

Invaso a uso plurimo e rete per l'innevamento programmato Area di Ciamporino

Permesso di Costruire: Invaso a uso plurimo e rete per l'innevamento programmato

Proponente:



San Domenico Ski srl
Frazione S. Domenico, 28868 Varzo
Franco Malagoni, Amministratore Unico

Progetto:



ing. F. Belmondo



ing. P. Cavaglià

Consulenze specialistiche:

ing. **Antonio Piero**
Procedure ambientali, paesaggio

HYDRODATA, ing. Luca Dutto, ing. Irene Marini
Analisi idrologiche e idrauliche

geol. **Francesco D'Elia**
Geologia

dott. **for. Paolo Terzolo, dott.ssa Chiara Casella**
Aspetti agronomici e vegetazionali

Istituto OIKOS, dott. Eugenio Carlini, dott.sa Chiara de Franceschi
Aspetti agronomici e vegetazionali

ENVIA -dott. Stefano Roletti
Aspetti acustici

STA Associati, dott. geom. Gianluca Apolloni
Consulenza espropri ed usi civici

Dott.ssa Paola Comba
Consulenza archeologica

versione	data	ELABORATO A CURA DI
01	gennaio 2023	Prima emissione - Dott. Geol. F. D'Elia
02	aprile 2023	Aggiornamento
03	ottobre 2023	Aggiornamento

TITOLO ELABORATO:

NUMERO ELABORATO:

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA,
IDROGEOLOGICA, NIVOLOGICA E
VALANGHIVA

4.1

SCALA:

SOMMARIO

1. PREMESSA	1
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO REGIONALE	4
3. SITUAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA LOCALE	7
4. ESAME DELLA SITUAZIONE VALANGHIVA	10
5. ANALISI GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA DI DETTAGLIO DELLE AREE DI INTERVENTO	12
5.1 Pista da sci “Diei”	12
5.2 Bacino artificiale ad uso plurimo	14
5.3 Impianto di innevamento	17
6. ESAME DI COMPATIBILITÀ DELL’INTERVENTO IN PROGETTO CON LE N.T.A. DEL P.R.G.C.	19
7. RIEMPIMENTO ED ALIMENTAZIONE DEL NUOVO BACINO AD USO PLURIMO	21
7.1 Acque meteoriche e di deflusso superficiale	21
7.2 Scioglimento del manto nevoso	25
7.3 Confronto con i dati delle precipitazioni nevose presso l’Alpe Ciamporino	28
7.4 Falda freatica	29
8. SUCCESSIONE STRATIGRAFICA DEI MATERIALI DETRITICO-GLACIALI E DETRITICO-ALLUVIONALI – ESECUZIONE DI SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO	30
8.1 Dati litostratigrafici pregressi	30
8.2 Ottobre 2022 - Sondaggi a carotaggio continuo	31
9. ANALISI DI LABORATORIO	33
9.1 Analisi granulometriche	33
9.2 Analisi chimiche	35
9.3 Verifica della presenza naturale di amianto	36
10. BREVE CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI DEPOSITI DI COPERTURA E GEOMECCANICA DEL SUBSTRATO ROCCIOSO	39
10.1 Parametrazione geotecnica dei materiali di copertura naturali	39
10.2 Parametrazione geomeccanica del substrato roccioso	41
10.3 Caratterizzazione geotecnica dei materiali di riporto	42
11. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELLE AREE D’INTERVENTO	43
11.1 Dati sismici pregressi	43
11.2 Indagini sismiche di nuova esecuzione	44
11.3 Caratterizzazione sismica del suolo di fondazione	46
12. SCAVI E MOVIMENTI TERRA – VOLUMI, MODALITÀ E GESTIONE DEI MATERIALI DI SCAVO	49
12.1 Scavi e movimenti terra	49
12.2 Modalità operative	51
12.3 Gestione dei materiali di scavo	52
13. VERIFICHE DI STABILITÀ DELLE SCARPATE ARTIFICIALI	54
13.1 Verifiche del rilevato della pista da sci	55
13.2 Verifiche del rilevato arginale	57
14. DESCRIZIONI DELLE OPERE IN PROGETTO, PRESCRIZIONI TECNICHE E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	58
14.1 Impianto di innevamento programmato	58
14.2 Bacino artificiale ad uso plurimo e canale di by-pass	59
14.3 Pista da sci “Diei”	61

1. PREMESSA

La Committenza, San Domenico Ski s.r.l., con sede a Varzo, frazione San Domenico, proprietario e gestore degli impianti e delle piste dell'omonimo comprensorio sciistico, avendo la necessità di procedere ad un intervento di realizzazione di un bacino artificiale di accumulo d'acqua ad uso plurimo, a supporto dell'attività turistica del comprensorio di Ciamporino – Dosso, sia invernale (sciistica) che estiva, nonché alla realizzazione di una nuova pista da sci (rifacimento di un vecchio tracciato sciabile attualmente non in uso), mediante operazioni di movimento terra (scavi e riporti), in aree soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. n. 3267/1923 ed ascritte alla Classe IIIa di pericolosità geomorfologica ed idoneità all'utilizzazione urbanistica, dal P.R.G. vigente del Comune di Varzo, ha conferito incarico alla società BBE s.r.l. di Susa (TO), di redigere il Progetto Definitivo dell'intervento e ha richiesto allo studio scrivente di eseguire un'indagine geologico-tecnica, idrogeologica e valanghiva, allo scopo di verificare la compatibilità tra le previsioni progettuali e le caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area, in ottemperanza del D.M. 17-01-2018 ed a corredo dell'istanza di autorizzazione ai sensi della L.R. n. 45/1989, oltre che nel rispetto delle N.T.A. dello Strumento Urbanistico di Varzo.

A tal fine ci si è attivati e, dopo aver preso visione degli elaborati progettuali, si è fatto riferimento alle numerose informazioni pregresse, ottenute nel corso di diverse indagini condotte dallo scrivente nell'ambito del territorio montano in esame, a supporto della progettazione e della realizzazione degli impianti funiviari di recente costruzione, con particolare riferimento alla costruzione delle nuove Seggiovie "Ciamporino" e "Ciamporino-Dosso", nonché della sostituzione della "Sciovia Del Dosso", con la "Seggiovia a sei posti Bondolero", oltre che ad altre indagini condotte sia negli anni passati, sia in periodi recenti, a supporto di analoghi interventi di riprofilatura delle Piste da sci, in settori prossimi a quelli in esame.

Nel corso delle suddette indagini, erano stati effettuati diversi rilievi di dettaglio, che avevano permesso di riconoscere ed analizzare gli elementi geomorfologici, idrologici e litologici che caratterizzano il settore di territorio in esame, estesi ad un intorno significativo; sono stati, altresì, riesaminati gli elaborati degli studi geologici (sviluppati dallo scrivente negli anni 2001-2007), che corredano il Piano Regolatore Generale del Comune di Varzo, nonché l'aggiornamento di tali studi, redatto nel 2015, a supporto della Variante Semplificata al PRG, quindi è stata effettuata una ricognizione nelle zone d'intervento, allo scopo di verificare che non si fossero avute significative evoluzioni nel "quadro d'insieme" dei caratteri idrogeomorfologici.

In funzione dell'importanza dell'intervento di realizzazione del bacino di accumulo di acqua per usi plurimi, che prevede la costruzione di un rilevato arginale trapezoidale a contenimento dell'invaso artificiale, nonché dell'entità dei previsti volumi di scavi e movimenti terra, la cui movimentazione comporterà l'esecuzione di sbancamenti per profondità di diversi metri, si è inoltre provveduto a fare eseguire n. 3 sondaggi a carotaggio continuo, nell'ambito dell'area interessata dalle previsioni progettuali del bacino artificiale ed in un suo immediato intorno, uno dei quali successivamente strumentato con piezometro, in

maniera da ottenere informazioni di dettaglio sulla sequenza litostratigrafica dei depositi in sito, nonché sull'eventuale formazione della falda freatica.

Le presenti note – Elaborato 4.1, costituiscono la sintesi esplicativa di quanto emerso dai precedenti rilievi di campagna, dalle recenti ricognizioni con rilievi di dettaglio, dai dati ricavati con le indagini geognostiche e sismiche condotte in sito, e dalle successive considerazioni ed elaborazioni e sono state così strutturate:

- inquadramento geologico e geomorfologico regionale;
- situazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica locale;
- esame della situazione valanghiva;
- analisi geologica, geomorfologica e geoidrologica di dettaglio delle aree d'intervento;
- esame di compatibilità dell'intervento in progetto con le N.T.A. del P.R.G. di Varzo;
- riempimento ed alimentazione del nuovo bacino artificiale;
- successione stratigrafica dei materiali detritico-glaciali e detritico-alluvionali – esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo
- analisi di laboratorio – granulometrie ed analisi chimiche;
- breve caratterizzazione geotecnica dei depositi di copertura e geomeccanica del substrato roccioso;
- caratterizzazione sismica delle aree d'intervento;
- scavi e movimenti terra;
- verifiche di stabilità delle scarpate artificiali;
- Descrizioni opere, prescrizioni tecniche e considerazioni conclusive.

Gli elaborati geologici a supporto della progettazione dell'intervento di realizzazione dell'invaso ad uso plurimo e della rete per l'innevamento programmato, sono i seguenti:

Elaborato 4.1: *“Relazione geologico-tecnica, idrogeologica, nivologica e valanghiva”*

Elaborato 4.2: *“Allegati grafici all'Elab. 4.1”:*

- Corografia, in scala 1:10.000;
- Tavola di inquadramento delle Opere in Progetto, in scala 1:6.000;
- Carta geomorfologica, in scala 1:6.000;
- Carta delle valanghe, con elementi del PRG vigente, in scala 1:6.000;
- Planimetria di dettaglio degli scivolamenti di neve, su rilievo aerofotogrammetrico, in scala 1:2.000, con documentazione fotografica illustrativa;
- Planimetria di dettaglio degli elementi geomorfologici e di Progetto, su rilievo aerofotogrammetrico, in scala 1:2.000;
- Planimetria con foto aerea e Planimetria catastale, evidenziante l'ubicazione dei sondaggi geognostici, delle indagini sismiche e dei punti di prelievo dei campioni sottoposti ad analisi;
- Stratigrafie dei sondaggi a carotaggio continuo, con documentazione fotografica esplicativa;
- Analisi granulometriche: tabelle riassuntive, foto esplicative e diagrammi semilogaritmici;
- Analisi chimiche: Rapporti di Prova del Laboratorio COMIE;
- Verifiche di stabilità delle scarpate artificiali, con Tabulati di calcolo del Programma ILA;
- Sezioni progettuali, rese geologiche interpretative, in scala 1:400 / 500
- Documentazione fotografica.

Elaborato 4.3: *“Appendice all'Elab. 4.1: sintesi degli approfondimenti sviluppati a seguito delle richieste di integrazioni”*

Elaborato 4.4: *“Studio geofisico a corredo dell'Indagine geologico-tecnica”*

- Indagini sismiche sviluppate dalla Società EGG S.r.l.;

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO REGIONALE

L'area in esame, ubicata in Comune di Varzo e costituita nella fattispecie dal settore di versante che comprende l'Alpe Ciamporino, a monte della Frazione San Domenico, è inquadrabile nella BDTRE (cartografia di riferimento ufficiale della Regione Piemonte), in scala 1: 10.000, sezione 035110; per quanto attiene alla 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, 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, 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 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.

Il versante in analisi insiste in buona parte su associazioni litologiche ascrivibili alla Sinclinale del Teggiolo, con particolare riferimento a calcescisti foliati a quarzo e fillosilicati (miche), con locali intercalazioni di calcari cristallini, dolomie calcitifere e marmi saccaroidi

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 accennato 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 Valle Divedro costituisce pertanto una tipica valle a gradonate, in cui è possibile riconoscere un'alternanza di tratti molto acclivi e di superfici sub-pianeggianti, impostatesi in corrispondenza di spalle e lembi 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 falde detritiche grossolane 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.

Le falde detritiche sono costituite 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 accumulo talora anche piuttosto estesi, venendosi a formare delle fasce di spessore ed ampiezza variabili, che raccordano i versanti rocciosi acclivi all'ampia spianata morfologica dell'Alpe Ciamporino.

Ai fattori sopra citati, 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, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA LOCALE

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 territorio montano interessata dalle previsioni progettuali ricade all'interno del grande anfiteatro naturale dell'Alpe Ciamporino, delimitato a Nord-Ovest dalla P.ta Salarioli, a Nord dalla Cima di Valtendra, a Nord – Est dal Pizzo della Sella e ad Est dal Pizzo del Dosso.

Con maggior dettaglio, si tratta di un'ampia conca glaciale, digradante verso Sud-Ovest, modellata da numerose incisioni e da dossi, colonizzata da vegetazione erbacea e localmente da piante arbustive.

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.

Le porzioni delle sub-aree in oggetto, sono inserite nell'ambito del complesso delle “aree sciabili” individuata a Nord-Est della loc. Alpe Ciamporino – Rifugio 2000, nella fascia altimetrica 1990÷2140 m s.l.m., a partire dal tracciato della pista sterrata carrabile di accesso all'Alpe, proveniente da San Domenico, risalendo fino alla Stazione di Monte della seggiovia quadriposto “Ciamporino”.

Come è possibile desumere dall'analisi della Carta Geologica-Geomorfologica in scala 1: 5.000, proposta in allegato, nel settore direttamente indagato durante i ripetuti sopralluoghi, il substrato litologico viene in buona parte mascherato dalla presenza di estese coltri di depositi di copertura, sia coerenti che incoerenti, risultando affiorante e subaffiorante solo nella porzione di monte dell'areale di specifico interesse.

Questi depositi, 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, sia in corrispondenza di intagli naturali di erosione (lungo gli impluvi che solcano e drenano la conca glaciale), sia presso intagli artificiali, nel corso della costruzione delle precedentemente citate seggiovie quadriposto “Ciamporino – Dosso” e “Ciamporino”, con particolare riferimento alla zona presso la Stazione di Valle / Rifugio 2000.

I suddetti depositi di copertura, puntualmente indagati con l'esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo, sono formati da materiali fortemente eterometrici e caratterizzati da estrema caoticità, comprendenti sia orizzonti a granulometria medio grossolana (ciottoli a spigoli vivi e blocchi generalmente sub-angolari di dimensioni variabili da centimetriche a metriche, immersi in matrice prevalentemente sabbiosa, a debole componente limosa) sia sequenze a granulometria fine (limi e limi sabbiosi, con percentuali variabili di clasti e ciottoli di piccole dimensioni).

L'azione di disgregazione-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 in posizione marginale rispetto alla conca di Ciamporino, 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, la Cima di Valtendra ed il P.zo della Sella.

Il substrato roccioso affiora con buona continuità nella parte alta dei bacini imbriferi del Rio Croso e del Rio Fontana, laddove l'acclività diviene molto elevata, con locale presenza di pareti strapiombanti, oltre che in corrispondenza della dorsale allungata (di cui costituisce lo scheletro litico), ad Est del Rifugio 2000.

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" costituita da calcescisti finemente fogliettati, a grana fine e superficialmente alterati, 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 della zona in esame le pareti in roccia sono spesso interessate da frane di crollo più o meno estese.

Le aree oggetto dei previsti interventi in progetto, con scavi, riporti, modellazione e riprofilatura del versante, comprendono:

- la formazione di una pista da sci, lungo la fascia di versante posta a Sud-Ovest del Pizzo della Sella, all'incirca in sovrapposizione ad una vecchia tratta della "Pista Diei", parallelamente all'impianto di risalita della seggiovia quadriposto "Ciamporino";
- la formazione del nuovo bacino artificiale per uso plurimo (innevamento programmato, riserva antincendio, turismo estivo, ecc.), delimitato a valle da un rilevato arginale trapezoidale di neo-costruzione, da realizzare a Nord-Est del "Rifugio 2000" e dell'A. Ciamporino, a lato (Nord) dell'impianto della seggiovia "Ciamporino-Dosso", nell'ambito di una conca morfologicamente depressa, testimonianza relitta di un antico bacino lacustre intramorenico, di piccole dimensioni;
- prolungamento dell'impianto di innevamento programmato sino allo spartiacque del Colle di Ciamporino e lungo la dorsale montuosa ad Ovest del Dosso, con scavi e riporti limitati alla sola posa delle condotte interrate.

Per quanto riguarda i depositi di copertura, si tiene a precisare che, nell'ambito di un intorno significativo rispetto alla zona ove verrà realizzato il nuovo bacino artificiale, i depositi di copertura presentano spessori plurimetrici, mentre il substrato roccioso risulta localmente subaffiorante, soltanto nella parte orientale dell'area in esame, al fondo delle incisioni naturali più marcate od in corrispondenza di talune dorsali morfologiche; spostandosi più a monte, infatti, verso il margine superiore della conca glaciale, gli spessori dei materiali di copertura tendono a ridursi, per essere quasi del tutto assenti lungo la zona dello spartiacque (Colle di Ciamporino).

Per quanto attiene il reticolo idrografico superficiale, si sottolinea come l'azione di drenaggio dell'area sia svolta essenzialmente dal Rio Croso e suoi tributari e dal Rio e Fontana, contraddistinti, nella tratta posta a valle della conca di Ciamporino, da elevato trasporto solido in occasione di piene impulsive e violente, nonché da erosione laterale e di fondo.

In particolare, il Rio Croso, a valle dell'A. Ciamporino, è caratterizzato dalla presenza di un unico canale di deflusso con alveo dapprima in roccia, caratterizzato da ripidi salti morfologici e successivamente in depositi sciolti costituiti in prevalenza da materiali di origine detritico-morenica; nel settore di testata, in zona Pizzo del Dosso, l'incisione è affermata in roccia, mentre a quote più basse, comprendenti la conca glaciale dell'Alpe Ciamporino, ovverosia nell'ambito della porzione di territorio interessata dalle previsioni progettuali, il bacino del Rio Croso si presenta invece estremamente ramificato, con presenza di diversi canali di deflusso secondari, più o meno incisi e talvolta con profilo a "V", a loro volta alimentati da semplici linee di ruscellamento e valleciole morfologiche poco marcate, che si attivano solo in occasione di eventi meteorici intensi e prolungati, mentre alcune di tali forme sono talvolta delle semplici linee di deflusso "relitte", senza più continuità con il reticolo principale.

Il Rio Fontana, tributario di sinistra del Rio Croso, che costituisce anch'esso un corso d'acqua a carattere permanente, impostato entro depositi di copertura profondamente incisi, si origina a quota inferiore rispetto al Rio Croso e si sviluppa in un versante posto a Sud rispetto alla conca di Ciamporino, per cui non ha alcuna interferenza con il settore di versante in esame.

Per quanto riguarda l'assetto idrogeologico, 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 di copertura (dotata di matrice sia incoerente che coesiva), costituita in larga misura da materiali detritico-morenici a permeabilità medio-bassa, caratterizzati da una buona capacità di immagazzinare e trattenere le acque di infiltrazione.

4. ESAME DELLA SITUAZIONE VALANGHIVA

In allegato alla presente Relazione, viene proposto un estratto, in scala 1: 5.000, relativamente ai fenomeni valanghivi e di scivolamenti nevosi, che interessano la conca di Ciamporino, con particolare riferimento alle aree interessate dalle opere in progetto.

Tale estratto, è stato redatto sulla base della Carta delle Valanghe dello Studio Geologico Generale del P.R.G. di Varzo, predisposta dallo scrivente mediante osservazioni e rilievi, basati su criteri di tipo morfologico e con la raccolta di testimonianze verbali dirette; tali dati, sono stati integrati sulla scorta degli approfondimenti sviluppati dallo scrivente nell'ambito dell'areale in esame, nel corso delle indagini a supporto di una serie di interventi di miglioramento del comprensorio sciistico, aggiornando anche lo stato di fatto delle opere di difesa (barriere fermaneve).

Come risulta dall'esame di tale carta, gli eventi valanghivi che interessano la conca glaciale di Ciamporino, con varie frequenze e tempi di ritorno, sono localizzati principalmente lungo i versanti montuosi che contornano la conca e lungo le pendici di raccordo alla piana glaciale, risultando per lo più localizzati lungo i canali morfologici principali.

In particolare, i siti valanghivi di maggiore rilevanza, si sviluppano lungo le pendici Sud-orientali della Cima di Valtendra, nonché lungo i canali che scendono dal Pizzo della Sella e dal C.le di Ciamporino, dovute ad abbondanti nevicate ed a trasporto eolico e che si arrestano al cambio di pendenza

Ad Ovest del Pizzo il Dosso, inoltre, la marcata incisione del Rio Croso, può periodicamente diventare un canale di scivolamento di masse nevose, le quali però, storicamente non arrivano ad interessare né il tracciato della pista da sci, né l'area di accumulo del bacino artificiale.

Si segnala, inoltre, la possibilità di distacchi nevosi lungo le pendici settentrionali della dorsale montuosa del Dosso; proprio per tali fenomeni, lungo tale versante sono state realizzate una serie di barriere fermaneve, anche a protezione del tracciato dell'impianto di risalita della seggiovia "Ciamporino-Dosso"; in ogni caso, gli scivolamenti delle masse nevose provenienti da tale pendio, anche in assenza di opere di difesa, non raggiungerebbero il bacino artificiale, in quanto storicamente si sono sempre arrestate in corrispondenza del largo avvallamento posto al piede del versante, delimitato a Nord da un esteso cordone detritico (contropendenza).

