

SOMMARIO

1. PREMESSA		1
<i>RELAZIONE GEOLOGICA</i>		
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE		4
3. SITUAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA DI DETTAGLIO DELLA ZONA IN ESAME		7
4. ANALISI DI DETTAGLIO DELLE AREE INTERESSATE DALLE OPERE IN PROGETTO		10
4.1 SEGGIOVIA “CIAMPORINO-DOSSO”		10
4.2 SISTEMAZIONE ALVEO RIO CIAMPORINO (O CROSO)		16
4.3 SEGGIOVIA “CIAMPORINO”		17
4.4 AREA DI DEPONIA DEL MATERIALE DETRITICO IN ECCESSO		23
5. CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEL SUBSTRATO ROCCIOSO		24
6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI DEPOSITI DI COPERTURA		25
7. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA IN ESAME		27
<i>RELAZIONE GEOTECNICA</i>		
8. DETERMINAZIONE DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEI TERRENI DI FONDAZIONE E CONSIDERAZIONI SUI CEDIMENTI		32
9. VERIFICHE DI STABILITÀ DELL'INSIEME OPERE-VERSANTE		37
10. SCAVI DI SBANCAMENTO E MOVIMENTI TERRA		40
11. COMPATIBILITÀ DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO CON L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEI LUOGHI E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE		42

Allegati

- Corografia, in scala 1:10.000
- Tabelle di classificazione
- Verifiche stabilità opere-pendio Stazione di valle seggiovia “Ciamporino”
- Verifiche stabilità opere-versante difesa spondale mista Rio di Ciamporino
- Documentazione fotografica

1. PREMESSA

La Committenza, San Domenico Ski s.r.l., con sede a Varzo, frazione San Domenico, gestore degli impianti e delle piste dell'omonimo comprensorio sciistico, intendendo realizzare due seggiovie di nuovo impianto, entrambe quadriposto, denominate "Ciamporino - Dosso" e "Ciamporino", conferiva incarico all'ing. Stefano Chieu di Domodossola di redigere la progettazione degli impianti ed al dott. geol. Francesco D'Elia di Mergozzo di eseguire le necessarie indagini geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche, così come prescritto dal D.M. 11-03-1988 *"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"*, dal D.M. 14.01.08 *"Norme tecniche per le costruzioni"* e dalla L.R. n. 45/1989 *"Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici"*.

La presente relazione integra la precedente Relazione Geologica-Geotecnica, datata dicembre 2010, alla luce delle modifiche progettuali attuate a seguito delle considerazioni emerse durante la Conferenza dei Servizi n. 1 del 21-03-2011, durante la quale i funzionari della Regione Piemonte hanno negato la possibilità di realizzare il tombamento di una tratta, lunga circa 50 m, del Rio Croso (o Rio Ciamporino, come verrà denominato da qui in avanti), con posa di uno scatolare in cls, in adiacenza alla Stazione di Valle della seggiovia "Ciamporino – Dosso"; il tombamento aveva lo scopo di ricollocare parte del materiale ottenuto dagli scavi necessari alla realizzazione delle opere in progetto.

Nel dettaglio, le modifiche al progetto che vengono qui analizzate, riguardano:

- la realizzazione di opere di difesa spondale, in pietrame e cls, nella tratta del Rio Ciamporino, all'altezza della Stazione di Valle della prevista seggiovia quadriposto "Ciamporino – Dosso", con riempimento a tergo, utilizzando parte del materiale proveniente dagli scavi;
- il tracciato e l'ubicazione delle stazioni e dei sostegni della seggiovia quadriposto "Ciamporino", con verifiche di stabilità globale opere-versante;
- la messa a deponia del materiale ottenuto dagli scavi necessari alla realizzazione delle opere in progetto ed eccedente le frazioni altrimenti riutilizzate;
- la Relazione Geotecnica, in particolare per ciò che riguarda la verifica di stabilità globale del riporto previsto a valle della nuova seggiovia quadriposto "Ciamporino" e delle verifiche alla capacità portante dei manufatti di entrambe le seggiovie.

Inoltre vengono fornite le risposte alle osservazioni della *Direzione Opere Pubbliche, Difesa del Suolo, Economia Montana e Foreste – Settore Prevenzione Territoriale del Rischio Geologico*, a seguito delle riunioni dell'Organo Tecnico Regionale del 01-07-2011 e del 29-07-2011, per l'espletamento della fase di Specificazione della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, ai sensi della L.R. n. 40/1998.

A tal fine ci si è attivati e, dopo aver esperito un sopralluogo orientativo nelle aree oggetto d'intervento con il tecnico progettista, durante il quale è stata presa visione dei nuovi elaborati progettuali, si è proceduto effettuando dettagliati rilievi delle zone d'intervento, estendendoli ad un intorno significativo, che ha consentito di osservare e cartografare i litotipi affioranti nella zona e di evidenziare gli aspetti

geomorfologici ed idrogeologici caratterizzanti il territorio esaminato, verificando la compatibilità di tali aspetti con gli interventi in progetto.

Le presenti note rappresentano la sintesi esplicativa di quanto emerso dalle indagini svolte nel sito in esame e dalle successive elaborazioni e considerazioni, unitamente al confronto con le informazioni già a disposizione dello scrivente, precedentemente raccolte nel corso delle indagini svolte per la redazione degli elaborati geologici a supporto del P.R.G.C., e sono state così articolate:

- inquadramento geologico regionale e situazione geologica e geomorfologica di dettaglio
- analisi di dettaglio delle aree interessate dalle opere in progetto
- caratterizzazione geomeccanica e geotecnica del substrato roccioso e dei depositi di copertura
- caratterizzazione sismica dell'area in esame
- determinazione della capacità portante dei terreni di fondazione e considerazioni sui cedimenti
- verifica stabilità globale del riporto previsto a valle della nuova seggiovia quadriposto "Ciamporino"
- movimenti terra e verifica di compatibilità degli interventi in progetto con l'assetto idrogeologico dei luoghi.

A completamento della presente Relazione, vengono proposti in allegato i seguenti elaborati:

- Corografia, in scala 1:10.000;
- Tabelle di classificazione;
- Verifiche stabilità;
- Documentazione fotografica.

Gli approfondimenti di indagine effettuati hanno consentito di redigere le necessarie modifiche ed integrazioni alla presente Relazione Geologica e Geotecnica, le quali vengono riportate in **grassetto** nei capitoli seguenti (fermo restando le parti non modificate), per un più facile esame da parte dei Settori Regionali.

Normativa di riferimento:

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario Norme Tecniche per le Costruzioni

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)

Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali . UNI

Legge regionale 9 agosto 1989, n. 45

Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici

P.R.G.C. approvato con D.G.R. del 03.03.2008 n. 16-8316: Norme Tecniche di Attuazione

RELAZIONE GEOLOGICA

(art. 6.2.1 D.M. 14-01-2008)

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

L'area in esame, ubicata in Comune di Varzo e costituita nella fattispecie dal settore di versante che si sviluppa a monte della Frazione San Domenico, è inquadrabile nella Carta Tecnica Regionale, in scala 1:10.000, sezione 035110 "Cazzola". Per quanto attiene la cartografia geologica ufficiale, la zona si inserisce nel Foglio 15 "Domodossola" della Carta Geologica d'Italia in scala 1: 100.000.

Dal punto di vista dell'evoluzione geologica, il presente dominio geografico risulta caratterizzato da una sequenza di eventi geodinamici contrastanti: in sintesi, si assiste durante il paleozoico ad una prima fase orogenetica pre-alpina, quindi ad un periodo di distensione litosferica (290-150 Ma) che culmina nel rifting continentale e nella conseguente espansione del bacino oceanico della Tetide, ed infine nella ripresa delle condizioni convergenti nel Cretacico. Infine, nel tardo Cenozoico (Pliocene) e nel Quaternario, si verifica un profondo rimodellamento morfologico del paesaggio in conseguenza dell'azione svolta dai ghiacciai alpini.

La catena alpina a vergenza europea, nel cui ambito si colloca l'area in studio, risulta suddivisibile in alcuni elementi strutturali maggiori (sistemi tettonici) formati da gruppi di falde caratterizzati da una analoga storia cinematica, che rappresentano i resti di bacini mesozoici distinti ubicati in specifici domini paleogeografici della Tetide. Con riferimento alla struttura attuale della pila delle falde si osservano, in successione dall'alto in basso e procedendo dalle zone interne della catena verso l'avampaese meso-europeo (NW):

- il sistema Austroalpino;
- i sistemi tettonici della Zona Pennidica (superiori/interni, intermedi ed inferiori/esterni), cui si associano alcune unità costituite da scaglie ofiolitiche di origine oceanica;
- il sistema Elvetico-Delfinese;
- il bacino della molassa (avanfossa) costituito da un prisma di sedimenti oligocenico-neogenici, in parte scagliato e traslato sotto il settore frontale del sistema Elvetico;
- le sottili falde di scollamento del Giura franco-svizzero.

Il territorio esaminato, in particolare, si inserisce nel contesto del Dominio Pennidico, che comprende una successione di falde costituite in prima approssimazione da rocce gneissiche erciniche separate da sinclinali mesozoiche metamorfosate in un unico ciclo metamorfico polifasico (Metamorfismo Lepontino). Con maggior dettaglio, l'area in studio si colloca nel Pennidico Inferiore, un complesso di falde che presentano un tipico assetto strutturale a ricoprimenti tettonici, dovuto a meccanismi per pieghe coricate (successivamente deformate da ulteriori fasi plicative) associate a piani di taglio duttili, che hanno interposto in sequenza tettonostratigrafica le unità del basamento cristallino pre-triassiche e le unità di copertura meta-sedimentaria meso-cenozoiche.

Procedendo dal basso verso l'alto si riconoscono le seguenti unità strutturali:

- la Cupola di Verampio, costituita da ortogneiss granitico-sialici, che rappresenta l'elemento tettonico più profondo;
- la Sinclinale di Baceno, formata prevalentemente da scisti di origine metapelitica, il cui limite superiore è dato da calcari cristallini triassici con lenti di quarzo;
- il Ricoprimento di Antigorio, costituito da una massa imponente di gneiss occhiadini, separato dalla Cupola di Verampio dalla suddetta Sinclinale di Baceno;
- la Sinclinale del Teggiolo, costituita da rocce di età mesozoica (calcari cristallini, dolomie calcitifere, micascisti a staurolite, granato e cianite con intercalazioni di lenti di quarzite ricoperte da calcare cristallino localmente tendente a marmo saccaroide quasi puro), posta a separazione tra la falda di Antigorio e la sovrastante falda di Lebendum;
- il Ricoprimento del Lebendum, formato da due unità principali: una porzione gneissica polimetamorfica di età permo-carbonifera ed una porzione di età mesozoica.
- la Sinclinale del Veglia, litologicamente simile alla Sinclinale del Teggiolo, posta a separazione tra la falda del Lebendum e la falda di Monte Leone.
- il Ricoprimento di Monte Leone, costituito da gneiss occhiadini, parascisti e metabasiti, derivanti da corpi intrusivi di età tardo-paleozoica.

Con particolare riferimento ai litotipi riscontrati in affioramento durante il rilevamento, costituiti in prevalenza da calcescisti foliati a quarzo e fillosilicati (miche), passanti alle quote più elevate a calcari cristallini, dolomie calcitifere e marmi saccaroidi, il versante in analisi insiste in buona parte su associazioni litologiche ascrivibili alla Sinclinale del Teggiolo.

L'assetto strutturale del substrato, caratterizzato da sistemi di faglie pressoché parallele, con rigetto prevalentemente verticale che danno origine a versanti rocciosi e pareti molto acclivi, appare condizionato dalla presenza della linea tettonica Sempione-Centovalli, che rappresenta la naturale prosecuzione della Linea del Tonale. Si tratta di una faglia distensiva debolmente inclinata, che ha origine dalla Linea Insubrica nei dintorni di Locarno e si estende con andamento dapprima E-W, in seguito SE-NW, fino al Passo del Sempione.

Il modellamento del paesaggio, avutosi durante il Quaternario, rappresenta l'effetto dell'azione combinata svolta da diversi agenti morfogenetici

Come già detto anche in precedenza, di particolare importanza è risultata essere la dinamica glaciale, che attraverso diverse fasi di espansione e ritiro delle masse del ghiacciaio (pulsazioni), ha contribuito a modificare in modo netto la morfologia del territorio, tanto, per i fenomeni di esarazione, quanto per quelli legati alle fasi deposizionali.

La Val Divedro costituisce pertanto una tipica valle a gradinate, in cui è possibile riconoscere un'alternanza di tratti molto acclivi e di superfici sub-pianeggianti, impostatesi in corrispondenza di spalle e

lambi morenici: detta morfologia si è venuta a creare per deposizione di potenti coltri, abbandonate in fase di ritiro da un unico ghiacciaio che si estendeva fino all'attuale bacino del Lago Maggiore.

A tali processi sono seguiti quelli legati alla dinamica torrentizia delle acque incanalate, che hanno comportato intensa attività erosiva, con approfondimento più o meno marcato delle incisioni dei versanti e parziale oblitterazione dei tratti morfologici derivanti dall'attività glaciale, nonché deposizione di materiale in corrispondenza dello sbocco delle numerose valli laterali in quella principale, con formazione di conoidi di deiezione.

I processi legati alla dinamica gravitativa dei versanti rocciosi, consistenti in crolli di porzioni lapidee con conseguente formazione di accumuli detritici grossolani in corrispondenza delle rotture di pendio, sono stati favoriti, oltre che dalla presenza di famiglie di superfici strutturali coinvolgenti gli ammassi rocciosi, anche da intensi processi crioclastici di disaggregazione.

A questi fattori, infine, si sono aggiunti ulteriori fenomeni morfogenetici, quali l'azione delle acque superficiali selvagge, che in conseguenza di fenomeni di ruscellamento diffuso provoca la formazione di depositi colluviali, l'azione di disfacimento detritico, che determina la formazione di depositi eluviali, nonché l'azione antropica, legata in particolare all'attività estrattiva ed alla realizzazione di intagli stradali, che causa talora fenomeni di dissesto tanto a livello di materiali copertura, quanto di substrato roccioso.

3. SITUAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA DI DETTAGLIO DELLA ZONA IN ESAME

L'area oggetto di indagine del presente lavoro si sviluppa lungo il fianco vallivo situato in sinistra idrografica del T. Cairasca, a monte di San Domenico; in particolare, la porzione di versante interessata dalle previsioni progettuali ricade all'interno del grande anfiteatro naturale delimitato ad Ovest dalla P.ta Salarioli, a Nord dalla punta Ciamporino e ad Est dal Pizzo del Dosso.

L'area di arrivo (Staz. di Monte) della nuova seggiovia "Ciamporino - Dosso" è situata ai piedi del versante Ovest del Pizzo del Dosso, alla quota di 2.475 m s.l.m. circa, da dove si diramano le piste "La Sella", "Diei" e "Il Dosso"; effettuata una deviazione in corrispondenza della Staz. Intermedia (2.235 m s.l.m. circa), il tracciato termina nei pressi del Rifugio 2000, in corrispondenza dell'Alpe Ciamporino (St. di Valle a 1.932 m s.l.m.).

L'area di partenza (Staz. di Monte) della nuova seggiovia "Ciamporino" è situata in corrispondenza di un dosso ubicato ad Ovest del Colle di Ciamporino, alla quota di 2.133 m s.l.m. circa; il tracciato termina ad Ovest del Rifugio 2000 (Staz. di Valle a 1.900 m s.l.m. circa).

Con maggior dettaglio, morfologicamente si tratta di un'ampia conca glaciale, convergente in basso verso S-SW, modellata da numerose incisioni e da dossi, colonizzata da vegetazione erbacea e localmente da arbusti.

L'estesa area in cui sono presenti gli impianti sciistici dell'Alpe Ciamporino, è caratterizzata da alternanze di versanti mediamente acclivi, ad altri sub-pianeggianti o moderatamente acclivi, come nell'ampia testata del bacino imbrifero del Rio Croso, che si sviluppa in corrispondenza ed a monte dell'Alpe Ciamporino, dove la morfologia è quella di una conca di sovraescavazione glaciale colmata da depositi e racchiusa da un'ampia corona di circo.

Come è possibile desumere dall'analisi della Carta Geologica-Geomorfologica in scala 1: 5.000 (Elaborato GEO 2), nel settore direttamente indagato durante i ripetuti sopralluoghi il substrato litologico viene in buona parte mascherato dalla presenza di estese coltri di depositi incoerenti.

Questi ultimi, dotati di potenza estremamente variabile anche in conseguenza delle differenti condizioni di acclività del substrato, sono costituiti da materiali di diversa natura, prevalendo in particolar modo i depositi di origine mista detritico-morenica: si tratta di coltri localmente molto potenti, la cui osservazione diretta si è resa possibile in corrispondenza di diverse nicchie di frana che si sono innestati nel versante in esame in occasione dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000 e, localmente, di eventi più recenti; i suddetti materiali, fortemente eterometrici e caratterizzati da estrema caoticità, comprendono ciottoli a spigoli vivi e blocchi generalmente sub-angolari di dimensioni variabili (fino a plurimetriche), immersi in matrice di color ocre prevalentemente sabbiosa, a debole componente limosa.

L'azione di disaggregazione-disfacimento e di successivo trasporto, operata in modo combinato dagli atmosferici e dalle acque dilavanti, ha poi favorito la formazione di esigue coltri di depositi di natura eluvio-

colluviale, rappresentate da materiali fini a prevalente granulometria sabbioso-ghiaiosa, in cui sono immersi clasti e frammenti lapidei a spigoli vivi di dimensioni contenute.

Un'ulteriore tipologia di depositi incoerenti riconosciuta in fase di rilevamento e cartografata comprende i materiali detritici di versante, costituiti da blocchi a spigoli vivi ed a scheletro grossolano, praticamente privo di matrice, che al piede di pareti rocciose o di pendii particolarmente acclivi si organizzano in corpi di falda talora anche piuttosto estesi, venendosi a formare delle fasce di spessore ed ampiezza variabili.

La presenza di una falda detritica molto estesa e parzialmente attiva, si rileva al piede del versante settentrionale ed orientale della conca glaciale, comprendente la P.ta Salarioli ed il P.zo della Sella.

In subordine, corpi detritici di minore estensione, ma pur sempre rilevanti, sono dislocati più a monte all'interno della conca glaciale, come quello che caratterizza la porzione di versante in corrispondenza della prevista Stazione di Monte della seggiovia in progetto "Ciamporino-Dosso".

A fronte di limitate porzioni che appaiono in condizioni di equilibrio precario, buona parte dei depositi in questione, al contrario, ha ormai raggiunto condizioni di apparente stabilità, anche in conseguenza della copertura vegetale arbustiva che li ha colonizzati.

Localmente, infine, è stato possibile osservare la presenza di depositi di origine antropica, rappresentati tanto da materiali di riporto impiegati per la realizzazione dei rilevati stradali (strada comunale S. Domenico-Alpe Ciamporino; strada comunale S. Domenico-Ponte Campo) costituiti da ghiaie fini con ciottoli, debolmente sabbiose, quanto da materiali di risulta prodotti nell'ambito della cava abbandonata presente in destra idrografica del Rio Croso, comprendenti frammenti lapidei eterometrici e spigolosi, privi di matrice fine.

Il substrato roccioso affiora con buona continuità nella parte alta dei bacini imbriferi del Rio Croso e del Rio Fontana, laddove cioè l'acclività si fa molto elevata, con locale presenza di pareti strapiombanti, oltre che in corrispondenza della dorsale allungata (di cui costituisce l'ossatura), delimitata dai Rii Fontana e Ciamporino, ad Est del Rifugio 2000; nello specifico si tiene a precisare che le stazioni di monte delle due seggiovie ed i sostegni di linea della metà superiore di dette seggiovie ricadono nel substrato roccioso affiorante e/o subaffiorante.

Come già riferito nel capitolo di inquadramento generale, le unità affioranti nelle porzioni di versante in esame comprendono sostanzialmente associazioni litologiche metasedimentarie mesozoiche, riconducibili alla cosiddetta "Sinclinale del Teggiolo". Con maggior dettaglio, se si esclude la formazione di spessore piuttosto esiguo che può essere osservata nella parte alta del bacino del Rio Croso, comprendente una varietà di litotipi tra cui marmi dolomitici o micacei, dolomie, calcari cristallini e gessi, la rimanente parte del substrato roccioso risulta essere costituita da calcescisti a grana fine e tessitura estremamente scistosa, con presenza di noduli o lenti di silicati e di numerose fratture variamente orientate, spesso riempite da quarzo o calcite secondaria; tale litotipo si presenta, in linea generale, estremamente alterato e dotato pertanto di scadenti qualità geomeccaniche, cosicché all'interno del bacino le pareti in roccia sono spesso interessate da frane di crollo più o meno estese.

Per quanto attiene alla geomorfologia del settore di territorio in esame, caratterizzato nel complesso da un'elevata energia del rilievo, sono stati riportati nella Carta Geologica-Geomorfologica, in scala 1: 5.000, i principali elementi riconosciuti durante i sopralluoghi esperiti.

Gli eventi gravitativi sono riconducibili a due tipologie principali di dissesto, costituite per la precisione da colamenti più o meno estesi, verificatisi in seguito ad imbibizione delle coltri di copertura (materiali detritico-morenici) e da frane di crollo dalle pareti e dai versanti rocciosi più acclivi.

Nelle immediate vicinanze delle aree in esame interessate dagli interventi, si è riscontrata la presenza di diversi gradini morfologici, talora caratterizzati da rigetti anche piuttosto consistenti (1÷2 m), evidenziando il parziale scollamento della coltre superficiale e sintomatici di un potenziale ulteriore sviluppo della situazione di dissesto.

Ulteriori elementi che contraddistinguono il territorio sono costituiti da talune incisioni vallive, che mentre alle quote più elevate assumono il carattere di vere e proprie incisioni con profilo trasversale a V, alle quote inferiori, in corrispondenza del minor grado di acclività dei versanti e del maggiore spessore dei depositi di copertura, si presentano come avvallamenti a fondo concavo.

Per quanto attiene il reticolo idrografico superficiale, si sottolinea come l'azione di drenaggio dell'area sia svolta essenzialmente dai Rii Croso e Fontana e dai loro tributari, contraddistinti da elevato trasporto solido in occasione di piene impulsive e violente, nonché da erosione laterale e di fondo nelle tratte montane, a valle della conca di Ciamporino.

Nel settore di testata, comprendente la conca glaciale dell'Alpe Ciamporino, il bacino del Rio Croso si presenta estremamente ramificato, mentre a valle del suddetto pianoro esso è caratterizzato dalla presenza di un unico canale di deflusso; quest'ultimo si imposta dapprima all'interno di un alveo in roccia, caratterizzato da ripidi salti morfologici che determinano l'esistenza di cascate e salti, successivamente in depositi sciolti costituiti in prevalenza da materiali di origine detritico-morenica.

Il Rio Fontana, tributario di sinistra del Rio Croso, che costituisce anch'esso un corso d'acqua a carattere permanente, impostato per quasi tutta la sua lunghezza entro depositi di copertura profondamente incisi, si origina a quota inferiore rispetto al Rio Croso per confluenza di tre rami principali; va peraltro precisato che le porzioni altimetricamente più elevate delle tre incisioni vallive, in condizioni normali, risultano essere in stato di secca, assolvendo alla funzione di canale di deflusso esclusivamente in occasione di eventi meteorici di particolare persistenza.

Per quanto attiene l'assetto idrogeologico del versante, esso viene ad essere direttamente influenzato dalla presenza di un substrato roccioso la cui permeabilità per fessurazione può essere ritenuta con buona approssimazione estremamente bassa, cui si sovrappone la coltre incoerente, costituita in larga misura da materiali detritico-morenici sciolti a permeabilità medio-bassa, caratterizzati da una buona capacità di immagazzinare e trattenere le acque di infiltrazione.

4. ANALISI DI DETTAGLIO DELLE AREE INTERESSATE DALLE OPERE IN PROGETTO

Le coordinate sono indicative e sono espresse secondo il sistema Gauss Boaga.

4.1 SEGGIOVIA “CIAMPORINO-DOSSO”

Stazione di Monte (2.466.5 m s.l.m.) – Coordinate G.B.: N 5123555, E 1439740

L'area di arrivo (Staz. Di Monte) della nuova seggiovia “Ciamporino - Dosso” è situata ai piedi del versante Ovest del Pizzo del Dosso, da dove si diramano le piste “La Sella”, “Diei” e “Il Dosso”.

Trattasi di una zona subpianeggiante all'interno del detrito di falda derivante dalla disgregazione del substrato roccioso costituente il rilievo e la dorsale del “Dosso” e che ricopre in parte anche la fascia medio-inferiore del versante, mentre quella superiore è caratterizzata dall'affioramento di roccia in posto, che localmente appare intensamente fratturata e disgregata, anche a causa dell'alterazione, a tratti avanzata.

Lo spessore della coltre detritica ricoprente il substrato roccioso è dell'ordine di alcuni metri; il detrito è costituito da blocchi ed elementi lapidei, prismatici o lastriformi, da pluridecimetrici a plurimetrici.

La realizzazione della stazione motrice prevede uno scavo, di altezza plurimetrica, per l'impostazione delle opere di fondazione, il cui ingombro, in pianta, è di circa 18 m x 8 m.

Il materiale scavato verrà, in seguito, riutilizzato in posto, per la parziale riquotatura del terreno adiacente al manufatto.

Le opere di fondazione verranno realizzate previa l'asportazione delle porzioni superficiali della pietraia, con regolarizzazione del fondo.

Quindi verrà realizzato un sottofondo in cls armato, in modo da legare i blocchi lapidei alle porzioni superficiali del substrato roccioso; su tale sottofondo verranno ancorate le opere di fondazione del manufatto.

Per assicurare la protezione del manufatto e dell'area circostante da eventuali rotolamenti di elementi rocciosi provenienti dal versante settentrionale del “Dosso”, lungo il lato di monte della staz. motrice (Sud-Est) si dovrà realizzare un vallo paramassi, alto 2.50 ÷ 3.00 m, utilizzando i blocchi lapidei reperibili in loco e formando un vallo retrostante (lato di monte), in modo da creare un'area atta ad intercettare le traiettorie di eventuali rotolamenti di blocchi e porzioni lapidee; la scogliera fungerà anche da barriera frangivento.

Data l'elevata permeabilità del suolo non si ravvedono problemi, né di ristagno, né di smaltimento delle acque meteoriche intercettate dalle superfici impermeabilizzate, che verranno allontanate mediante canalette e fosse perpendenti ricavate nella pietraia.

Sostegni S19 – S18 – S17 – S16 – S15 – R14 – R13

Il primo sostegno (**S19**), situato a circa 2.472 m s.l.m. (coordinate G.B.: N 5123562, E 1439717), distante una decina di metri dalla stazione, è anch'esso ubicato sul detrito grossolano che costituisce la pietraia; quindi, anche in questo caso, le opere di fondazione verranno realizzate previa l'asportazione delle porzioni superficiali della pietraia, con regolarizzazione del fondo e con la realizzazione di un sottofondo in cls armato, in modo da legare i blocchi lapidei alle porzioni superficiali del substrato roccioso; su tale sottofondo verranno ancorate le opere di fondazione del manufatto.

Sia il sostegno **S18**, situato a circa 2.457 m s.l.m. (coordinate G.B.: N 5123579, E 1439672), che verrà ubicato una ventina di metri a valle della falda detritica, che l'**S17** (2.415 m s.l.m. - coordinate G.B.: N 5123622, E 1439555), verranno ancorati direttamente al substrato roccioso affiorante, costituito da calcescisti marcatamente scistosi, mediamente alterati e fratturati, con giacitura della scistosità orientata verso NNW, a bassa inclinazione (345/15); localmente il substrato roccioso è nascosto da un'esigua copertura di terreno vegetale inerbito.

