.9	1.12
9	161.4	-176.0	11.6	1.19
10	163.6	-177.6	10.0	1.30
11	157.1	-172.8	15.7	1.10
12	159.3	-174.4	13.2	1.12
13	161.4	-172.8	14.8	1.17
14	163.6	-174.4	11.6	1.18
15	163.6	-171.2	14.1	1.14
16	161.4	-158.3	24.1	1.10
17	161.4	-155.1	27.2	1.20
18	163.6	-156.7	23.4	1.11
19	163.6	-153.5	26.1	1.21



3.4.2 Stazione di arrivo

Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)

Lat./Long.	45.878081/7.869978
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	1.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	47.82 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	-165.41 m
Ascissa vertice destro superiore xs	75.02 m
Ordinata vertice destro superiore ys	-141.24 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	4.0
Numero di celle lungo y	4.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	A
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.26	2.43	0.19
S.L.D.	50.0	0.34	2.47	0.21
S.L.V.	475.0	0.76	2.59	0.29
S.L.C.	975.0	0.95	2.63	0.31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.312	0.2	0.0064	0.0032
S.L.D.	0.408	0.2	0.0083	0.0042
S.L.V.	0.912	0.2	0.0186	0.0093
S.L.C.	1.14	0.2	0.0233	0.0116

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.006
Coefficiente azione sismica verticale	0.003

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	50.64	-178.3
2	62.84	-176.2
3	84.83	-166.7
4	102.87	-166.7

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0	36.5	1900	1900	Coltre detritica

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1.37
Ascissa centro superficie	71.62 m
Ordinata centro superficie	-150.3 m
Raggio superficie	21.07 m

Numero di superfici esaminate....(27)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	58.0	-162.4	14.9	2.36
2	61.4	-165.4	12.1	1.72
3	64.8	-162.4	15.2	1.55
4	68.2	-165.4	12.2	1.63
5	71.6	-162.4	15.2	1.67
6	75.0	-165.4	10.6	1.78
7	58.0	-156.3	20.6	1.57
8	61.4	-159.4	17.4	1.47
9	64.8	-156.3	21.3	1.51
10	68.2	-159.4	18.3	1.55
11	71.6	-156.3	18.2	1.52
12	75.0	-159.4	13.6	1.56
13	58.0	-150.3	26.4	1.39
14	61.4	-153.3	23.1	1.39
15	64.8	-150.3	26.9	1.47
16	68.2	-153.3	22.7	1.50
17	71.6	-150.3	21.1	1.37
18	75.0	-153.3	18.1	1.58
19	58.0	-144.3	32.3	1.37
20	61.4	-147.3	30.2	1.48
21	64.8	-144.3	31.1	1.43
22	68.2	-147.3	25.7	1.38
23	71.6	-144.3	27.1	1.53
24	75.0	-147.3	22.3	1.55
25	61.4	-141.2	34.7	1.39
26	68.2	-141.2	31.7	1.49

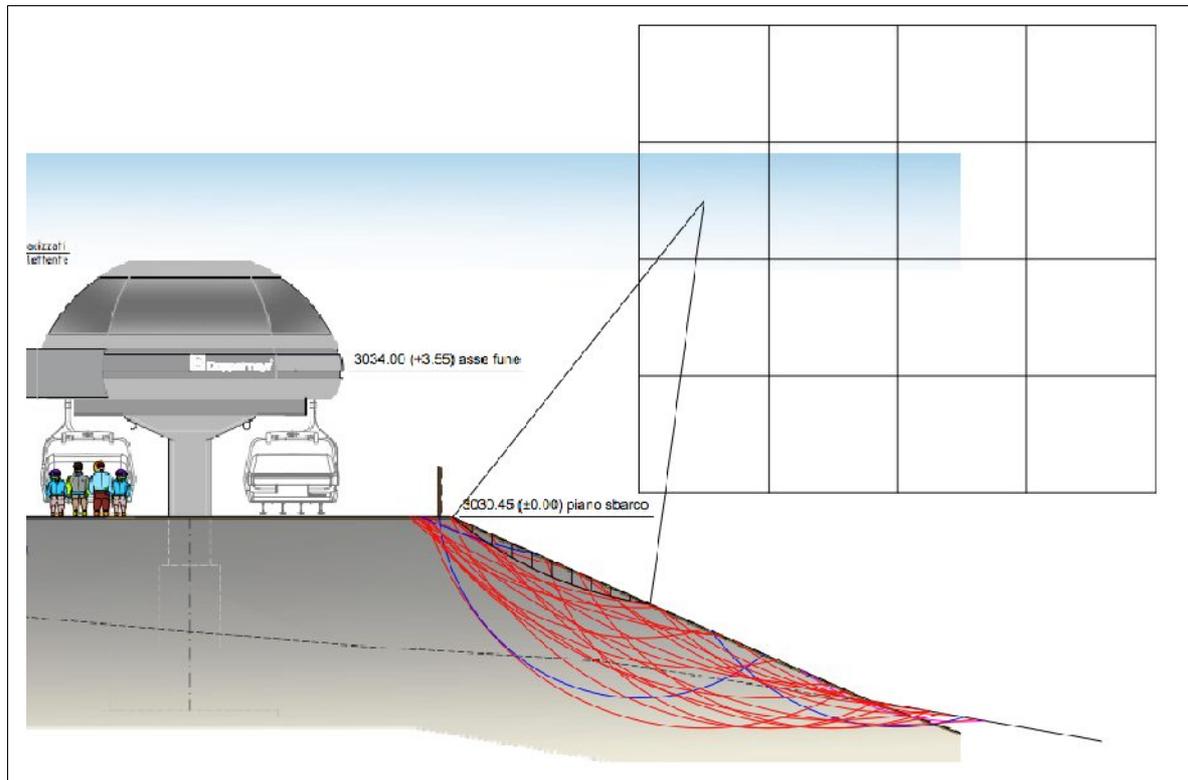
27

75.0

-141.2

27.9

1.77



3.4.3 Sostegno 15

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Lat./Long.	45.878081/7.869978
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	1.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	18.45 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	-115.0 m
Ascissa vertice destro superiore xs	30.61 m
Ordinata vertice destro superiore ys	-104.59 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	5.0
Numero di celle lungo y	5.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II

Vita nominale: 50.0 [anni]
 Vita di riferimento: 50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: A
 Categoria topografica: T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.26	2.43	0.19
S.L.D.	50.0	0.34	2.47	0.21
S.L.V.	475.0	0.76	2.59	0.29
S.L.C.	975.0	0.95	2.63	0.31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.312	0.2	0.0064	0.0032
S.L.D.	0.408	0.2	0.0083	0.0042
S.L.V.	0.912	0.2	0.0186	0.0093
S.L.C.	1.14	0.2	0.0233	0.0116

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0064
 Coefficiente azione sismica verticale 0.0032

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	20.4	-124.05
2	23.72	-122.05
3	26.63	-120.05
4	28.97	-118.05
5	32.83	-116.05
6	36.39	-114.05
7	38.81	-112.05
8	41.12	-110.05
9	43.52	-108.05

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1.25
 Coesione efficace 1.25
 Coesione non drenata 1.4
 Riduzione parametri geotecnici terreno Si

Stratigrafia

Strato	Peso unità di volume (Kg/m ³)	A	B	T	Resistenza compressione monoassiale (kg/cm ²)	Descrizione
1	2650	0.816	0.658	-0.14	350	Roccia