In sintesi, per quanto riguarda i fenomeni valanghivi che possono interessare le aree in cui insistono le opere in progetto, si può affermare che queste non sono interessate da fenomeni valanghivi, né da dinamiche collegate al fenomeno del "soffio di valanga" od alla propagazione degli scivolamenti di masse nevose, inoltre, le aree in cui sono previsti lo sviluppo della nuova pista da sci e la realizzazione del laghetto artificiale per uso plurimo, nonché il prolungamento della rete di innevamento, non interferiscono con la stabilità del manto nevoso e non causeranno alcun tipo di problematica in tal senso.

Si ricorda, in ogni caso, che la gestione del rischio da valanga che può interessare l'intero comprensorio sciistico di San Domenico-Ciamporino (piste e impianti di risalita) sarà oggetto di un specifico Piano di Sicurezza Valanghe, gestito dalla Società esercente, San Domenico Ski s.r.l.

Come ultima notazione in merito agli aspetti legati alle precipitazioni nevose, poiché le considerazioni inerenti l'alimentazione del bacino ad uso plurimo in progetto, riguardano anche lo scioglimento del manto nevoso, nel capitolo relativo alla caratterizzazione meteorologica dell'area (a cui si rimanda per tutti gli approfondimenti del caso), è stata sviluppata l'analisi dei dati nivometrici disponibili per l'area in esame, nell'arco dell'ultimo decennio.

5. ANALISI GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA DI DETTAGLIO DELLE AREE DI INTERVENTO

L'area d'intervento è situata all'incirca tra la base del Colle Sella, nei pressi della Stazione di Monte della Seggiovia Ciamporino-Sella, a quota 2140 m s.l.m., e la spianata morfologica nei pressi dell'Alpe Ciamporino, alla quota di circa 1995 m s.l.m.

La morfologia della fascia di versante in esame, risulta essere caratterizzata da modeste dorsali rocciose (calcescisti), digradanti dolcemente da monte (Est) a valle (Ovest), separate da numerose vallecole poco incise, sviluppantesi nella medesima direzione; tali vallecole e/o solchi di ruscellamento, normalmente asciutte, si attivano in occasione di eventi meteorologici intensi e prolungati, convogliando le loro portate d'acqua verso Sud-Ovest, nell'incisione del Rio Croso, che in questa tratta montana è ben affermato nel substrato roccioso.

Dal punto di vista litologico, la suddetta fascia di versante è costituita da un'esile copertura eluvio-colluviale, a ricoprire il substrato roccioso nei settori acclivi ed in prossimità dello spartiacque, colonizzata in superficie da un cotico erboso con radi cespugli di essenze arbustive; nei settori meno acclivi del versante, la copertura è formata da una coltre detritico-morenica, per lo più costituita da materiali sabbioso-limosi, inglobanti clasti e ciottoli da centimetrici a decimetrici, sia a spigoli vivi che subarrotondati; le spessori di tali depositi morenici aumenta da monte a valle, laddove le coltri raggiungono una potenza di alcune decine di metri. In tali depositi sono presenti taluni blocchi lapidei di dimensioni metriche, parzialmente emergenti sul piano campagna.

Questa fascia di versante viene risalita dagli impianti delle seggiovie quadriposto "Ciamporino" e "Ciamporino – Dosso", con i relativi sostegni di linea, ubicati ai margini delle piste da sci esistenti.

5.1 Pista da sci "Diei"

La nuova Pista da Sci in progetto che fungerà da collegamento tra due porzioni dell'esistente Pista "La Rossa", sarà data dal rifacimento di un vecchio ramo della "Pista Diei", prevedendone l'allargamento e l'adeguamento alle esigenze del Comprensorio sciistico.

La pista si svilupperà all'incirca parallelamente ed al margine meridionale dell'impianto di risalita della seggiovia quadriposto "Ciamporino"; in particolare, laddove la pista "La Rossa" modella un'ampia curva, passando a monte della Stazione di Monte della Seggiovia esistente, la nuova pista si innesterà a 90° sull'estradosso di quella esistente, all'incirca alla quota di 2130 m s.l.m., modellando un ampio ingresso, che si adatterà alla morfologia esistente, mantenendo sostanzialmente invariato l'assetto dei luoghi, senza prevedere né scavi né riporti, con l'asse della pista che si imposterà lungo l'esistente vallecola morfologica, priva di evidenze di ruscellamento al fondo e delimitata da due dorsali, che costituiranno gli stessi fianchi della pista.

La dorsale Nord-occidentale è quella alla cui sommità sorge la stazione della seggiovia, mentre la dorsale Sud-orientale, funge da elemento di separazione dalla più profonda incisione valliva, al cui fondo si sviluppa una delle principali linee di deflusso di carattere stagionale, afferente il Rio Croso.

All'incirca a quota 1125 m s.l.m., l'avvallamento termina in corrispondenza di un orlo morfologico, a valle del quale vi è un pendio inerbito, maggiormente acclive, che si raccorda al tracciato di una preesistente pista da sci, ormai dismessa, realizzata mediante operazioni di scavi e riporti, sul fianco del pendio digradante verso Sud, localmente contenuta sul lato di valle da scogliere in blocchi pseudo squadrati, generalmente di altezza ridotta.

Come si apprezza dalla **Sez. progettuale 21**, è prevista la stesura di materiale di riporto, per raccordare il pendio moderatamente acclive, al tracciato della vecchia pista, il quale verrà, a sua volta, leggermente ricaricato (**Sez. 18**).

I riporti per modellare la nuova pista da sci, come richiamato più in dettaglio nel capitolo relativo alle verifiche di stabilità, nonché in quello inerente gli scavi e riporti, verranno contenuti mediante opere di sostegno date da terre rinforzate, con paramento inclinato a circa 60° (**Sezz. 18-17-16-15**) di altezza variabile da 2.0 m fino ad un massimo di 9.0 m, con le altezze maggiori nel settore centrale.

In tutta questa tratta, sia lungo il pendio moderatamente acclive, che lungo il sedime dell'ex pista, si possono notare solchi di ruscellamento concentrato, originati dall'azione di erosione delle acque meteoriche, presumibilmente impostatasi laddove nel sedime della vecchia pista, erano state realizzate delle cunette trasversali taglia-acqua e, a causa dell'abbandono della pista e della mancata manutenzione, hanno originato nel tempo tali solchi di erosione.

A partire dalla **Sez. 16** (laddove il rilevato della pista raggiungerà l'altezza massima), la morfologia del versante si addolcisce e la dorsale settentrionale si riduce fino a scomparire; in questa zona vi è il passaggio tra il versante montano, caratterizzato dal substrato roccioso affiorante e subaffiorante, all'ampia zona di fondovalle della conca glaciale di Ciamporino, caratterizzata dai depositi morenici di potenza rapidamente crescente.

All'altezza della **Sez. 15**, laddove il nuovo tracciato interseca una bretella della pista "La Rossa", il vecchio residuo della pista preesistente non è più riconoscibile; il tracciato (modellato con scavi e riporti), si sviluppa all'interno di un ampio settore dalla morfologia ondulata, sempre mantenendosi in posizione ampiamente sopraelevata rispetto al fondo dell'incisione dell'impluvio afferente il Rio Croso, che in questo settore curva verso Sud, allontanandosi dalla pista, mentre quest'ultima si mantiene sempre parallela alla linea della seggiovia quadriposto "Ciamporino". Con la Sez. 15, termina la tratta di pista contenuta da terre rinforzate.

Tra le **Sezz. 14-13**, la pista si adatta nuovamente alla morfologia dei luoghi, sviluppandosi lungo un ampio avvallamento, prevedendo modesti riporti al fondo e limitati sbancamenti sui fianchi; si sottolinea come, in questa tratta, la pista in progetto vada ad intersecare il tracciato della pista MTB, di recentissima

realizzazione, che ovviamente andrà rimodellato e ripristinato, una volta ultimate le previste operazioni di movimenti terra.

Con la **Sez. 12**, al termine dell'avvallamento e della dorsale che lo delimitava sul fianco meridionale, il tracciato verrà modellato nell'ambito di un settore morfologicamente ondulato, al piede del pendio settentrionale alla cui sommità si sviluppa la seggiovia quadriposto, prevedendo scavi e riporti di modesta entità (altezze massime sbancamenti di poco superiori a 1.0 m, altezze riporti circa 2.0 m).

Con le **Sezz. 11 e 10**, la pista verrà modellata interamente in rilevato, prevedendo riporti per spessori consistenti, anche superiori a 7.0 m, che verranno modellati con la riprofilatura con materiali inerti del pendio sul lato di valle, a cui verranno conferite inclinazioni nell'ordine di 20°-21°. Da questa tratta, la pista da sci verrà realizzata in posizione sovrastante l'ampia conca morfologica presente a Sud, rappresentante la forma residuale di un antico laghetto intramorenico, successivamente colmato da materiali detritico-alluvionali, ove verrà realizzato il previsto bacino di accumulo di acqua per uso plurimo (descritto in dettaglio al successivo cap. 5.2)

A partire dalla **Sez. 9** e comprendendo le **Sezz. 8 e 7**, la pista verrà realizzata a “mezza costa” lungo il pendio sottostante la seggiovia “Ciamporino”, che funge da raccordo alla sottostante conca morfologica, prevedendo operazioni di scavi a monte e riporti a valle, comportanti quantità significative di movimenti terra (altezze massime degli scavi comprese tra circa 5.0 ÷ 6.0 m; altezze massime dei riporti comprese tra circa 4.0 ÷ 5.0); gli scavi interesseranno esclusivamente i depositi di origine glaciale.

In questa tratta, il piede del pendio modellato con i materiali di riporto (riprofilato con un'inclinazione massima di circa 25°), verrà a sua volta contenuto dal rilevato che costituirà le sponde artificiali del bacino di invaso, prevedendo la formazione di un gradone intermedio, lungo cui si svilupperà il passaggio per scopi ispettivi e manutentivi del laghetto.

La pista, si porterà quindi a valle del rilevato arginale del bacino artificiale (**Sez. 6**), fino a ricongiungersi con la porzione inferiore della pista “La Rossa”, immediatamente a monte dell'immissione di quest'ultima nella sottostante pista “Tappeto 2” (**Sez. 5**), alla quota di circa 1995.0 m s.l.m.

5.2 Bacino artificiale ad uso plurimo

Il bacino artificiale per l'invaso di acqua verrà destinato ad uso plurimo, in maniera da risultare funzionale a più scopi, che possono essere così riassunti:

- Innevamento programmato (alimentazione del nuovo impianto di innevamento del comprensorio sciistico del comprensorio Ciamporino-Dosso)
- Servizio ecosistemico (riserva d'acqua fruibile dagli animali selvatici);
- Riserva idrica a scopi antincendio;
- Uso turistico estivo.

Il sito individuato per la modellazione del bacino artificiale, è localizzato all'incirca tra le quote 1990 ÷ 2000 m s.l.m., in corrispondenza di un'ampia conca morfologica, con pendio prativo dolcemente digradante da Est verso Ovest, ubicata a monte (Est) di una delle due strade carrabili sterrate, di collegamento tra San Domenico e l'Alpe Ciamporino.

Al margine settentrionale di tale conca, al piede del pendio digradante da Nord, si sviluppa l'attuale alveo del Rio Croso, asciutto per gran parte dell'anno solare ed anche al momento dei rilievi condotti in sito, dato da un'incisione della larghezza di circa 2.0-3.0 m, con sponde incise nei materiali di copertura, aventi altezza mediamente nell'ordine di circa 2.0 metri.

Risalendo l'incisione del Rio Croso, circa 80-100 m a monte dell'area individuata per l'impostazione del bacino artificiale, allorché vi è la transizione tra la tratta montana del corso d'acqua (incisione affermata nel substrato roccioso), e la tratta di "fondovalle" nell'ambito della conca glaciale vera e propria, il Rio Croso riceve il contributo, dalla destra idrografica, di un impluvio minore, anch'esso normalmente asciutto, che drena l'avvallamento morfologico posto a valle (Sud) del previsto tracciato della nuova pista da Sci, e che interseca sia la pista "Valletta bis" che la pista "Valletta".

Una volta ricevuto tale contributo, l'alveo del Rio Croso si sviluppa modellando un'ampia curva, con alveo impostato nei depositi di origine glaciale, caratterizzato da incisioni spondali subverticali e dalla presenza di abbondante materiale detritico ghiaioso-sabbioso, con elementi lapidei eterometrici, sino ad immettersi nella sottostante conca morfologica.

Tale conca morfologica, si sviluppa con una lunghezza di circa 140 m e con larghezza massima nell'ordine di circa 80.0 m (Sez. 9), ed è una forma residuale rappresentante la testimonianza dell'antica esistenza di un piccolo laghetto intramorenico, formatosi successivamente al ritiro del ghiacciaio, che nel tempo è stato gradualmente interrto dal materiale detritico alluvionale trasportato dal Rio Croso; la sequenza litostratigrafica osservabile lungo le sponde incise del Rio Croso, e confermata dall'esecuzione del Sondaggio esplorativo a carotaggio continuo S2 (*si rimanda al Cap. 8 per i dettagli in merito*) è infatti data da una fitta alternanza di orizzonti a granulometria fine (depositi a medio-bassa energia) e livelli a grana grossolana (episodi di piena del Rio Croso).

Nella zona delle sponde, tali depositi alluvionali si interdigitano con i materiali detritici di origine morenica, provenienti dal parziale smantellamento delle sponde lacustri; l'attuale conca, è infatti delimitata sulle sponde, da due alti morfologici, dati dai depositi glaciali che caratterizzano l'intera parte inferiore della conca glaciale di Ciamporino:

- sul fianco settentrionale vi è il pendio inerbito, moderatamente acclive, che funge da elemento di raccordo ai terreni sopraelevati, lungo cui si sviluppa l'impianto di risalita della seggiovia quadriposto "Ciamporino";
- a Sud, invece, vi è un cordone morenico vero e proprio, allungato in direzione Est-Ovest, lungo cui si sviluppa parte del tracciato della seggiovia quadriposto "Ciamporino – Dosso".

Il cordone morenico meridionale, inoltre, funge da elemento fisico di separazione tra la conca settentrionale ed il versante acclive posto a Sud, che costituisce il fianco della dorsale montuosa digradante dal “Dosso”, dato nella parte alta da pareti rocciose acclivi e che, nella fascia inferiore, si raccorda al pendio inerbito, che ricopre la falda detritica che caratterizza il piede del versante, costituita da una matrice medio-grossolana assimilabile a breccia e ghiaie, con elementi lapidei metrici e plurimetrici, edificata nel corso del tempo dai fenomeni di crollo dalle pareti rocciose sovrastanti, risalenti principalmente agli antichi episodi di detensionamento post-glaciale.

L'intero versante montuoso meridionale è caratterizzato da diffuse dinamiche gravitative, date principalmente da fenomeni valanghivi (come testimoniato dalla presenza di diverse barriere fermaneve posizionate lungo il pendio), nonché da possibili distacchi puntuali di blocchi lapidei, destabilizzati dai cicli di gelo e disgelo, sebbene quest'ultimo tipo di dinamica sia meno diffuso.

In entrambi i casi, sia gli scivolamenti della masse nevose eventualmente non trattenute dalle opere fermaneve, sia le traiettorie di rotolamento di blocchi, si arrestano tutte nell'ampia vallecchia posta al piede del pendio montano, isolata dalla contropendenza settentrionale, costituita per l'appunto dal cordone morenico posto in fregio alla conca.

Il laghetto intramorenico era delimitato, sul lato di valle (Ovest), da un alto morfologico, dato da una dorsale rocciosa sepolta, ricoperta da spessori di materiali glaciali piuttosto ridotti (si veda il cap. 8, stratigrafia del Sondaggio esplorativo a carotaggio continuo S2), che costituiva uno sbarramento naturale; la porzione sommitale di tale elemento morfologico, viene “aggirata” sul lato Est dall'attuale strada sterrata San Domenico – Ciamporino.

La realizzazione del bacino artificiale, comporterà innanzitutto l'esecuzione di una serie di scavi di sbancamento in corrispondenza della conca morfologica, asportando l'intera sequenza superficiale dei terreni di copertura e modellando una depressione artificiale, presumibilmente simile a quello che era originariamente il laghetto intramorenico.

Come apprezzabile dalla **Sez. 1**, gli scavi raggiungeranno una profondità massima, dall'attuale piano campagna, pari a circa -4.0 m (lato valle) e -8.3 m (monte).

Sul lato di monte del bacino artificiale, ovvero la testata Est, le operazioni di scavo saranno sufficienti a modellare il bacino lacustre (Sez. 11), prevedendo solo limitatissimi riporti lungo le sponde, per la formazione del passaggio a fini ispettivi e manutentivi, che contornerà il laghetto artificiale (**Sez. 10**).

Spostandosi verso valle, nella porzione centrale (**Sezz. 9-8**), i riporti spondali saranno maggiormente significativi, in quanto le sponde verranno modellate per meglio contenere il bacino: sul fianco settentrionale, i riporti sulle sponde contribuiranno a meglio contenere al piede i materiali di riporto che verranno stesi per la costruzione del tracciato della nuova pista da sci, sovrastante il laghetto, mentre sul fianco meridionale, i riporti serviranno a raccordare il pendio al canale di by-pass del Rio Croso, meglio trattato al cap. 14.

Sul lato di valle (testata Ovest), invece, verrà modellato un vero e proprio rilevato arginale trapezoidale, che fungerà da elemento di contenimento del bacino artificiale, nelle condizioni di pieno invaso, corrispondenti a 50.880 m³ di acqua (**Sezz. 7-6-2-1**).

Tale rilevato arginale sarà largo al piede tra 35÷70 m, alto fino a 9.95 m rispetto al punto più depresso del paramento, con larghezza sommitale pari a circa 4.0 m, sempre per garantire il passaggio ispettivo e manutentivo, e verrà realizzato in maniera da adattarsi alla conformazione naturale del preesistente laghetto intramorenico, ovvero “ingloberà” l’alto morfologico, con sottostante scheletro litico, che delimitava sul lato Ovest l’antico bacino lacustre.

Con la realizzazione di tale rilevato arginale, che andrà ad obliterare talune tratte delle attuali strade sterrate, sarà necessario rimodellare la viabilità, prevedendone lo spostamento verso Ovest; la nuova bretella stradale, oltrepasserà il canale del Rio Croso mediante la formazione di un guado, analogamente a quanto avviene allo stato attuale, lungo la tratta di pista che verrà dismessa.

5.3 Impianto di innevamento

Nell’ambito dell’intervento in progetto, è previsto anche il potenziamento ed il prolungamento dell’impianto di innevamento artificiale esistente, attualmente esteso sino al Rifugio 2000 e nell’immediato intorno, limitatamente all’ambito edificato dell’Alpe Ciamporino.

Analogamente alla rete di distribuzione esistente, l’impianto di innevamento programmato sarà realizzato mediante la posa di reti elettriche ed idriche affiancate ed interrato, che si svilupperanno al bordo dei tracciati delle piste da sci, compresa la messa in opera di pozzetti.

Al termine dell’intervento in progetto, la rete per l’innnevamento programmato, alimentata dal previsto invaso artificiale, si svilupperà in buona parte del comprensorio sciistico di Ciamporino, estendendosi sino al Dosso; nella “tavola di inquadramento delle opere in progetto”, allegata al presente Studio geologico, sono stati distinti:

Impianto di innevamento esistente.

Impianto da realizzare: posa della rete di innevamento lungo la Pista “Campo Scuola” e parte della pista “La Rossa”; tale tratta della rete di innevamento era già stata inserita nel precedente “*Progetto sistemazione piste San Domenico di Varzo*”, del giugno 2022, il cui procedimento autorizzativo è tuttora in corso, pertanto non fa parte del presente Intervento.

Impianto in Progetto: posa dell’impianto lungo la pista “Diei” (la tratta di nuova apertura descritta al cap. 5.1), e lungo le piste esistenti “Intermedia”, “La Rossa” e “Diei” (nella tratta che si raccorda al Dosso); dal Dosso, verrà posata una condotta lungo l’intera estensione della pista “Il Dosso”, fino a ricongiungersi alla rete di innevamento presso Ciamporino. Le piste esistenti non saranno oggetto di movimenti terra o

sistemazioni della superfici, diverse dalle operazioni di scavo e reinterro delle condotte.

Le condotte per l'innervamento artificiale si svilupperanno per una lunghezza complessiva (pista nuova + piste esistenti) di circa 5350 ml; per quanto riguarda le modalità di esecuzione dei movimenti terra necessari all'apertura delle trincee per la posa delle tubazioni e le successive operazioni di reinterro, queste verranno dettagliate al cap. 12.

6. ESAME DI COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO IN PROGETTO CON LE N.T.A. DEL P.R.G.C.

La porzione dell'ampia conca di Ciamporino, in cui ricadono le aree oggetto d'intervento, è ascritta alla Classe IIIA di pericolosità geomorfologica ed idoneità all'utilizzazione urbanistica, individuata dagli Elaborati geologici del PRG vigente, definita come *“Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti (aree dissestate, in frana, potenzialmente dissestabili o soggette a pericolo di valanghe, aree alluvionabili da acque di esondazione ad elevata energia). ~~Per le opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili vale quanto già indicato all'art. 31 della L.R. 56/77~~ Per le opere d'interesse pubblico riguardanti le infrastrutture lineari o a rete e relative opere accessorie riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, le norme del PRG devono contenere indicazioni specifiche circa la tipologia di opere ammesse e, eventualmente, le modalità per la loro attuazione. Pertanto, nelle fasi di approvazione o autorizzazione delle opere, non verrà rilasciato parere regionale in merito in quanto già definito dalle norme del PRG”*.