Il sostegno **S16** (2.370 m s.l.m. - coordinate G.B.: N 5123662, E 1439448) verrà impostato in corrispondenza di una dorsale rocciosa, caratterizzata da pendenza medio-bassa (circa 25°) e delimitata da marcate incisioni, impostate direttamente in roccia, che fungono da linee di ruscellamento concentrato.

A valle dell'**S16** la linea della seggiovia in progetto attraverserà una di tali incisioni, che mostra una marcata asimmetria dei fianchi, che rispecchia l'assetto strutturale del substrato; infatti, il fianco meridionale immerge verso Nord con inclinazione inferiore a 30° ed un'esile copertura detritica della roccia, mentre il fianco settentrionale mostra una maggiore inclinazione.

Non si osservano fenomeni di instabilità che possano riguardare le aree d'impostazione dei sostegni.

Sia il sostegno **S15**, situato a circa 2.314 m s.l.m. (coordinate G.B.: N 5123705, E 1439331), che l'**R14** (**2.253 m s.l.m. - coordinate G.B.: N 5123746, E 1439224**), allontanato dall'impiuvio di qualche decina di metri, rispetto ai precedenti elaborati di progetto, verranno saldamente ancorati al substrato roccioso in posto, che mostra un assetto a franapoggio, più inclinato del pendio, il primo in sinistra ed il secondo in destra idrografica della marcata incisione del Rio di Ciamporino; localmente il substrato roccioso è nascosto da un'esigua copertura di materiale detritico, colonizzato da un'esile coltre di terreno vegetale inerbito, che verrà completamente asportato per l'impostazione delle opere di fondazione.

In questa tratta, l'andamento del Rio di Ciamporino (ENE-WSW) ricalca l'assetto strutturale (scistosità) del substrato.

Superata la marcata incisione del Rio di Ciamporino, il sostegno **R13** (2.248 m s.l.m. - coordinate G.B.: N 5123765, E 1439176), che precede di pochi metri la Stazione Intermedia, ricadrà in corrispondenza di un settore subpianeggiante della larga dorsale arrotondata che caratterizza questa porzione di territorio in destra idrografica del Rio di Ciamporino.

L'ampia dorsale scende verso Ovest alternando tratte acclivi ad altre subpianeggianti ed è in corrispondenza di una di queste che si prevede la costruzione del sostegno R13.

L'area, quindi, costituisce una sorta di largo terrazzo delimitato verso monte (ad Est) da un versante, mediamente acclive, che mostra affioramenti discontinui del substrato roccioso.

La stessa situazione, di subaffioramento del substrato, si osserva anche nell'area debolmente acclive in cui si prevede la costruzione del sostegno R13, le cui opere di fondazione verranno, quindi, saldamente ancorate al substrato, previa l'asportazione della coltre superficiale di spessore di ordine pluridecimetrico.

Stazione Intermedia – S12 (2.247.00 m s.l.m. – Coordinate G.B.: N 5123771, E 1439155)

L'area in esame è la stessa precedentemente descritta a proposito della costruzione del sostegno R13 (largo terrazzo debolmente acclive, caratterizzato da subaffioramento del substrato roccioso).

La costruzione della Staz. Intermedia, che ha una forma allungata piegata ad angolo ottuso, prevede, per l'impostazione delle opere di fondazione, scavi di profondità massima valutabile in $2.0 \div 2.5$ m.

Le opere di fondazione del manufatto verranno, quindi, saldamente ancorate al substrato, previa l'asportazione della copertura detritica di spessore di ordine pluridecimetrico, nonché della parte superficiale, frantumata ed in parte disgregata, anche a causa dell'alterazione, del substrato roccioso.

Il materiale derivante dagli scavi di sbancamento verrà riutilizzato in posto, per la parziale riquotatura (di altezza massima 3 m) del terreno adiacente al manufatto.

Le scarpate artificiali dovranno essere profilate con pendenze non superiori a $28^\circ \div 30^\circ$ e rifinite con riporto della coltre di terreno agrario precedentemente asportato ed accantonato, in modo da favorire l'inerbimento delle scarpate; nel caso in cui fosse necessario fare assumere alle scarpate pendenze maggiori, occorrerà, in ogni caso, riprofilarle con gradoni, le cui rampe verranno stabilizzate mediante palizzate.

Il sostegno **S12**, situato a circa 2.241 m s.l.m. (coordinate G.B.: N 5123760, E 1439126), pochi metri a valle della Stazione Intermedia verrà anch'esso direttamente ancorato al substrato roccioso in posto.

Nelle immediate vicinanze del punto d'impostazione della Staz. Intermedia, le caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso sono state rilevate mediante una Stazione di Rilevamento Strutturale, i cui risultati sono evidenziati di seguito.

L'area è priva di elementi di pericolosità geomorfologica, idrologica e valanghiva.

Sostegni S11 – S10 – W9 – W8

Il sostegno **S11** (2.227 m s.l.m. – Coordinate G.B.: N 5123742, E 1439076) è previsto all'estremità inferiore (verso Ovest) della porzione debolmente acclive dell'ampia dorsale descritta in precedenza,

ponendosi al margine superiore di una porzione di versante acclive, caratterizzato da affioramenti discontinui del substrato roccioso.

Il sostegno **S10** (2.153 m s.l.m. – Coordinate G.B.: N 5123677, E 1438902) è previsto in corrispondenza di una dorsale rocciosa, allungata in direzione Est-Ovest, in destra idrografica della marcata incisione del Rio di Ciamporino, sopraelevata di circa 25 m rispetto al fondo alveo, anch'esso inciso in roccia.

Le caratteristiche giaciturali e geomeccaniche del substrato roccioso sono analoghe a quelle rilevate nella stazione strutturale citata in precedenza.

L'area è priva di elementi di pericolosità geomorfologica, idrologica e valanghiva; la fondazione del sostegno verrà immorsata direttamente al substrato roccioso integro.

Il sostegno **W9** (2.105 m s.l.m. – Coordinate G.B.: N 5123651, E 1438833) ricade al margine dell'incisione del Rio di Ciamporino, sempre in destra idrografica.

L'incisione è impostata nel substrato roccioso, in un settore di versante a pendenza media (circa 30°), in cui il substrato è oblitterato da un'esile coltre di materiali eluvio-colluviali e detritici.

Il substrato roccioso affiora con continuità per una decina di metri in destra idrografica, arretrato circa 15 m dall'incisione naturale, dove forma una modesta dorsale, che verso Ovest si tronca improvvisamente, evidenziando sistemi di fratturazione conformi a quelli rilevati in precedenza ed analoghi a quelli osservabili sulla parete in sinistra idrografica.

Il sostegno W9 è ubicato circa sotto la verticale del settore di parete rocciosa intensamente fratturata e disarticolata, ove sono evidenti i segni lasciati dai crolli avvenuti in passato e dove si notano blocchi disarticolati, in equilibrio precario, nonché ammassi rocciosi caratterizzati da discontinuità e fratture che possono evolvere e dare origine, nel tempo, ad ulteriori crolli.

In fase esecutiva si raccomanda di porre particolare attenzione all'ubicazione del sostegno W9, che dovrà essere immorsato saldamente al substrato roccioso, ad una distanza dall'incisione dell'impluvio non inferiore a 5 m, in modo tale da innalzare la quota d'imposta rispetto al fondo alveo di non meno di 5 m.

Ciò consente di proteggere il manufatto dagli urti di massi derivanti da eventuali crolli prodottisi dalle pareti acclivi che caratterizzano i rilievi in sinistra idrografica.

Infatti, la situazione geologica e geomorfologica dell'area è tale per cui la presenza, al piede di tali rilievi, di un'estesa coltre detritica superficialmente inerbata, provvede a smorzare l'energia dei crolli, tendendo ad annullare i rimbalzi degli elementi rocciosi e favorendone, invece, il rotolamento-scivolamento fino all'incisione sottostante, che provvede ad arrestare il loro movimento e/o ad incanalarne l'eventuale movimento residuo.

Diverse porzioni lapidee testimoniano che, eventi del tipo di quelli descritti, si sono già verificati, ma in tempi remoti, mentre non sono stati individuati segni di crolli recenti.

Il progetto prevede, a protezione del sostegno W9, la costruzione di una struttura in blocchi lapidei di recupero in loco, con funzioni di scogliera, da ubicarsi alla base del lato Sud (verso l'incisione).

Superata la marcata incisione naturale, descritta in precedenza ed impostata direttamente nel substrato roccioso, il tracciato della seggiovia in progetto andrà ad interessare direttamente la falda detritica superficialmente inerbita, costituita da una matrice medio-grossolana assimilabile a breccia e ghiaie, con elementi lapidei metrici e plurimetrici, che caratterizza il piede dei versanti Nord e Nord-Ovest del “Dosso”; la suddetta falda è caratterizzata da diverse linee di ruscellamento, poco marcate.

Il sostegno **W8** (2.050 m s.l.m. – Coordinate G.B.: N 5123610, E 1438721) è previsto nelle immediate vicinanze di una di queste linee di ruscellamento, dal fondo concavo, inerbito, che nasce dal piede della parete rocciosa ed attraversa in leggera diagonale il pendio.

Il sostegno W8 verrà impostato a non meno di 4 m dalla linea d'impluvio, in modo da non interferire con la stessa e con gli eventuali episodi di trasporto solido.

Anche in questo caso si prevede, a protezione del sostegno, la costruzione di una struttura in blocchi lapidei di recupero in loco, con funzioni di scogliera, da ubicarsi sul lato di monte del sostegno di linea; la struttura di protezione dovrà essere di altezza tale (2 – 3 m) da proteggere il sostegno anche dallo scivolamento di masse di neve, che in questo settore di versante appaiono abbastanza probabili.

Le opere di fondazione del sostegno W8, come del sostegno seguente (W7) verranno realizzate previa l'asportazione delle porzioni superficiali della falda detritica, con regolarizzazione del fondo.

Quindi verrà realizzato un sottofondo in cls armato, in modo da legare tra loro i blocchi lapidei; su tale sottofondo verranno ancorate le opere di fondazione del manufatto.

Sostegni W7 - S6 – W5 – S4 – W3 – S2

Il sostegno **W7** (2.016 m s.l.m. – Coordinate G.B.: N 5123567, E 1438606) verrà costruito nel settore medio-distale della falda detritica superficialmente inerbita, costituita da una matrice medio-grossolana assimilabile a breccia e ghiaie, con elementi lapidei metrici e plurimetrici, che caratterizza il piede del versante Nord-Ovest del “Dosso”.

Nella fascia superiore della falda, alla base della paretina rocciosa acclive, sono presenti vecchie opere di difesa fermaneve.

Data l'ubicazione prevista, si ritiene che il sostegno W7 sia esterno alle traiettorie, sia degli eventuali crolli con rotolamento massi, che delle masse nevose in scivolamento.

Il progetto prevede, anche in questo caso, la costruzione di una struttura di difesa in blocchi lapidei di recupero in loco, di modeste dimensioni, con funzioni di scogliera, da ubicarsi sul lato di monte, a protezione del sostegno.

Proseguendo verso valle, lungo il tracciato della seggiovia in progetto, il passaggio dalla falda detritica alla parte bassa della conca glaciale è segnato dalla presenza di un cordone morenico, allungato da NE a SW per una lunghezza di circa 200 m ed alto una decina di metri.

Tra il cordone morenico e la falda detritica, il solco di ruscellamento che si è formato mostra segni di ristagni ed erosione della coltre detritica.

La costruzione del sostegno **S6** (2.000 m s.l.m. – Coordinate G.B.: N 5123509, E 1438449) è prevista sulla sommità del cordone morenico, caratterizzato da una matrice prevalentemente sabbiosa, addensata, inglobante blocchi lapidei di dimensioni fino a plurimetrie.

L'impostazione delle fondazioni del sostegno sono previste a -2.00 m dal p.c., legando i blocchi lapidei con colate di cemento; non sono stati rilevati problemi di instabilità del terreno di fondazione.

I sostegni **W5** (1.995 m s.l.m. – Coordinate G.B.: N 5123458, E 1438313) ed **S4** (1.997 m s.l.m. – Coordinate G.B.: N 5123431, E 1438242) saranno ubicati sulle pendici inferiori (sul lato settentrionale) della dorsale morfologica che separa la Pista "Rifugio 2000" dalla Pista "Intermedia"; si tratta di una dorsale a scheletro roccioso, con placche residuali di materiale morenico alla base del rilievo, che funge da spartiacque tra le due principali aste torrentizie che drenano la conca glaciale di Ciamporino, il Rio Croso (a NW), con il tributario Rio Ciamporino ed il Rio Fontana (a SE).

Il terreno di fondazione, caratterizzato da una matrice prevalentemente sabbiosa, addensata, inglobante blocchi lapidei di dimensioni fino a plurimetrie, non determina problemi d'instabilità alle opere di fondazione, previste a -1.50 ÷ -2.00 m dal p.c.

Anche il sostegno **W3** (1.965 m s.l.m. – Coordinate G.B.: N 5123402, E 1438162) verrà ubicato, in un settore subpianeggiante, posto al piede del versante settentrionale della dorsale precedentemente descritta, in una fascia caratterizzata da una debole pendenza (circa 20-25°) nella fascia inferiore, che passa a circa 30-35° in quella superiore.

Il fondovalle è marcato da un paio di modeste incisioni torrentizie, che confluiscono nel Rio di Ciamporino circa 250 m a monte del Rifugio 2000; a valle della confluenza, l'alveo, profondo 5 ÷ 6 m, è delimitato da scarpate d'erosione torrentizia decisamente acclivi, quiescenti, ma con evidenze di locali riattivazioni del ciglio, con scivolamento del bordo superiore per erosione al piede.

Il sostegno **S2** (1.940.00 m s.l.m. – Coordinate G.B.: N 5123361, E 1438051) verrà ubicato in destra idrografica del Rio di Ciamporino, in un settore subpianeggiante, arretrato di almeno 4 ÷ 5 m rispetto al ciglio superiore dell'incisione dell'alveo attivo.

La porzione di terreno, che raccorda l'incisione del Rio di Ciamporino all'attuale pista sterrata, è caratterizzata da periodici ruscellamenti disordinati delle acque meteoriche, come indicato da locali segni di erosione superficiale, che, in ogni caso, non determinano alcun problema per le opere in progetto.