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

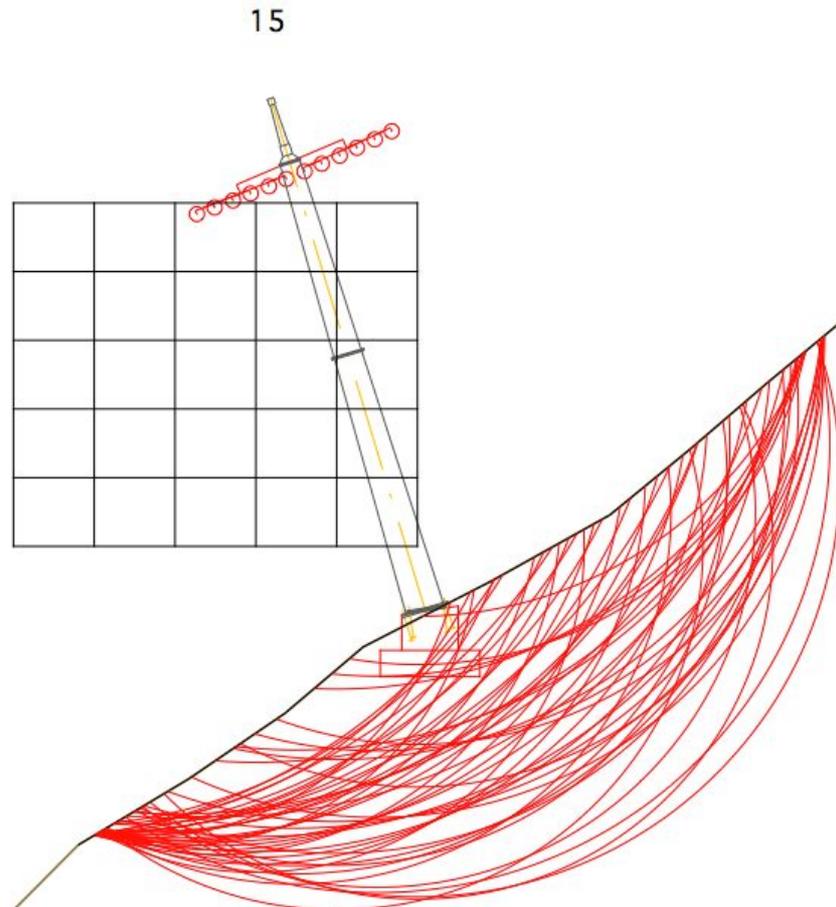
Fs minimo individuato 201.17
 Ascissa centro superficie 29.39 m

Ordinata centro superficie -111.87 m
 Raggio superficie 13.62 m

Numero di superfici esaminate....(61)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	18.5	-115.0	9.1	3519.32
2	19.7	-114.0	9.7	1632.39
3	20.9	-115.0	8.8	863.23
4	22.1	-114.0	9.9	535.40
5	23.3	-115.0	9.1	462.81
6	24.5	-114.0	10.4	350.08
7	25.7	-115.0	9.9	347.90
8	27.0	-114.0	11.3	302.07
9	28.2	-115.0	11.0	252.23
10	29.4	-114.0	11.4	249.08
11	30.6	-115.0	10.7	315.65
12	18.5	-112.9	10.9	2775.96
13	19.7	-111.9	12.0	829.28
14	20.9	-112.9	10.6	760.35
15	22.1	-111.9	11.6	532.22
16	23.3	-112.9	11.1	420.55
17	24.5	-111.9	12.3	350.43
18	25.7	-112.9	11.7	328.18
19	27.0	-111.9	13.0	283.04
20	28.2	-112.9	11.7	293.74
21	29.4	-111.9	13.6	201.17
22	30.6	-112.9	12.7	226.61
23	18.5	-110.8	13.1	1129.34
24	19.7	-109.8	13.7	774.24
25	20.9	-110.8	12.6	633.60
26	22.1	-109.8	14.0	436.49
27	23.3	-110.8	13.1	387.39
28	24.5	-109.8	14.3	325.32
29	25.7	-110.8	13.6	306.38
30	27.0	-109.8	14.9	235.10
31	28.2	-110.8	13.5	241.81
32	29.4	-109.8	13.4	274.21
33	30.6	-110.8	11.5	309.17
34	18.5	-108.8	15.2	822.25
35	19.7	-107.7	15.8	657.16
36	20.9	-108.8	15.0	498.54
37	22.1	-107.7	16.0	410.62
38	23.3	-108.8	15.1	370.61
39	24.5	-107.7	16.2	312.69
40	25.7	-108.8	15.5	274.92
41	27.0	-107.7	15.8	274.23
42	28.2	-108.8	14.6	273.62
43	29.4	-107.7	13.5	326.44
44	30.6	-108.8	12.2	322.03
45	18.5	-106.7	17.2	679.61
46	19.7	-105.6	18.1	517.36
47	20.9	-106.7	17.0	454.17
48	22.1	-105.6	18.0	377.30
49	23.3	-106.7	16.6	387.77
50	24.5	-105.6	17.6	311.87
51	25.7	-106.7	17.1	275.54
52	27.0	-105.6	15.5	379.22
53	28.2	-106.7	14.8	328.83
54	29.4	-105.6	13.3	492.13

55	30.6	-106.7	11.9	485.45
56	18.5	-104.6	19.3	591.75
57	20.9	-104.6	19.1	432.10
58	23.3	-104.6	18.5	358.40
59	25.7	-104.6	17.0	382.66
60	28.2	-104.6	14.7	499.48
61	30.6	-104.6	12.5	714.08



3.4.4 Sostegno 16

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Lat./Long.	45.878081/7.869978
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	1.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	69.07 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	-109.5 m
Ascissa vertice destro superiore xs	78.06 m
Ordinata vertice destro superiore ys	-102.3 m

Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	5.0
Numero di celle lungo y	5.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	A
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.26	2.43	0.19
S.L.D.	50.0	0.34	2.47	0.21
S.L.V.	475.0	0.76	2.59	0.29
S.L.C.	975.0	0.95	2.63	0.31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.312	0.2	0.0064	0.0032
S.L.D.	0.408	0.2	0.0083	0.0042
S.L.V.	0.912	0.2	0.0186	0.0093
S.L.C.	1.14	0.2	0.0233	0.0116

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0064
 Coefficiente azione sismica verticale 0.0032

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	69.72	-115.99
2	73.69	-113.99
3	76.35	-111.99
4	79.6	-109.99
5	83.52	-107.99
6	86.7	-105.99

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coazione efficace	1.25
Coazione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Peso unità di volume (Kg/m ³)	A	B	T	Resistenza compressione monoassiale (kg/cm ²)	Descrizione
1	2650	0.427	0.683	-0.004	350	Roccia

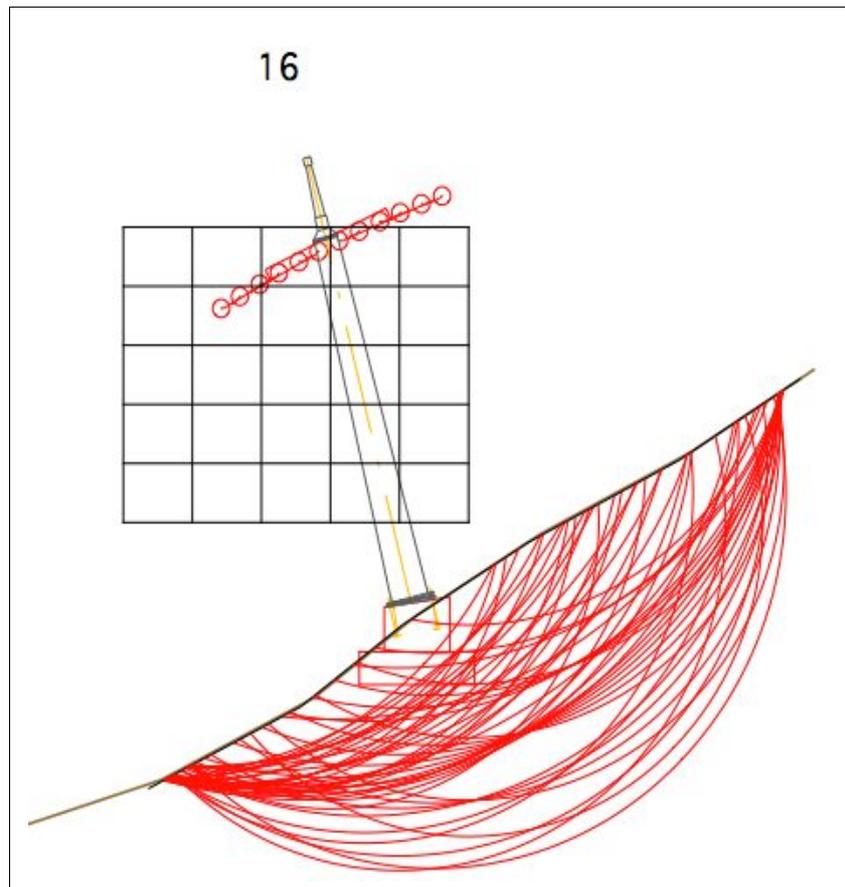
Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