Per tale classe, le Norme Tecniche di Attuazione di tipo geologico ammettono i seguenti tipi di intervento:

- “- opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili, ~~secondo quanto previsto dall'art. 31 della L.R. 56/77~~ (opere previste dal Piano Territoriale, opere dichiarate di pubblica utilità, opere attinenti il regime idraulico, le derivazioni d'acqua, gli impianti di depurazione, gli impianti di produzione di energia idroelettrica, gli elettrodotti, gli impianti di telecomunicazione ed altre attrezzature per l'erogazione di pubblici servizi);*
- opere di sistemazione idrogeologica e di regimazione delle acque;*
- interventi di consolidamento dei versanti o di stabilizzazione di fenomeni di dissesto;*
- attività estrattive autorizzate ai sensi della L.R. 69/78 e L.R. 44/2000;*
- strade di servizio alle attività estrattive o agro-silvo-pastorali chiuse al traffico pubblico e piste tagliafuoco e forestali, nonché accessi carrai ad aree inserite in altre Classi di idoneità urbanistica”;*
- parcheggi pubblici”;*

prescrivendo che *“tali opere dovranno essere progettate nella scrupolosa osservanza di quanto stabilito dal D.M. 11-03-1988 e prevedere tutti gli accorgimenti tecnico-operativi atti a minimizzare la vulnerabilità e la pericolosità geomorfologica nell'area di intervento”*.

I riferimenti al D.M. 11-03-1988, presenti nelle NTA del PRG, vanno intesi come sostituiti dal D.M. 17-01-2018 *“Norme Tecniche per le Costruzioni”*.

Gli interventi in progetto, sia quello relativo alla pista da sci, sia quello per la realizzazione del bacino artificiale ad uso plurimo, non comporteranno la costruzione di alcuna infrastruttura in senso stretto; le uniche opere previste, oltre ai movimenti terra, saranno dati dalla “costruzione” di strutture in terre rinforzate e dalla formazione di un rilevato arginale trapezoidale in terra, che fungerà da sbarramento al bacino di accumulo.

Tra le infrastrutture collegate all’impianto per l’innevamento programmato, è invece prevista la costruzione di una Stazione di pompaggio seminterrata; le opere murarie del nuovo fabbricato, saranno a vista sul solo fronte meridionale.

Poiché gli interventi in progetto, riguardano la riprofilatura e la modifica plano-altimetrica di una porzione delle aree interessate da “*Piste da sci e impianti di risalita*”, così come definita anche nella zonizzazione urbanistica di P.R.G., oltre alla costruzione di un fabbricato seminterrato connesso all’impianto di innevamento programmato, si ritiene che, cautelativamente, possano essere assimilati alla prima tipologia di cui al precedente elenco, ovvero “*opere di interesse pubblico (aree sciabili) non altrimenti localizzabili*” e, pertanto, compatibile con la Classe IIIA, fatte salve le indicazioni di carattere operativo che verranno fornite nel capitolo finale della presente relazione e che dovranno essere recepite in fase di esecuzione dei lavori, allo scopo di non alterare in senso negativo l’assetto idrogeologico e geomorfologico delle aree d’intervento.

Si sottolinea, inoltre, che anche gli Elaborati geologici del luglio 2015, redatti a supporto della Variante Semplificata al P.R.G.C., ai sensi dell’art. 17 bis della L.R. n. 56/1977 e s.m.i., ascrivono le aree in esame alla Classe IIIA; inoltre, nell’elenco degli interventi ammessi all’interno di tale Classe, era stato esplicitato che vi rientra anche la “*realizzazione di aree sciabili e piste da sci, come definite all’art. 4 della L.R. 2/2009*”, ossia “*tutte le superfici innestate, anche attraverso la produzione di neve programmata, anche non battute, ad uso pubblico e comprendenti piste, snowpark, impianti di risalita e di innevamento, ivi comprese tutte le infrastrutture ad esse collegate sia aeree che interrate, nonché accessori e pertinenze diverse*”.

L’intervento in progetto, pertanto, risulta compatibile sia con le NTA del PRGC vigente, sia con quelle della Variante Semplificata al PRGC.

7. RIEMPIMENTO ED ALIMENTAZIONE DEL NUOVO BACINO AD USO PLURIMO

Per l'approvvigionamento dell'acqua con cui verrà riempito il bacino artificiale, destinato ad uso plurimo, a servizio del comprensorio di Ciamporino e la cui capacità di invaso sarà pari a **50.880 m³**, si intende utilizzare acqua proveniente essenzialmente da quattro fonti:

- 1) raccolta dell'acqua meteorica e di deflusso, lungo il reticolo superficiale;
- 2) recupero dell'acqua proveniente dallo scioglimento della neve;
- 3) eventuale recupero di parte delle acque alimentanti la falda freatica, che si instaura nei depositi detritico-morenici, allo scioglimento del manto nevoso ed a seguito di precipitazioni meteoriche persistenti.

Si ricorda che, tra gli usi a cui verrà destinato il bacino artificiale, vi sono l'alimentazione della rete di innevamento programmato e della rete antincendio, oltre che la fruizione turistica estiva.

7.1 Acque meteoriche e di deflusso superficiale

Le acque di precipitazione meteorica, rappresentano la prima e più immediata fonte di reperimento delle acque necessarie ad assicurare il riempimento del bacino di invaso.

Oltre alle acque derivanti dalle precipitazioni dirette sul bacino, si sottolinea che, in concomitanza con precipitazioni piovose, soprattutto se intense e/o prolungate, si attiva il reticolo superficiale che drena la conca glaciale di Ciamporino e, in particolare, i deflussi lungo il Rio Croso (incrementati dalle linee di impluvio minori afferenti l'incisione principale) verranno intercettati e convogliati nel bacino artificiale.

Si ricorda che, il suddetto reticolo idrografico superficiale, si presenta normalmente in condizioni asciutte ed è del tutto privo di qualsiasi "ecosistema" fluviale o torrentizio; gli impluvi si attivano esclusivamente in concomitanza con precipitazioni meteoriche intense e prolungate, o nel periodo primaverile, in cui avviene lo scioglimento del manto nevoso.

Le problematiche inerenti l'intercettazione di tali linee di deflusso, riguardano esclusivamente le necessità di garantire che, in caso di episodi meteorici intensi, l'eventuale detrito mobilizzato lungo le aste torrentizie, venga intercettato e trattenuto prima che possa raggiungere il bacino d'invaso; tale problematica, verrà affrontata nel capitolo conclusivo, relativo agli accorgimenti e prescrizioni tecniche a cui assoggettare l'intervento.

Per meglio analizzare il potenziale contributo delle acque meteoriche, per l'alimentazione del bacino artificiale, si è provveduto ad effettuare un'analisi pluviometrica sommaria del contesto territoriale in esame, consultando le tabelle dei dati pluviometrici raccolti alla Stazione Alpe Veglia, situata a 1740 m s.l.m. (Codice Stazione S2889) nel Comune di Varzo; si ritiene che tale stazione, relativa ad una "conca glaciale" latitante quella dell'Alpe Ciamporino, sia sufficientemente significativa, essendo situata a distanza

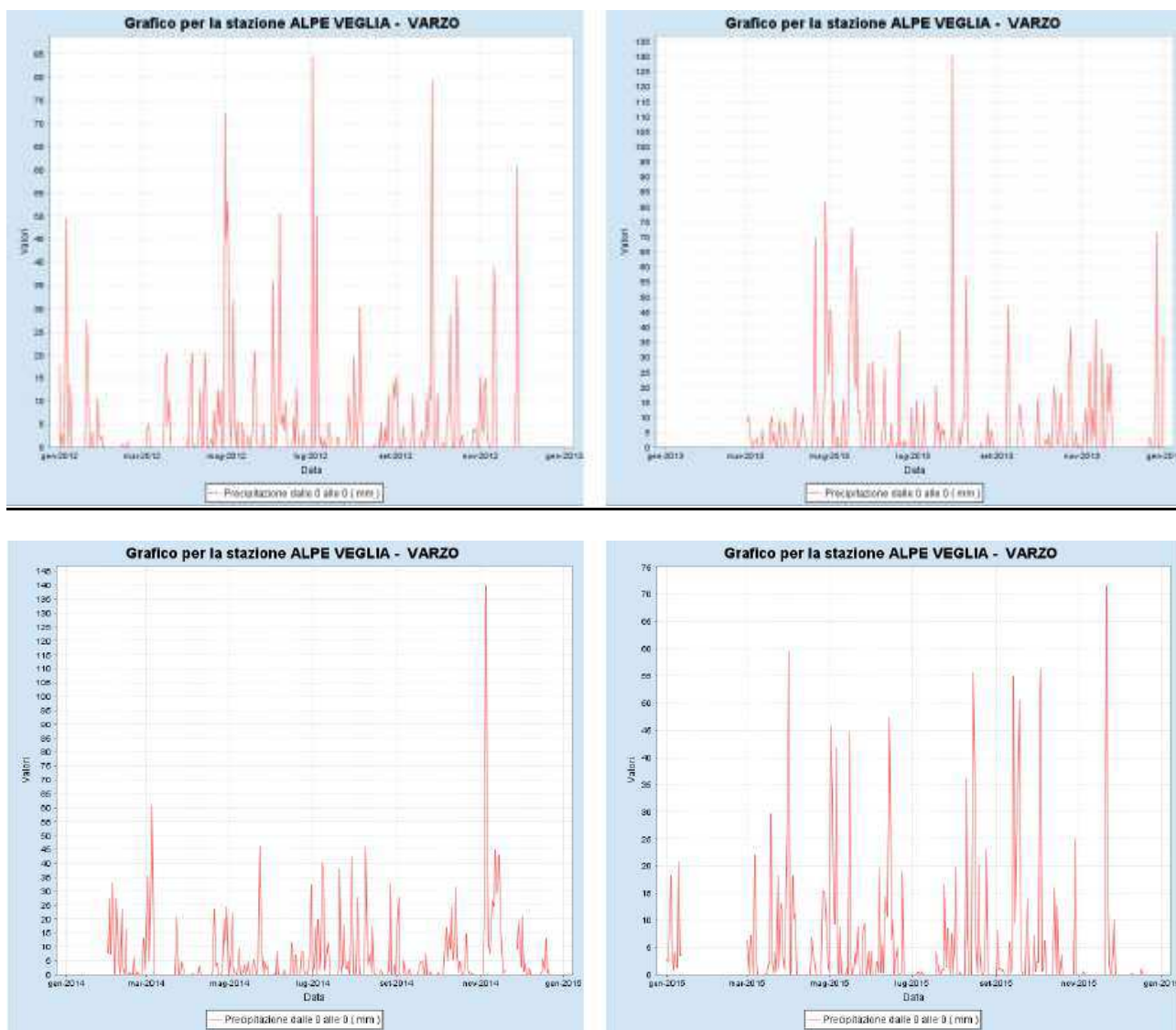
relativamente breve dal sito in oggetto e ad una quota piuttosto simile.

In particolare, sono stati consultati i dati relativi alle precipitazioni meteoriche degli ultimi 10 anni, sia relativi alle precipitazioni di punta, sia i valori aggregati mensili ed annuali (di maggiore interesse per quanto attiene agli obiettivi della presente indagine).

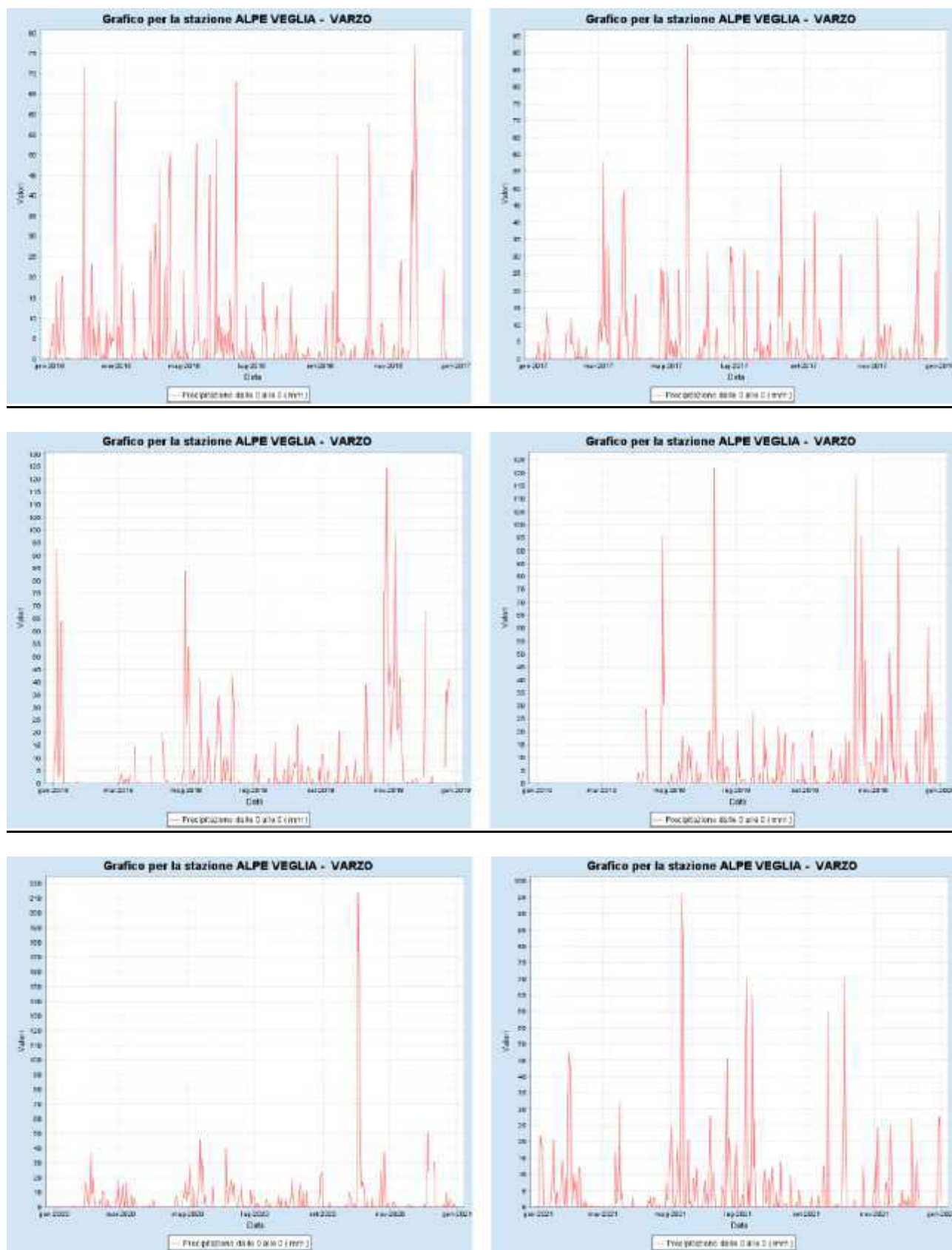
Valori massimi.

Le precipitazioni meteoriche risultano piuttosto distribuite nel corso dell'anno, con massimi tendenzialmente concentrati nei periodi di maggio-giugno ed ottobre-novembre; i valori di picco misurati, nell'arco delle 24 ore, risultano compresi tra 72÷212 mm (con il valore massimo corrispondente all'evento alluvionale del 2-3 ottobre 2020).

Anni 2012-2015



Anni 2016-2021



Valori aggregati mensili ed annui.

Sempre dalla consultazione della Banca Dati Meteorologica di ARPA Piemonte, oltre ai dati di picco, sopra riportati, sono anche disponibili i valori aggregati mensili delle precipitazioni.

Valori aggregati mensili													
Giornali	Mensili	Precipitazioni intense											
2012													
Parametro	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	
Precipitazioni dalle 0 alle 9 (mm)	135,4	2,0	61,4	210,2	227,6	164,0	180,2	176,4	175,6	128,8	136,6	136,6	1646.0
Giorni piovosi pioggia dalle 0 alle 9	14	1	5	15	13	14	11	11	13	11	10		
Precipitazioni dalle 9 alle 0 (mm)	143,4	2,6	61,4	200,2	182,6	164,0	180,2	144,0	185,2	139,8	181,2		
Giorni piovosi pioggia dalle 0 alle 0	12	1	8	15	13	14	13	12	14	13	10		
Valori aggregati mensili													
Giornali	Mensili	Precipitazioni intense											
2013													
Parametro	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	
Precipitazioni dalle 0 alle 9 (mm)			84,2	352,2	491,0	165,8	235,8	186,0	132,8	161,4	232,6	158,8	2109.6
Giorni piovosi pioggia dalle 0 alle 9			12	16	20	13	13	10	8	13	15	6	
Precipitazioni dalle 9 alle 0 (mm)			54,2	370,4	485,4	128,6	235,8	186,0	128,8	161,4	232,6		
Giorni piovosi pioggia dalle 0 alle 0			12	16	20	10	13	10	8	14	15		
Valori aggregati mensili													
Giornali	Mensili	Precipitazioni intense											
2014													
Parametro	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	
Precipitazioni dalle 0 alle 9 (mm)	120,8	107,8	185,6	95,4	142,8	91,8	282,8	142,2	22,8	166,4		55,8	1624.6
Giorni piovosi pioggia dalle 0 alle 9	13	28	18	8	10	11	18	12	10	14		10	
Precipitazioni dalle 9 alle 0 (mm)		207,6	180,4	95,4	142,8	91,4	282,8	178,4	64,6	166,4		55,8	
Giorni piovosi pioggia dalle 0 alle 0		15	8	18	10	10	28	24	8	15		10	
Valori aggregati mensili													
Giornali	Mensili	Precipitazioni intense											
2015													
Parametro	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	
Precipitazioni dalle 0 alle 9 (mm)	212,4	138,4	244,2	187,6	167,6	16,4	16,4	236,0	228,8	181,4	112,4	1,2	1591.8
Giorni piovosi pioggia dalle 0 alle 9	18	13	18	18	14	5	5	12	14	13	8	6	
Precipitazioni dalle 9 alle 0 (mm)	244,4	180,8	248,2	182,2	167,2	16,4	16,4	221,6	228,8	182,6	112,4	1,2	
Giorni piovosi pioggia dalle 0 alle 0	18	11	18	18	13	8	8	10	14	18	8	1	
Valori aggregati mensili													
Giornali	Mensili	Precipitazioni intense											
2016													
Parametro	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	
Precipitazioni dalle 0 alle 9 (mm)	119,8	238,8	74,8	289,8	260,0	161,6	21,4	43,4	182,8	99,2	322,0	32,2	1809.6
Giorni piovosi pioggia dalle 0 alle 9	12	18	8	18	14	17	18	8	18	8	14	4	
Precipitazioni dalle 9 alle 0 (mm)	170,2	180,6	87,2	380,4	248,4	153,4	20,4	42,6	182,4	88,4	322,0	32,2	
Giorni piovosi pioggia dalle 0 alle 0	12	18	8	17	17	15	18	6	18	8	13	3	
Valori aggregati mensili													
Giornali	Mensili	Precipitazioni intense											
2017													
Parametro	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	
Precipitazioni dalle 0 alle 9 (mm)	48,2		221,8	110,8	288,2	175,2	121,2	160,2	97,8	58,8	86,4	100,6	1571.8
Giorni piovosi pioggia dalle 0 alle 9	5		16	7	17	13	13	11	8	7	12	12	
Precipitazioni dalle 9 alle 0 (mm)	54,8		224,8	111,2	199,8	180,8	185,4	187,6	27,8	44,2	86,4	100,6	
Giorni piovosi pioggia dalle 0 alle 0	8		16	4	16	13	13	12	8	5	12	13	
Valori aggregati mensili													
Giornali	Mensili	Precipitazioni intense											
2018													
Parametro	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	
Precipitazioni dalle 0 alle 9 (mm)					266,6	123,8	86,8	82,0	86,2	432,4			1132.0
Giorni piovosi pioggia dalle 0 alle 9					16	13	7	12	18	13			
Precipitazioni dalle 9 alle 0 (mm)					244,4	117,6	86,8	182,6	82,2	466,8			
Giorni piovosi pioggia dalle 0 alle 0					17	18	7	14	18	18			
Valori aggregati mensili													
Giornali	Mensili	Precipitazioni intense											
2019													
Parametro	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	
Precipitazioni dalle 0 alle 9 (mm)					110,0	203,8	112,4	185,6	86,8	471,8			1115.8
Giorni piovosi pioggia dalle 0 alle 9					15	13	11	12	6	15			
Precipitazioni dalle 9 alle 0 (mm)					110,0	202,8	112,4	185,0	85,8	472,8			
Giorni piovosi pioggia dalle 0 alle 0					15	13	11	12	5	14			
Valori aggregati mensili													
Giornali	Mensili	Precipitazioni intense											
2020													
Parametro	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	
Precipitazioni dalle 0 alle 9 (mm)	16,8	118,4	45,8	10,8	204,4	188,8	26,4	127,2	26,4	146,4	40,0		1422.6
Giorni piovosi pioggia dalle 0 alle 9	8	13	8	6	16	17	8	8	6	14	8		
Precipitazioni dalle 9 alle 0 (mm)	24,4	148,4	64,0	50,4	195,2	188,8	26,4	127,2	26,4	146,4	40,0		
Giorni piovosi pioggia dalle 0 alle 0	8	14	8	8	16	18	8	10	7	14	4		
Valori aggregati mensili													
Giornali	Mensili	Precipitazioni intense											
2021													
Parametro	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	
Precipitazioni dalle 0 alle 9 (mm)	222,4	56,4	24,2	38,8	132,2	192,8	388,8	15,2	85,4	149,2	186,0	111,4	1790.2
Giorni piovosi pioggia dalle 0 alle 9	18	8	4	10	16	16	17	8	7	2	13	10	
Precipitazioni dalle 9 alle 0 (mm)	222,4	56,2	24,2	56,4	215,4	198,8	336,0	42,2	85,4	152,4	182,0	111,4	
Giorni piovosi pioggia dalle 0 alle 0	17	7	8	10	18	16	19	7	5	8	12	10	

Dalle tabelle riassuntive sopra allegate, relative agli ultimi 10 anni, si può notare che, sebbene venga confermata la tendenza alla piovosità dei mesi primaverili ed autunnali, vi è comunque una distribuzione irregolare delle precipitazioni sia nei diversi mesi, che nei vari anni:

- a fronte di anni con 6 mesi di precipitazioni (2018-2019), vi sono anni con piogge distribuite in tutti e 12 i mesi (2016-2021) con totali annui compresi tra 1115.8 mm (2019) e 2109.6 mm (2013);
- sebbene normalmente i mesi con precipitazioni scarse o assenti, siano quelli di dicembre, gennaio e febbraio, non mancano anni (2014, 2021), in cui proprio tali mesi sono risultati particolarmente piovosi; inoltre, alcuni mesi presentano andamenti decisamente irregolari tra i vari anni (come ad esempio il mese di luglio negli anni 2020 e 2021, in cui sono stati registrati rispettivamente 36.6 e 305.0 mm).