Stazione di Valle – R1 (1.932.00 m s.l.m. – Coordinate G.B.: N 5123325, E 1437950)

La Stazione di Valle ed il sostegno **R1** sono previsti nell'area pianeggiante situata poche decine di metri a Nord del Rifugio 2000, in destra idrografica del Rio di Ciamporino.

Il progetto, che prevede anche la costruzione di un magazzino sottostante la stazione, comporterà uno scavo di sbancamento di profondità massima 7.50 m.

Considerando l'intero sviluppo della seggiovia "Ciamporino-Dosso" (le tre Stazioni, di Valle, Intermedia e di Monte, i sostegni e la linea del cavo di segnalazione) gli scavi di sbancamento interesseranno circa 11.088 m³, mentre i riporti ammonteranno a circa 5.852 m³.

La differenza (5.236 m³) verrà riposizionata in loco, in parte (2.345,75 m³) a tergo delle opere di difesa spondale, con manufatti di attraversamento delle piste, previste all'altezza della Stazione di Valle (descrizione al paragrafo seguente, 4.2), mentre la parte restante, alla quale si aggiungerà una modestissima porzione eccedente il bilancio scavi-riporti della nuova seggiovia "Ciamporino", verrà messa a dimora in un'area appositamente individuata (par. 4.4).

Date le caratteristiche di parziale attività delle scarpate del Rio di Ciamporino, nella tratta che precede quella di cui si prevede la sistemazione, verranno realizzati interventi mirati al consolidamento dei settori maggiormente vulnerabili del corso d'acqua; si tratta di realizzare scogliere al piede delle sponde d'incisione, nei settori di concavità dell'alveo, in maniera tale da ridurre l'erodibilità laterale, in particolare durante gli eventi di piena e, quindi, di diminuire la quantità di carico solido che può essere preso in carico in tali occasioni.

La tratta che dovrà essere interessata da tali interventi è lunga circa 200 m ma, come detto, gli interventi riguarderanno principalmente i settori di concavità dell'alveo.

4.2 SISTEMAZIONE ALVEO RIO CIAMPORINO (O CROSO)

All'incirca alla quota 1.930 m s.l.m., nella tratta di alveo compresa tra un guado ed il "Rifugio 2000", sono previsti lavori di sistemazione delle sponde del corso d'acqua e lievi rettifiche in sinistra idrografica.

In particolare, in questa tratta, il Rio Ciamporino defluisce tra sponde naturali, asimmetriche, sia nell'altezza, che nella conformazione morfologica: infatti, a valle del guado della tratta di pista di accesso alla baita ristrutturata posta in sinistra idrografica, l'alveo prosegue, con andamento sinusoidale, per alcune decine di metri, verso Sud-Ovest, fino all'altezza del fabbricato del "Rifugio 2000".

Dal guado suddetto, che è delimitato verso valle da blocchi lapidei cementati, le due sponde presentano differente altezza:

- la sponda destra, alta $5 \div 6$ m, con acclività di $45^\circ \div 50^\circ$, è inerbita e non presenta sintomi di dissesto, né processi erosivi, se non nella prima tratta, a ridosso del guado, dove si segnala un limitato tratto in erosione che coinvolge la base del guado stesso;
- la sponda in sinistra idrografica è, invece, caratterizzata da una prima scarpata, alta circa 2.5 m e pendenza di $45^\circ \div 50^\circ$ ed è localmente interessata da erosione laterale. Nella prima tratta a valle del guado la sponda è protetta da una breve scogliera in blocchi lapidei. Alla sommità di questa prima scarpata si rileva l'esistenza di un gradone subpianeggiante, che nella prima tratta è largo circa 2 m, per poi allargarsi a $5 \div 6$ m. Questo gradone è raccordato al terrazzo principale da una seconda scarpata, alta circa 3 m.

Il progetto di sistemazione del Rio Ciamporino prevede la modesta rettifica dell'alveo naturale, partendo dalla prima ansa a valle del guado, con costruzione di un'opera di difesa spondale mista (palificata doppia e scogliera in blocchi lapidei, cementati nella parte interna), che in sponda destra è prevista al piede dell'attuale scarpata, mentre in sponda sinistra si prevede l'arretramento, di pochi metri, della scarpata inferiore, conseguente alla rettifica dell'alveo.

A tergo delle suddette opere, in cui le scogliere saranno dotate di un congruo numero di fori passanti per il corretto drenaggio delle acque di infiltrazione, sarà riportato, come descritto nel paragrafo 4.1, parte del materiale proveniente dagli scavi della vicina Stazione di Valle.

Una lastricatura con croste lapidee cementate verrà realizzata in corrispondenza di due soglie, previste in corrispondenza delle due passerelle di attraversamento del corso d'acqua.

Per la realizzazione della Stazione di Valle, a Nord del "Rifugio 2000", sono previsti gli scavi di sbancamento così come indicato nel paragrafo 4.1.

4.3 SEGGIOVIA "CIAMPORINO"

Stazione di Monte (2.134 m s.l.m.) – Coordinate G.B.: N 5123962, E 1438853

L'area di sbarco (Staz. di Monte) della nuova seggiovia "Ciamporino" verrà impostata in corrispondenza di una modesta dorsale rocciosa a sommità arrotondata, allungata lungo la direttrice Ovest-Est, il cui fianco settentrionale è caratterizzato da morfologia ondulata, che presenta due limitate pozze di raccolta d'acqua piovana, rispettivamente di circa 30 e 20 mq, mentre una terza pozza, ancora più limitata (circa 2 mq), si forma solo in occasione periodi piovosi, ma si estingue velocemente per evaporazione.

Il fianco meridionale della dorsale è costituito da una modesta scarpata inerbita, con pendenza di circa 30° , che si raccorda ad un avvallamento a fondo concavo, sede di ruscellamento diffuso periodico (in occasione di eventi meteorici intensi).

Il substrato roccioso, che costituisce la suddetta dorsale, è in affioramento/subaffioramento ed è ricoperto da suolo agrario di esile spessore e da materiale eluvio-colluviale.

La realizzazione della struttura portante della stazione di monte ed il collegamento con la pista esistente, comporteranno scavi di sbancamento di altezza massima di circa 3 m, che interesseranno i materiali di copertura ed il substrato roccioso.

Gli sbancamenti saranno seguiti dall'impostazione dell'impianto di risalita e, sul fianco settentrionale della dorsale, delle strutture annesse (cabina elettrica, cabina di comando e sala azionamenti), oltre che del muro di contenimento, in c.a., alto circa 6 m e lungo 12 m, che delimiterà verso Nord l'area di salita e discesa, ottenuta con il riporto dei materiali di scavo; tutti i manufatti verranno fondati direttamente sul substrato roccioso in posto.

Sostegno S12 (2.132 m s.l.m.) – Coordinate G.B.: N 5123954, E 1438830

Il sostegno S12 verrà ubicato all'estremità orientale della dorsale rocciosa descritta in precedenza.

La morfologia è segnata da un modesto avvallamento trasversale che separa quest'area da quella della Stazione di Monte; anche qui gli scavi (profondi circa 2.50 m) necessari all'impostazione delle opere di fondazione (lato 3 m), interesseranno direttamente il substrato roccioso, oltre che il detrito di copertura.

Non si segnalano problemi di stabilità.

Sostegno S11 (2.122 m s.l.m.) – Coordinate G.B.: N 5123922, E 1438773

Proseguendo verso Ovest, la dorsale rocciosa si abbassa di una decina di metri formando una nuova morfologia, analoga alla precedente, ma ad una quota inferiore e separata dalla prima da un modesto avvallamento trasversale.

Il fianco meridionale, caratterizzato da calcescisti affioranti, mostra una pendenza di circa 40°, mentre quello settentrionale è più dolce ed è caratterizzato da un'esile coltre detritica, colonizzata da vegetazione erbacea ed arbustiva.

Anche il sostegno S11 verrà impostato ed ancorato direttamente al substrato roccioso, vicino alla sommità del fianco meridionale della dorsale.

Sostegno S10 (2.108 m s.l.m.) – Coordinate G.B.: N 5123903, E 1438740

Il tracciato prosegue ulteriormente verso Ovest, mantenendosi qualche metro a Sud della sommità della dorsale; in questa tratta il substrato roccioso affiora con maggiore continuità, sia sulla sommità della dorsale, che lungo il fianco meridionale della stessa, mostrando una pendenza di 35° + 40°, abbastanza uniforme e pressoché privo di vegetazione.

Data la situazione morfologica, l'impostazione del manufatto avverrà a seguito di scavi di sbancamento, in maniera tale da asportare le porzioni più superficiali e fratturate del substrato roccioso, ancorando saldamente le strutture all'ammasso lapideo.

Sostegno R9 (2.050 m s.l.m.) – Coordinate G.B.: N 5123846, E 1438641

Alla base della testata occidentale della dorsale inizia il fondovalle morfologicamente ondulato, in cui modeste dorsaline si alternano a brevi fasce a debole acclività; in questo contesto si sviluppa la lunga tratta centrale della seggiovia "Ciamporino".

Alcune decine di metri a Sud del luogo d'imposta del sostegno, si rileva l'esistenza di linee di ruscellamento concentrato, che hanno prodotto solchi di erosione nei depositi di copertura; si tratta di dissesti lineari, localizzati lungo la linea di ruscellamento concentrato e che, quindi, non coinvolgono l'area di imposta del manufatto in progetto.

Il sostegno R9 verrà impostato in un settore pressoché pianeggiante, debolmente acclive verso Ovest, caratterizzato da una coltre di materiale detritico-morenico di spessore di ordine metrico o anche superiore, che ricopre il substrato roccioso.

Sostegno S8 (2.036 m s.l.m.) – Coordinate G.B.: N 5123799, E 1438560

Il sostegno S8 verrà ubicato a circa 60 m di distanza, in direzione SW, da un basso fabbricato di servizio agli impianti di risalita esistenti, in una fascia di territorio caratterizzata da esili coltri detritiche e da locali subaffioramenti della roccia.

La morfologia degrada dolcemente verso Sud-Ovest con larghi avvallamenti; non si rilevano situazioni di pericolosità geomorfologica ed idrologica.

Le fondazioni del sostegno S8 potranno essere impostate sui materiali detritici, a condizione che gli eventuali blocchi lapidei rinvenuti vengano saldamente legati fra loro.

Sostegno S7 (2.022 m s.l.m.) – Coordinate G.B.: N 5123726, E 1438434

Il sostegno S7 ricade su di un'ampia dorsale morfologica, ondulata, ed in particolare al margine meridionale di questa struttura morfologica, nei pressi del pendio, lungo circa 40 m, con pendenza di 25° circa, che raccorda la dorsale al largo avvallamento che si sviluppa a Sud, immergente verso Ovest.

L'ampia dorsale morfologica è caratterizzata da coltri detritico-moreniche di spessore irregolare, localmente plurimetrico.

Le fondazioni del sostegno S7 potranno essere impostate sui materiali detritici, a condizione che gli eventuali blocchi lapidei rinvenuti vengano solidamente legati fra loro.

Sostegno S6 (2.011 m s.l.m.) – Coordinate G.B.: N 5123682, E 1438358

La larga dorsale morfologica, descritta in precedenza, prosegue verso Ovest e, quindi, anche il sostegno S6 ricade su tale elemento morfologico che, in questa zona, è caratterizzato da numerosi blocchi lapidei irregolari emergenti dalla matrice ghiaioso-sabbiosa che costituisce la copertura detritica di spessore plurimetrico.

Anche in questo caso, le fondazioni del sostegno potranno essere impostate sui materiali detritici, a condizione che gli eventuali blocchi lapidei rinvenuti vengano saldamente legati fra loro.

Sostegno S5 (1.990 m s.l.m.) – Coordinate G.B.: N 5123619, E 1438248

Anche il sostegno S5 ricade sull'ampio pianoro, blandamente degradante verso Sud-Ovest, che qui è delimitato da due modeste linee di ruscellamento concentrato, rami secondari del Rio di Ciamporino, impostate nei materiali di copertura plurimetrica, detritico-morenica, grossolana, precedentemente descritta.

Le modeste linee di ruscellamento concentrato, che distano varie decine di metri dal sostegno, hanno prodotto solchi di erosione nei depositi di copertura; si tratta di dissesti lineari, localizzati lungo la linea di ruscellamento concentrato e che, quindi, non coinvolgono l'area di imposta del manufatto in progetto.

Non si rilevano situazioni di pericolosità geomorfologica ed idrologica nelle aree in esame.

Sostegno S4 (1.970 m s.l.m.) – Coordinate G.B.: N 5123538, E 1438106

Tra i previsti sostegni S5 ed S4 il tracciato della funivia intercetta il principale tributario di destra del Rio di Ciamporino che, fin quasi alla confluenza con il ramo di sinistra, alcune decine di metri più a valle, è costituito da una linea di ruscellamento di profondità di ordine metrico o poco più.

A valle della confluenza dei due rami, l'alveo del Rio di Ciamporino si approfondisce decisamente, fino a 5 ÷ 6 m ed è delimitato da scarpate d'erosione torrentizia sensibilmente acclivi, in parte quiescenti, ma con evidenze di locali riattivazioni del ciglio, con franamenti per erosione al piede del materiale sciolto.

La fondazione di S4 verrà ubicata a più di 10 m di distanza da un fabbricato d'Alpe, in un'area degradante dolcemente verso Sud Ovest, caratterizzata da materiali di copertura detritico-morenica, di spessore plurimetrico; si tratta di abbondanti clasti e blocchi eterometrici immersi in una matrice prevalentemente sabbiosa..

A circa 40 m di distanza dal punto di ubicazione del sostegno S4, verso Nord Est, vi è una fontana-abbeveratoio, le cui acque vengono scaricate, verso valle, in una linea di ruscellamento superficiale, che dopo alcune decine di metri si infiltrano in gran parte nel detrito, a testimonianza dell'elevata permeabilità dello stesso.

Non si rilevano situazioni di pericolosità geomorfologica ed idrologica.