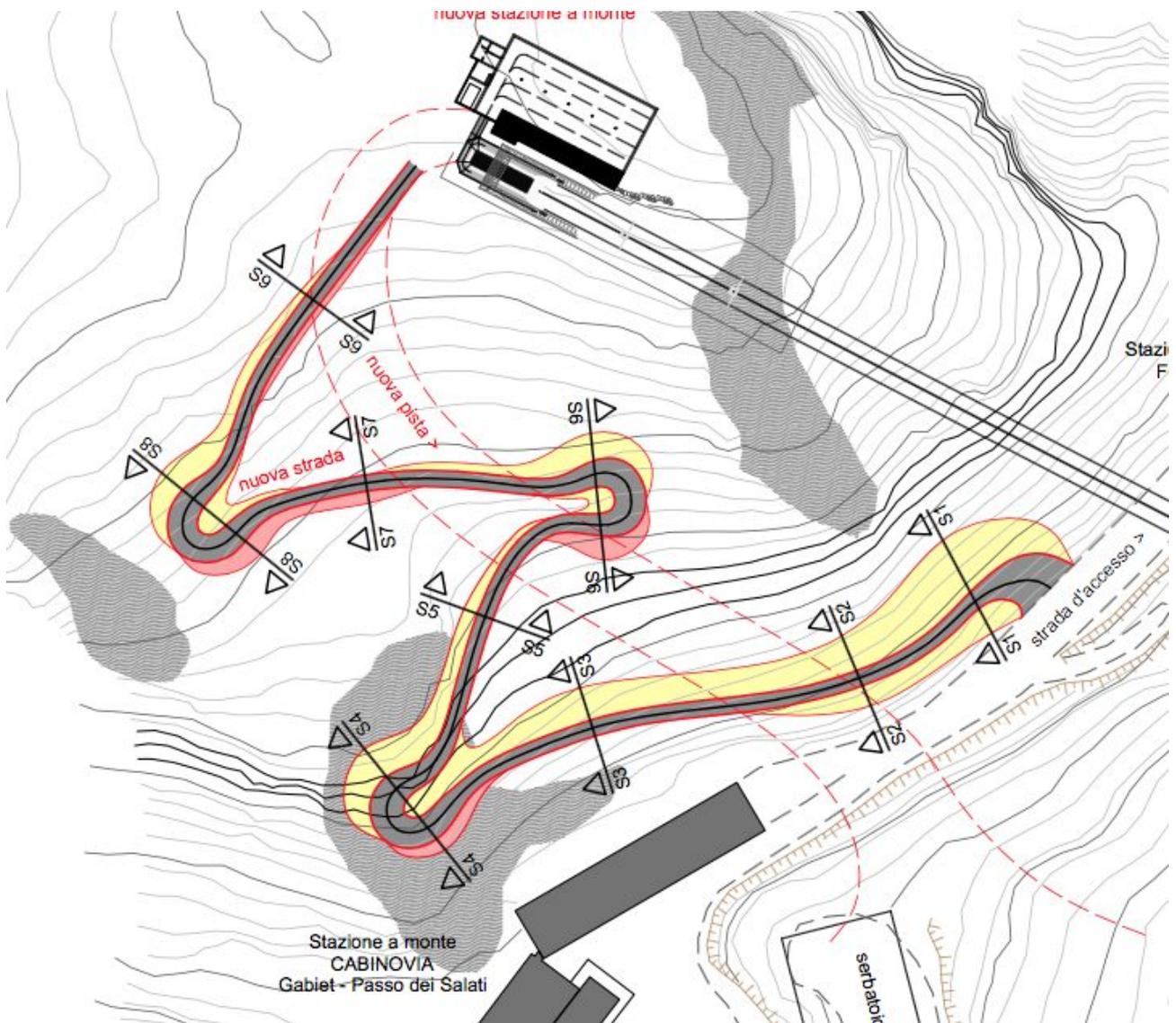
Fs minimo individuato	12.0
Ascissa centro superficie	76.26 m
Ordinata centro superficie	-108.06 m
Raggio superficie	9.57 m

Numero di superfici esaminate....(60)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	70.0	-108.8	6.9	73.10
2	70.9	-109.5	6.2	44.57
3	71.8	-108.8	7.2	24.90
4	72.7	-109.5	6.4	23.20
5	73.6	-108.8	7.3	18.25
6	74.5	-109.5	7.0	17.30
7	75.4	-108.8	8.5	14.43
8	76.3	-109.5	8.5	14.01
9	77.2	-108.8	9.2	13.21
10	78.1	-109.5	7.7	13.60
11	69.1	-108.1	7.7	150.35
12	70.0	-107.3	8.3	50.37
13	70.9	-108.1	7.5	35.95
14	71.8	-107.3	8.6	22.42
15	72.7	-108.1	8.1	19.36
16	73.6	-107.3	8.6	17.77
17	74.5	-108.1	8.2	16.37
18	75.4	-107.3	9.7	13.62
19	76.3	-108.1	9.6	12.00
20	77.2	-107.3	9.0	14.04
21	78.1	-108.1	8.2	14.57
22	69.1	-106.6	9.1	82.53
23	70.0	-105.9	9.9	33.86
24	70.9	-106.6	9.2	27.05
25	71.8	-105.9	10.0	20.10
26	72.7	-106.6	9.5	18.19
27	73.6	-105.9	10.4	15.77
28	74.5	-106.6	9.5	15.73
29	75.4	-105.9	10.8	13.49
30	76.3	-106.6	9.8	13.73
31	77.2	-105.9	9.0	15.68
32	78.1	-106.6	8.1	16.01
33	69.1	-105.2	10.5	54.70
34	70.0	-104.5	11.3	28.90
35	70.9	-105.2	10.6	24.01
36	71.8	-104.5	11.4	19.22
37	72.7	-105.2	10.8	17.26
38	73.6	-104.5	11.7	15.22
39	74.5	-105.2	10.8	15.10
40	75.4	-104.5	11.0	15.10
41	76.3	-105.2	10.0	15.31
42	77.2	-104.5	9.3	18.17
43	78.1	-105.2	8.3	18.63
44	69.1	-103.7	11.9	42.50
45	70.0	-103.0	12.7	25.30
46	70.9	-103.7	11.8	24.39
47	71.8	-103.0	12.5	19.95
48	72.7	-103.7	11.8	17.98
49	73.6	-103.0	13.0	14.76
50	74.5	-103.7	12.0	14.94

51	75.4	-103.0	11.3	17.45
52	76.3	-103.7	10.3	17.72
53	77.2	-103.0	9.7	22.38
54	78.1	-103.7	8.3	26.05
55	69.1	-102.3	13.5	30.41
56	70.9	-102.3	13.2	22.45
57	72.7	-102.3	13.6	15.72
58	74.5	-102.3	12.0	18.86
59	76.3	-102.3	10.7	21.58
60	78.1	-102.3	8.9	35.74



Pista di accesso**3.4.5 Pista di accesso sez 1****SEZ 1**

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	10.12 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	-291.71 m
Ascissa vertice destro superiore xs	27.91 m
Ordinata vertice destro superiore ys	-275.6 m

Relazione geologica e geotecnica

Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	4.0
Numero di celle lungo y	4.0

Coefficiente azione sismica verticale	0.003
---------------------------------------	-------

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	19.97	-300.24
2	21.86	-299.4
3	28.78	-298.82
4	35.99	-289.98
5	39.57	-286.61
6	44.8	-283.29

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	19.97	-302.36
2	24.21	-299.24
3	28.78	-298.82
4	35.99	-289.98
5	44.8	-284.1

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0	36.5	1900	1900	Coltre detritica
2	0.5	35	2650	2650	Roccia