7.2 Scioglimento del manto nevoso

Sempre facendo riferimento alla Stazione Alpe Veglia, dall'analisi dei grafici relativi ai dati nivometrici degli ultimi 10 anni, le precipitazioni nevose hanno inizio nel periodo di ottobre-novembre e terminano generalmente nei mesi di aprile-maggio; le massime altezze della neve fresca, variano tra 33÷95 cm, mentre per le altezze della neve al suolo, i valori di picco misurati sono compresi tra 147÷310 cm. L'intensità delle precipitazioni nevose, è caratterizzata da una discreta variabilità, mentre il periodo di copertura continua del manto nevoso, tende a rimanere costante, coprendo un periodo compreso tra 6 e 7 mesi.

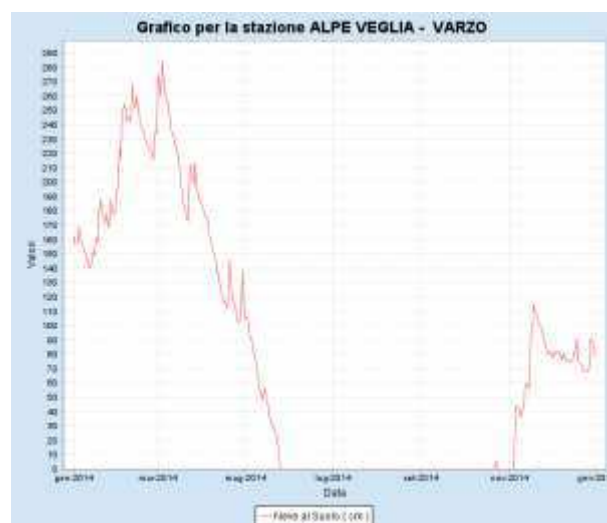
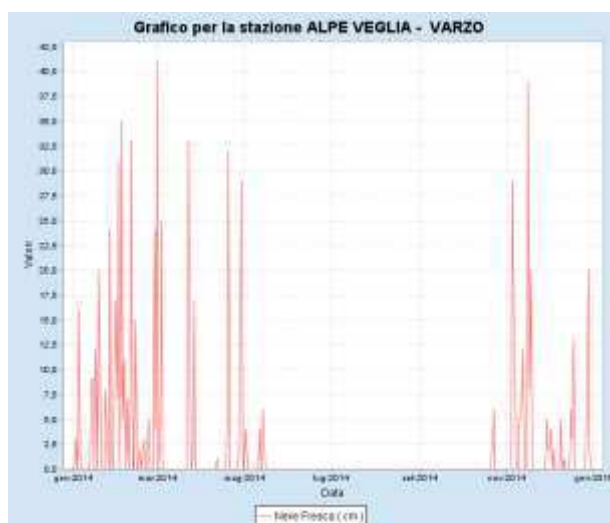
Anno 2012



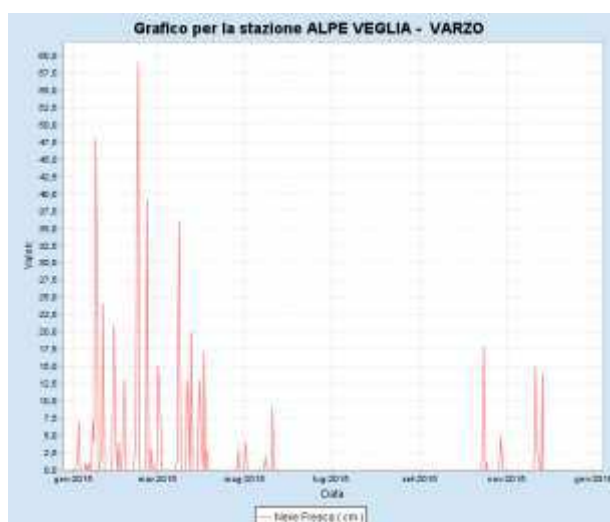
Anno 2013



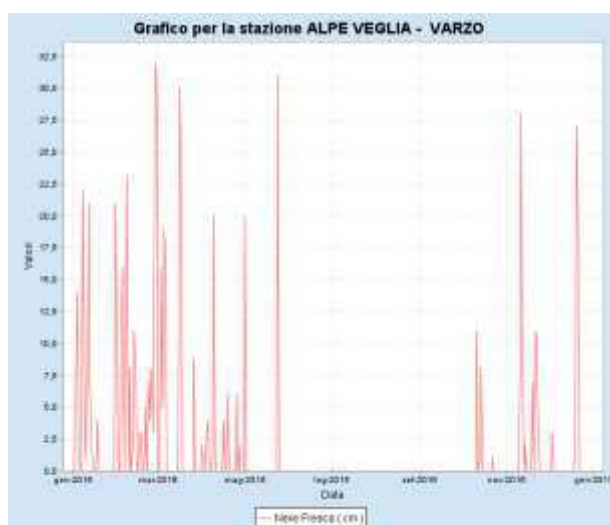
Anno 2014



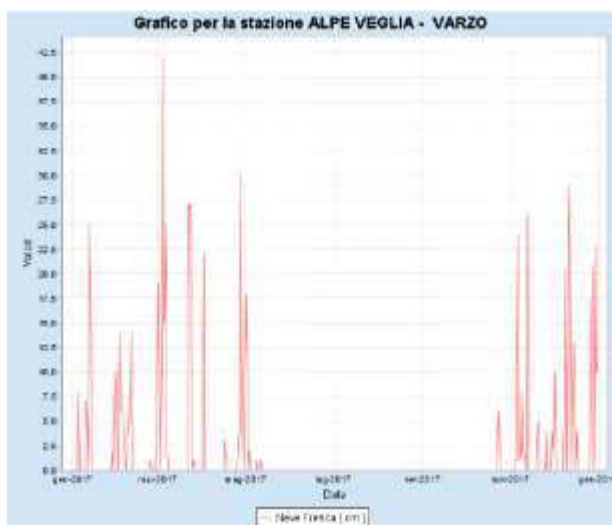
Anno 2015



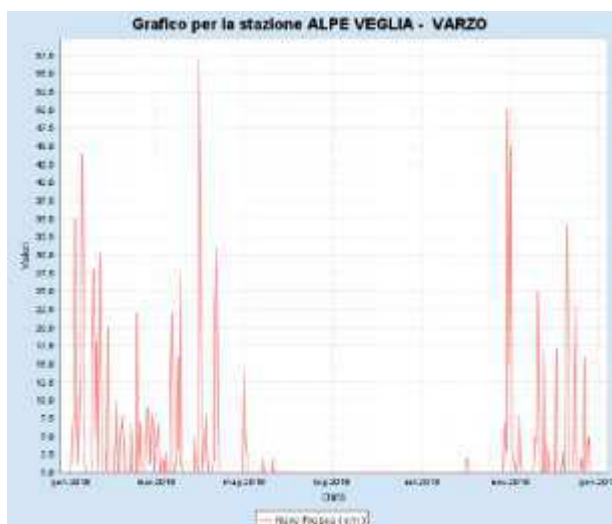
Anno 2016



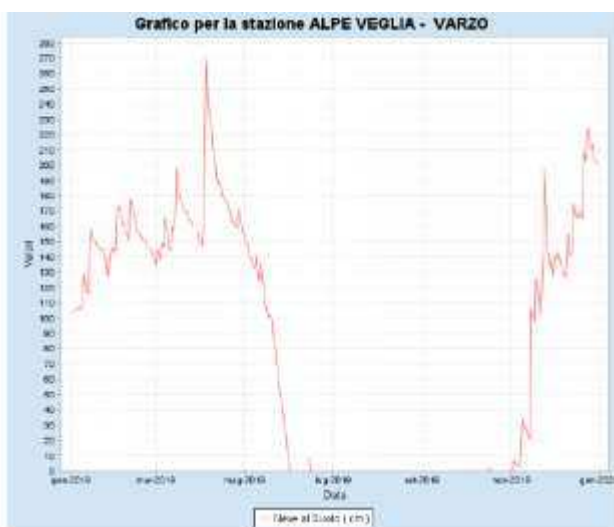
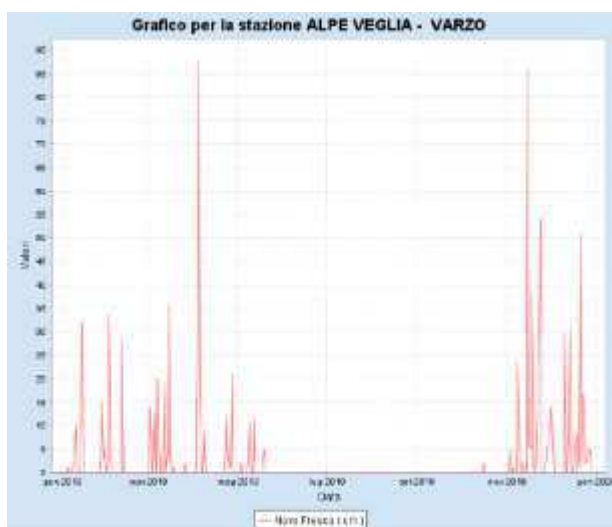
Anno 2017



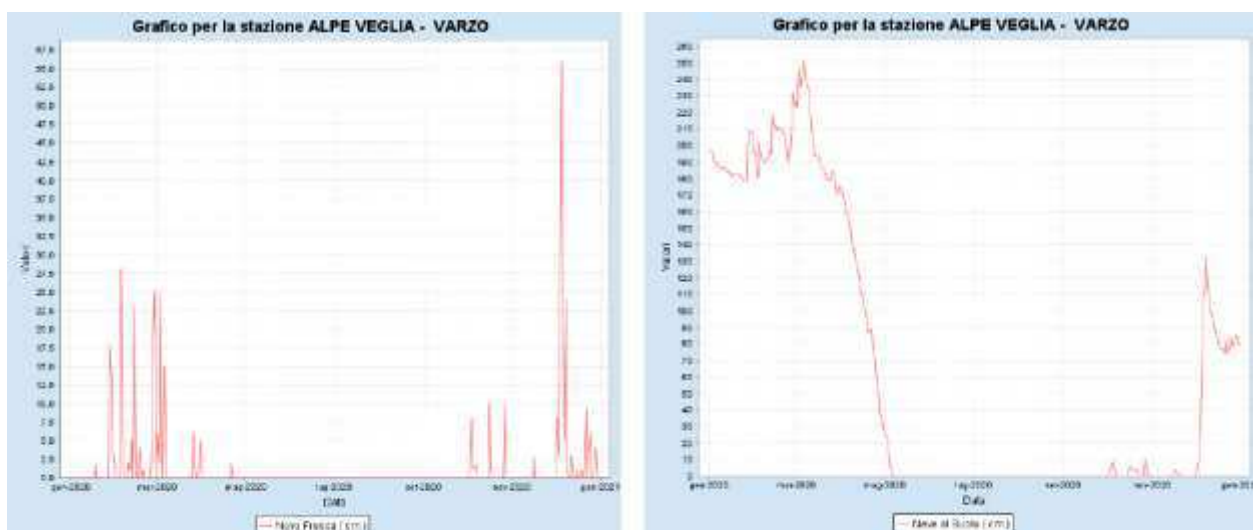
Anno 2018



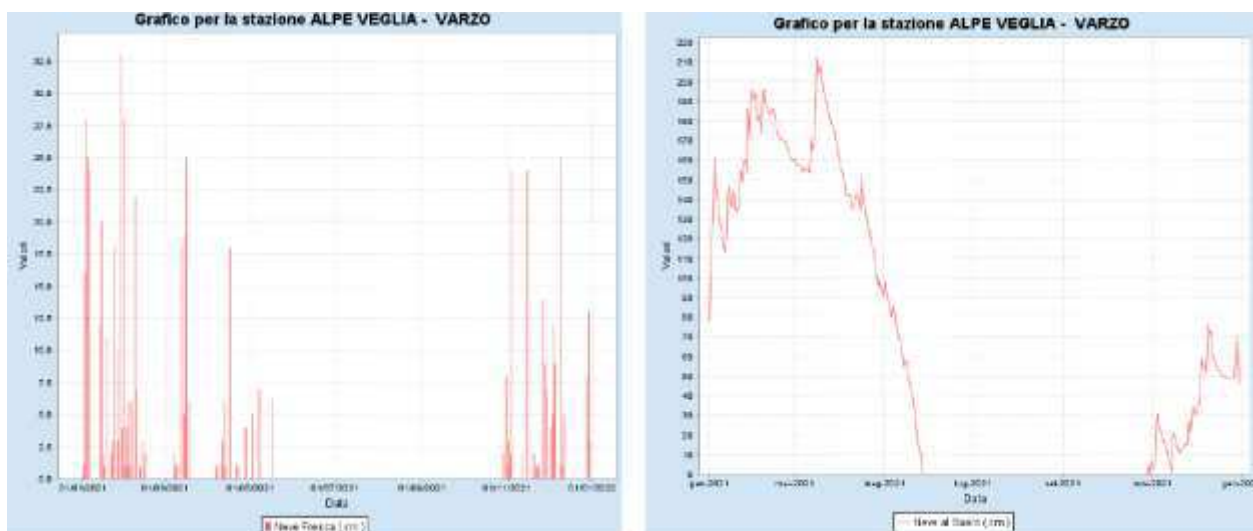
Anno 2019



Anno 2020



Anno 2021



7.3 Confronto con i dati delle precipitazioni nevose presso l'Alpe Ciamporino

Per confermare la validità dei dati sulla neve al suolo prima riportati, disponibili per la Stazione del Veglia, in rapporto alla situazione nella conca di Ciamporino, è stato possibile fare riferimento ad una serie di informazioni forniteci dal Gestore degli Impianti, allorché, nel periodo compreso tra fine 2017 ed inizio 2018, nell'arco di poco più di un mese, erano state effettuate una serie di misurazioni dell'altezza della neve al suolo.

Laddove i dati disponibili per la Stazione Alpe Veglia, nel periodo in esame, forniscono un'altezza della neve variabile all'incirca tra 70 e 120 cm, gli analoghi dati di Ciamporino, risultano compresi tra 55 e 140 cm, con punte isolate fino a 280-300 cm, dovute ad accumuli per vento forte (così come riportato negli appunti allegati ai dati).

I valori di altezza media del manto nevoso, nel periodo in esame, sono pressoché identici tra le due stazioni (95-100 cm), ovvero i dati della Stazione Veglia sono rapportabili al comprensorio di Ciamporino; rispetto all'Alpe Veglia, si ritiene che la conca di Ciamporino con lo spartiacque del colle di Ciamporino – Pizzo del Dosso, sia esposta e quindi soggetta a fenomeni di raffiche di vento, che sono responsabili, a livello locale, del trasporto e deposito delle neve, con conseguente aumento nella variabilità dello spessore del manto nevoso, che tende localmente ad assottigliarsi o ad inspessirsi, in funzione dell'azione del vento.

7.4 Falda freatica

Come ultimo, possibile contributo al riempimento del bacino di accumulo, si sta verificando l'ipotesi di un parziale recupero di un'aliquota delle acque alimentanti la falda freatica, che si instaura nei depositi detritico-morenici, alimentata dallo scioglimento delle nevi ed in occasione delle precipitazioni meteoriche persistenti durante le stagioni autunnale e primaverile, poiché tali depositi, in funzione del grado di permeabilità medio-basso che li caratterizza, sono dotati di una discreta capacità di immagazzinare e trattenere le acque di infiltrazione.

Per verificare l'efficacia di questa ultima ipotesi, è stato fatto predisporre il Piezometro Pz 1, mediante perforazione nei depositi detritico-morenici a lato del previsto bacino artificiale, in fregio ad uno dei piloni di sostegno dell'impianto di risalita della seggiovia quadriposto "Ciamporino" (si veda il successivo capitolo 8 per i dettagli della perforazione).

Al momento dell'esecuzione del piezometro, realizzato alla fine del mese di ottobre 2022, a seguito di un periodo particolarmente siccitoso, è stato possibile rilevare come la falda freatica fosse assente e/o posta ad una profondità di circa -21.50 m dal piano campagna (si veda la sequenza litostratigrafica allegata alla presente Relazione), ovvero sia in prossimità della quota di imposta del bacino di accumulo.

Per confermare la possibilità di un attingimento di tali acque, mediante terebrazione di un pozzo, viene programmata una campagna di monitoraggio del piezometro realizzato.

8. SUCCESSIONE STRATIGRAFICA DEI MATERIALI DETRITICO-GLACIALI E DETRITICO-ALLUVIONALI – ESECUZIONE DI SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

In funzione dell'importanza dell'intervento in progetto, che prevede la realizzazione di un invaso artificiale ad uso plurimo, comportante l'esecuzione di scavi e sbancamenti per profondità di diversi metri, oltre, alla costruzione di un rilevato arginale trapezoidale, si è inoltre provveduto a fare eseguire n. 3 sondaggi a carotaggio continuo, nell'ambito dell'area interessata dalle previsioni progettuali del bacino artificiale ed in un suo immediato intorno, in maniera da ottenere informazioni di dettaglio sulla sequenza litostratigrafica dei depositi in sito.

Poiché è inoltre intenzione, da parte della Soc. San Domenico Ski S.r.l., verificare la possibilità di un eventuale sfruttamento della falda freatica che si instaura nei materiali glaciali, alimentata principalmente dallo scioglimento della neve, per integrare l'approvvigionamento di acqua al bacino artificiale, come accennato al cap. 7.4, in uno dei fori di sondaggio, si è provveduto a fare installare un Piezometro di Controllo e Monitoraggio della falda freatica, ai sensi dell'Art. 6 del D.P.G.R. del 29-07-2003 n. 10/R s.m.i.

8.1 Dati litostratigrafici pregressi

Nell'ambito della “conca di sovraescavazione” glaciale dell'Alpe Ciamporino, negli ultimi 10-12 anni sono stati eseguiti numerosi lavori, che avevano comportato l'esecuzione di scavi e riporti nei depositi di copertura; in particolare, i lavori più consistenti avevano riguardato la costruzione delle nuove Seggiovie Quadriposto “Ciamporino” e “Ciamporino – Dosso”.

Proprio durante la costruzione della Stazione di valle e delle strutture accessorie interrate (magazzino seggiole), erano stati effettuati scavi di sbancamento nei depositi detritico-morenici, per profondità di poco superiori a 10 m dal p.c., che avevano interessato interamente tali tipi di depositi; con gli scavi aperti era stato possibile osservare e rilevare la stratigrafia di tali materiali.

Trattasi di una potente sequenza di materiali, ricoperti da un'esile coltre di terreno vegetale, costituiti prevalentemente da sabbie medie e medio-fini, generalmente con presenza di percentuali limose variabili, localmente con prevalenza di frazioni ghiaiose, inglobanti blocchi e frammenti lapidei sia subangolosi che a spigoli vivi, disposti in maniera caotica; solo in un settore alla base dell'intaglio (circa – 10 m dal p.c.), era stato rinvenuto il substrato roccioso, dato da calcescisti fratturati.

Nel corso delle operazioni di cantiere, gli intagli artificiali si erano autosostenuti su pendenze piuttosto elevate (circa 70°) ed era stato possibile osservare come, a seconda del settore preso in considerazione, cambiasse la colorazione dei materiali esposti, passando da marroncino-ocra (prevalenza della componente sabbioso-ghiaiosa), a bruno-scura (frazione terroso-limosa); in entrambe le sequenze sono presenti numerosi clasti e frammenti rocciosi da pluricentimetrici a pluridecimetrici, fino a blocchi metrici.