Sostegno S3 (1.950 m s.l.m.) – Coordinate G.B.: N 5123474, E 1437996

Il sostegno S3 verrà realizzato a circa 7 ÷ 8 m a Sud dell'attuale sostegno della scivovia "Ciamporino", in un terreno debolmente acclive verso Sud-Ovest, con caratteristiche analoghe a quelle descritte in precedenza (materiali di copertura detritico-morenici, di spessore plurimetrico, stabilizzati).

L'area interessata, degradante verso Sud-Ovest, è delimitata a Nord-Ovest dalla scarpata di erosione torrentizia del tributario settentrionale del Rio Croso; l'incisione, larga non meno di 20 m e profonda 6 ÷ 8 m, è delimitata da scarpate ripide, ma apparentemente stabili per gran parte del loro sviluppo.

Sostegno S2 (1.923 m s.l.m.) – Coordinate G.B.: N 5123412, E 1437887

Il sostegno S2 è ubicato alla testata della vallecchia che, con direzione SW, porta alla Stazione di Valle o di imbarco; detta vallecchia, alla sommità è larga 6 ÷ 7 m e si allarga procedendo verso valle, delimitata in sinistra orografica dal dolce pendio che risale sino ai fabbricati d'alpe ed in destra orografica è delimitata dalla scarpata di erosione torrentizia, descritta al punto precedente, del tributario settentrionale del Rio Croso; quest'ultima è un'incisione normalmente priva di portate liquide e che si attiva parzialmente solo a seguito di precipitazioni intense e prolungate.

Una porzione attiva della scarpata, lunga una quindicina di metri, mostra un'attività di erosione al piede della sponda sinistra; essa è stata rilevata a Nord del sostegno S2, sufficientemente lontana (oltre 25 m) da quest'ultimo.

Sostegno R1 (1.902 m s.l.m.) – Coordinate G.B.: N 5123375, E 1437823

Sostituisce il sostegno S1 del precedente progetto (seggiovvia biposto).

Stazione di Valle o di imbarco (1.902 m s.l.m.) – Coordinate G.B.: N 5123369, E 1437814

Laddove la vallecchia concava, descritta in precedenza, si allarga ulteriormente, sul fianco sinistro della stessa è prevista l'ubicazione del sostegno R1, che verrà impostato interamente sui depositi detritico-morenici, di spessore plurimetrico, stabilizzati.

Circa 8 m a valle di R1 è prevista l'ubicazione della Stazione di Valle della seggiovvia quadriposto.

Tale struttura verrà ubicata alla base della scarpata che delimita verso sinistra la vallecchia concava precedentemente descritta.

La realizzazione della Staz. di Valle comporterà l'esecuzione di scavi di sbancamento che all'estremità a monte avranno una profondità di circa 4 m, mentre a valle la profondità degli scavi si attesta sui 3 m.

Sul lato NNW è prevista la costruzione della cabina di comando, impostata su una platea in c.a., impostata a circa 1.50 m di profondità dall'attuale p.c.

Gli scavi di sbancamento interesseranno, quindi, il piede della scarpata in sinistra orografica ed il fondo della larga vallecola, ma non riguarderanno la stretta dorsalina posta sul ciglio dell'incisione del tributario del Rio Croso.

I materiali derivanti dagli scavi verranno posti a deponia ai lati e soprattutto a valle della stazione, in modo da formare parte del piazzale di manovra per gli sciatori.

Il piano di posa del materiale di riporto, tra cui quello ricavato dagli scavi suddetti, dovrà essere opportunamente preparato:

- asportazione della coltre di terreno agrario, avendo cura di accantonarlo nell'ambito del cantiere, senza disperdere la terra attaccata alle zolle erbose, in modo da poterla riutilizzare a lavori ultimati, per rinverdire le superfici di terreno riportato e quelle interessate dai lavori;
- scavo di sbancamento nei depositi detritico-morenici, in modo da formare larghi gradoni disposti trasversalmente all'asse della vallecola, con pedate leggermente inclinate verso monte, in modo da poter costituire piani di appoggio stabili per il materiale di riporto, contrastando efficacemente eventuali movimenti di scivolamento verso valle;
- il materiale di riporto, che raggiungerà altezze massime di circa 5 m, verrà sostenuto sul lato di valle da strutture di contenimento (gabbionate), in cui le strutture di base verranno disposte longitudinalmente e quelle superiori trasversalmente;
- lateralmente, il materiale di riporto si raccorderà, in sinistra orografica, al dolce pendio, utilizzato a prato-pascolo, che sale verso le baite situate nell'intorno del "Rifugio 2000"; il riporto dovrà essere modellato con pendenze non superiori a 33° e, allo scopo di garantirne la stabilità e la protezione da fenomeni di dilavamento ed erosione, verrà prontamente ricostituita la copertura vegetale;
- la distanza tra la base delle gabbionate di contenimento e la sommità del ciglio della ripida scarpata che degrada verso il sottostante Rio Croso, caratterizzata da condizioni di attività quiescente, non sarà inferiore a 12 m, misurati lungo l'asse della vallecola; all'altezza dell'area in cui è prevista la costruzione della Staz. di Valle, la suddetta scarpata, che ha una pendenza di 35° ÷ 40°, appare inerbita e piantumata con abeti e larici, in condizioni di attività quiescente.

Data la buona permeabilità intrinseca dei materiali detritico-glaciali, che permette una rapida infiltrazione delle acque meteoriche, non necessita la realizzazione di opere di raccolta e regimazione delle acque di ruscellamento superficiale.

Le acque meteoriche intercettate dalle superfici impermeabilizzate dovranno essere smaltite mediante canalette e fossi perdenti ricavati a valle dei riporti previsti.

Per quanto attiene la prescrizione tecnica riportata a pag. 34 della precedente Relazione Geologica (dicembre 2010), si precisa che la messa in opera di materiali medio-grossolani alla base del riporto,

unitamente alla buona permeabilità dei depositi detritico-morenici in posto, garantirà il deflusso delle acque meteoriche di infiltrazione; per le eventuali acque meteoriche di ruscellamento verrà posizionata un'ideale canaletta atta ad intercettare i flussi provenienti da monte, convogliandoli nella latitante incisione del tributario settentrionale del Rio Croso.

4.4 AREA DI DEPONIA DEL MATERIALE DETRITICO IN ECCESSO

Coordinate G.B.: N 5123560, E 1438475

All'incirca alla quota 2.000 m s.l.m., in sinistra idrografica del Rio Ciamporino, fra i tracciati delle seggiovie "La Sella" ed una di quelle in progetto, "Ciamporino-Dosso", è stato individuato il luogo per la messa a deponia del materiale detritico ottenuto dagli scavi necessari alla realizzazione delle opere in progetto ed eccedente le frazioni riutilizzate per i riporti nelle aree delle stazioni (di monte e di valle) e dei sostegni di linea.

Si tratta di un ampio settore pianeggiante, leggermente ondulato, modellato dall'attività erosiva e deposizionale degli antichi apparati glaciali; l'area, caratterizzata da depositi glaciali, è delimitata a Sud e ad Est da cordoni morenici alti pochi metri, con scarpate di raccordo debolmente acclivi ed a Nord dall'alveo del Rio Ciamporino (o Rio Croso), delimitato da scarpate, alte 1.5 ÷ 2.0 m, localmente attive per modeste erosioni laterali.

L'area di deponia, che occupa una superficie di circa 2400 m² e che manterrà una fascia di rispetto maggiore di 20 m dalla sponda d'incisione del Rio Ciamporino, raccordandosi a Sud e ad Est con i modesti rilievi glaciali, interesserà un settore di territorio stabile, a grande distanza dalla sponda sinistra del corso d'acqua.

Come evidenziato nell'elaborato grafico di progetto ("GEN9"), la posa del materiale di riporto, che avrà uno spessore medio di circa 1.2 m, dovrà essere preceduta dall'asportazione ed accantonamento del cotico erboso e del terreno agrario, che verranno successivamente riportati a copertura finale dei materiali inerti, previa rifinitura con riporto di una coltre di materiali fini, in modo da favorire il rapido attecchimento dell'inerbimento.

Le scarpate artificiali realizzate con il materiale proveniente dagli scavi, verranno riprofilate con pendenze non superiori a 15° e verranno rifinite, anch'esse, con la copertura di terreno agrario e cotico erboso precedentemente asportato.

Date le condizioni morfologiche e topografiche descritte, si ritiene di non dover procedere con le verifiche di stabilità di tali riporti, in quanto con le pendenze assegnate e con la copertura con il terreno vegetale precedentemente asportato, si garantiranno assolute condizioni di stabilità e verranno inibiti i processi di erosione e dilavamento.

5. CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEL SUBSTRATO ROCCIOSO

Il substrato roccioso rilevato nell'areale in esame, che verrà interessato dalle opere in progetto, è costituito da due litotipi:

- Calcescisti biotitici talora anfibolici, con intercalazione di rocce basiche (rilevati lungo il tracciato della nuova seggiovia "Ciamporino-Dosso" ed alla Staz. di valle della seggiovia "Ciamporino").
- Marmi dolomitici, con presenza di inclusi silicatici lenticolari (rilevati lungo la dorsale nella parte alta della seggiovia "Ciamporino").

Durante i rilievi in sito ci si è resi conto dalla scarsità ed inadeguatezza dei punti di possibile rilievo strutturale del substrato; infatti, lungo i tracciati in progetto, la copertura detritica, anche se sovente di spessore molto limitato, oblitera estesamente il substrato roccioso e, in corrispondenza dei manufatti in progetto, sono quindi pressoché assenti gli affioramenti, di sufficiente estensione, sui quali poter realizzare stazioni di rilevamento strutturale.

Infatti, affioramenti sufficientemente continui del substrato roccioso, sono limitati alle scarpate ed ai versanti dei rilievi, lontani dai tracciati delle opere in progetto.

Date le previsioni progettuali, che non prevedono la necessità di analisi di stabilità di fronti rocciosi, ma solamente la caratterizzazione e la qualità degli ammassi rocciosi, finalizzate alla parametrizzazione degli stessi, si è ritenuto che le informazioni ricavate in corrispondenza di un affioramento di calcescisti individuato nei pressi della stazione Intermedia della seggiovia "Ciamporino-Dosso" (2.255 m s.l.m. – Coordinate G.B.: N 5123787, E 1439176), possano essere sufficienti allo scopo.

L'analisi dell'affioramento ha portato al riconoscimento solamente di due dei sets di discontinuità che interessano l'ammasso e, di tali discontinuità, è stato possibile individuare unicamente l'orientamento.

Sc: 326/23 K1: 240/89

Una valutazione di massima, con criteri cautelativi, delle principali caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso ha portato, in ogni caso, ad una stima di tipo conservativo della Classe RMR:

Classificazione dell'ammasso roccioso - RMR (Bieniawski, 1979)

Resistenza roccia intatta	=	8
Indice RQD	=	16
Spaziatura	=	10
Condizioni delle discontinuità	Σ =	10
Condizioni idrauliche	=	10
RMR_{base}	=	54

$\phi = 5 + \text{RMR}_{\text{base}}/2 = 32^\circ \rightarrow$ angolo di attrito dell'ammasso roccioso

$c = 5 \times \text{RMR}_{\text{base}} \text{ (kPa)} = 270 \text{ kPa} \cong 2.7 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow$ coesione dell'ammasso roccioso

Da una valutazione di massima degli affioramenti osservati lungo i versanti dei rilievi, tale valutazione cautelativa può essere estesa alla maggior parte degli ammassi rocciosi.

6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI DEPOSITI DI COPERTURA

Per definire le caratteristiche geotecniche dei depositi di copertura si è così proceduto:

- stima del rapporto percentuale (in volume o, più precisamente, in superficie di affioramento) tra clasti e matrice, effettuata sugli spaccati naturali;
- descrizione delle caratteristiche granulometriche dei materiali di copertura e stima dei parametri geotecnici, anche mediante confronto con dati acquisiti nel corso di precedenti lavori, eseguiti dallo scrivente in aree analoghe e prossime a quelle in esame ed in fase di stesura del P.R.G.C. di Varzo.

Nell'area esaminata, sono stati rinvenuti ed osservati i seguenti depositi superficiali:

1. depositi di origine glaciale, localmente rimaneggiati dalla dinamica gravitativa e frammisti a detrito di versante, costituiti da elementi lapidei eterometrici, con supporto di matrice sabbioso-limosa a struttura caotica, per cui è stato stimato un rapporto percentuale (in peso) clasti/matrice dell'ordine del 65÷75%.
2. depositi detritici e detritico-colluviali di versante, superficialmente coperti da coltre vegetale (localmente frammisti a materiale di origine glaciale), costituiti da clasti spigolosi eterometrici, fino a plurimetrici, con matrice ghiaioso-sabbiosa, per cui è stato stimato un rapporto percentuale (in peso) clasti/matrice dell'ordine del 70÷80%.
3. depositi detritici grossolani non coperto da suolo vegetale (falda detritica), costituiti da blocchi spigolosi, eterometrici, fino a plurimetrici, con matrice scarsa o assente, di composizione pressoché identica a quella osservata con i depositi detritico-colluviali, per cui si può stimare un rapporto percentuale (in peso) clasti/matrice dell'ordine del 80÷90%.

In base alle osservazioni eseguite e sulla scorta dei dati pregressi, facendo riferimento alle tabelle *Valori di ϕ per i vari tipi di terreno* (NAVFAC, 1971), per terreni non coesivi con frazione fine non plastica, e *Valori orientativi dei parametri che caratterizzano la curva sforzi-deformazioni di forma iperbolica - Primo carico*, nonché alla classificazione U.S.C.S. (Unified Soil Classification System), utilizzata dal *Corps of Engineers* e dal *Bureau of Reclamation* statunitensi, qui di seguito allegate, è stato possibile stimare i parametri geotecnici dei materiali investigati.