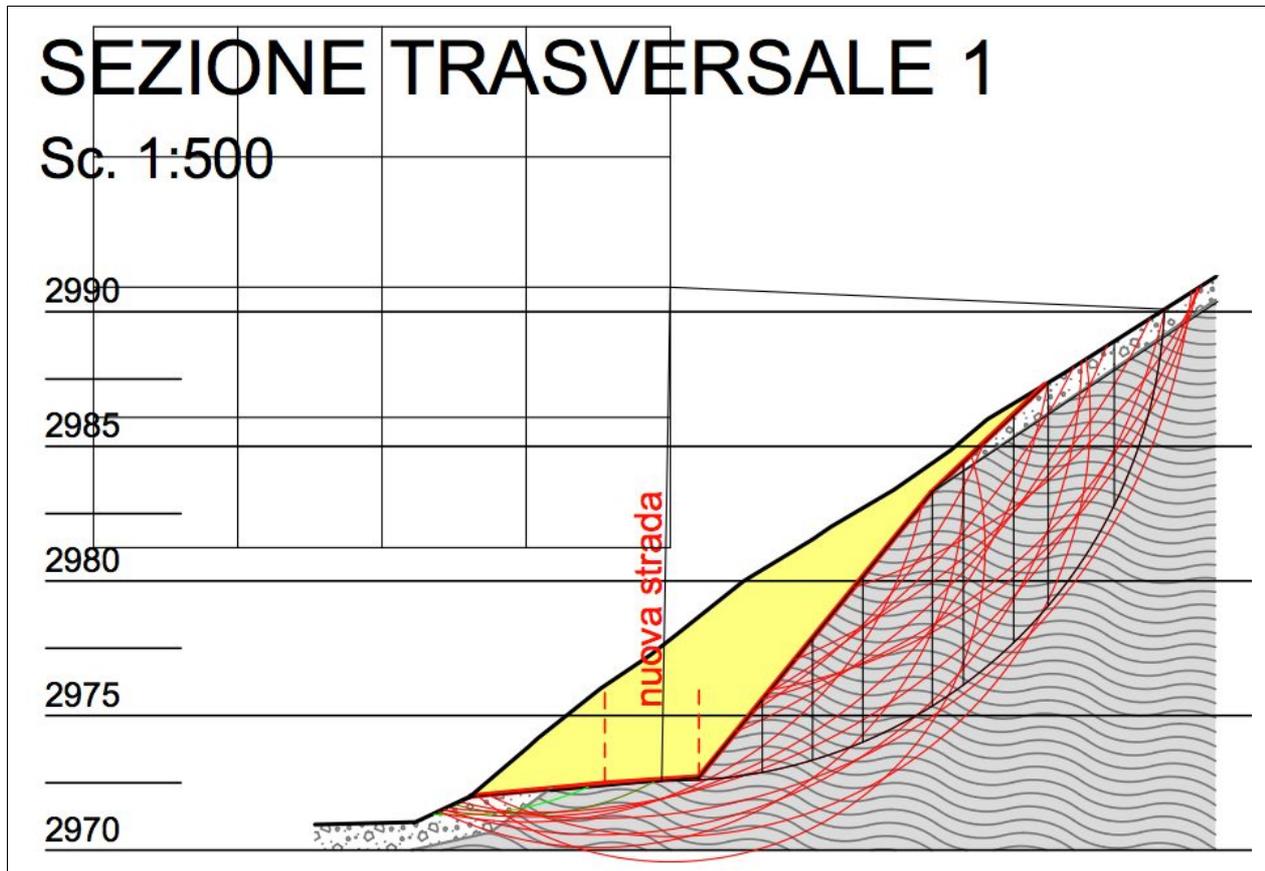
Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1.87
Ascissa centro superficie	27.91 m
Ordinata centro superficie	-283.65 m
Raggio superficie	15.26 m

Numero di superfici esaminate....(18)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	21.2	-289.7	10.3	21.06
2	23.5	-291.7	8.2	31.81
3	25.7	-289.7	11.3	2.60
4	27.9	-291.7	9.7	2.36
5	23.5	-287.7	12.5	4.23
6	25.7	-285.7	14.9	2.13
7	27.9	-287.7	13.0	1.97
8	21.2	-281.6	17.7	4.26
9	23.5	-283.7	16.4	2.71

10	25.7	-281.6	18.4	1.99
11	27.9	-283.7	15.3	1.87
12	21.2	-277.6	21.6	2.53
13	23.5	-279.6	20.3	2.19
14	25.7	-277.6	19.4	2.21
15	27.9	-279.6	16.8	2.17
16	19.0	-275.6	23.8	2.95
17	23.5	-275.6	21.3	2.44
18	27.9	-275.6	18.2	2.71



3.4.6 Pista di accesso sez 5

Sez 5

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	114.43 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	-294.05 m
Ascissa vertice destro superiore xs	121.91 m
Ordinata vertice destro superiore ys	-287.6 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	5.0
Numero di celle lungo y	5.0
Coefficiente azione sismica verticale	0.003

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	116.51	-296.53
2	118.09	-296.34
3	120.58	-296.29
4	121.52	-295.06
5	125.38	-292.44
6	127.76	-291.13

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	116.51	-297.42
2	119.07	-296.34
3	120.58	-296.29
4	121.52	-295.06
5	127.76	-292.78

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0	36.5	1900	1900	Coltre detritica
2	0.5	35	2650	2650	Roccia

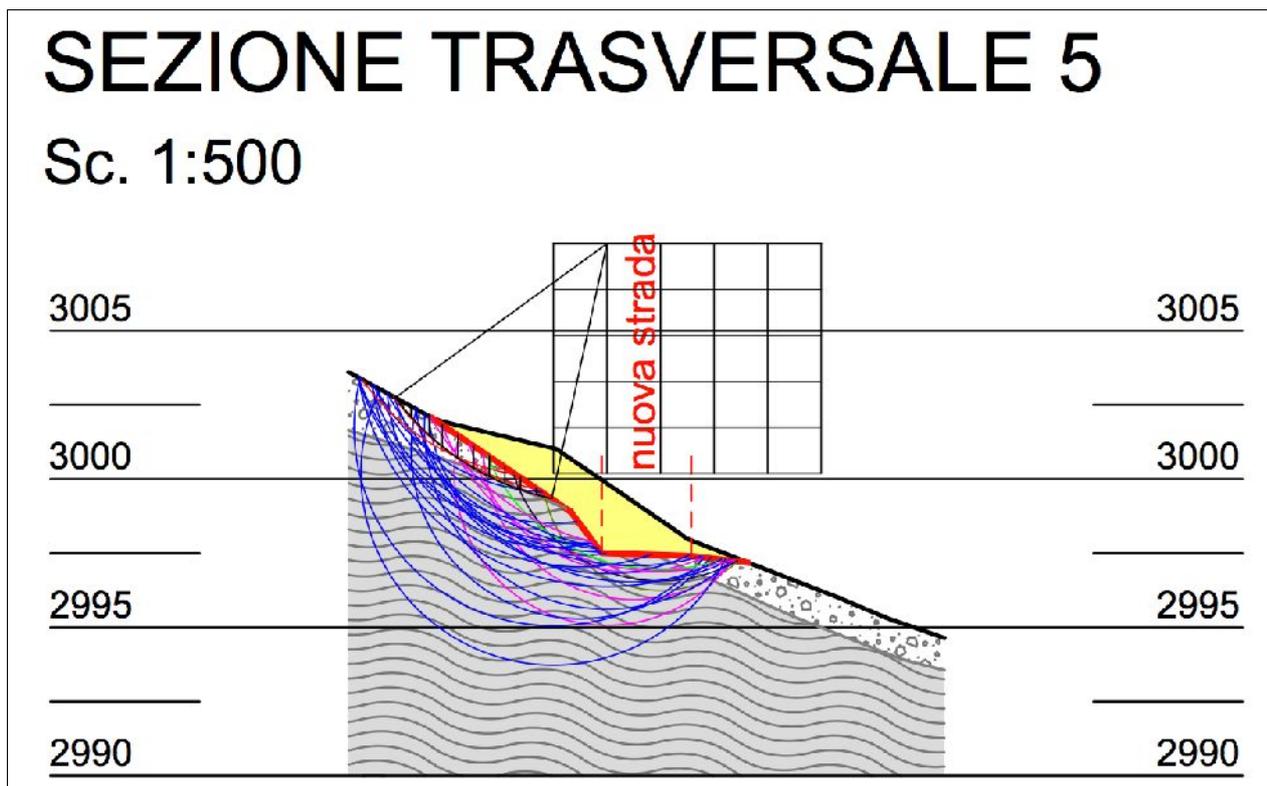
Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1.12
Ascissa centro superficie	120.42 m
Ordinata centro superficie	-287.6 m
Raggio superficie	7.32 m

Numero di superfici esaminate....(28)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	118.9	-294.0	3.3	11.56
2	119.7	-293.4	4.2	6.33
3	120.4	-294.0	4.3	5.14
4	121.2	-293.4	4.7	4.58