8.2 Ottobre 2022 - Sondaggi a carotaggio continuo

Con riferimento alla “*Planimetria con foto aerea, con ubicazione dei sondaggi geognostici e dei punti di prelievo dei campioni*”, in scala 1:1.000 (inquadri anche su planimetria catastale in scala 1:4.000), l’area di intervento, è stata investigata mediante l’esecuzione di 3 sondaggi a carotaggio continuo, effettuati nel corso degli ultimi giorni di ottobre 2022:

- **Pz1**: sondaggio a carotaggio continuo, ubicato immediatamente a Nord del pilone di sostegno n. 5 della seggiovia quadriposto “Ciamporino”, strumentato con piezometro (quota circa 2017 m s.l.m.);
- **S1**: sondaggio a carotaggio continuo, al margine orientale della conca morfologica, ove verrà modellata la testata di monte del previsto bacino artificiale (quota circa 2001 m s.l.m.);
- **S2**: sondaggio a carotaggio continuo, in corrispondenza dell’alto morfologico occidentale, ove si svilupperà il rilevato arginale di contenimento del bacino artificiale (quota circa 1995 m s.l.m.).

I sondaggi sono stati eseguiti in parte con avanzamento “a secco”, ed in minima parte operando con acqua per il raffreddamento dell’utensile (diam. 127 mm); il dilavamento della frazione fine matriciale dei depositi è stato, in ogni caso, minimo ed influente ai fini della determinazione della sequenza litostratigrafica.

La tabella seguente riassume le profondità raggiunte dai tre sondaggi:

Sondaggio	Profondità (m da p.c.)	Quota del p.c. (in m s.l.m.)
Pz1	24,00	≅ 2017,0
S1	13,00	≅ 2001,0
S2	10,00	≅ 1995,0

Man mano che il materiale veniva estratto (“carota”), è stato depositato in maniera ordinata nelle apposite cassette catalogatrici.

Di ciascun sondaggio sono state redatte le stratigrafie di dettaglio, i cui schemi vengono allegati alla presente Relazione, unitamente alla documentazione fotografica del materiale estratto, che è stato conservato nelle cassette catalogatrici.

In estrema sintesi, dall’analisi di tali stratigrafie, si può desumere il seguente assetto litostratigrafico:

Pz1 – dorsale glaciale sovrastante la conca intramorenica

Alternanze di materiali medio-grossolani (ghiaie sabbiose e sabbie ghiaiose con ciottoli e clasti) e materiali medio-fini (limi sabbiosi e sabbie limose), così distribuiti:

- ✓ materiali medio-grossolani prevalenti negli orizzonti superficiali (compresi tra 0.0 e -4.70 e tra -7.30÷9.00), occasionalmente presenti a maggiori profondità (-16.5 m, -23.0 m);

- ✓ materiali medio-fini presenti in parte negli orizzonti superficiali (tra -4.70÷7.30 m dal pc), quindi diventano nettamente predominanti a partire da -9.0 m di profondità);
- ✓ presenza di un grosso trovante lapideo plurimetrico tra -19.5÷23.0 m.

S1 – margine orientale conca intra-morenica

Prevalenza di materiali medio-grossolani (ghiaie sabbiose e sabbie ghiaiose con ciottoli e clasti), con materiali medio-fini limitati all'antica sequenza detritico alluvionale:

- ✓ i materiali medio-grossolani costituiscono l'orizzonte superficiale (tra 0.0 e -2.0 m dal p.c.), e la sequenza di fondo (da -6.6 m fino al termine dell'avanzamento del carotaggio);
- ✓ materiali medio-fini presenti tra -2.0÷6.6 m: si tratta della sequenza deposizionale che ha colmato il vecchio laghetto intramorenico, data da alternanze di orizzonti pluricentimetrici sia fini che medio-grossolani, «rimiscolati» con le operazioni di estrazione ma visibili negli intagli naturali lungo l'incisione del Rio Croso; si sottolinea come il sondaggio, essendo stato realizzato al margine della conca, la sequenza deposizionale sia di spessore relativamente ridotto e sia a sua volta ricoperta da detrito. Spostandosi verso la parte centrale della conca, la sequenza detritico-alluvionale inizia dal piano campagna e, prevedibilmente, si estende più in profondità.

S2 – margine occidentale conca intra-morenica

Sondaggio effettuato in corrispondenza dell'alto morfologico che, anticamente, costituiva lo sbarramento naturale del laghetto intra-morenico; vi è una sequenza superficiale di depositi glaciali, quindi si rinviene il substrato roccioso, a profondità nettamente inferiore rispetto al resto della conca di Ciamporino:

- ✓ orizzonte superficiale dato da materiali medio-grossolani sabbioso-ghiaiosi con clasti e deboli percentuali limose (tra 0.0 e -4.4 m dal p.c.);
- ✓ orizzonte di fondo con materiali medio fini (sabbie limose), dello spessore di circa 2.0 m;
- ✓ a partire da -6.40 m, si rinviene il substrato roccioso gneissico compatto.

Nell'ambito del sito individuato per la realizzazione del bacino artificiale ad uso plurimo, sono stati inoltre eseguiti n. 3 stendimenti di sismica a rifrazione tomografica 2D (si veda il cap. 11 per ulteriori dettagli), che hanno consentito di affinare il modello litostratigrafico, ipotizzato sulla scorta dei dati dei sondaggi a carotaggio continuo

9. ANALISI DI LABORATORIO

A supporto del Progetto Definitivo dell'Intervento, come da richiesta degli Enti regional competenti, nell'ambito delle aree interessate dalle opere in progetto, si è provveduto a prelevare una serie di campioni di terreno, rappresentativi dei depositi naturali e della roccia in posto, successivamente sottoposti a prove di classificazione in laboratorio, così suddivisi:

- n. 6 campioni di terreno, sottoposti ad analisi granulometriche;
- n. 6 campioni di terreno e n. 1 campione di roccia, sottoposti ad analisi chimiche.

I punti di prelievo dei campioni sottoposti alle varie analisi, sono stati rappresentati nella “*Planimetria con foto aerea, con ubicazione dei sondaggi geognostici e dei punti di prelievo dei campioni*”, in scala 1:1.000, allegata all'Elab. 4.2.

Nello specifico (e come meglio dettagliato di seguito), diversi campioni sono stati prelevati dalle cassette catalogatrici dei sondaggi a carotaggio continuo, realizzati nell'ottobre 2022, nell'ambito del previsto invaso artificiale e nel suo immediato intorno; nel mese di luglio 2023, sono stati inoltre eseguiti n. 2 scavi esplorativi, con escavatore meccanico, sempre nella prevista zona di impostazione dell'invaso, nei quali si è provveduto a raccogliere ulteriori campioni di terreno, ad integrazione di quelli prelevati dalle cassette catalogatrici.

I risultati di tali analisi, qui di seguito commentati, sono serviti rispettivamente a:

- affinare la caratterizzazione dei parametri geotecnici delle terre da scavo, che verranno utilizzate per la realizzazione dei diversi rilevati in progetto, sia quelli delle piste da sci, che del rilevato arginale a contenimento dell'invaso artificiale, nonché (in merito a quest'ultimo aspetto) a verificare il fuso granulometrico dei materiali presenti in sito;
- soddisfare gli adempimenti previsti dal D.P.R. 120/2017, certificando l'assenza di composti inquinanti nelle terre e rocce da scavo che verranno prodotte con i previsti scavi di sbancamento.

9.1 Analisi granulometriche

Nell'ambito delle aree interessate dalle opere in progetto, si è provveduto a prelevare n. 6 campioni di terreno, rappresentativi dei depositi naturali in posto, successivamente sottoposti a prove di classificazione in laboratorio, mediante analisi granulometriche.

Per quanto riguarda le rappresentazioni grafiche dei risultati delle prove di laboratorio, comprensive di documentazione fotografica e diagrammi semilogaritmici, evidenzianti le curve granulometriche e le percentuali in peso delle frazioni costituenti i depositi analizzati, vengono riportati nell'Elaborato 4.2 “Allegati Grafici”, a cui si rimanda per tutti i dettagli delle analisi.

Qui di seguito, vengono illustrati sinteticamente i risultati di tali analisi granulometriche, eseguite tramite vagliatura meccanica dei campioni, che hanno permesso di determinare le dimensioni delle particelle

componenti ciascun campione e di stabilire, nel contempo, le percentuali in peso delle frazioni che rientrano nei limiti dimensionali prefissati (frazioni granulometriche).

La definizione delle frazioni granulometriche si ottiene mediante l'uso di setacci metallici, a maglia quadrata, con caratteristiche standardizzate: sono stati impiegati setacci UNI, prodotti dalla Ditta Controls, con aperture delle maglie pari a 20 mm, 8 mm, 4 mm, 2 mm, 1 mm, 0,63 mm, 0,20 mm, 0,075 mm.

La dimensione di 0,075 mm viene assunta come limite dimensionale di passaggio tra sabbia e limo, conformemente al sistema di classificazione AASHO (1970).

I campioni sottoposti ad analisi granulometrica, indicati con la sigla "Gr", sono così suddivisi:

- **Campione Gr1:** prelevato dalla cassetta del carotaggio continuo del Piezometro Pz1, nell'intervallo compreso tra -1.0 e -5.0 m dal piano campagna, a Nord rispetto al previsto invaso artificiale;
- **Campione Gr2:** prelevato dalla cassetta del carotaggio continuo del Sondaggio S2, nell'intervallo compreso tra -1.0 e -5.0 m dal piano campagna, sul lato di valle del previsto invaso artificiale, contornato da uno pseudo-cordone morenico;
- **Campione Gr3:** prelevato dalla cassetta del carotaggio continuo del Sondaggio S1, nell'intervallo compreso tra -1.0 e -5.0 m dal piano campagna, sulla testata di monte del previsto invaso artificiale;
- **Campione Gr4:** prelevato dalla cassetta del carotaggio continuo del Sondaggio S1, nell'intervallo compreso tra -5.0 e -10.0 m dal piano campagna;
- **Campione Gr5:** prelevato dalle pareti dello Scavo esplorativo Sc1, tra -1.50 e -3.50 m dal piano campagna, nella dorsale morenica che costituisce il fianco meridionale del previsto invaso artificiale;
- **Campione Gr6:** prelevato dalle pareti dello Scavo esplorativo Sc2, tra -1.50 e -4.50 m dal piano campagna, al centro del previsto invaso artificiale.

I Campioni **Gr1, Gr2 e Gr5**, sono rappresentativi della matrice dei **depositi di origine glaciale**; in particolare, i materiali di cui ai campioni Gr2 e Gr5 corrispondono ai terreni che verranno effettivamente movimentati con le operazioni di modellazione dell'invaso artificiale, mentre il campione Gr1 è rappresentativo dei depositi che verranno interessati dalla formazione della pista da sci sovrastante il bacino ad uso plurimo.

I Campioni **Gr3, Gr4 e Gr6**, sono rappresentativi della matrice dei **depositi detritico alluvionali**, che caratterizzano la conca morfologica intra-morenica, che verrà escavata per la modellazione dell'invaso artificiale.

Dall'esame dei campioni, si può notare che:

I **depositi di origine glaciale**, sono dati sostanzialmente da ghiaie e sabbie in percentuali simili, talvolta con una lieve predominanza della frazione ghiaiosa (Gr5), talvolta con una maggiore percentuale di sabbie medio-fini (Gr1); la percentuale limoso argillosa è presente in misura ridotta, nell'ordine di circa il 5% del

volume totale.

I **depositi di origine detritico-alluvionale**, presenti nella conca intramorenica, che verranno sbancati ed in buona parte riutilizzati per la formazione del rilevato arginale a contenimento dell'invaso artificiale, sono invece caratterizzati da granulometria meno grossolana, risultando costituiti sostanzialmente da sabbie fini con ghiaia, debolmente limose.

In tali depositi alluvionali, la percentuale di materiali fini è significativa, con circa il 50% di materiali aventi diametro inferiore a 630 µm; la frazione-percentuale di limi ed argille raddoppia rispetto ai depositi glaciali, risultando pari a circa il 10% del totale.

Sempre nei depositi alluvionali, la percentuale di materiali ghiaiosi è mediamente attorno al 35% (Gr3, Gr6); solo nel campione Gr4 si attesta attorno al 45%, in quanto il campione, prelevato tra -5.0 e -10.0 m di profondità, risulta in parte frammisto anche a materiale più grossolano (depositi glaciali di fondo).

In sintesi, il fuso granulometrico risulta così distribuito:

	Ghiaie ($\varnothing > 2\text{ mm}$)	Sabbie medio grossolane ($\varnothing 2\text{mm} \div 630\text{ }\mu\text{m}$)	Sabbie medio fini e limi ($\varnothing < 630\text{ }\mu\text{m}$)	solo limi ($\varnothing < 76\text{ }\mu\text{m}$)
Depositi glaciali (piste da sci; fianchi e testata di valle dell'invaso artificiale)	$\cong 45\text{-}55\%$	$\cong 15\text{-}20\%$	$\cong 30\text{-}35\%$	$\cong 5\%$
Depositi alluvionali (Conca dell'invaso artificiale)	$\cong 35\%$	$\cong 15\%$	$\cong 50\%$	$\cong 10\%$

9.2 Analisi chimiche

Ai fini di poter accertare la presenza o meno di sostanze e/o elementi di contaminazione della matrice suolo/sottosuolo, che superino la Concentrazione Soglia di Contaminazione, ai sensi dell'Art. 242 del D. Lgs. n. 152/2006 s.m.i., come accennato ad inizio capitolo, si è provveduto ad effettuare il prelievo dei seguenti campioni, i cui punti di prelievo sono stati scelti, in funzione delle previsioni progettuali:

- n. 5 campioni di terreno, rappresentativi dei materiali che verranno movimentati con le operazioni di modellazione dell'invaso artificiale;
- n. 1 campione di terreno, rappresentativo dei materiali che verranno movimentati con le operazioni di apertura della nuova pista da sci, lungo il fianco della dorsale immediatamente sovrastante il bacino artificiale, che ne costituirà il fianco settentrionale;
- n. 1 campione della roccia in posto, finalizzato alla ricerca della presenza naturale di amianto (con riferimento alla D.G.R. 14-02-2020 n. 14-1010).

Tra i 6 campioni di terreno (denominati C1, C2, C3, C4, C6, C7), n 2 campioni superficiali, sono stati prelevati a seguito dell'esecuzione di Pozzetti Esplorativi con Escavatore meccanico, mentre i rimanenti campioni sono stati prelevati a diverse profondità, comprese tra -1.0÷5.0 m e -5.0÷10.0 m, dalle cassette catalogatrici dei sondaggi a carotaggio continuo.

Dalla cassetta catalogatrice del sondaggio a carotaggio S2, è stato inoltre prelevato il campione di materiale roccia, finalizzato alla ricerca di amianto (campione C5).

Tutti i campioni di terreno prelevati nel sito in esame sono stati sottoposti ad analisi chimiche presso il Laboratorio Autorizzato COMIE S.r.l. di Sizzano (NO), inserito nei Registri della Regione Piemonte dei laboratori abilitati all'effettuazione di analisi, accreditato dall'Ente ACCREDIA e conforme alle prescrizioni della Norma ISO/IEC 17025.

Per la scelta degli analiti da ricercare, si è fatto riferimento al D. Lgs. n. 152/2006 s.m.i. ed al D.P.R. n. 120/2017, Allegato 4; nello specifico, gli elementi da ricercare con le analisi chimiche su campioni rappresentativi della matrice suolo, sono il set di Metalli, dati da: **Cromo esavalente, Arsenico, Cadmio, Cobalto, Cromo, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco**; a questi elementi inorganici, sono stati aggiunti gli **Idrocarburi pesanti (C>12) e l'Amianto**.

Nei Rapporti di Prova, allegati all'Elab. 4.2, sono state riportate le metodiche di riferimento utilizzate dal Laboratorio; per ogni metodo indicato e per ogni analita determinato sono stati forniti i limiti minimi di quantificazione; i risultati sono riassunti in forma tabellare, adottando le stesse unità di misura delle tabelle 1 e 2 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D. Lgs. n. 152/2006 s.m.i.; il laboratorio stesso provvede a garantire la qualità del processo in tutte le fasi comprese tra il prelievo dei campioni e la restituzione dei risultati analitici.

Come risulta dei suddetti Rapporti di Prova del 22-09-2023, a cui si rimanda, TUTTI i Campioni presentano valori dei parametri analizzati, CONFORMI ai limiti imposti nel DLgs n° 152/2006 Parte Quarta Titolo V, All.5, Tab. 1 per i siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale e Commerciale e Industriale.

Come verrà ulteriormente dettagliato al cap. 12.3, pertanto, si può affermare che, tutti i materiali inerti di origine naturale, che verranno prodotti con le operazioni di scavi di sbancamento, sono esclusi dall'applicazione della Parte Quarta del D.Lgs. n. 152/2006 (regime di "rifiuto"), in quanto *“suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato”* (D.Lgs. 152/06, art. 185, comma 1, lettera c).

9.3 Verifica della presenza naturale di amianto

In merito alla possibile presenza di amianto, si è fatto riferimento alla DGR 14-02-2020, n. 14-1010 *"Attuazione del Piano Regionale Amianto 2016-2020 di cui alla DCR 124-7279/16: mappatura e verifica della presenza naturale di amianto e linee guida per studi geologici in aree con probabilità di occorrenza di*

amianto" nonché alla cartografia tematica presente sul sito webgis di ARPA Piemonte.

Il servizio “mappatura dell’amianto naturale”, sul sito di ARPA Piemonte, individua le litologie con Probabilità di Occorrenza di Minerali di Amianto (POMA) naturale in Piemonte; nell’area di interesse, come da estratto cartografico qui riportato (in cui viene evidenziata l’area individuata per la realizzazione dell’invaso artificiale), viene individuata la litologia “Calcescisti biotitici e talora anfibolici”, con codice POMA 4, ovverosia probabilità medio-bassa di presenza di amianto.



Secondo la DGR 14-02-2020, n. 14-1010, le litologie (calcescisti) di cui alla Classe POMA 4 - Probabilità medio-bassa, sono caratterizzate da una composizione mineralogica che non consente lo sviluppo di minerali di amianto, pertanto, la possibilità di rinvenire tale minerale, è legata all’eventuale presenza di lenti di rocce amiantifere, contenute all’interno dei calcescisti.

Al fine di verificare la presenza o meno di tali lenti amiantifere, il campionamento per le analisi di laboratorio, descritto al precedente cap. 9.2, con ricerca di vari analiti tra cui l’Amianto, è stato pianificato secondo le modalità suggerite dalla stessa D.G.R. 14-1010; in particolare, si è privilegiato il cosiddetto sistema statistico, idoneo in aree caratterizzate da affioramenti rocciosi omogenei e depositi detritici:

- poiché la roccia non verrà interessata dalle operazioni di scavo, per la modellazione dell’invaso artificiale, si è provveduto ad analizzare un singolo campione dell’ammasso roccioso, prelevando porzioni della roccia presenti nella cassetta catalogatrice del sondaggio S2, tra le profondità -8.0÷9.0 m (campione C5);
- Campionamento casuale (n. 6 Campioni: S1-2-3-4-6-7) dei depositi di copertura presenti nell’area da analizzare, comprendendo sia i materiali di origine glaciale (3 campioni) sia i depositi detritico-alluvionali che caratterizzano la conca intramorenica (3 campioni), in entrambi i casi materiali

derivanti dal disfacimento dell'ammasso roccioso presente nell'ambito territoriale di interesse. I campioni sottoposti ad analisi sono stati prelevati a diverse profondità, in maniera che fossero *“statisticamente rappresentativi della natura dei depositi detritici presenti nell'area da caratterizzare”*.

Come precedentemente illustrato al cap. 9.2, le analisi di laboratorio, condotte mediante osservazione allo stereomicroscopio, con approfondimento in microscopia ottica con la tecnica della dispersione cromatica e/o microscopia elettronica, non hanno evidenziato la presenza di amianto in quantità apprezzabile / significativa, in nessuno dei campioni analizzati, in quanto il quantitativo rilevato è risultato sempre inferiore al limite tecnico di rilevabilità, corrispondente a 100 mg/kg, ovvero può essere considerato *“amianto assente”*.

Secondo le indicazioni della D.G.R. 14-1010, la classificazione di “amianto assente”, non è comunque sufficiente a certificare una condizione di assoluta sicurezza, e sarà sempre consigliabile adottare un approccio cautelativo: nel caso in esame, trattandosi di un'area a probabilità medio-bassa, poiché la realizzazione delle opere in progetto, non comporterà l'attraversamento di contesti litologici diversi da quelli analizzati con i campionamenti, sarà sufficiente valutare, in fase esecutiva, le litologie coinvolte dalle operazioni di scavo, verificando in corso d'opera l'eventuale rinvenimento di *“singolarità geolitologiche”* e, solo in questo caso, procedere con l'esecuzione di un nuovo campionamento, da sottoporre ad analisi di laboratorio.

10. BREVE CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI DEPOSITI DI COPERTURA E GEOMECCANICA DEL SUBSTRATO ROCCIOSO

Sebbene gli interventi in progetto non comporteranno la costruzione di nuove opere in c.a., né interferiranno con le infrastrutture esistenti dei vicini impianti di risalita (seggiovia quadriposto “Ciamporino” e seggiovia quadriposto “Ciamporino-Dosso”), per l’attuazione delle previsioni progettuali, è prevista la formazione di riporti e tratte in rilevato significative, con realizzazione di opere di una certa importanza, anche strutturale, tra cui si ricordano:

- scavi di sbancamento, localizzati in corrispondenza o sui fianchi degli alti morfologici, oltre che al fondo dell’esistente conca morfologica, che verranno spinti sino alle profondità massime dal piano campagna, comprese tra -6.0 m (pista da sci) e -8,3 m (fondo del laghetto artificiale), con intagli di scavo che verranno riprofilati su pendenze massime nell’ordine di 25°;
- accumuli di materiali di riporto lungo il tracciato della pista da sci, localmente contenuti con opere di sostegno date da strutture in terre rinforzate, che raggiungeranno spessori massimi pari a circa 7,5 m;
- costruzione di un imponente rilevato arginale trapezoidale sul lato di valle del bacino di accumulo, che avrà il compito di contenere l’acqua entro l’invaso, agendo da diga; il rilevato trapezoidale avrà dimensioni massime pari a circa 70,0 m (base), 4.0 m (coronamento) ed altezza pari a 9,50 m.