Depositi di versante, detritici e detritico-colluviali (GW)

γ (peso di volume secco)	2.00 t/m ³
γ_{sat} (peso di volume saturo)	2.25 t/m ³
γ' (peso di volume sommerso)	1.25 t/m ³
D_r (densità relativa)	40÷50 %
ϕ_{TC} (angolo di attrito interno di picco)	38°÷42°
c (coesione)	0 t/m ²

Depositi glaciali (SW)

γ (peso di volume secco)	1.90 t/m ³
γ_{sat} (peso di volume saturo)	2.15 t/m ³
γ' (peso di volume sommerso)	1.15 t/m ³
D_r (densità relativa)	50÷60 %
ϕ_{TC} (angolo di attrito interno di picco)	33°÷37°
c (coesione)	0.1÷0.5 t/m ²

Depositi di falda detritica grossolani (GW)

γ (peso di volume secco)	2.10 t/m ³
γ_{sat} (peso di volume saturo)	2.40 t/m ³
D_r (densità relativa)	40÷50 %
ϕ_{TC} (angolo di attrito interno di picco)	42°÷46°
c (coesione)	0 t/m ²

Va comunque sottolineato che i valori relativi ai materiali detritici grossolani, sono indicativi, poiché lo “scheletro” lapideo grossolano non ha una struttura uniforme.

Le opere di fondazione di una parte dei manufatti in progetto verranno ancorate direttamente al substrato roccioso in posto, una volta asportata la coltre detritica; ciò vale per le seguenti opere:

- Seggiovia “Ciamporino-Dosso”: Stazione Intermedia e sostegni compresi nell’intervallo S18 – W9;
- Seggiovia “Ciamporino”: Stazione di Monte e sostegni compresi nell’intervallo S10 – S12.

Laddove i tracciati in progetto intercettano spessori plurimetrici delle falde detritiche grossolane, si prevede la parziale asportazione degli elementi lapidei e la regolarizzazione del fondo, con realizzazione di un sottofondo in cls armato, in modo da legare tra loro (e dove possibile al substrato roccioso sottostante) i blocchi lapidei; su tale sottofondo verranno ancorate le opere di fondazione dei manufatti.

Quanto detto vale per le seguenti opere:

- Seggiovia “Ciamporino-Dosso”: Stazione di Monte e sostegni S19 – W8 – W7;

I seguenti manufatti verranno, invece, impostati sui depositi glaciali, asportando, dove presente, la coltre di suolo agrario ed eluvio-colluviale:

- Seggiovia “Ciamporino-Dosso”: Stazione di Valle e sostegni compresi nell’intervallo R1 – S6;
- Seggiovia “Ciamporino”: Stazione di Valle e sostegni compresi nell’intervallo R1 – R9.

Per ciò che riguarda la Stazione di Valle della Seggiovia “Ciamporino-Dosso”, data l’entità degli scavi, profondi fino a circa 7.50 m, non si esclude il raggiungimento del substrato roccioso.

7. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA IN ESAME

L'Ordinanza P.C.M. n° 3274/2003 (*"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"*), suddivide il territorio Nazionale in quattro diverse Zone di rischio sismico, definite in base al diverso valore del parametro a_g (accelerazione orizzontale massima, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità g), riferito a suoli caratterizzati da V_{s30} (velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità) > 800 m/s, con grado di sismicità decrescente dalla "Zona 1" alla "Zona 4".

La D.G.R. 17-11-2003 n. 61-11017, inerente le *"Prime disposizioni in applicazione all'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20-03-2003"*, assegna il territorio del Comune di Varzo alla "Zona 3".

Nell'area in esame, sono pertanto state condotte appropriate valutazioni sismiche, per l'attribuzione della categoria di suolo di fondazione, in relazione alla costruzione dei manufatti in progetto.

Per quanto riguarda spessore e caratterizzazione delle coltri di copertura, i terreni di fondazione, vanno classificati in una delle seguenti categorie elencate dalle N.T.C. del D.M. 14-01-2008 (capitolo 3.2, *Azione Sismica*, paragrafo 3.2.2. *Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche* - Tabella 3.2.II):

<i>Categoria</i>	<i>Descrizione</i>
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi 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.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti 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).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti 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).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, 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).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

In base ai dati ricavati con le osservazioni condotte in sito, è ragionevole ipotizzare che il sottosuolo, corrisponda alla **categoria A** (substrato roccioso affiorante o subaffiorante, con copertura di alterazione di potenza inferiore a 3 m) per i seguenti manufatti:

- Seggiovia “Ciamporino-Dosso”: Stazioni di Monte ed Intermedia e sostegni compresi nell’intervallo S19 – W7;
- Seggiovia “Ciamporino”: Stazione di Monte e sostegni compresi nell’intervallo S12 – S10.

ed alla **categoria E** (terreni con caratteristiche assimilabili ad un suolo di tipo C, con spessore inferiore a 20 m) per tutti gli altri manufatti in progetto, che ricadono in corrispondenza dei depositi glaciali.

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC), adottano un approccio prestazionale alla progettazione delle nuove strutture ed alla verifica di quelle esistenti: la pericolosità sismica in un generico sito deve essere descritta in modo da dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici, che in termini temporali; questo porta ad un approfondimento dell’aspetto relativo ai valori di accelerazione sismica orizzontale a_g (effetti di sito), superando il concetto di attribuzione di un unico valore di a_g , all’intero territorio comunale, in base alla sua Zona Sismica.

Data l'estensione dell'areale interessato dalle opere in progetto e le diverse condizioni di topografia e natura del sottosuolo, le considerazioni che seguono sono state ripetute per ciascuna delle postazioni (in tutto sono 5) nelle quali sono previste le stazioni di arrivo, partenza e, nel caso della seggiovia "Ciamporino-Dosso", anche la stazione intermedia.

Confrontando i valori fatti registrare in ciascuna delle 5 postazioni, a scopo cautelativo vengono estesi a tutta l'area in esame i dati relativi alla stazione di valle della seggiovia "Ciamporino", che ha fornito i valori più elevati di accelerazione sismica.

Per gli spettri di risposta delle componenti verticale ed orizzontale delle azioni sismiche, è stato utilizzato il foglio di calcolo di GeoStru software, opportunamente messo a confronto con i dati forniti dal documento Excel “SPETTRI – NTC”, sviluppato ai sensi del D.M. 14-01-2008 e messo gratuitamente a disposizione, dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici; in base a tali fogli di calcolo, la definizione dei vari spettri di risposta, è articolata in 3 fasi:

- *Fase 1: individuazione della pericolosità del sito.* Per valutare le azioni sismiche all’interno del territorio comunale, si è effettuata una ricerca in base alle coordinate (WGS84) del sito che ha fornito i valori più elevati di accelerazione sismica (Stazione di Valle della seggiovia “Ciamporino”):

5123350 N
437790 E

- *Fase 2: scelta della strategia di progettazione.* In base alle tabelle di riferimento delle Nuove Norme Tecniche per la Costruzioni, sono stati inseriti i dati relativi alla vita nominale della costruzione ($V_N \geq 50$ anni “opere ordinarie”) e del suo **Coefficiente d’uso ($C_U = 1.0$ - Classe II "Affollamento**

normale di persone ed assenza di funzioni pubbliche essenziali”), ricavando il periodo di riferimento per la definizione dell’azione sismica ($V_R \geq 50$ anni). Il Coefficiente d’uso è stato modificato, rispetto alla precedente relazione, in accordo con i progettisti dell’impianto.

- *Fase 3: determinazione dell’azione di progetto.* In base agli Stati Limite considerati (SLO “Operatività” – SLD “Stato Limite Danno” - SLV “Salvaguardia vita” e SLC “Prevenzione collasso”), è stata selezionata la categoria di Sottosuolo (tipo E) e le condizioni topografiche (T2 “pendii con inclinazione media $>15^\circ$ ”, corrispondente ad un coefficiente di amplificazione topografica S_T pari a 1.20).

In base ai dati inseriti, si ottengono, per ciascuno Stato Limite, i valori di F_0 (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale), a_g (accelerazione sismica orizzontale massima) e T^*C (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale):

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T^*C [s]
Operatività (SLO)	30	0,028	2,520	0,195
Danno (SLD)	50	0,040	2,559	0,213
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,137	2,384	0,283
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,188	2,354	0,292

A questo punto si può ottenere, per ciascuno Stato Limite, il valore di a_{max} (accelerazione massima attesa), dove $a_{max} = S_s \cdot a_g \cdot S_T$ e dove S_s = fattore di amplificazione dipendente dalla categoria del suolo di fondazione, è così definito:

CATEGORIA SUOLO	S_s
A	1.0
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1.20$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1.50$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1.80$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1.60$

Nel caso in esame (categoria E), il valore di $S_s = 1.60$ (per SLO – SLD - SLV) e 1.51 (SLC).

S_T = fattore di amplificazione topografica; nel caso in esame, trattandosi di terreni con inclinazione $>15^\circ$, tale valore viene assunto pari a 1.2.

Per il calcolo dei coefficienti sismici orizzontali e verticali K_h e K_v , si procede con le seguenti formule:

$$K_h = \beta_s \cdot a_{\max} / g$$

$$K_v = 0.5 K_h$$

dove:

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima del sito, definita in base alla seguente tabella:

Tabella 7.11.1 - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito (N.T.C.)

	CATEGORIA SUOLO	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0.2 < \cdot ag/g \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < \cdot ag/g \leq 0.2$	0.27	0.24
$ag/g \leq 0.1$	0.20	0.20

Quindi, i coefficienti sismici relativi a ciascuno Stato Limite, in base alle caratteristiche dell'area, della categoria del suolo e della morfologia, sono le seguenti:

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
k_h	0,011	0,015	0,063	0,082
k_v	0,005	0,008	0,032	0,041
$a_{\max} [m/s^2]$	0,534	0,745	2,576	3,339
β_s	0,200	0,200	0,240	0,240

RELAZIONE GEOTECNICA

(art. 6.2.2 D.M. 14-01-2008)

8. DETERMINAZIONE DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEI TERRENI DI FONDAZIONE E CONSIDERAZIONI SUI CEDIMENTI

Il D.M. 14-01-2008 “*Norme Tecniche per le Costruzioni*”, che aggiorna il D.M. 11/03/88, ha ridefinito i principi per il progetto e la verifica delle costruzioni; in particolare, la sicurezza e le prestazioni di un’opera, devono essere valutate in relazione agli Stati Limite (la condizione superata la quale l’opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata), nonché alla Vita Nominale dell’opera stessa.

Il calcolo della capacità portante viene sviluppato per i manufatti le cui opere di fondazione insistono nei depositi glaciali, dato che il substrato roccioso ed i materiali lapidei grossolani che costituiscono le falde detritiche, se adeguatamente preparati, come spiegato in precedenza (regolarizzazione del fondo, con realizzazione di un sottofondo in cls armato, in modo da legare tra loro i blocchi lapidei), forniscono una portanza sicuramente superiore ai carichi indotti dalle opere di fondazione.

SUBSTRATO ROCCIOSO

In ogni caso, per una stima sommaria (data la scarsità di affioramenti del substrato roccioso) della capacità portante degli ammassi rocciosi, possiamo fare riferimento al *Canadian Foundation Engineering Manual* (1985), che propone valori di capacità portante ammissibile in base alla relazione con la resistenza a compressione uniassiale (stimata in sito con metodi empirici) ed alla tipologia e condizioni della roccia. Nella tabella allegata si osserva che la pressione ammissibile per rocce metamorfiche scistose in buone condizioni è di 3 MPa ($\cong 300 \text{ t/m}^2$).

Data l’incertezza sulle condizioni effettive del substrato, presumibilmente alterato e fratturato dall’azione criogenica, si ritiene ragionevole assegnare alla pressione ammissibile da parte delle strutture in progetto, un valore non superiore a $40 \div 50 \text{ t/m}^2$.

Types and conditions of rocks	Uniaxial compressive strength of rock material	Presumed allowable bearing pressure (MPa)
Massive igneous and metamorphic rocks (granite, diorite, basalt, gneiss) in sound condition	High to very high (50 to 200 MPa)	10
Foliated metamorphic rocks (slate, schist) in sound condition	Medium to high (15 to 50 MPa)	3
Sedimentary rocks: cemented shale, siltstone, sandstone, limestone without cavities, thoroughly cemented conglomerates, all in sound condition	Medium to high (15 to 50 MPa)	1 to 4
Compaction shale and other argillaceous rocks in sound condition	Low to medium (4 to 15 MPa)	0.5
Broken rocks of any kind with moderately close spacings of discontinuities (0.3 m or greater), except argillaceous rocks (shale)		1
Limestone, sandstone, shale with closely spaced bedding		Assess in situ
Heavily shattered or weathered rocks		Assess in situ

Tabella tratta da:

Canadian Foundation Engineering Manual (1985)

DEPOSITI GLACIALI

La determinazione della portanza del terreno di fondazione viene, quindi, svolta per i seguenti manufatti:

- Seggiovia “Ciamporino-Dosso”

Stazione di Valle: plinti 1.20 x 1.20 m; la profondità d’imposta delle fondazioni (-5.0 ÷ -7.5 m dal p.c.) nei calcoli viene considerata, in via cautelativa, pari a -3 m;

Sostegni compresi nell’intervallo R1 – W6: platea 3.7 x 3.7 m impostata a -2.5 m dal p.c. (in via cautelativa si considera -2.0 m dal p.c.);

- Seggiovia “Ciamporino”

Stazione di Valle: platea 6.5 x 4.0 m impostata a -3.0 m dal p.c. (in via cautelativa si considera -1.5 m dal p.c.);

Sostegni compresi nell’intervallo R1 – R9: platea 4.0 x 5.0 m impostata a -2.0 m dal p.c. (in via cautelativa si considera -1.0 m dal p.c.);

Per ciò che riguarda la Stazione di Valle della Seggiovia “Ciamporino-Dosso”, data l’entità degli scavi, profondi fino a circa 7.50 m, non si esclude il raggiungimento del substrato roccioso.

In ogni caso, a favore della sicurezza, si è deciso di ipotizzare che, il substrato roccioso non venga raggiunto e, quindi, che le fondazioni vengano impostate sui depositi di origine glaciale.

La Valutazione della Sicurezza, viene effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3), nell’ambito di differenti approcci progettuali.