5	121.9	-294.0	5.4	4.08
6	118.9	-292.8	4.3	10.29
7	119.7	-292.1	4.7	5.55
8	120.4	-292.8	5.1	4.72
9	121.2	-292.1	4.2	3.90
10	121.9	-292.8	5.6	4.14
11	118.9	-291.5	5.3	7.79
12	119.7	-290.8	6.3	4.20
13	120.4	-291.5	5.4	3.87
14	121.2	-290.8	5.8	3.61
15	121.9	-291.5	4.7	3.72
16	118.9	-290.2	6.6	5.97
17	119.7	-289.5	7.1	4.72
18	120.4	-290.2	7.0	3.51
19	121.2	-289.5	6.5	4.18
20	121.9	-290.2	5.3	4.21
21	118.9	-288.9	7.3	5.24
22	119.7	-288.2	8.0	3.91
23	120.4	-288.9	7.4	3.60
24	121.2	-288.2	6.4	1.13
25	121.9	-288.9	5.7	3.36
26	118.9	-287.6	8.7	4.78
27	120.4	-287.6	7.3	1.12
28	121.9	-287.6	6.6	1.19



3.4.7 Pista di accesso sez 6

Sez 6

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Normativa	
Numero di strati	3.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	107.66 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	-324.23 m
Ascissa vertice destro superiore xs	122.53 m
Ordinata vertice destro superiore ys	-312.35 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	5.0
Numero di celle lungo y	5.0

Sisma

Coefficiente azione sismica verticale	0.003
---------------------------------------	-------

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	111.77	-330.54
2	113.83	-329.64
3	115.6	-327.21
4	119.14	-327.03
5	123.23	-325.44
6	124.62	-325.44
7	127.23	-325.29
8	129.96	-321.96
9	130.25	-321.55
10	134.34	-318.74
11	135.03	-318.53

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	111.77	-330.54
2	113.83	-329.64
3	115.83	-329.76
4	115.95	-329.47
5	117.37	-327.12
6	119.14	-327.03
7	123.23	-325.44
8	127.23	-325.29
9	130.25	-321.55
10	134.34	-318.74
11	135.03	-318.53

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	111.77	-332.0
2	114.76	-329.88
3	115.16	-329.73
4	115.83	-329.76
5	115.95	-329.47
6	119.25	-328.22
7	124.62	-325.44
8	127.23	-325.29
9	129.96	-321.96
10	133.09	-320.27
11	135.03	-319.59

Coefficients parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.0
Coazione efficace	1.0
Coazione non drenata	1.0
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coazione (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0	45	2000	2000	scogliera
2	0	35	1900	1900	coltre detritica
3	0.5	35	2650	2650	roccia

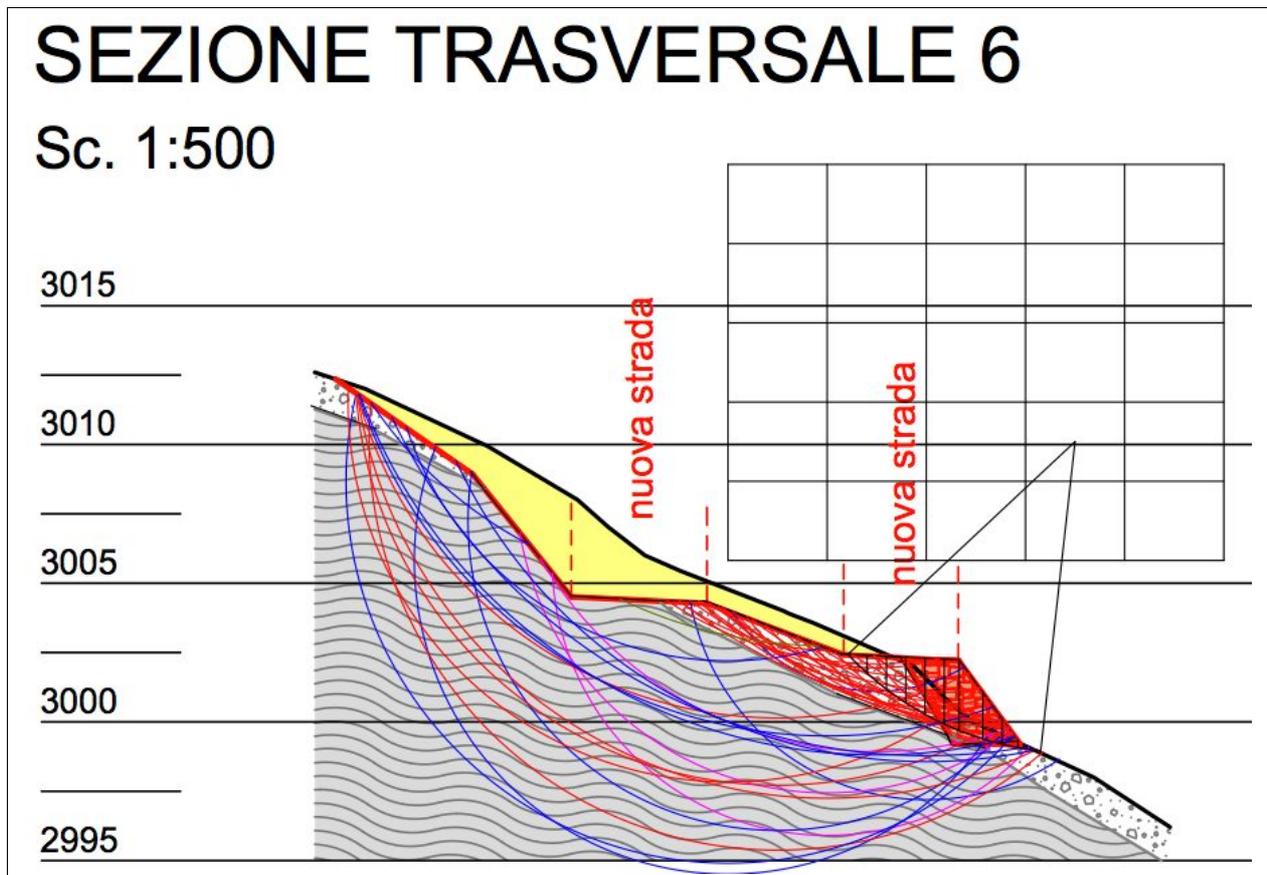
Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.75
Ascissa centro superficie	112.12 m
Ordinata centro superficie	-320.66 m
Raggio superficie	9.34 m

Numero di superfici esaminate....(45)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	113.6	-324.2	5.4	1.83
2	115.1	-323.0	6.1	2.68
3	116.6	-324.2	7.2	5.28
4	118.1	-323.0	5.1	4.22
5	119.6	-324.2	8.2	6.43
6	121.0	-323.0	9.3	5.53
7	122.5	-324.2	9.4	5.74
8	112.1	-320.7	9.3	1.75
9	113.6	-321.9	7.7	2.12
10	115.1	-320.7	8.4	2.85
11	116.6	-321.9	6.8	3.54
12	118.1	-320.7	6.8	3.02
13	119.6	-321.9	9.3	6.26
14	121.0	-320.7	12.3	3.84
15	122.5	-321.9	11.5	4.11
16	112.1	-318.3	11.7	1.94
17	113.6	-319.5	10.0	2.29
18	115.1	-318.3	10.6	2.74

19	116.6	-319.5	8.7	3.48
20	118.1	-318.3	11.7	6.68
21	119.6	-319.5	7.4	2.07
22	121.0	-318.3	12.7	3.82
23	122.5	-319.5	11.4	3.53
24	109.1	-315.9	14.3	1.77
25	112.1	-315.9	13.5	2.39
26	113.6	-317.1	12.3	2.42
27	115.1	-315.9	12.6	2.87
28	116.6	-317.1	10.6	3.67
29	118.1	-315.9	11.4	2.50
30	119.6	-317.1	14.3	3.76
31	121.0	-315.9	13.0	3.88
32	122.5	-317.1	10.1	5.72
33	110.6	-314.7	14.8	2.16
34	112.1	-313.5	15.8	2.44
35	113.6	-314.7	14.5	2.29
36	115.1	-313.5	14.7	3.01
37	116.6	-314.7	15.5	5.69
38	118.1	-313.5	16.5	4.20
39	119.6	-314.7	14.8	4.44
40	107.7	-312.3	18.1	1.85
41	110.6	-312.3	17.1	2.36
42	113.6	-312.3	16.7	3.44
43	116.6	-312.3	17.7	4.88
44	119.6	-312.3	14.4	13.75
45	122.5	-312.3	12.9	5.94



3.4.8 Pista di accesso sez 8

Sez 8

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	168.28 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	-319.87 m
Ascissa vertice destro superiore xs	182.52 m
Ordinata vertice destro superiore ys	-307.66 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	6.0
Numero di celle lungo y	6.0