A supporto della realizzazione di tali opere, e per le necessarie verifiche di stabilità dell’insieme opere-pendio, viene di seguito fornita una caratterizzazione di massima dei parametri geotecnici dei depositi di copertura nell’ambito dell’area d’intervento, nonché quelli geomeccanici del substrato roccioso.

10.1 Parametrazione geotecnica dei materiali di copertura naturali

La natura dei materiali di copertura, rappresentati principalmente da depositi di origine glaciale, localmente rimaneggiati dall’azione gravitativa, è stata desunta dalle osservazioni condotte presso numerosi intagli naturali nell’ambito del settore di territorio in esame, oltre che dalle informazioni ricavate con l’esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo, nonché sulla base di dati acquisiti nel corso di precedenti lavori nel comprensorio sciistico di S. Domenico - Ciamporino, eseguiti dallo scrivente in aree prossime a quelle in esame, con particolare riferimento alle osservazioni degli intagli artificiali lungo gli scavi di sbancamento per la costruzione della Stazione di Valle della seggiovia quadriposto “Ciamporino-Dosso”, che erano stati spinti sino ad una profondità massima di circa 10 m rispetto al piano campagna, con intagli di scavo autosostenuti su fronti inclinati fino a 70°.

I materiali di origine glaciale, sono generalmente formati da un insieme caotico di ciottoli e clasti eterometrici e litologicamente eterogenei, talvolta inglobanti grossi massi lapidei metrici, distribuiti in maniera irregolare ed immersi in matrice sabbioso-ghiaiosa, debolmente limosa (depositi a grana medio-grossolana) o limoso-sabbiosa (depositi a grana fine); i materiali a grana grossolana, sono prevalenti negli orizzonti superficiali e lungo il fianco della dorsale settentrionale, sulla quale si svilupperà la pista da sci.

A seguito degli approfondimenti di indagine condotti nel mese di luglio-settembre 2023, con particolare riferimento alle analisi granulometriche, illustrate al precedente cap. 9, è stato possibile affinare i valori dei parametri geotecnici; per una maggiore chiarezza, di seguito vengono riportati i valori dei parametri geotecnici precedentemente stimati, mettendoli a confronto con i **nuovi valori determinati, a cui fare riferimento per tutte le verifiche.**

Depositi detritico-glaciali a grana medio-grossolana (prevalenti)

	<u>Valori precedenti</u>	<u>Aggiornati</u>
γ (peso di volume secco)	1.80 t/m ³	1.90 t/m³
γ_{sat} (peso di volume saturo)	2,10 t/m ³	2.20 t/m³
γ' (peso di volume sommerso)	1,10 t/ m ³	1.20 t/m³
D_r (densità relativa)	40÷50 %	40÷50 %
ϕ_{TC} (angolo di attrito interno di picco)	36°	37°
ϕ_{CV} (angolo di attrito interno a volume costante)	32°	33°
c (coesione)	1.0 t/m ²	1.0 t/m ²

Depositi glaciali a grana medio-fine

γ (peso di volume secco)	1.70 t/m ³	1.80 t/m³
γ_{sat} (peso di volume saturo)	2,00 t/m ³	2.10 t/m³
γ' (peso di volume sommerso)	1,00 t/ m ³	1.10 t/m³
D_r (densità relativa)	50÷60 %	50÷60 %
ϕ_{TC} (angolo di attrito interno di picco)	30°	32°
ϕ_{CV} (angolo di attrito interno a volume costante)	26°	28°
c (coesione)	3.0÷5.0 t/m ²	4.0 t/m²

Oltre a tali materiali, al fondo della conca morfologica costituente la forma relitta e completamente colmata dell'antico laghetto intramorenico, si rinviene inoltre una sequenza deposizionale alluvionale, data da alternanze di orizzonti sia fini che a grana media; detti materiali verranno asportati interamente e, sebbene non fungeranno da base di appoggio per nessun tipo di opera, verranno riutilizzati per la costruzione del rilevato arginale a contenimento dell'invaso artificiale; a tali materiali, competono i seguenti parametri:

Depositi detritico-alluvionali a grana medio-fine

	<u>Valori precedenti</u>	<u>Aggiornati</u>
γ (peso di volume secco)	/	1.80 t/m³
γ_{sat} (peso di volume saturo)	/	2.10 t/m³
γ' (peso di volume sommerso)	/	1.10 t/m³
D_r (densità relativa)	/	50÷60 %
ϕ_{TC} (angolo di attrito interno di picco)	/	31°
ϕ_{CV} (angolo di attrito interno a volume costante)	/	27°
c (coesione)	/	5.0 t/m²

Per quanto attiene ai valori dei parametri elastici dei terreni (Modulo di Poisson, Modulo di Taglio, ecc.), si rimanda al capitolo successivo “caratterizzazione sismica delle aree d’intervento”, nel quale si riportano i dati ricavati con l’esecuzione della campagna di indagini sismiche.

I valori di ϕ così deducibili sono valori di picco, utilizzabili direttamente solo in problemi caratterizzati da bassi livelli tensionali e piccole deformazioni; in situazioni con fenomeni di rottura progressiva (spinta passiva, ecc.) è preferibile fare riferimento all’angolo di attrito a volume costante (ϕ_{CV}), considerando che l’angolo di dilatanza, $\phi_{dilatante} = \phi_{TC} - \phi_{CV}$, funzione della densità relativa, è valutabile in circa 4-5°.

In particolare, il valore di coesione è stato ricavato mediante esecuzione di un congruo numero di prove pocket in sito, condotte mediante scissometro tascabile, con dati interpretati in ottica cautelativa e supportati dai risultati delle analisi granulometriche dei campioni rappresentativi di tali materiali.

Va infine sottolineato che i valori relativi a tali materiali di copertura rappresentano un dato medio, indicativamente soggetto a variazioni locali, sia in funzione dell’effettiva granulometria della matrice, sia perché la struttura interna di tali materiali non è uniforme, così come indicato dai risultati delle analisi granulometriche, illustrate al cap. 9.1.

10.2 Parametrazione geomeccanica del substrato roccioso

Il substrato roccioso presente nell’area in esame, è dato dai calcescisti della Sinclinale del Teggiolo, caratterizzati da grana fine e tessitura scistosa, con presenza di noduli o lenti di silicati e di diverse fratture variamente orientate, le quali, localmente, gli conferiscono scadenti qualità geomeccaniche.

L’ammasso lapideo è stato osservato sia in corrispondenza della porzione orientale della pista da sci, sia nelle carote estratte con il sondaggio a carotaggio continuo, effettuato in corrispondenza del lato di valle del bacino artificiale e del previsto rilevato arginale, laddove è stato rinvenuto alla profondità di -6.40 m dal p.c.

In entrambi i settori indagati, l’ammasso lapideo è apparso in buone condizioni, risultando caratterizzato da un discreto grado di compattezza e competenza; sebbene non sia stato rinvenuto con il sondaggio a carotaggio continuo, non si esclude, localmente, la presenza di un modesto orizzonte regolitico di transizione tra depositi di copertura ed ammasso lapideo.

L’attuazione delle previsioni progettuali, comporterà l’esecuzione di scavi essenzialmente nei depositi di copertura; in ogni caso, per completezza di trattazione, i parametri geomeccanici del substrato roccioso, sono stimabili nei seguenti ordini di grandezza:

Calcescisti:

γ (peso di volume) =	2.7 t/m ³
ϕ_b (angolo di attrito di base) =	27°
coesione dell’ammasso roccioso =	30.0÷40.0 t/m ²
Resistenza a compressione apparente =	40÷50 MPa

10.3 Caratterizzazione geotecnica dei materiali di riporto

Si forniscono sin d'ora i parametri geotecnici presunti dei materiali di riporto che verranno impiegati nelle operazioni di modellamento dei rilevati della pista da sci, i quali saranno dati dagli stessi materiali derivanti dalle operazioni di sbancamento effettuate in sito; essi saranno costituiti essenzialmente dagli stessi materiali derivanti dalle operazioni di sbancamento effettuate in sito, ai quali si possono attribuire valori dei parametri geotecnici sostanzialmente simili a quelli dei depositi glaciali medio-grossolani (prevalenti negli orizzonti superficiali oggetto di sbancamenti), ridotti in senso cautelativo:

Materiali di riporto

	<u>Valori precedenti</u>	<u>Aggiornati</u>
γ (peso di volume secco)	1,80 t/m ³	1.9 t/m³
γ_{sat} (peso di volume saturo)	2,10 t/m ³	2.20 t/m³
ϕ_{TC} (angolo di attrito interno di picco)	35°	36°
ϕ_{CV} (angolo di attrito a volume costante)	31°	32°
c (coesione)	0.5 t/m ²	0.5 t/m ²

La frazione fine dei materiali di copertura ed il terreno vegetale, verranno utilizzati a copertura del materiale più grossolano, al fine di favorire l'inerbimento delle superfici di neo-formazione e proteggerle da eventuali fenomeni di dilavamento, contrastando l'erosione superficiale.

Si sottolinea che, le verifiche di stabilità dell'insieme opere-pendio, relative ai rilevati della pista da sci (sezz. 8 – 16), illustrate al cap. 13, avevano fornito risultati positivi già con i precedenti parametri geotecnici; essendo tali parametri migliorati, non si è ritenuto di rifare le verifiche, che si considerano soddisfatte positivamente, con valori dei Fattori di Sicurezza Fs più elevati.

Per quanto riguarda i materiali di riporto, che verranno utilizzati per la modellazione del rilevato arginale dell'invaso artificiale, questi saranno prevalentemente costituiti dai depositi detritico-alluvionali intramorenici, opportunamente vagliati per garantire l'uniformità della distribuzione della porzione fine limosa della matrice, adeguatamente compattati ed addensati meccanicamente; per tali materiali, si possono utilizzare i seguenti parametri:

Rilevato arginale

	<u>Valori precedenti</u>	<u>Aggiornati</u>
γ (peso di volume secco)	/	1,80 t/m ³
γ_{sat} (peso di volume saturo)	/	2,10 t/m ³
ϕ_{TC} (angolo di attrito interno di picco)	/	31°
ϕ_{CV} (angolo di attrito a volume costante)	/	27°
c (coesione)	/	5.0 t/m ²

11. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELLE AREE D'INTERVENTO

Premesso che con la Deliberazione della Giunta Regionale n. 4-3084 del 12-12-2011, aggiornata con D.G.R. n. 6-887 del 30-12-2019, è stata recepita la classificazione sismica di cui alla D.G.R. n. 11-13058 del 19-01-2010, la quale aggiorna la suddivisione del territorio regionale in diverse “zone sismiche”, assegnando il territorio comunale di Varzo alla **Zona 3S** della Classificazione Sismica Regionale, sono state condotte appropriate valutazioni sismiche per l'attribuzione della categoria di suolo di fondazione, facendo riferimento al paragrafo 3.2.2. *Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche* - Tabella 3.2.II del D.M. 17-01-2018.

11.1 Dati sismici pregressi

Nel corso del mese di novembre 2014, nell'ambito delle indagini a supporto del Progetto Definitivo della nuova Telecabina S. Domenico – Ciamporino, era stata sviluppata una campagna di prospezioni sismiche, nell'ambito delle aree interessate dalle Stazioni di Monte, Intermedia e di Valle.

Per ogni area erano stati eseguiti n. 2 profili sismo-tomografici (tomografia sismica) e n. 2 prove “MASW” (Multichannel Analysis of Surface Waves), con allineamenti di 15÷21 geofoni, spazati di 5,0 m, con energizzazione avvenuta lungo il profilo (ogni 3-4 geofoni).

In corrispondenza della loc. Ciamporino, nei pressi del “Rifugio 2000”, i profili sismo-tomografici e le prove MASW avevano identificato la seguente sequenza litostratigrafica, con relativi valori delle velocità delle onde sismiche V_{s30} :

- materiale detritico di copertura allentato, superficiale, avente 10-12 m di spessore ($V_s < 300$ m/s);
- substrato roccioso alterato e fratturato e/o a materiale detritico più addensato rispetto all'orizzonte superficiale, con spessori mediamente di 4-6 m (V_s 500-550 m/s);
- substrato roccioso più integro, individuato a 15-17 m dal piano campagna (V_s 920-1000 m/s).
- Categoria del suolo di fondazione di tipo “E” ($V_{s30} = 435\div 470$ m/s).

Ovviamente, la sequenza stratigrafica ricavata con le suddette prove, non può essere estesa in maniera univoca anche all'area dove sono ubicate le previsioni dell'invaso artificiale ad uso plurimo, in quanto le osservazioni condotte in sito e le indagini geognostiche, hanno evidenziato una discreta variabilità nelle condizioni litologiche dei siti in esame, ciò nondimeno, i dati delle velocità sismiche sono un valido supporto alla definizione della categoria di suolo di fondazione, una volta determinati gli spessori dei materiali di copertura.

Per tale motivo, anche a seguito delle richieste di approfondimenti, avanzate dagli Enti Regionali competenti, al fine di meglio dettagliare l'area individuata per la realizzazione del bacino artificiale ad uso plurimo, nel mese di agosto 2023, si è provveduto ad eseguire una nuova campagna di indagini geofisiche.

11.2 Indagini sismiche di nuova esecuzione

Facendo seguito alle richieste di approfondimento, riportate nell'Allegato A alla D.D. 165/A2106B/2023 del 22-06-2023, nel corso del mese di agosto 2023, è stata sviluppata un'indagine sismica di approfondimento, relativamente all'area in loc. Ciamporino, individuata per la costruzione dell'invaso artificiale.

Tale indagine sismica, è stata sviluppata mediante le metodologie della rifrazione tomografica 2D e "M.A.S.W.", avvalendosi della collaborazione della Società EEG S.r.l. "*Geophysics – Servizi di geofisica applicata*"; i risultati delle indagini sismiche così condotte, sono stati dettagliati nell'Elaborato 4.4. "*Studio geofisico a corredo dell'indagine geologico-tecnica*", a cui si rimanda per tutti gli approfondimenti del caso.

In particolare, sono stati eseguiti n. 3 stendimenti di sismica a rifrazione tomografica 2D, dei quali uno realizzato longitudinalmente al previsto invaso artificiale (n. 24+12 geofoni) e 2 trasversali (n. 24 geofoni), utilizzati anche per l'esecuzione delle quattro prove MASW.

Per comodità di consultazione, qui di seguito viene riportata una breve sintesi dei risultati ottenuti con tali indagini, ai fini della caratterizzazione sismica del suolo di fondazione, nonché alla ricostruzione dell'assetto litostratigrafico del sottosuolo.

Proprio per quanto riguarda la sequenza litostratigrafica, sono stati evidenziati n. 4 orizzonti:

- Orizzonte allentato superficiale, di spessore modesto (areato superficiale);
- Depositi di copertura (dati da materiali sia glaciali che alluvionali), di potenza variabile tra 5.0 e 13.0 m (V_s 500-550 m/s);
- Orizzonte superficiale e fratturato del substrato roccioso, avente potenza di circa 3.0÷8.0 m;
- Substrato roccioso di fondo massivo (calcescisti integri).

I profili sismostratigrafici così ricavati, hanno contribuito alla ridefinizione delle sezioni geologiche interpretative, in corrispondenza del previsto invaso ad uso plurimo; si tiene a sottolineare come il modello litostratigrafico precedentemente utilizzato, fosse sostanzialmente corretto.

I valori delle velocità delle onde sismiche V_{s30} , ricavati con le Prove MASW, sono risultati compresi tra un minimo di 314 m/s ed un massimo di 352 m/s, ovverosia corrispondenti ad una Categoria del suolo di fondazione di tipo "E", in quanto la velocità delle onde V_{s30} è tipica dei suoli di tipo C, con profondità del substrato roccioso inferiore a 30.0 m dal piano campagna.

Per comodità di consultazione, vengono qui di seguito riportati anche i parametri elastici dei terreni (Modulo di Poisson, Modulo di Taglio, ecc.), ricavati con le prove MASW, anch'essi presenti nello Studio Geofisico di cui all'Elab. 4.4.

MASW 1

CALCOLO DEI PARAMETRI ELASTICI - (Vp ottenute dalla sezioni sismica a rifrazione)

Interval		DVp	DVs	DVp/DVs	DVs/DVp	ν	E	G	r
from m	to m	m/s	m/s				MPa	MPa	Ton/mc
0.00	0.90	300	135	2.2	0.45	0.37	82	30	1,635
0.90	6.00	620	274	2.3	0.44	0.38	367	133	1,774
6.00	10.50	1.250	495	2.5	0.40	0.41	1.376	489	1,995
10.50	13.90	1.690	653	2.6	0.39	0.41	2.593	918	2,153
13.90	19.50	2.350	996	2.4	0.42	0.39	6.886	2.476	2,496
19.50	23.90	2.500	1.100	2.3	0.44	0.38	8.683	3.146	2.6
23.90	32.20	2.800	1.124	2.5	0.40	0.40	9.308	3.315	2.624

MASW 2

CALCOLO DEI PARAMETRI ELASTICI - (Vp ottenute dalla sezioni sismica a rifrazione)

Interval		DVp	DVs	DVp/DVs	DVs/DVp	ν	E	G	r
from m	to m	m/s	m/s				MPa	MPa	Ton/mc
0.00	0.80	260	124	2.1	0.48	0.35	68	25	1,624
0.80	5.40	590	285	2.1	0.48	0.35	391	145	1,785
5.40	9.90	975	406	2.4	0.42	0.40	877	314	1,906
9.90	12.60	1.330	634	2.1	0.48	0.35	2.321	858	2,134
12.60	18.10	2.040	981	2.1	0.48	0.35	6.445	2.388	2,481
18.10	23.60	2.350	1.058	2.2	0.45	0.37	7.862	2.863	2,558
23.60	30.20	2.600	1.255	2.1	0.48	0.35	11.699	4.339	2,755

MASW 3

CALCOLO DEI PARAMETRI ELASTICI - (Vp ottenute dalla sezioni sismica a rifrazione)

Interval		DVp	DVs	DVp/DVs	DVs/DVp	ν	E	G	r
from m	to m	m/s	m/s				MPa	MPa	Ton/mc
0.00	0.60	230	101	2.3	0.44	0.38	45	16	1,601
0.60	3.90	380	179	2.1	0.47	0.36	146	54	1,679
3.90	8.50	650	316	2.1	0.49	0.35	488	181	1,816
8.50	13.10	1.150	479	2.4	0.42	0.40	1.267	454	1,979
13.10	19.50	1.550	664	2.3	0.43	0.39	2.648	954	2,164
19.50	25.50	2.350	1.087	2.2	0.46	0.36	8.338	3.057	2,587
25.50	31.20	2.700	1.220	2.2	0.45	0.37	11.107	4.048	2,72

MASW 4

CALCOLO DEI PARAMETRI ELASTICI - (Vp ottenute dalla sezioni sismica a rifrazione)

Interval		DVp	DVs	DVp/DVs	DVs/DVp	ν	E	G	r
from m	to m	m/s	m/s				MPa	MPa	Ton/mc
0.00	0.80	240	103	2.3	0.43	0.39	47	17	1,603
0.80	4.30	495	203	2.4	0.41	0.40	196	70	1,703
4.30	7.10	690	303	2.3	0.44	0.38	457	166	1,803
7.10	14.10	1.390	640	2.2	0.46	0.37	2.394	877	2,14
14.10	18.60	2.050	1.014	2.0	0.49	0.34	6.917	2.585	2,514
18.60	25.50	2.100	970	2.2	0.46	0.36	6.342	2.324	2,47
25.50	30.20	2.300	1.041	2.2	0.45	0.37	7.551	2.754	2,541

11.3 Caratterizzazione sismica del suolo di fondazione

Sebbene sia molto probabile che, nell'ambito della conca di Ciamporino, gli spessori dei materiali di copertura siano maggiori rispetto a quanto osservato nell'ambito dell'intorno del "Rifugio 2000", e che possano superare i 30 m, alla luce dei risultati ottenuti con i sondaggi a carotaggio continuo e con le prove sismiche a rifrazione, effettuate nell'agosto 2023, si può affermare che, in corrispondenza del sito individuato per la realizzazione del laghetto artificiale ad uso plurimo, corrispondente ad una zona morfologicamente ribassata, gli spessori dei materiali di copertura sono inferiori a 30 m.

In particolare, il sondaggio geognostico (perforazione a carotaggio continuo) condotto in corrispondenza della previsto rilevato arginale sul lato di valle del laghetto, ha evidenziato uno spessore dei materiali di copertura pari a 6.40 m.

Spessori inferiori a 3.0 m dei materiali di copertura, sono presenti solo nella parte più orientale del tracciato della pista da sci, ovverosia risalendo il versante verso la Stazione di Monte della seggiovia quadriposto "Ciamporino", laddove è stata osservata la presenza di lembi del substrato roccioso affiorante, lungo i fianchi delle dorsali morfologiche, oltre che al fondo delle incisioni degli impluvi più marcate.