L’opera risulta verificata, quando la **resistenza di progetto Rd**, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali ed ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate, risulta maggiore od uguale al **valore di progetto Ed** delle azioni.

Ai fini della verifica dello Stato Limite Ultimo (SLU) in relazione al sistema geotecnico (GEO), è stato adottato l’**Approccio Progettuale 2** (utilizzo dei coefficienti A1+M1+R3)

- Coefficienti A1, relativi ai valori delle azioni di progetto, devono essere definiti dal progettista.
- Coefficienti M1, relativi ai parametri geotecnici del terreno: per ciò che riguarda i coefficienti parziali γ_M , il valore da adottare è **1**; nel seguente calcolo di capacità portante, pertanto, verranno mantenuti invariati i valori dei parametri geotecnici dei terreni, precedentemente stabiliti.
- Coefficienti R3, relativi alle resistenze: per quanto riguarda il coefficiente parziale γ_R , relativo alle verifiche agli SLU di fondazioni superficiali (capacità portante), il valore da adottare è **2.3**; nel seguente calcolo di capacità portante, pertanto, il valore di Portanza Limite, andrà diviso per 2.3, per ottenere il valore di Pressione Ammissibile ($q_{LIM,d}$).

Per ciò che riguarda la scelta del **valore caratteristico** da assegnare ai vari parametri, nelle “Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (CSLP) sulle NTC”, è giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori minimi, quando nello stato limite considerato è coinvolto un volume di terreno relativamente limitato.

Depositi glaciali (SW)- Valori caratteristici parametri geotecnici

ϕ_{TC} (angolo di attrito interno di picco)	32°
c (coesione)	0 t/m ²

L'espressione utilizzata per il calcolo delle pressioni limite (q_{lim}) fa riferimento alla formula di Brinch-Hansen:

$$q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma' B N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma + c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q' N_q s_q d_q i_q b_q g_q z_q$$

nella quale:

N_γ, N_c, N_q	= fattori di capacità portante dipendenti da ϕ
s_γ, s_c, s_q	= fattori di forma della fondazione;
i_γ, i_c, i_q	= fattori correttivi dell'inclinazione del carico;
b_γ, b_c, b_q	= fattori correttivi dell'inclinazione della base della fondazione;
g_γ, g_c, g_q	= fattori correttivi dell'inclinazione del piano campagna;
d_c, d_q	= fattori dipendenti dalla profondità del piano di posa.
z_γ, z_q	= fattori correttivi per gli effetti inerziali dovuti alle condizioni sismiche (metodo di Paolucci & Pecker - 1997);

Nel caso specifico, si considera:

- coesione $c = 0$ (cautelativo);
- carichi verticali;
- piano di fondazione orizzontale;
- piano campagna = 30° e 20° per i sostegni, rispettivamente per la “Ciamporino-Dosso” e la “Ciamporino” (condizioni più cautelative); 15° per le stazioni di valle;
- $\gamma' = 1.15$ t/m³ (ipotizzando condizioni di saturazione dei terreni);
- $q' = \gamma D$ (carico litostatico alla quota del piano fondale)
- $N_\gamma, N_q = 30.22$ e 23.18 (fattori adimensionali di capacità portante tratti da Vesic e funzione dell'angolo di attrito interno $\phi_{CV} = 32^\circ$);
- $d_q = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \sin \phi')^2 \tan^{-1}(D/B)$;
- $z_\gamma = z_q = (1 - Kh/\tan \phi)^{0.35}$;

dove Kh , nell'area in esame, per ciascuno Stato Limite considerato, assume i seguenti valori:

- **$Kh = 0,011$ (Stato Limite Operativo)**
- **$Kh = 0.015$ (Stato Limite di Danno)**
- **$Kh = 0.063$ (Stato Limite Salvaguardia della Vita)**
- **$Kh = 0.082$ (Stato Limite di Collasso)**

da cui si ottiene:

$$z\gamma = zq = 0.994 \text{ (SLO)}$$

$$z\gamma = zq = 0.992 \text{ (SLD)}$$

$$z\gamma = zq = 0.963 \text{ (SLV)}$$

$$z\gamma = zq = 0.952 \text{ (SLC)}$$

Introducendo tali parametri nella formula di Brinch-Hansen, per le opere di fondazioni di seguito ipotizzate, a differente geometria, si ottengono i valori di portanza per ciascuno degli Stati Limite:

Seggiovia “Ciamporino – Dosso”

	q_{lim} (portanza limite SLO)	q_{lim} (portanza limite SLD)	q_{lim} (portanza limite SLV)	q_{lim} (portanza limite SLC)
Staz. Valle (plinti 1.2 x 1.2 m)	77.90 t/m ²	77.74 t/m ²	75.47 t/m ²	74.61 t/m ²
Sostegni (platea 3.7 x 3.7 m)	58.03 t/m ²	57.92 t/m ²	56.22 t/m ²	55.58 t/m ²

da cui ricaviamo la pressione ammissibile $q_{LIM,d} = q_{lim} / 2.3$:

	$q_{LIM,d}$ (SLO)	$q_{LIM,d}$ (SLD)	$q_{LIM,d}$ (SLV)	$q_{LIM,d}$ (SLC)
Staz. Valle (plinti 1.2 x 1.2 m)	33.87 t/m ² $\cong 3,4 \text{ kg/cm}^2$	33.80 t/m ² $\cong 3.4 \text{ kg/cm}^2$	32.81 t/m ² $\cong 3.3 \text{ kg/cm}^2$	32.44 t/m ² $\cong 3,2 \text{ kg/cm}^2$
Sostegni (platea 3.7 x 3.7 m)	25.23 t/m ² $\cong 2.5 \text{ kg/cm}^2$	25.18 t/m ² $\cong 2.5 \text{ kg/cm}^2$	24.44 t/m ² $\cong 2.4 \text{ kg/cm}^2$	24.17 t/m ² $\cong 2.4 \text{ kg/cm}^2$

Seggiovia “Ciamporino”

	q_{lim} (portanza limite SLO)	q_{lim} (portanza limite SLD)	q_{lim} (portanza limite SLV)	q_{lim} (portanza limite SLC)
Staz. Valle (platea 6.5 x 4.0 m)	81.94 t/m ²	81.77 t/m ²	79.38 t/m ²	78.48 t/m ²
Sostegni (platea 4.0 x 5.0 m)	56.90 t/m ²	56.79 t/m ²	55.13 t/m ²	54.50 t/m ²

da cui ricaviamo la pressione ammissibile $q_{LIM,d} = q_{lim} / 2.3$:

	$q_{LIM,d}$ (SLO)	$q_{LIM,d}$ (SLD)	$q_{LIM,d}$ (SLV)	$q_{LIM,d}$ (SLC)
Staz. Valle (platea 6.5 x 4.0 m)	35.63 t/m ² $\cong 3.6 \text{ kg/cm}^2$	35.55 t/m ² $\cong 3.6 \text{ kg/cm}^2$	34.51 t/m ² $\cong 3.5 \text{ kg/cm}^2$	34.12 t/m ² $\cong 3.4 \text{ kg/cm}^2$
Sostegni (platea 4.0 x 5.0 m)	24.74 t/m ² $\cong 2.5 \text{ kg/cm}^2$	24.69 t/m ² $\cong 2.5 \text{ kg/cm}^2$	23.97 t/m ² $\cong 2.4 \text{ kg/cm}^2$	23.70 t/m ² $\cong 2.4 \text{ kg/cm}^2$

La condizione che deve essere rispettata a proposito della verifica della capacità portante è che la sollecitazione **Ed** (valore di progetto dell'effetto delle azioni), deve essere in ogni caso minore o uguale alla resistenza di progetto del sistema geotecnico **Rd**, che corrisponde a $q_{LIM,d}$, cioè:

dovrà essere soddisfatta la condizione $Ed \leq Rd$

Infine, per quanto riguarda i cedimenti, non è stata eseguita alcuna analisi, in quanto trattandosi di materiali granulari grossolani, ben addensati (in funzione della profondità d'incasso), gli eventuali assestamenti saranno istantanei e, quindi, non determineranno reazioni negative sulle strutture in c.a. in progetto.

Si tiene a precisare che tutte le determinazioni sopra riportate per le opere di fondazione sono da considerare come un pre-dimensionamento, che è stato basato su indicazioni di massima fornite dal progettista strutturale degli impianti, e che quest'ultimo provvederà, in fase esecutiva, a definire correttamente la tipologia e le dimensioni delle opere di fondazione, eseguendo le necessarie verifiche.

9. VERIFICHE DI STABILITA' DELL'INSIEME OPERE-VERSANTE

Il programma I.L.A. (Interactive Landslides Analysis), prodotto dalla "geo&soft international", ottempera alle specifiche richieste dal D.M. 14.01.2008 ed è basato sul calcolo dell'equilibrio limite proposto da S.K. Sarma (1974, 1979) e sviluppato da E. Hoek (1981, 1983, 1987).

Tale metodo permette di analizzare pendii interessati da superfici di scivolamento circolari, non circolari e planari; il fattore di sicurezza viene ricavato calcolando l'accelerazione critica orizzontale necessaria per indurre uno stato di equilibrio limite e riducendo la tangente dell'angolo di attrito e la coesione, secondo il fattore di sicurezza stesso, in modo tale che l'accelerazione critica sia ridotta a zero.

Ne deriva quindi una piena applicabilità, sia nei casi di pendii in frana, sia negli altri casi, con l'esame di superfici di scorrimento cinematicamente possibili in numero sufficiente per ricercare la superficie alla quale corrisponda, nel caso considerato, il coefficiente di sicurezza più basso.

In base ai disposti del D.M. 14-01-2008, per la valutazione della sicurezza di un'opera, bisogna verificare che la resistenza di progetto R_d , sia maggiore (o uguale) del valore di progetto delle azioni E_d ($R_d \geq E_d$); ai parametri caratteristici dei terreni, vengono applicati dei coefficienti parziali di sicurezza ("metodo semiprobabilistico agli Stati Limite").

Detti coefficienti parziali, vengono definiti per le azioni, per i parametri geotecnici e per le resistenze, nell'ambito di differenti Approcci Progettuali; il D.M. 14-01-2008, per le verifiche con il metodo dell'equilibrio limite del fronte di scavo lungo pendii, prevede l'uso dell'Approccio 1 – Combinazione 2, in base al quale, i coefficienti parziali di correzione sono i seguenti:

tangente all'angolo di resistenza al taglio:	1.25	(Resistenze R_d)
coesione efficace:	1.25	(Resistenze R_d)
carichi sfavorevoli (permanenti / variabili)	1.30	(Azioni E_d)
Fattore di sicurezza F_s	> 1.1	

Con specifico riferimento ai parametri caratteristici dei terreni, come da indicazioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, in merito alle nuove N.T.C., nelle valutazioni che il geotecnico deve svolgere, per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, nell'ambito del range di grandezze considerato, hanno rilevanza i volumi di terreno in gioco:

- quando, nello stato limite considerato, è coinvolto un grande volume di terreno (fondazioni superficiali, versante in frana, ecc.), si potrà fare riferimento a valori caratteristici medi;
- quando, viceversa, è coinvolto un volume modesto (terreno alla base di un palo, verifica allo scorrimento della base di un muro, ecc.), i valori caratteristici saranno prossimi ai valori minimi.

Per quanto riguarda la situazione in esame, pertanto, si farà riferimento a valori caratteristici medi (grande volume di terreno coinvolto).

Applicando i suddetti coefficienti parziali di correzione, nelle verifiche degli Stati Limite Ultimi (SLU), dai valori caratteristici dei terreni investigati si ottengono i seguenti parametri di progetto, utilizzati nelle verifiche di stabilità:

per il terreno di riporto, $\phi = 27.5^\circ$ (partendo da $\phi = 33^\circ$), $\gamma = 17.5 \text{ kN/m}^3$, $c = 0 \text{ kN/m}^2$;

per i depositi glaciali, $\phi = 29.3^\circ$ (partendo da $\phi = 35^\circ$), $\gamma = 18.5 \text{ kN/m}^3$, $c = 0 \text{ kN/m}^2$;

si è tenuto conto di condizioni di saturazione parziale dei materiali di copertura, pari al 20%, in considerazione delle caratteristiche granulometriche e tessiturali dei depositi superficiali; tali condizioni (eventualmente verificabili solo in occasione di periodi con piogge persistenti e prolungate) sono a favore della sicurezza, vista l'elevata permeabilità dei suddetti materiali incoerenti.

Le condizioni geologiche utilizzate nelle verifiche, sono cautelative, ipotizzando uno spessore dei materiali di copertura, probabilmente superiore a quello reale.

Per quanto riguarda, invece, la componente sismica, in relazione all'applicazione della Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri - n. 3274 del 20 marzo 2003 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*", la stabilità di un pendio nei confronti della azione sismica di progetto può essere solitamente verificata con metodi semplificati di tipo pseudo-statico, che consiste nel verificare la stabilità di una massa di terreno delimitata dalla superficie libera e dalla più sfavorevole delle superfici di potenziale scorrimento; le forze agenti sono costituite, oltre che dal peso proprio del volume dei terreni interessati, dalle forze di inerzia dovute all'azione sismica, F_h ed F_v , rispettivamente le risultanti orizzontale e verticale dei coefficienti sismici applicati al baricentro della massa potenzialmente instabile, così precedentemente calcolati, per lo Stato Limite prevenzione del Collasso (SLC – considerato in quanto è il più cautelativo degli Stati Limite):

$$K_h = 0.063$$

$$K_v = 0.032$$

Prima di passare al commento della verifica di stabilità, si ricorda che, secondo il D.M. 14.01.2008, nell'ambito dell'Approccio utilizzato, per la Verifica degli SLU, le condizioni critiche di stabilità, si hanno per valori del coefficiente di sicurezza (F_s) inferiori a 1.00, mentre per valori pari o superiori ad 1.10, si hanno condizioni di assoluta stabilità; i valori intermedi (1.01÷1.09), sono rappresentativi di situazioni comprese tra "equilibrio limite" ed "assoluta stabilità".