Coefficiente azione sismica verticale 0.003

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	170.83	-327.23
2	174.86	-324.45
3	178.61	-324.29
4	183.22	-322.63
5	187.34	-322.54
6	188.22	-321.36
7	193.7	-317.63
8	194.97	-317.18
9	197.15	-316.12

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	170.83	-328.71
2	180.01	-325.57
3	185.52	-322.57
4	187.34	-322.54
5	188.22	-321.36
6	192.12	-319.69
7	197.15	-318.71

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0	36.5	1900	1900	Coltre detritica
2	0.5	35	2650	2650	Roccia

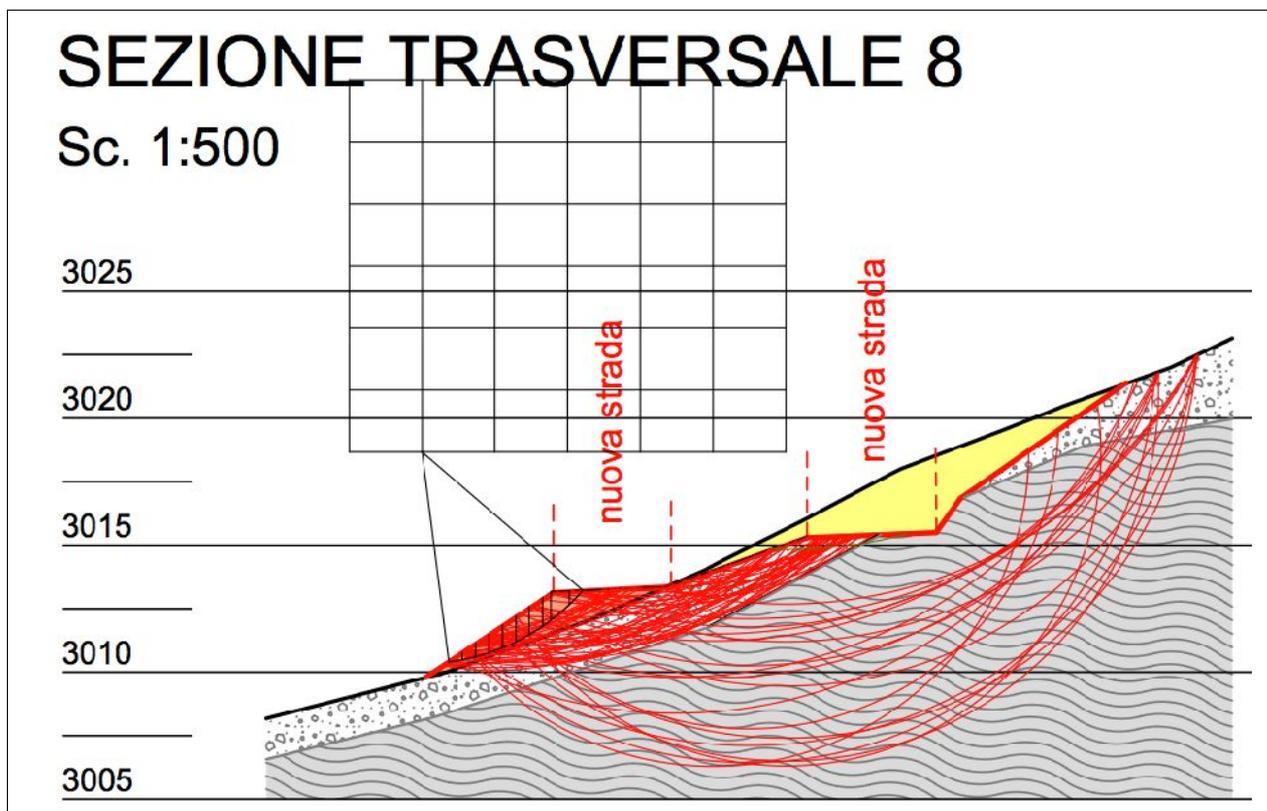
Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1.3
Ascissa centro superficie	170.66 m
Ordinata centro superficie	-319.87 m
Raggio superficie	6.93 m

Numero di superfici esaminate....(77)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	170.7	-319.9	6.9	1.30
2	171.8	-318.9	7.6	1.77
3	173.0	-319.9	6.3	2.14
4	174.2	-318.9	8.0	2.78
5	175.4	-319.9	6.4	3.66
6	176.6	-318.9	6.9	3.96
7	177.8	-319.9	5.3	3.80
8	179.0	-318.9	6.0	2.51
9	180.2	-319.9	10.3	4.46
10	181.3	-318.9	10.1	4.08
11	182.5	-319.9	10.3	4.10
12	170.7	-317.8	9.0	1.56
13	171.8	-316.8	9.1	1.99
14	173.0	-317.8	9.2	2.42
15	174.2	-316.8	10.0	2.73
16	175.4	-317.8	8.8	3.02
17	176.6	-316.8	9.3	3.21
18	177.8	-317.8	6.9	3.02
19	179.0	-316.8	7.6	2.24
20	180.2	-317.8	6.8	3.34
21	181.3	-316.8	13.2	3.55
22	182.5	-317.8	12.2	3.62
23	170.7	-315.8	10.6	1.73
24	171.8	-314.8	12.1	2.29
25	173.0	-315.8	10.7	2.61
26	174.2	-314.8	11.9	2.66
27	175.4	-315.8	10.7	2.89
28	176.6	-314.8	11.0	3.19
29	177.8	-315.8	8.6	2.22
30	179.0	-314.8	9.3	2.21
31	180.2	-315.8	8.4	2.68
32	181.3	-314.8	14.7	3.52
33	182.5	-315.8	13.4	3.63
34	169.5	-312.7	13.7	1.72
35	170.7	-313.8	12.6	1.98
36	171.8	-312.7	13.6	2.50
37	173.0	-313.8	12.7	2.63
38	174.2	-312.7	13.9	2.65
39	175.4	-313.8	12.5	2.91
40	176.6	-312.7	12.1	3.16
41	177.8	-313.8	11.1	3.02
42	179.0	-312.7	15.7	4.04
43	180.2	-313.8	10.0	2.80

44	181.3	-312.7	14.1	4.06
45	182.5	-313.8	13.8	3.63
46	168.3	-311.7	15.3	1.60
47	169.5	-310.7	15.7	1.94
48	170.7	-311.7	14.2	2.18
49	171.8	-310.7	16.1	2.40
50	173.0	-311.7	15.2	2.45
51	174.2	-310.7	15.3	2.81
52	175.4	-311.7	14.4	2.95
53	176.6	-310.7	13.9	2.82
54	177.8	-311.7	12.9	2.73
55	179.0	-310.7	16.5	3.80
56	180.2	-311.7	15.5	4.01
57	181.3	-310.7	14.9	3.64
58	182.5	-311.7	14.4	3.26
59	169.5	-308.7	17.7	2.13
60	170.7	-309.7	16.7	2.42
61	171.8	-308.7	17.7	2.58
62	173.0	-309.7	16.8	2.58
63	174.2	-308.7	17.2	2.87
64	175.4	-309.7	15.6	3.13
65	176.6	-308.7	16.4	3.27
66	177.8	-309.7	14.7	2.46
67	179.0	-308.7	15.1	2.83
68	180.2	-309.7	16.4	4.01
69	181.3	-308.7	16.7	3.78
70	182.5	-309.7	15.2	3.56
71	168.3	-307.7	18.8	1.91
72	170.7	-307.7	19.1	2.36
73	173.0	-307.7	18.7	2.63
74	175.4	-307.7	17.5	3.14
75	177.8	-307.7	16.5	2.52
76	180.2	-307.7	18.2	3.93
77	182.5	-307.7	15.4	34.28



4 Conclusioni

4.1 Risultati dell'indagine

Le indagini svolte non hanno evidenziato particolari limitazioni alla realizzazione della seggiovia in progetto e sulla base di quanto emerso si ritiene che le opere in progetto siano compatibili con le condizioni geomorfologiche e geotecniche riscontrate nell'area in esame:

- tutta l'area, grazie alla morfologia poco acclive e alla presenza del basamento roccioso subaffiorante, è stabile e non è interessata da franamento o fenomeni di dissesto in genere;
- la circolazione idrica superficiale è limitata ad un modesto corso d'acqua a carattere stagionale, rappresentato dal tratto superiore del torrente Olen, che non interessa le strutture della seggiovia;
- la zona non è soggetta a fenomeni valanghivi, come evidenziato nella relazione nivologica allegata al progetto;
- le caratteristiche geotecniche del sottosuolo sono complessivamente buone.