In sintesi, sulla scorta delle osservazioni fatte in sito, dei dati pregressi e dei risultati dei sondaggi geognostici e delle indagini sismiche, nonché dalle conoscenze dello scrivente riguardanti l'area in esame, si può affermare che, i materiali di copertura, presentano caratteristiche differenziabili, a seconda della Zona in esame.

Versante orientale: **Categoria A**

Parte centrale ed occidentale della pista da sci, bacino artificiale: **Categoria E.**

<i>Categoria</i>	<i>Descrizione</i>
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti 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 caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Secondo le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC), 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 ag (effetti di sito).

Per gli spettri di risposta delle componenti verticale ed orizzontale delle azioni sismiche, è stato utilizzato il software "PS – Parametri Sismici" (sviluppato da GEOSTRU), messo a confronto con il foglio di calcolo "SPETTRI – NTC", sviluppato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

La normativa articola la definizione dei vari spettri di risposta in tre fasi.

- *Fase 1: individuazione della pericolosità del sito.* Per valutare le azioni sismiche all'interno del territorio comunale, si effettua una ricerca in base alle coordinate del sito specifico.

WGS84 Lat. 46.262560 Long. 8.199930

- *Fase 2: scelta della strategia di progettazione.* Trattandosi di piste da sci ed opere connesse, in base alle tabelle di riferimento delle NTC, sono stati inseriti i seguenti dati:

Classe d'uso: II (Affollamento normale, assenza di funzioni pubbliche essenziali)

Coefficiente d'uso (Cu): 1.0 (Tab. 2.4.II)

Vita nominale (VN): ≥ 50 anni ("opere ordinarie")

- *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"), sono state selezionate la categoria di Sottosuolo (tipo E – condizione cautelativa, presente in corrispondenza delle opere maggiormente significative) e le condizioni topografiche, queste ultime variabili (T1, laddove il pendio presenta inclinazione minore di 15° , corrispondente ad un coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1,0$. T2 in presenza di versanti con inclinazione $>15^\circ$, coefficiente $S_T = 1,2$).

I parametri sismici, di seguito riportati, verranno utilizzati per le verifiche delle aree ritenute più critiche, in funzione dei volumi dei materiali coinvolti e delle pendenze di riprofilatura dei riporti.

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), ag (accelerazione sismica orizzontale massima) e T^*C (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale):

Stato Limite	T_r (anni)	a_g (g)	F_0	T_c^* (s)
SLO	30	0,028	2,516	0,195
SLD	50	0,039	2,560	0,212
SLV	475	0,134	2,384	0,283
SLC	975	0,184	2,353	0,292

A questo punto si può ottenere, per ciascuno Stato Limite, il valore di a_{\max} (accelerazione massima attesa):

$$a_{\max} = S_s \cdot a_g \cdot S_T$$

Il parametro S_s (fattore di amplificazione dipendente dalla categoria del suolo di fondazione), per un suolo di categoria E, corrisponde a 1,60 (vedi Tabella 3.2.IV del D.M. 17-01-2018).

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 è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima del sito, funzione di a_g/g e che assume valori diversi in funzione della situazione considerata (vedi tabelle seguenti).

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

Condizioni topografiche T1

(“Fronti di scavo e rilevati”, argine trapezoidale di contenimento del bacino artificiale)

Stato Limite	K_h (-)	K_v (-)	a_{\max} (m ² /s)	β_s
SLO	--	--	0,434	0,434
SLD	0,029	0,014	0,604	0,604
SLV	0,081	0,041	2,096	2,096
SLC	--	--	2,739	2,739

Condizioni topografiche T2

(“Stabilità dei pendii e fondazioni”, pista da sci)

Stato Limite	K_h (-)	K_v (-)	a_{\max} (m ² /s)	β_s
SLO	0,011	0,005	0,518	0,200
SLD	0,015	0,007	0,721	0,200
SLV	0,061	0,031	2,511	0,240
SLC	0,080	0,040	3,287	0,240

12. SCAVI E MOVIMENTI TERRA – VOLUMI, MODALITÀ E GESTIONE DEI MATERIALI DI SCAVO

Le porzioni di territorio che verranno interessate dalle realizzazione degli interventi in progetto, sono comprese tra le aree sottoposte a vincolo idrogeologico, ai sensi del R.D. n. 3267/1923 e regolamentate dalla L.R. n. 45/1989; in base ai dati desunti dagli elaborati progettuali ed a quanto osservato nel corso dei rilievi effettuati nelle diverse aree di intervento, per le operazioni di apertura della nuova pista da sci, nonché per la realizzazione del nuovo bacino artificiale di invaso e per l'impianto di innevamento programmato, sarà necessaria l'esecuzione di scavi di sbancamento, che comporteranno la movimentazione di notevoli quantitativi terre e rocce da scavo.

Tali operazioni di scavo, coinvolgeranno sia le esigue coltri di copertura detritico-colluviali (ad Est, presso la stazione di monte della seggiovia quadriposto "Ciamporino"), sia, in misura predominante, le potenti successioni di materiali detritico morenici, che caratterizzano l'ampia conca glaciale dell'Alpe Ciamporino.

Nelle operazioni di scavo, verranno coinvolti anche gli antichi depositi detritico-alluvionali, che avevano colmato il preesistente laghetto intra-morenico (ove verrà realizzato il bacino artificiale), mentre si ritiene che non verranno effettuate operazioni di demolizione / sbancamento del substrato roccioso o del sovrastante orizzonte regolitico.

12.1 Scavi e movimenti terra

In base ai dati di progetto e come riportato nell'Elaborato di progetto "*Planimetria e Sezioni*", il volume di movimenti terra previsto, comprensivo sia degli scavi di sbancamento che dei riporti, unitamente all'estensione delle superfici oggetto di modificazione, risulta così quantificabile (senza distinzioni tra pista da sci e bacino per l'invaso delle acque, considerando che in alcuni casi i riporti necessari alla formazione delle due opere, si sviluppano in continuità tra loro):

<i>Movimenti terra</i>		<i>Superfici modificate</i>
Scavi:	67.953 m ³	31.443 m ²
Riporti:	67.953 m ³	27.666 m ²
<u>Totale:</u>	<u>135.906 m³</u>	<u>59.109 m²</u>

In particolare, gli interventi di riprofilatura in progetto per la modellazione della nuova **Pista da sci**, prevedono:

- una serie di scavi di sbancamento, localizzati in corrispondenza o sui fianchi degli alti morfologici, da eseguirsi mediante mezzo meccanico escavatore, dotato di benna rovescia, che verranno spinti per

profondità generalmente limitate, nell'ordine di 0,50÷1,00 m, sebbene nella tratta in fregio al bacino lacustre, limitatamente alle Sezioni 9, 8 e 7, raggiungeranno profondità massime di -6,0 m dal p. c.;

- laddove la pista si imposterà in corrispondenza di vallecole morfologiche, è prevista la stesura di materiali di riporto nei settori morfologicamente depressi, in maniera da modellare un piano sciabile uniforme; gli spessori dei materiali di riporto in questi settori, saranno sostanzialmente ridotti (nell'ordine di 0.5-1.0 m);
- laddove la pista si imposterà a mezza costa lungo il pendio acclive, il tracciato verrà realizzato in parte od interamente in rilevato, che verrà realizzato essenzialmente in due tipologie, in funzione delle necessità imposte dalla morfologia dei luoghi:
 - ✓ nella tratta iniziale della pista (tra le Sezz. 18÷15), il rilevato in materiali di riporto verrà contenuto mediante opere di sostegno, date da terre rinforzate, con paramento inclinato a circa 60°, di altezza variabile tra 2.0 ÷ 9.0 m;
 - ✓ nella tratta finale della pista (Sezz. 11÷7), il rilevato in materiali inerti verrà realizzato con riporti di entità piuttosto consistenti, con spessori massimi compresi tra di 3.7 a 7.2 m, che verranno modellati con la riprofilatura del pendio sul lato di valle, che per lo più si raccorderà alle sottostanti sponde del bacino lacustre artificiale, con pendenze dell'ordine di 25°.

Per quanto riguarda, invece, gli interventi di movimenti terra necessari alla realizzazione del nuovo **bacino artificiale ad uso plurimo**, sono previsti:

- scavi di sbancamento in corrispondenza della conca morfologica, un tempo sede di un laghetto intramorenico, successivamente colmato da depositi detritico-glaciali ed alluvionali, asportando l'intera sequenza superficiale dei terreni di copertura; gli scavi raggiungeranno una profondità massima, dall'attuale piano campagna, pari a circa -4.0 m (lato valle) e -8.3 m (monte);
- gli scavi di sbancamento, nella porzione orientale del bacino (lato monte), coinvolgeranno anche i fianchi dei pendii che contornano la conca morfologica, impostati nei materiali di origine glaciale; gli scavi di entità massima (4.0 m di altezza) verranno realizzati in corrispondenza della Sez. 11;
- riporto di materiali lungo entrambe le sponde nella porzione centrale (Sezz. 10-9-8), per regolarizzare i fianchi del bacino artificiale, contenere al piede il pendio nei materiali di riporto che verrà modellato per la formazione della pista da sci e, infine, modellare il passaggio a fini ispettivi e manutentivi, che contornerà il laghetto artificiale;
- sul lato di valle (testata Ovest), invece, verrà modellato un vero e proprio rilevato arginale, che fungerà da contenimento del bacino artificiale, nelle condizioni di massimo invaso; tale rilevato arginale trapezoidale sarà largo al piede tra 35÷70 m ed alto fino ad un massimo di +9.50 m dal p.c., con larghezza al coronamento pari a circa 4.0 m; le modalità di realizzazione del rilevato arginale, verranno meglio illustrate di seguito.

12.2 Modalità operative

Per quanto riguarda le modalità con cui effettuare gli scavi di sbancamento e riporti, come indicazioni di carattere generale, sarà opportuno procedere secondo le seguenti indicazioni:

- per prima cosa, mediante mezzi meccanici (escavatori), dotati di benna rovescia, si dovrà asportare lo strato superficiale dei materiali di copertura, accantonandolo in vari settori dell'area di cantiere ed avendo cura di tenere separata le zolle di terreno inerbite, dai materiali inerti sottostanti;
- qualora venga rinvenuto nel corso delle operazioni di scavo, si procederà alle operazioni di demolizione del substrato, con utilizzo del martellone demolitore montato sul braccio dell'escavatore; si ritiene che, eventualmente, il substrato roccioso possa essere rinvenuto localmente, nel settore di monte della nuova pista da sci, laddove dovranno essere effettuati degli sbancamenti del pendio di valle, per modellare il piano di appoggio delle strutture in terre rinforzate;
- come risulta dagli elaborati progettuali, gli intagli di scavo / sbancamenti, verranno riprofilati su pendenze massime nell'ordine di 25°, risultando perfettamente stabili,;
- tutti i materiali di origine naturale prodotti con gli scavi di sbancamento prima descritti verranno accantonati nell'ambito dell'area di cantiere, dove, previa parziale selezione delle frazioni granulometricamente differenti, utilizzando la benna-grigliante (blocchi lapidei pluridecimetrici, pietrisco-breccie e materiale terroso-sabbioso), potranno essere riutilizzati nello stesso sito in cui sono stati prodotti, con le seguenti modalità:
 - ✓ stesura di materiale inerte, opportunamente compattato e livellato, in corrispondenza delle vallecole e dei settori depressi da colmare della pista da sci, utilizzando i blocchi lapidei ed il pietrisco-breccie alla base ed il materiale granulometricamente medio-fine alla sommità;
 - ✓ i settori in riporto, verranno modellati solitamente con scarpate in riporto, aventi inclinazione pari o inferiore a 25°, in maniera da garantirne la stabilità, tranne che lungo taluni settori della pista da sci ove è prevista la formazione di un rilevato contenuto da strutture in terre rinforzate, a cui potrà essere conferita inclinazione del paramento, pari a 60°;
 - ✓ riposizionamento del cotico vegetale (zolle erbose), precedentemente asportato ed accantonato, sulle superfici interessate dai movimenti terra e nelle aree soggette a scotico, ed esecuzione di semina a spaglio e/o idrosemina di essenze erbacee prative, al fine di consentire l'inerbimento delle aree e proteggerle da eventuali fenomeni di dilavamento, contrastando l'erosione superficiale; per il recupero morfovegetazionale in questa fase, si dovranno necessariamente recepire tutte le indicazioni in merito, riportate nella Relazione Agronomica, che assumeranno carattere prescrittivo.
- per quanto riguarda la formazione del rilevato trapezoidale che fungerà da “elemento diga” a contenimento del retrostante bacino artificiale, in linea di massima verranno utilizzati gli stessi

materiali di scavo, possibilmente con miscele ben graduate, che negli orizzonti superficiali saranno stesi a “pacchetti” di strati, separati da teli di tessuto-nontessuto e guaine impermeabili, in maniera da garantire sia la stabilità che l’impermeabilità. Per i dettagli costruttivi, si rimanda alla Relazione Tecnica, redatta dai Progettisti incaricati.

- si provvederà ad impermeabilizzare il fondo e la parte del perimetro “sommerso”, mediante la posa, a regola d’arte, di teli impermeabili, saldati nei giunti e nelle sovrapposizioni;
- i punti di ingresso e di uscita del canale di by-pass del Rio Croso, verranno realizzati in raccordandosi in maniera il più naturale possibile alle sponde esistenti dell’alveo del Rio Croso;
- nei pressi dell’ingresso di monte del canale di by-pass, in corrispondenza di una “varice” naturale dell’alveo, verrà modellata una zona di calma e sedimentazione, per favorire il deposito del materiale ghiaioso-ciottoloso trasportato dalle portate di piena del Rio Croso, in maniera da evitare che il detrito lapideo possa andare a depositarsi nel canale artificiale o confluire nel laghetto, allorché le portate liquide del corso d’acqua, nel periodo primaverile, verranno utilizzate per alimentare il laghetto stesso.

Come precedentemente accennato, nell’ambito dell’intervento in progetto, è previsto anche il **potenziamento ed il prolungamento dell’impianto di innevamento artificiale**, attualmente esteso sino al Rifugio 2000, con prolungamento della rete di tubazioni esistente sino al Dosso.

Analogamente alla rete di distribuzione esistente, l’impianto di innevamento programmato sarà realizzato mediante reti elettriche ed idriche affiancate, posate al fondo di una trincea avente profondità pari a circa 0.80 m e larghezza compresa tra 0.80-1.0 m, che si svilupperà al bordo dei tracciati delle piste da sci, compresa la messa in opera di pozzetti.

Per quanto riguarda gli scavi di sbancamento necessari all’apertura della trincea per la posa delle tubazioni, in aggiunta ai quantitativi di scavi e movimenti terra prima forniti, si può ipotizzare un volume di scavo pari a circa 1.0 m³ / ml ed altrettanti di riporto per interrare le tubazioni.

Analogamente a quanto già previsto per le piste da sci, gli scavi ed i riporti si compenseranno, utilizzando i materiali di scavo per le operazioni di ritombamento delle trincee; a copertura dei materiali di reinterro, si dovranno posizionare le zolle erbose precedentemente accantonate nell’ambito del cantiere.

12.3 Gestione dei materiali di scavo

Tutti i materiali di risulta dalle operazioni di scavo prima descritte, appartengono all’orizzonte litologico naturale di copertura del versante e provengono da un ambito di territorio che può considerarsi completamente naturale e non contaminato; si ritiene improbabile, anche se non si può escludere a priori, che le operazioni di scavo vadano a coinvolgere anche il substrato roccioso; il progetto prevede che questi materiali, siano interamente riutilizzati in sito, venendo impiegati per il modellamento della pista da sci e la realizzazione del bacino artificiale ad uso plurimo.

Si ricorda che, come dettagliato al cap. 9.2, nel mese di luglio 2023, erano stati prelevati un congruo

numero di campioni, rappresentativi del materiale che sarà scavato nei settori con i maggiori volumi di scavo, che sono stati sottoposti ad analisi chimiche presso il Laboratorio Autorizzato COMIE S.r.l. di Sizzano (NO), le quali hanno accertato che in tutti i campioni di terreno, i valori dei parametri analizzati, risultano conformi ai limiti imposti nel DLgs n° 152/2006 Parte quarta Titolo V All.5 Tab. 1 per i siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale.

Tutti i materiali inerti di origine naturale, prodotti con le operazioni di sbancamento, pertanto, sono esclusi dall'applicazione della Parte Quarta del D.Lgs. n. 152/2006 (regime di "rifiuto"), in quanto *"suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato"* (D.Lgs. 152/06, art. 185, comma 1, lettera c), nel rispetto dei disposti della nuova disciplina che regola la materia, ossia il D.P.R. 13-06-2017 n. 120, con specifico riferimento all'art. 24 *"utilizzo nel sito di produzione delle terre e rocce escluse dalla disciplina dei rifiuti"*; detti materiali, potranno quindi essere riutilizzati nell'ambito del cantiere, con le modalità precedentemente dettagliate.

Tutti gli eventuali materiali prodotti durante i lavori che, per le loro caratteristiche, sono classificabili come rifiuto, dovranno invece essere assoggettati alle disposizioni della Parte Quarta del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., venendo allontanati dal cantiere e sottoposti alle procedure di recupero o smaltimento presso impianti autorizzati alla loro gestione; a tal fine, ai margini dell'area di cantiere, verrà allestito un settore, opportunamente recintato ed impermeabilizzato nel fondo, atto alla deposizione temporanea dei rifiuti eventualmente prodotti, separandoli per tipologia merceologica, da cui verranno prelevati e conferiti ad un centro abilitato all'attività di recupero.

13. VERIFICHE DI STABILITÀ DELLE SCARPATE ARTIFICIALI

Per quanto riguarda le verifiche di stabilità del rilevato arginale che fungerà da contenimento del bacino artificiale per l'invaso delle acque, si rimanda a quanto verrà sviluppato dai progettisti della struttura; per quanto di competenza dello scrivente, a supporto dell'intervento di apertura della pista da sci in progetto, sono state effettuate delle verifiche di stabilità delle scarpate artificiali, con le condizioni al contorno più gravose, così come previsto dal D.M. 17-01-2018.

Il programma I.L.A. (Interactive Landslides Analysis), prodotto dalla “geo&soft international”, ottempera alle specifiche richieste del D.M. 17-01-2018 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 ad 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 la piena applicabilità, sia nei casi di pendii in frana, sia negli altri casi, con l'esame delle superfici di scorrimento cinematicamente possibili, in numero sufficiente per ricercare la superficie alla quale corrisponda il coefficiente di sicurezza più basso.

In base ai disposti del D.M. 17-01-2018, 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”).

Per quanto riguarda i 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, quando è coinvolto un grande volume di terreno (come nel caso in esame), si potrà fare riferimento ai valori caratteristici medi, riportati al cap. 10.

I coefficienti parziali di sicurezza vengono definiti per le azioni, per i parametri geotecnici e per le resistenze, nell'ambito di differenti Approcci Progettuali; il D.M. 17-01-2018, per le verifiche di stabilità di pendii in materiali sciolti, 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 | $> 1,1$ | |

13.1 Verifiche del rilevato della pista da sci

Applicando i suddetti coefficienti parziali di correzione (con arrotondamenti a favore della sicurezza) ai parametri geotecnici dei terreni investigati, si ottengono i seguenti valori caratteristici o di progetto, utilizzati nelle verifiche di stabilità degli Stati Limite:

- materiali di riporto: $\varphi = 29,3^\circ$ - $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ - $c = 4.0 \text{ kN/m}^2$;
- depositi di copertura: $\varphi = 30,2^\circ$ - $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ - $c = 8.0 \text{ kN/m}^2$;

Nella ricostruzione delle sezioni, sono stati inoltre considerati sia il rilevato in “terre rinforzate”, che il substrato roccioso (laddove presenti), sebbene non vengano interessati da superfici di scivolamento.

Nella definizione degli altri dati, necessari alle verifiche di stabilità, si è proceduto ipotizzando due diverse situazioni di partenza:

Stagione invernale (periodo con manto nevoso, pista soggetta a sovraccarichi per il passaggio dei mezzi di preparazione del fondo sciabile):

- A. il quantitativo di acqua nei depositi sarà molto limitato, per l'eventuale parziale scioglimento della neve a contatto con il suolo; si è cautelativamente tenuto conto di condizioni di saturazione dei materiali di copertura pari al 10%. Il programma di calcolo determina gli incrementi dovuti alle spinte idrostatiche lungo i lati di ogni concio;
- B. si è scelto di applicare un sovraccarico verticale, quantificato in $1,00 \text{ t/m}^2$ (10 kN/m^2), per il passaggio dei mezzi di manutenzione e preparazione pista (macchina batti-neve, ecc.), che, con l'applicazione del coefficiente per le Azioni Ed, diventa $13,0 \text{ kN/m}^2$.

Stagioni primaverile-autunnale (periodi piovosi, pista non utilizzata):

- A. il potenziale quantitativo di acqua nei depositi sarà maggiore, per le precipitazioni meteoriche e/o lo scioglimento della copertura nevosa; si è tenuto conto di condizioni di saturazione pari al 30%;
- B. poiché le piste da sci non verranno utilizzate, non si applica alcun sovraccarico verticale.

Analizzando le Sezioni di progetto, le situazioni più critiche corrispondono alle:

Sez. 16: nella tratta di pista che verrà realizzata con un rilevato contenuto da una struttura in terre rinforzate, con paramento inclinato a 60° , la Sez. 16 corrisponde a quella con la maggiore altezza del rilevato (9.3 m). A favore della sicurezza, si è ipotizzato che la base di appoggio della struttura in terre rinforzata, verrà realizzata sui depositi di copertura, senza rinvenire il substrato roccioso che, in questo settore, è posto a profondità tendenzialmente ridotte.