STAZIONE DI VALLE SEGGIOVIA “CIAMPORINO”

Il progetto della nuova seggiovia quadriposto “Ciamporino” prevede la realizzazione di un riporto, di spessore massimo 5 m circa, sostenuto al piede da tre ordini di gabbionate, a valle della stazione di imbarco (valle), per cui si è proceduto alla verifica di stabilità, dell’insieme opere – versante, applicandola alla sezione di progetto A-A, in base agli elaborati progettuali ed in relazione alla morfologia ed all’assetto geologico ipotizzato, desunto dai dettagliati rilievi eseguiti, così come previsto dal D.M. 14.01.2008.

Sono state considerate 4 superfici di scivolamento, tutte caratterizzate da movimento circolare.

Le verifiche effettuate, hanno fornito risultati positivi, infatti i valori del coefficiente di sicurezza (Fs) ottenuti, per le 4 superfici di scivolamento considerate, sono compresi tra 1.20 e 1.59.

SISTEMAZIONE RIO CIAMPORINO (O CROSO)

Il progetto di sistemazione del Rio Ciamporino (o Rio Croso) prevede la modesta rettifica dell’alveo naturale, con costruzione di opere di difesa spondali di tipo misto (palificata doppia e scogliera in blocchi lapidei), a tergo delle quali sarà riportato parte del materiale proveniente dagli scavi della vicina Stazione di Valle.

Oltre ai parametri assegnati al terreno di riporto ed ai depositi glaciali, indicati in precedenza, nelle verifiche di stabilità vengono assegnati i parametri alle opere di sostegno:

per la palificata doppia, $\phi = 40^\circ$, $\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$, $c = 30 \text{ kN/m}^2$

per la scogliera, $\phi = 38^\circ$, $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$, $c = 50 \text{ kN/m}^2$

Si è proceduto alla verifica di stabilità, dell’insieme opere – versante, applicandola alla sezione tipo di difesa spondale mista, in base agli elaborati progettuali ed in relazione alla morfologia ed all’assetto geologico ipotizzato, desunto dai dettagliati rilievi eseguiti, così come previsto dal D.M. 14.01.2008.

Sono state considerate, sia alcune superfici di scivolamento caratterizzate da movimento circolare, coinvolgenti l’intera opera in progetto (scogliera e palificata doppia), sia una superficie determinata per punti, passante per la base della palificata doppia.

Le verifiche effettuate, hanno fornito risultati pienamente positivi; infatti, i valori del coefficiente di sicurezza (Fs) ottenuti, per le 4 superfici di scivolamento circolari, sono compresi tra 2.21 e 2.86, mentre per la superficie determinata per punti si è avuto un $Fs > 5$.

10. SCAVI DI SBANCAMENTO E MOVIMENTI TERRA

Gli elaborati di progetto evidenziano che, nella realizzazione delle opere in progetto, i volumi di scavo saranno in parte compensati da quelli di riporto, per la maggior parte riposizionandoli in loco, in parte lungo la linea, attorno ai plinti di fondazione dei sostegni, in parte attorno alle Stazioni di Valle.

Per ciò che riguarda la seggiovia “Ciamporino-Dosso”, la differenza (5.236 m³) tra scavi (11.088 m³) e riporti (5.852 m³) verrà in buona parte (2.345,75 m³) riposizionata nella sistemazione di una tratta del Rio di Ciamporino, lunga circa 35 m., a tergo delle previste opere di difesa spondale.

Considerando l'intero sviluppo della seggiovia “Ciamporino” (le due Stazioni, di Valle e di Monte, i sostegni e la linea del cavo di segnalazione) gli scavi di sbancamento interesseranno 3.549,85 m³, mentre i riporti ammonteranno a 3.533,60 m³.

La differenza (16,25 m³), sommata alle eccedenze del bilancio scavi-riporti della seggiovia “Ciamporino-Dosso”, sommerà in totale a 2.906,50 m³, che verrà riposizionata in loco, nell'area descritta al paragrafo 4.4, in quanto i materiali di riporto sono escludibili dal regime dei rifiuti, ai sensi dell'art. 186 del D. Lgs. n. 152/2006, modificato dal D. Lgs. n. 4/2008, potendo, quindi, essere riutilizzati come “inerte da cantiere”, così come previsto dall'art. 186, comma 1, lettera g) del citato D. Lgs. n. 4/2008, correttivo del D. Lgs. n. 152/2006.

Le opere di fondazione di una parte dei manufatti in progetto verranno ancorate direttamente al substrato roccioso in posto, una volta asportata la coltre detritica; ciò vale per la Stazione di Monte ed i sostegni situati a quote più elevate per la “Seggiovia Ciamporino”, nonché per la Stazione Intermedia e per buona parte dei sostegni più elevati per la Seggiovia “Ciamporino – Dosso”.

Laddove i tracciati in progetto intercettano le falde detritiche grossolane (spessori plurimetrici) (Stazione di Monte e alcuni dei sostegni lungo la Seggiovia “Ciamporino – Dosso”), si prevede la parziale asportazione degli elementi lapidei e la regolarizzazione del fondo, con realizzazione di un sottofondo in cls armato, in modo da legare tra loro (e dove possibile al substrato roccioso sottostante) i blocchi lapidei; su tale sottofondo verranno ancorate le opere di fondazione dei manufatti.

Utilizzando il materiale lapideo movimentato, in corrispondenza delle falde detritiche, verrà realizzata la protezione dei sostegni, mediante la costruzione di strutture in blocchi lapidei di recupero in loco, con funzioni di scogliera, da ubicarsi sul lato di monte del sostegno di linea; la struttura di protezione dovrà essere di altezza tale (2 – 3 m) da proteggere il sostegno anche dallo scivolamento di masse di neve.

Anche per la Stazione di Monte della linea “Ciamporino – Dosso”, verrà predisposta un'opera di protezione, con i blocchi presenti in loco, in modo da difendere le strutture in progetto dallo scivolamento di masse di neve, dal crollo di porzioni rocciose dalle pendici del P.zo Dosso e dal vento.

I restanti manufatti, in particolare nelle tratte medio-basse delle due seggiovie, verranno, invece, impostati sui depositi glaciali, asportando, dove presente, la coltre di suolo agrario ed eluvio-colluviale.

Per ciò che riguarda la Stazione di Valle della Seggiovia “Ciamporino-Dosso”, data l’entità degli scavi, profondi fino a circa 7,5 m, non si esclude il raggiungimento del substrato roccioso.

I materiali eluvio-colluviali eventualmente presenti, opportunamente accantonati, potranno essere riutilizzati per la copertura dei rilevati e per favorire i processi di inerbimento delle scarpate artificiali.

Per la realizzazione dei riporti previsti (area di deponia del materiale detritico in eccesso, riporto a valle della stazione di imbarco della seggiovia “Ciamporino” e sistemazione alveo Rio Ciamporino), occorrerà rispettare, oltre alle indicazioni particolari, indicate per ciascun caso, le seguenti indicazioni generali:

- asportazione, dove presente, della coltre di terreno agrario, avendo cura di accantonarlo nell’ambito del cantiere, senza disperdere la terra attaccata alle zolle erbose, in modo da poterla riutilizzare a lavori ultimati, per rinverdire le superfici di terreno riportato e quelle interessate dai lavori;
- formazione del rilevato tramite stesura, per strati, del materiale inerte granulare scavato (ghiaie, ciottoli e sabbie), evitando, in ogni caso, l’utilizzo, sia di frazioni fini limose o argillose, che di blocchi lapidei $\varnothing > 50$ cm;
- la stesura del materiale granulare inerte dovrà avvenire per strati di spessore dell’ordine di 40-50 cm, opportunamente rullato e vibrato, al fine di ottenere un grado di addensamento crescente con l’altezza;
- nella costruzione del rilevato stradale è buona norma l’utilizzo delle frazioni granulometriche di dimensioni maggiori negli strati inferiori, per evitare l’insorgere di eventuali fenomeni di capillarità (anche se in questo caso la soggiacenza della falda freatica è molto elevata), per poi impiegare le frazioni granulometriche relativamente medie negli strati superiori;
- per ciò che riguarda i riporti a tergo delle difese spondali in pietrame (Rio Ciamporino, all’altezza del “Rifugio 2000”), si raccomanda la realizzazione di fori passanti in numero adeguato a garantire il corretto drenaggio delle acque di infiltrazione meteorica.

11. COMPATIBILITA' DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO CON L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEI LUOGHI E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le dettagliate ricognizioni effettuate nell'areale in cui sono previsti gli interventi in progetto, estese ad un intorno significativo, hanno permesso di osservare gli aspetti morfologici, geologici ed idrogeologici che caratterizzano le zone interessate e di verificare la compatibilità tra gli stessi e le opere in progetto.

Dall'attenta analisi dei luoghi non sono emersi elementi ostativi alla realizzazione delle previsioni progettuali.

In sintesi è emerso che:

- i manufatti in progetto ricadono in terreni caratterizzati da ottime proprietà geotecniche (substrato roccioso in posto, falda detritica grossolana, depositi glaciali addensati);
- laddove il terreno di fondazione è costituito da falde detritiche (Stazione di Monte linea "Ciamporino – Dosso") caratterizzate da blocchi ed elementi lapidei, prismatici o lastriformi, da pluridecimetrici a plurimetrici, la realizzazione dei manufatti prevede l'asportazione delle porzioni superficiali della pietraia, con regolarizzazione del fondo; quindi verrà realizzato un sottofondo in cls armato, in modo da legare i blocchi lapidei alle porzioni superficiali del substrato roccioso; su tale sottofondo verranno ancorate le opere di fondazione del manufatto; inoltre gli stessi blocchi lapidei presenti in loco consentiranno di realizzare una sorta di rilevato-scogliera, in modo da proteggere le strutture in progetto da eventuali scivolamenti di masse nevose, dalle traiettorie di crollo di eventuali porzioni rocciose e dall'azione del vento;
- in presenza di versanti caratterizzati da pareti rocciose superficialmente intensamente fratturate e disarticolate e/o da falde detritiche, per assicurare la protezione dei manufatti da eventuali crolli e rotolamenti di elementi rocciosi o scivolamenti di masse nevose provenienti dal versante, lungo il lato di monte verranno realizzate adeguate protezioni (scogliere/vallo), alte $2 \div 3$ m, utilizzando i blocchi lapidei reperibili in loco;
- le scarpate artificiali realizzate con il materiale proveniente dagli scavi, dovranno essere profilate con pendenze non superiori a 30° e rifinite con riporto della coltre di materiali fini e del terreno agrario precedentemente asportato ed accantonato, in modo da favorire l'inerbimento delle scarpate;
- i fronti di scavo degli sbancamenti, necessari all'impostazione dei manufatti relativi alla Stazione di Valle della Seggiovia "Ciamporino - Dosso", dovranno essere adeguatamente gradonati con la realizzazione di una berma intermedia di larghezza non inferiore a 1 m;
- il sostegno **W9** verrà immorsato saldamente al substrato roccioso, ad una distanza dall'incisione dell'impluvio non inferiore a 5 m, in modo tale da innalzare la quota d'imposta rispetto al fondo alveo di non meno di 5 m. Il progetto prevede, a protezione del sostegno W9, la costruzione di una

struttura in blocchi lapidei di recupero in loco, con funzioni di scogliera, da ubicarsi alla base del lato Sud (verso l'incisione).

- anche nel caso del sostegno **W8** si prevede, a protezione del manufatto, la costruzione di una struttura in blocchi lapidei di recupero in loco, con funzioni di scogliera, da ubicarsi sul lato di monte del sostegno di linea; la struttura di protezione dovrà essere di altezza tale ($2 \div 3$ m) da proteggere il sostegno anche dallo scivolamento di masse di neve, che in questo settore di versante appaiono abbastanza probabili.
- il sostegno **S2**, nella tratta inferiore della Seggiovia “Ciamporino – Dosso”, verrà ubicato ad una distanza minima di $4 \div 5$ m dal ciglio superiore della scarpata in destra idrografica dell'alveo attivo del Rio di Ciamporino;
- date le caratteristiche di parziale attività delle scarpate del Rio di Ciamporino, nella tratta che precede quella di cui si prevede la sistemazione, verranno realizzati interventi mirati al consolidamento dei settori maggiormente vulnerabili del corso d'acqua; la realizzazione di scogliere al piede delle sponde d'incisione, nei settori di concavità dell'alveo, ridurrà decisamente l'erosibilità laterale, in particolare durante gli eventi di piena e, quindi, diminuirà decisamente la quantità di carico solido che può essere preso in carico in tali occasioni;
- **per ciò che riguarda la stazione di imbarco (di valle) della Seggiovia “Ciamporino”, i materiali derivanti dagli scavi e che verranno posti a deponia a valle della stazione, in modo da formare parte del piazzale di manovra per gli sciatori, verranno contenuti al piede da tre ordini di gabbionate, situate ad una distanza non inferiore a 12 m dalla sommità del ciglio della ripida scarpata che degrada verso il sottostante Rio Croso. Il riporto dovrà essere modellato con pendenze non superiori a 33° e, allo scopo di garantirne la stabilità e la protezione da fenomeni di dilavamento ed erosione, verrà prontamente ricostituita la copertura vegetale;**
- **verifiche di stabilità dell'insieme opere-versante sono state condotte, sia in corrispondenza del riporto previsto a valle della stazione di imbarco della Seggiovia “Ciamporino, sostenuto al piede da tre ordini di gabbionate, sia in corrispondenza delle opere di difesa spondale previste nella tratta del Rio Ciamporino (o Croso) di cui si prevede la sistemazione, con riporto di materiale derivante dagli scavi. Tutte le verifiche di stabilità, effettuate ipotizzando superfici di scivolamento sulle sezioni di progetto e nell'assetto geologico assunto, hanno fornito buoni risultati, con Fs sempre maggiore di 1.10.**

A conclusione della presente indagine si può affermare che, valutato l'assetto geologico, geomorfologico ed idrologico delle aree di intervento, la realizzazione delle opere in progetto non altera in maniera significativa lo “status” idrogeologico dei luoghi, a condizione che, in fase esecutiva, vengano recepite le indicazioni fornite con la presente relazione.