4.2 Considerazioni applicative

Quali indicazioni di carattere applicativo si evidenziano i seguenti punti:

- in genere tutte le opere di fondazione (sostegni e stazione di partenza) potranno essere impostate nel basamento roccioso, superando le sottili coperture detritiche ed attenendosi ai parametri geotecnici riportati in relazione, che dovranno essere necessariamente verificati in fase esecutiva;
- vista la presenza di coperture detritiche di maggiore spessore, le opere costituenti la stazione di arrivo potranno essere fondate nei terreni detritici, che comunque sono caratterizzati da requisiti geotecnici da discreti a buoni, a condizione che vengano eseguite in fase di scavo le opportune verifiche per escludere la presenza di ghiaccio (permafrost) e che vengano assunti gli eventuali accorgimenti sulle fondazioni e le strutture. A tale proposito si evidenzia che durante la realizzazione della vicina stazione di arrivo Funifor e della vasca di riserva idrica al passo dei Salati non è stata rilevata la presenza di ghiaccio nel sottosuolo. Cautelativamente si ritiene comunque opportuno impostare la fondazione di ancoraggio della seggiovia a circa – 2 m dal piano campagna attuale. In corrispondenza della stazione di monte, relativamente alle possibili problematiche relative al permafrost, si rimanda inoltre alle indicazioni di ARPA Piemonte (paragrafo 3.1.3);
- per la realizzazione delle opere di scavo e riporto, in particolare della pista di collegamento passo dei Salati – stazione di monte, e delle opere di sistemazione morfologica previste alle stazioni di partenza e arrivo, compatibilmente con le caratteristiche geotecniche dei micascisti e delle coltri detritiche, al termine dei lavori le scarpate risultanti dagli scavi dovranno avere inclinazione massima di $45^{\circ}\div 50^{\circ}$ per i micascisti e di $33^{\circ}\div 35^{\circ}$ per i terreni detritici. I riporti eseguiti con i terreni detritici di risulta dagli scavi dovranno avere inclinazione massima di $33^{\circ}\div 35^{\circ}$;
- in caso di inclinazioni superiori potranno essere realizzate opere di sostegno tipo scogliere in massi o terre rinforzate;

- le superfici denudate risultanti da scavi e riporti dovranno essere opportunamente riprofilate e livellate realizzando, ove possibile, compatibilmente con le condizioni climatiche, il recupero vegetazionale, come previsto nella relazione ambientale allegata al progetto;
- le acque meteoriche dovranno essere opportunamente smaltite in modo tale che non vadano ad innescare fenomeni gravitativi o di semplice erosione superficiale lungo i versanti interessati dalle opere di scavo e riporto;
- quale pista di servizio della seggiovia verrà utilizzato il tracciato della pista realizzata a suo tempo per la costruzione del Funifor, attraverso modesti movimenti terra necessari per il suo ripristino. Per la corretta regimazione delle acque meteoriche, sul sedime stradale è prevista la realizzazione di cunettoni taglia acqua;
- in corrispondenza degli attraversamenti del torrente Olen lo scavo per la posa del cavidotto che corre lungo il tracciato della seggiovia verrà approfondito a -1m dal fondo dell'alveo e verrà protetto mediante calottatura in cls. In tal modo lo scavo sarà impostato in roccia, a vantaggio della protezione del cavidotto, scongiurando la possibilità di divagazioni dell'alveo. Qualora in fase esecutiva non venisse riscontrato il basamento roccioso alla profondità attesa da progetto, dovrà essere realizzato un "taglione" in cls a valle del cavidotto di altezza adeguata ad intercettare il basamento roccioso;
- il terreno proveniente dagli scavi per la realizzazione delle opere in progetto, sarà riutilizzato nello stesso sito di produzione per la formazione dei riporti previsti. Ai fini della gestione delle terre e rocce da scavo si evidenzia pertanto che ricorrono le condizioni di esclusione dall'ambito di applicazione della parte IV del D.lgs. 152/2006, previste dall'art.185 del D.lgs. 152/2006 *comma 1 lettera c (suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato ai fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato).*

Aprile 2017

Indagini Geofisiche

Al fine di definire la stratigrafia del sottosuolo in corrispondenza della stazione d'arrivo in progetto sono state effettuate delle indagini sismiche, sfruttando il settore sub pianeggiante esistente.

Nel dettaglio l'acquisizione è avvenuta tramite sismografo Echo 24/2002 Ambrogeo a 24 canali collegato a geofoni verticali a frequenza propria di 4.5Hz; sono stati predisposti 2 stendimenti circa ortogonali tra di loro con spaziatura tra i geofoni di 2 m.

Ubicazione prove sismiche

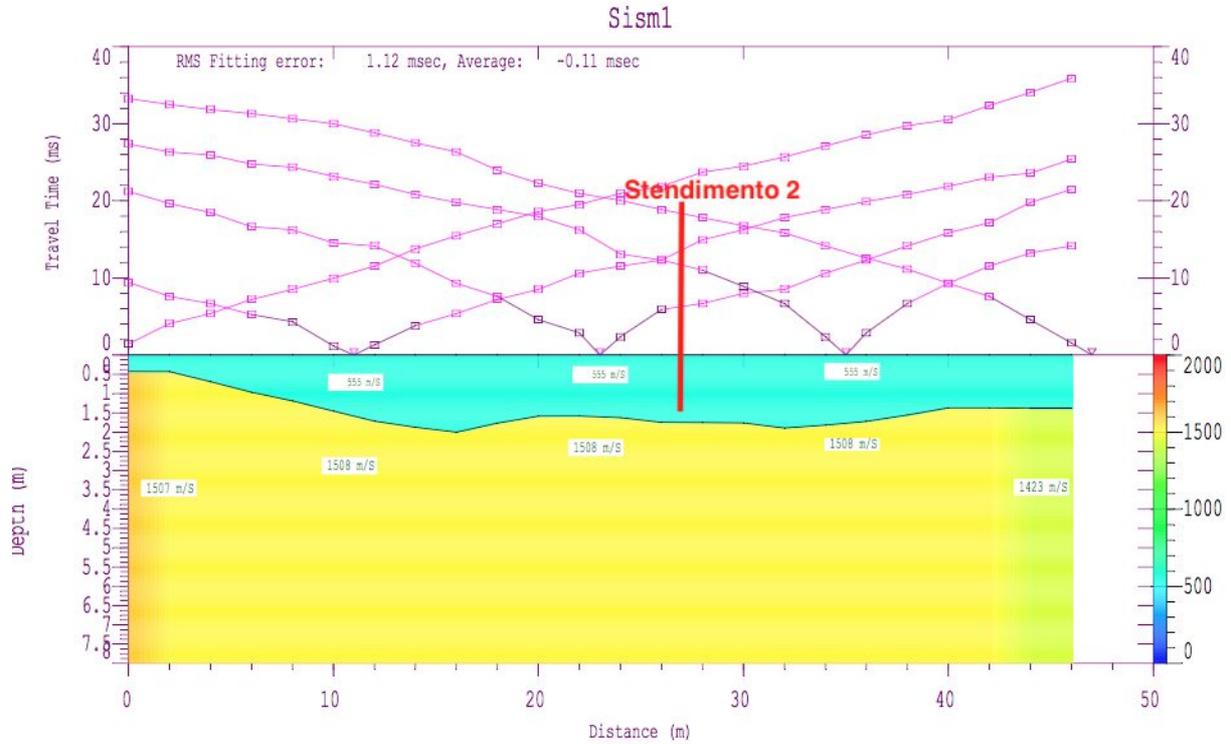


Su entrambi gli stendimenti sono state realizzate delle misure di sismica a rifrazione e sullo stendimento 1 è stata realizzata anche una prova simica MASW.