Sez. 8: pista realizzata in rilevato, modellato a valle da una scarpata artificiale con inclinazione pari a 25° , su un pendio moderatamente acclive e spessore del materiale di riporto superiore a 4.0 m; in tutte le altre sezioni, le scarpate in riporto presentano inclinazioni minori, o spessori inferiori, o una superficie di contatto tra riporto e piano campagna a bassa inclinazione.

Per quanto riguarda la componente sismica, sono state sviluppate le verifiche di stabilità, limitatamente allo stato limite SLV - Salvaguardia della Vita; in caso di risultato positivo, si intendono verificati anche tutti gli SLE – Stati Limite di Esercizio, caratterizzati da coefficienti sismici meno gravosi.

Si ricorda che, secondo il D.M. 17.01.2018, nell’ambito dell’Approccio utilizzato, per la Verifica degli Stati Limite, 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 ($1,01 \div 1,09$) sono rappresentativi di situazioni comprese tra “equilibrio limite” ed “assoluta stabilità”.

Le verifiche, per ciascuno degli Stati Limite considerati, sono state condotte analizzando una serie di superfici di scivolamento circolari; le superfici esaminate coinvolgono principalmente i materiali di riporto, ma talune di queste arrivano ad intersecare anche i materiali morenici di copertura.

Sezione 16

Le superfici teoriche di scivolamento, non intersecano le opere di sostegno (terre rinforzate): si suppone che i manufatti vengano realizzati a regola d’arte e che rimangano integri; per quanto riguarda la verifica della possibilità di una rottura interna della struttura, si rimanda alle verifiche statiche (traslazione, resistenza al taglio, ecc.), redatte dai Progettisti.

Stagione invernale:

le verifiche hanno fornito ottimi risultati; i valori del coefficiente di sicurezza (F_s) per le sei superfici di scivolamento analizzate, sono risultati compresi tra $1,32 \div 1,48$ (SLV), risultando tutte stabili.

Stagioni primaverile-autunnale:

anche in questo caso, le verifiche hanno fornito ottimi risultati, con valori del coefficiente di sicurezza (F_s) compresi tra $1,21 \div 1,36$ (SLO), risultando tutte stabili.

Sezione 8

A favore della sicurezza, non si è tenuto conto dell’inerbimento delle scarpate dei riporti, che ne aumenterà la stabilità superficiale.

Stagione invernale:

le verifiche hanno fornito ottimi risultati; i valori del coefficiente di sicurezza (F_s) per le otto superfici di scivolamento analizzate, sono risultati compresi tra $1,50 \div 1,78$ (SLV), risultando tutte stabili.

Stagioni primaverile-autunnale:

anche in questo caso, le verifiche hanno fornito ottimi risultati, con valori del coefficiente di sicurezza (F_s) compresi tra $1,41 \div 1,81$ (SLO), risultando tutte stabili.

Per quanto riguarda i previsti intagli sul lato di monte, modellati su inclinazioni massime di circa 25° , poiché verranno impostati nei depositi glaciali (dotati di parametri geotecnici migliori rispetto a quelli dei materiali di riporto) e non verranno interessati da sovraccarichi, si ritengono verificati positivamente.

13.2 Verifiche del rilevato arginale

Per quanto riguarda il rilevato arginale, questo verrà realizzato con i materiali detritico-alluvionali, prelevati dagli scavi nella conca intramorenica, opportunamente vagliati e miscelati per ottenere un “fuso granulometrico” adeguato e garantire l’uniformità della distribuzione della porzione fine limosa della matrice, compattati ed addensati meccanicamente.

Si ricorda che, per quanto riguarda le verifiche sul rilevato arginale, queste sono di competenza dello strutturista ing. Belmondo (verifiche interne, effetti di spinta dell’acqua invasata, dam break, cedimenti del rilevato all’interno dell’invaso, ecc.); a mero titolo di contributo, si è comunque provveduto ad eseguire una verifica di stabilità del pendio lungo il paramento esterno dell’argine, con condizioni di saturazione crescente dei materiali.

Applicando i coefficienti parziali di correzione di cui all’Approccio 1 – Combinazione 2 del D.M. 17-01-2018, ai parametri geotecnici dei materiali che verranno utilizzati per la realizzazione del rilevato arginale a contenimento dell’invaso artificiale, si ottengono i seguenti valori caratteristici o di progetto:

- rilevato arginale: $\phi = 25,7^\circ$ - $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ - $c = 40 \text{ kN/m}^2$;

A favore della sicurezza, si ipotizza che il solo paramento esterno del rilevato arginale, venga realizzato con una percentuale inferiore di frazione limosa, rispetto al nucleo dell’argine ed al paramento interno, su cui verranno posati i teli HPDE, a contatto con l’acqua invasata; in questa ipotesi di sicurezza, e limitatamente alle sole verifiche di stabilità del pendio, pertanto, è stato cautelativamente dimezzato il valore della coesione.

Si ricorda che il paramento interno dell’argine, verrà impermeabilizzato e che, nel corpo dell’argine ed a tergo dello stesso, verranno realizzate delle apposite opere di monitoraggio (piezometri dotati di sonde collegate al sistema di controllo automatizzato), in grado di consentire le operazioni di controllo in “continuo” e segnalare l’eventuale degrado delle suddette opere di impermeabilizzazione; in ogni caso, in accoglimento delle richieste riportate nella D.D. 165/A2106B/2023 del 22-06-2023 le verifiche di stabilità sono state condotte con gradi di saturazione crescente:

- saturazione 30% (opere di impermeabilizzazione efficienti, saturazione per pioggia intensa)
- saturazione 50% (parziale degrado delle opere di saturazione)
- saturazione 80 % (gravissimo degrado delle opere di impermeabilizzazione)
- saturazione 100 % (completo degrado = assenza delle opere di impermeabilizzazione)

Le verifiche di stabilità, limitatamente allo stato limite SLV - Salvaguardia della Vita, nell’ipotesi di massimo invasore del laghetto, hanno fornito risultati positivi: in particolare, i valori del coefficiente di sicurezza (F_s) per le sei superfici di scivolamento analizzate, sono risultati compresi tra 2.16÷3.55 (sat. 30%), 2.00÷3.42 (sat. 50%), 1.76÷3.21 (sat. 80%), e 1.59÷3.09 (sat. 80%) risultando tutte stabili.

14. DESCRIZIONI DELLE OPERE IN PROGETTO, PRESCRIZIONI TECNICHE E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'intervento in progetto consiste principalmente nel completamento della rete per l'innnevamento programmato del comprensorio sciistico di San-Domenico – Ciamporino, che sarà così strutturato:

- potenziamento e prolungamento dell'impianto di innnevamento artificiale esistente, attualmente esteso sino al Rifugio 2000, mediante la posa di una rete idrica interrata, al bordo dei tracciati delle diverse piste da sci, compresa la messa in opera di diversi pozzetti, lungo l'intero comprensorio compreso tra Ciamporino ed il Dosso, per una lunghezza complessiva di circa 5350 m;
- realizzazione di un bacino idrico artificiale per invasare acqua ad uso plurimo, da realizzare a Nord-Est del "Rifugio 2000", compreso tra gli impianti quadriposto "Ciamporino (a Nord) e "Ciamporino-Dosso" (a Sud), delimitato a valle da un rilevato arginale trapezoidale di neo-costruzione, con capacità di invaso massima pari a 50.880 m³;
- con le operazioni di potenziamento dell'impianto di innnevamento programmato, verrà anche rifatta una vecchia tratta della "Pista Diei", parallelamente all'impianto di risalita della seggiovia quadriposto "Ciamporino", modellando una nuova pista che fungerà da collegamento tra due porzioni dell'esistente Pista "La Rossa".

Le aree in esame ed oggetto di intervento, con particolare riferimento ai settori di versante individuati per la realizzazione dell'invaso artificiale e della nuova tratta di pista da sci, ricadono nell'ambito della conca morfologica di Ciamporino, a congrua distanza dal piede delle pendici montane acclivi che contornano la conca glaciale, sono stabili e non presentano evidenze di dissesti in atto o potenziali, ricadendo all'esterno dell'area di influenza potenziale di fenomeni gravitativi o valanghivi.

L'impianto di innnevamento (tubazioni interrate) verrà invece posato lungo le piste da sci esistenti, ovvero in settori idonei a tale tipo di attività; in ogni caso, si ricorda che, per tutte le piste da sci del comprensorio sciistico di San Domenico, la sicurezza degli utenti, in merito al rischio valanghe, viene garantita dal Gestore degli impianti, mediante chiusura delle piste in caso di rischio di scivolamento di masse nevose; le previsioni progettuali, pertanto, risultano perfettamente compatibili con i possibili fenomeni valanghivi e/o scivolamenti di masse di neve.

14.1 Impianto di innnevamento programmato

La rete di distribuzione dell'impianto di innnevamento programmato, sarà data da condotte idriche (in ghisa, di diverse dimensioni) e cavidotti elettrici affiancati, posate al fondo di una trincea profonda circa 0.80 m e larga tra 0.80-1.0 m, che si svilupperà al bordo dei tracciati delle piste da sci.

Dal punto di vista operativo, la messa in opera di tale impianto di innnevamento rappresenta l'intervento che necessita delle minori indicazioni geologico-tecniche: venendo posate al margine delle piste da sci

esistenti, ovvero lungo tracciati percorribili dalle macchine batti-neve, si svilupperanno lungo contesti geomorfologici sufficientemente agevoli per operare coi mezzi di cantiere (macchine escavatrici, ecc.); come precedentemente accennato, gli scavi ed i riporti si compenseranno, utilizzando i materiali di scavo per le operazioni di ritombamento delle trincee; a copertura dei materiali di reinterro, si dovranno posizionare le zolle erbose precedentemente accantonate nell'ambito del cantiere, durante le operazioni di scavo.

A supporto dell'impianto di innevamento, come evidenziato nella "*Planimetria di dettaglio*" in scala 1:2.000 (Elab. 4.2), a valle del lago ed in fregio alla strada carrabile, nella zona dove un tempo sorgeva la vecchia Stazione di valle della seggiovia Ciamporino-Sella (ora smantellata), nel fianco della dorsale morenica, verrà realizzata una struttura seminterrata, avente dimensioni in pianta pari a circa 35.0 x 8.0 m, che ospiterà la Stazione di Pompaggio dell'impianto di innevamento, oltre ad un locale magazzino e servizi igienici per gli operatori.

Trattandosi di un settore caratterizzato da morfologia piuttosto dolce, con spessori consistenti di depositi morenici, la struttura potrà essere realizzata senza particolari accorgimenti in fase esecutiva, se non quelli inerenti alla necessità di sbadacchiare le pareti temporanee di scavo; la capacità portante dei depositi in sito, facendo riferimento ai parametri geotecnici dei materiali glaciali medio-grossolani di cui al cap. 10.1, risulta ampiamente adeguata alle necessità progettuali.

14.2 Bacino artificiale ad uso plurimo e canale di by-pass

Il sito individuato per la modellazione dell'invaso artificiale ad uso plurimo, sia per la stagione estiva che invernale, è localizzato all'incirca tra le quote 1990 ÷ 2000 m s.l.m., in corrispondenza di un'ampia conca morfologica (ex laghetto intramorenico), ubicata a monte di una strada carrabile sterrata, di collegamento tra San Domenico e l'Alpe Ciamporino, lambita sul fianco Nord dall'alveo del Rio Croso, asciutto per gran parte dell'anno solare ed anche al momento degli ultimi rilievi condotti in sito.

Tale conca morfologica, si sviluppa con una lunghezza di circa 140 m e con larghezza massima nell'ordine di circa 80.0 m, risultando delimitata a Nord ed a Sud dalle dorsali morfologiche moreniche, alla cui sommità si sviluppano rispettivamente i tracciati delle seggiovie quadriposto "Ciamporino" e "Ciamporino-Dosso".

La realizzazione del bacino artificiale, comporterà innanzitutto l'esecuzione di una serie di scavi di sbancamento in corrispondenza della conca morfologica, asportando l'intera sequenza superficiale dei terreni di copertura e modellando una depressione artificiale, presumibilmente simile a quello che era originariamente il laghetto intramorenico; gli scavi raggiungeranno una profondità massima, dall'attuale piano campagna, pari a circa -4.0 m (lato valle) e -8.3 m (monte), venendo modellati con scarpate aventi pendenze massime nell'ordine di 25°, risultando perfettamente stabili.

Per quanto riguarda le modalità operative, con cui effettuare le operazioni di movimenti terra con scavi e riporti, si rimanda a quanto dettagliato al cap. 12, che assume carattere prescrittivo.

Le sponde del bacino di invaso, nella porzione occidentale del laghetto artificiale, verranno modellate con

riporti lungo le sponde, alla cui sommità verrà realizzato un passaggio a fini ispettivi e manutentivi, che contornerà il laghetto artificiale, mentre sulla testata di valle, verrà modellato un vero e proprio rilevato arginale trapezoidale, largo al piede 35÷70 m, alto fino a 9.95 m rispetto al punto più depresso del paramento, con larghezza al coronamento pari a circa 4.0 m, il quale fungerà da elemento di contenimento del bacino artificiale.

Per quanto riguarda la formazione del rilevato trapezoidale che fungerà da “diga”, si rimanda a quanto redatto dai progettisti della struttura; in linea di massima, verrà costruito con materiali inerti, i quali, nelle porzioni superficiali, sul fronte del lago, verranno stesi a “pacchetti” di strati, separati da teli di tessuto-nontessuto e guaine impermeabili; infine, si provvederà ad impermeabilizzare il fondo dell’invaso e la parte del perimetro “sommerso”, mediante la posa, a regola d’arte, di teli impermeabili, saldati nei giunti e nelle sovrapposizioni.

Per evitare che il Rio Croso si immetta direttamente nel bacino artificiale, nella zona antistante il laghetto, all’incirca in corrispondenza di una “varice” naturale nell’alveo, verrà impostata la tratta iniziale di un canale di by-pass, che avrà lo scopo di deviare il corso d’acqua esternamente al bacino artificiale, modellando un canale di deflusso a lato della prevista pista di manutenzione del laghetto, sul fianco meridionale del bacino.

Tale canale di by-pass, nella tratta iniziale, verrà modellato con sezione trapezoidale, largo 8.0 m alla sommità, con fondo in pietrame (largo 1.50 m) e sponde in blocchi cementati; tale canale trapezoidale, si raccorderà gradualmente alla porzione centrale (in fregio al laghetto), data da un canale a sezione rettangolare (3.25 x 2.0 m), rivestito in pietra, quindi, a valle del laghetto, il canale di by-pass tornerà ad essere modellato con sezione trapezoidale, fino a raccordarsi nuovamente all’alveo naturale del Rio Croso, garantendo in tal modo la continuità del reticolo idrografico superficiale.

Presso il vertice Sud-occidentale del laghetto, un canale di scarico in pietrame con sfioratore all’imbocco, a sezione trapezoidale (lato minore 0.80 m, lato maggiore 1.0 m, altezza minima 0.50 m), garantirà il collegamento dell’invaso artificiale al canale di by-pass.

Nel periodo primaverile, una parte delle portate liquide del corso d’acqua, verrà impiegata per alimentare l’invaso artificiale (come già accennato precedentemente, al cap. 7.1): tale alimentazione, verrà garantita da un canale a cielo aperto (largo 0.80 m) con vasca di presa dotata di saracinesca a lato dell’imbocco del canale di by-pass; al fine di evitare che il detrito lapideo possa interrre la vasca di presa, nei pressi dell’ingresso di monte del canale di by-pass, in corrispondenza di una “varice” naturale dell’alveo, verrà modellata una zona di calma e sedimentazione, delimitata da una briglia in legname e pietrame con gaveta centrale, alta 1.50 m, per favorire il deposito del materiale ghiaioso-ciottoloso trasportato dalle portate di piena del Rio Croso, da sottoporre ad operazioni di pulizia e svuotamento ad intervalli regolari e comunque dopo eventi alluvionali.

Per i dettagli costruttivi inerenti il canale, le opere previste in corrispondenza della deviazione del corso d’acqua a monte del laghetto e le verifiche idrauliche del canale stesso, si rimanda a quanto redatto dai Progettisti incaricati (ingg. Dutto e Belmondo).

14.3 Pista da sci “Diei”

Per quanto riguarda la nuova tratta della pista da sci “Diei”, così come precedentemente dettagliato, il vecchio tracciato sciabile verrà rimodellato con un’alternanza di settori in scavo e riporto, in parte addolcendo e/od adattandosi all’andamento morfologico ondulato del pendio naturale; le operazioni di riporto di materiali inerti interesseranno anche una vallecchia morfologica, che rappresenta una linea di deflusso preferenziale delle acque meteoriche di ruscellamento, mantenendo in ogni caso il naturale drenaggio superficiale, con il recepimento delle indicazioni dettagliate in tal senso al capitolo 12.2, utilizzando pietrisco grossolano alla base dei riporti, in maniera da non ostacolare il deflusso naturale delle acque d’infiltrazione.

Agli intagli artificiali nei materiali detritici, che verranno aperti con le operazioni di sbancamento, verranno conferite inclinazioni mai superiori a 25°, ed anche le scarpate nei materiali di riporto verranno modellate con inclinazioni sempre inferiori od uguali a 25°, prevedendo il pronto inerbimento delle scarpate di neo-formazione in riporto, per garantirne la stabilità, mediante ricollocazione del terreno vegetale (zolle erbose) precedentemente accantonato a lato della pista, integrate con semina a spaglio e/o idrosemina.

Solo nella tratta compresa tra le Sezioni 18÷15, i riporti per modellare la nuova pista da sci, verranno contenuti mediante opere di sostegno date da terre rinforzate, con paramento inclinato a circa 60°, di altezza variabile da 2.0 m fino ad un massimo di 9.0 m, con le altezze maggiori nel settore centrale.

Le strutture di contenimento in Terre Rinforzate, nella situazione in esame, risultano ottimali per le caratteristiche geotecniche, capacità di contenimento ed inserimento visivo, essendo flessibili (possibilità di deformazioni relative), dotate di buona capacità drenante e basso impatto ambientale, grazie al rinverdimento del paramento esterno; in sintesi, un rilevato e/o paramento in terra rinforzata, consiste in strati di terreno sovrapposti, contenuti da materiali geosintetici rinforzati con un’armatura metallica, ottenendo così una struttura stratificata; per la realizzazione di tali opere bisogna procedere in quest’ordine:

1. preparazione del piano di fondazione, con eliminazione degli eventuali corpi estranei o blocchi lapidei per la regolarizzazione del fondo, e compattazione del terreno sottostante;
2. Stesura di un orizzonte basale di materiali aridi, per facilitare il drenaggio al piede della struttura;
3. stesura di uno strato di geocomposito drenante sul fronte interno dello scavo;
4. posa in opera di un cassero a perdere in rete elettrosaldata con ganci di irrigidimento, sagomato con l'inclinazione prevista dal progetto, con la funzione di contenere il terreno di riempimento durante le fasi successive, il quale fornirà l'elemento principale di rinforzo della struttura;
5. posa di uno strato di geogriglia di rinforzo in poliestere (drenaggio ed ulteriore contenimento);
6. stesura del primo strato di terreno di riporto (costituito dallo stesso materiale inerte di scavo, precedentemente accantonato) e compattazione meccanica dello stesso; lo strato basale, dovrà essere

formato da materiale a granulometria più grossolana rispetto a quella degli strati successivi, in maniera da favorire il drenaggio naturale e diffuso alla base della struttura in elevazione;

7. contemporaneamente alla stesura del materiale inerte di riporto, sul fronte delle terre rinforzate verrà posizionato il terreno vegetale, per favorire il successivo inerbimento del paramento esterno;
8. ripiegamento della georete sulla sommità dello strato;
9. formazione, con le stesse modalità, degli strati successivi, aventi all'incirca spessore di 0.60 m;
10. riempimento dell'intercapedine retrostante con il materiale di scavo e formazione della pista;
11. posa di un sistema antierosione sul fronte delle terre rinforzate ed inerbimento della scarpata.

Per quanto riguarda i dettagli tecnici delle terre rinforzate e le eventuali, ulteriori prescrizioni, si rimanda a quanto verrà redatto dai progettisti della struttura.

Per quanto attiene alle possibili problematiche legate all'azione erosiva e di dilavamento, operata delle acque meteoriche di ruscellamento, si raccomanda messa in opera di canalette trasversali al sedime della pista, che dovranno accompagnare le acque meteoriche a valle della stessa, evitando di scaricarle disordinatamente lungo il sottostante pendio inerbito, in maniera da garantire il corretto drenaggio delle acque meteoriche e contrastare la tendenza alla formazione di fenomeni erosivi concentrati.

A conclusione della presente indagine, si può affermare che, viste le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e valanghive del versante, nonché quelle geotecniche dei litotipi in esame, la realizzazione delle previste operazioni di potenziamento dell'impianto di innevamento programmato del comprensorio sciistico di San Domenico – Ciamporino, comprensive di modellatura di una porzione di area sciabile e di realizzazione di un vaso artificiale ad uso plurimo, risulta compatibile con l'assetto dei luoghi, senza innescare problemi di instabilità e senza alterare lo status idrogeologico del versante, a condizione che, in fase esecutiva, vengano recepite le indicazioni fornite con la presente relazione.