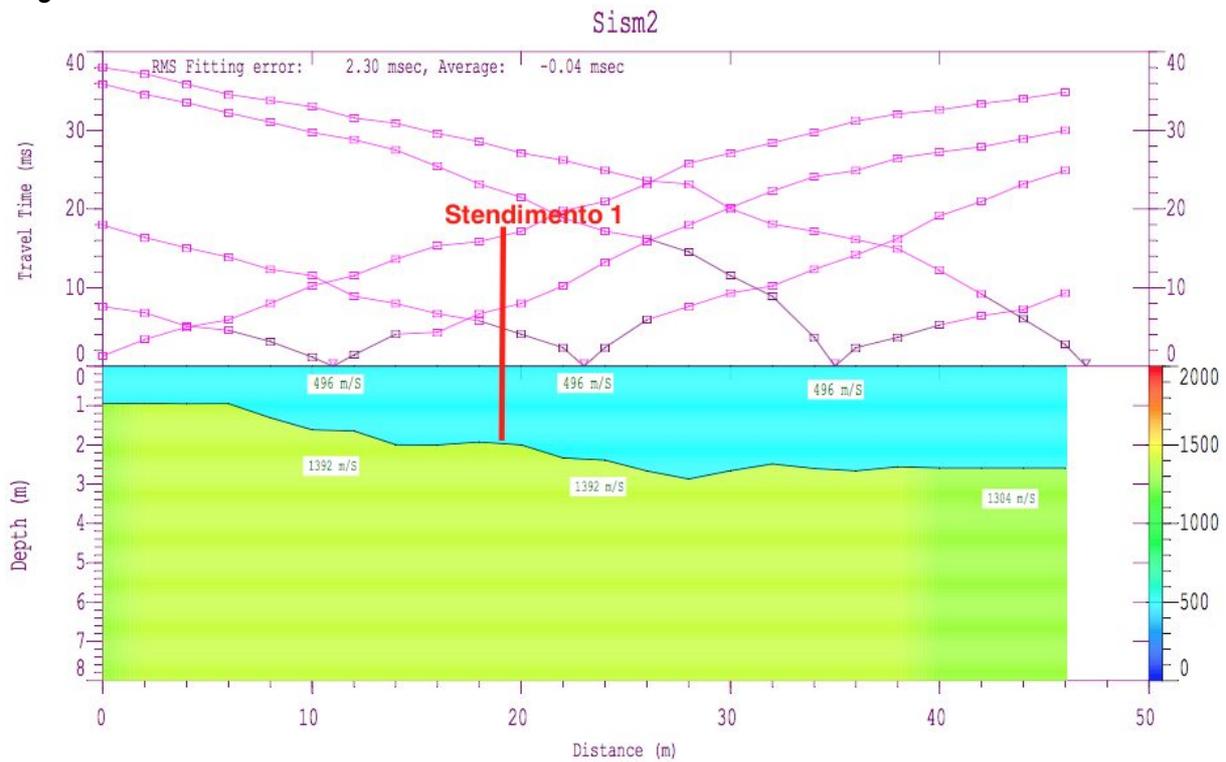
Per quanto riguarda la sismica a rifrazione, su entrambi gli stendimenti, i punti di energizzazione sono stati; - 1 m, 13 m, 23 m, 35 m e 47 m.

Le stratigrafie risultanti dall'interpretazione delle onde rifratte sono le seguenti:

Stratigrafia stendimento 1



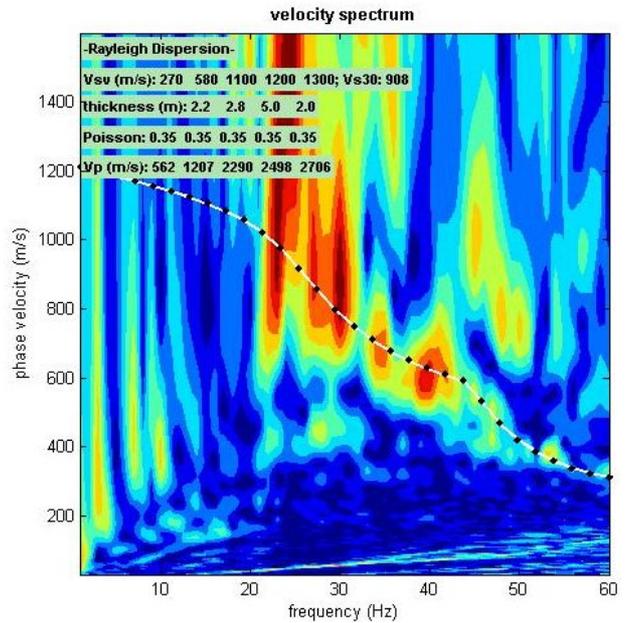
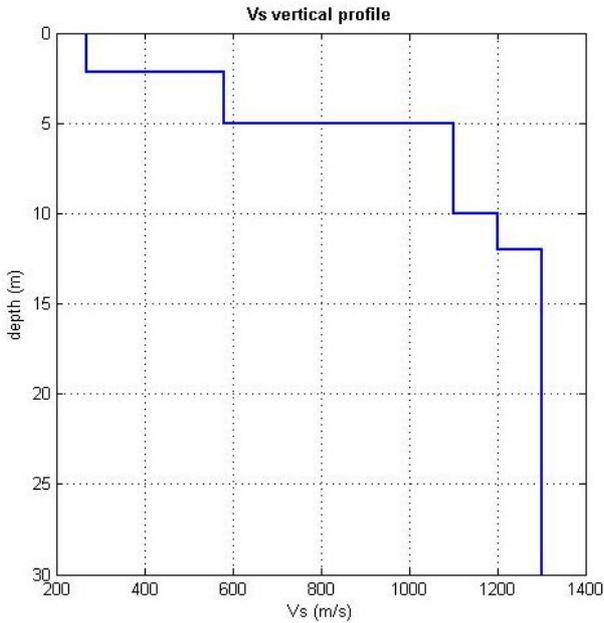
Stratigrafia stendimento 2



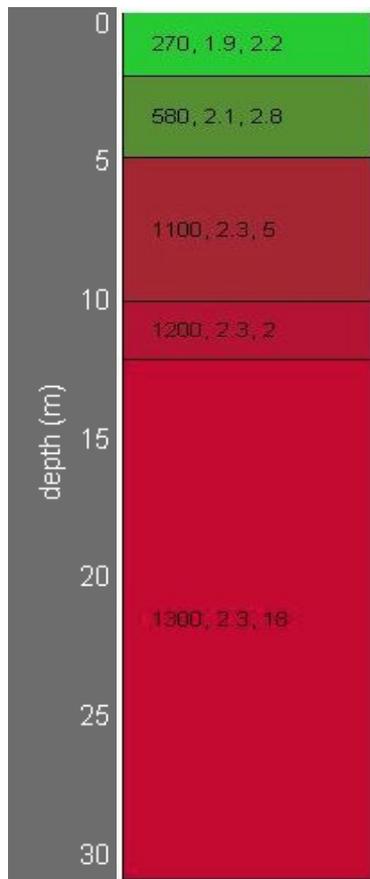
L'indagine sismica MASW è stata effettuata su entrambi gli stendimenti, con offset di 5 m, ma le misurazioni effettuate sullo stendimento 2 si sono rivelate di scarsa qualità, data la difficoltà di energizzare il sottosuolo alla posizione corretta.

I risultati della prove sismiche MASW sullo stendimento 1 è la seguente.

Profilo verticale Vs e spettro delle velocità



Stratigrafia



Vs density thickness
(m/s) (gr/cm³) (m)

La prova sismica MASW ci permette di definire la categoria sismica del sottosuolo secondo

quanto definito dalle norme tecniche per le costruzioni (DM 14 gennaio 2008, ex DM 14/09/2005). Nel caso in oggetto la categoria del sottosuolo è A o E a seconda della profondità di imposta delle fondazioni.

Analisi dei dati

I risultati delle prove sismiche effettuate evidenziano la presenza di un livello superficiale, di spessore compreso tra 2 e 3 m, caratterizzato da velocità delle onde V_p e V_s relativamente basse (V_p circa 500 m/s V_s 270m/s); tali valori possono essere assimilati ad un terreno sciolto, mediamente compatto, del tipo detrito / roccia molto disarticolata. Al di sotto del livello superficiale, la sismica a rifrazione evidenzia la presenza di un terreno caratterizzato da velocità V_p medio alte (1400÷1500 m/s), che dalle conoscenze geologiche dell'area possono corrispondere al substrato roccioso scistoso fratturato. Le velocità riscontrate sono anche compatibili con la presenza di permafrost, ovvero con la presenza di substrato roccioso intensamente fratturato, con la presenza di ghiaccio nelle fratture.

La prova sismica Masw, che si spinge a profondità dell'ordine dei 30 m, evidenzia un progressivo aumento delle velocità V_s , riconducibile ad una diminuzione della fratturazione o comunque ad una chiusura delle fratture stesse.