

PROGRAMMA REGIONALE PIEMONTE F.E.S.R. 2021 – 2027

BANDO

IDRO-GEO-PARCHI

FESR 2021-2027 - PRIORITA' II. Transizione ecologica e resilienza

OBIETTIVO SPECIFICO RSO2.4.:

Promuovere l'adattamento ai cambiamenti climatici, la prevenzione del rischio di catastrofe, la resilienza, tenendo conto degli approcci ecosistemici

AZIONE 2iv.1: "Recupero e difesa del territorio nel rispetto degli habitat e degli ecosistemi esistenti"



PROGETTO ESECUTIVO

RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DELLA PISTA FORESTALE "COLMA DI VALDUGGIA – VETTA DEL FENERA" E SENTIERISTICA INTERNA DEL PARCO NATURALE DEL MONTE FENERA

ALLEGATO n. 2 - Relazione Geologica e Geotecnica

Dicembre 2023

1	INQUADRAMENTO DELL'AREA DI INDAGINE	3
1.1	UBICAZIONE E OGGETTO DELL'INDAGINE	3
1.2	RIFERIMENTI NORMATIVI	4
1.2.1	PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA E IDONEITÀ ALL'UTILIZZO URBANISTICO	5
1.2.2	TERRE ROCCE DA SCAVO	6
2	RELAZIONE GEOLOGICA.....	7
2.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	7
2.2	GEOMORFOLOGIA	9
2.2.1	MORFOLOGIA	9
2.2.2	STABILITÀ DEI VERSANTI.....	9
2.3	ACQUE SOTTERRANEE.....	13
2.4	CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE	13
3	RELAZIONE GEOTECNICA	14
3.1	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	14
3.2	TERRENI ELUVIO COLLUVIALI	14
3.2.1	PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE	14
3.2.2	ANGOLO DI ATTRITO	18
3.2.3	ESTRAPOLAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI	18
3.3	BASAMENTO ROCCIOSO CALCAREO	19
3.4	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	20
3.4.1	CARATTERISTICHE SISMICHE LOCALI	20
3.4.2	CLASSI DI TERRENO.....	20
3.5	VERIFICHE DI STABILITÀ.....	21
4	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	25
4.1	RISULTATI DELL'INDAGINE	25
4.2	PRESCRIZIONI.....	25
5	ANALISI DI LABORATORIO	27

1 Inquadramento dell'area di indagine

1.1 Ubicazione e oggetto dell'indagine

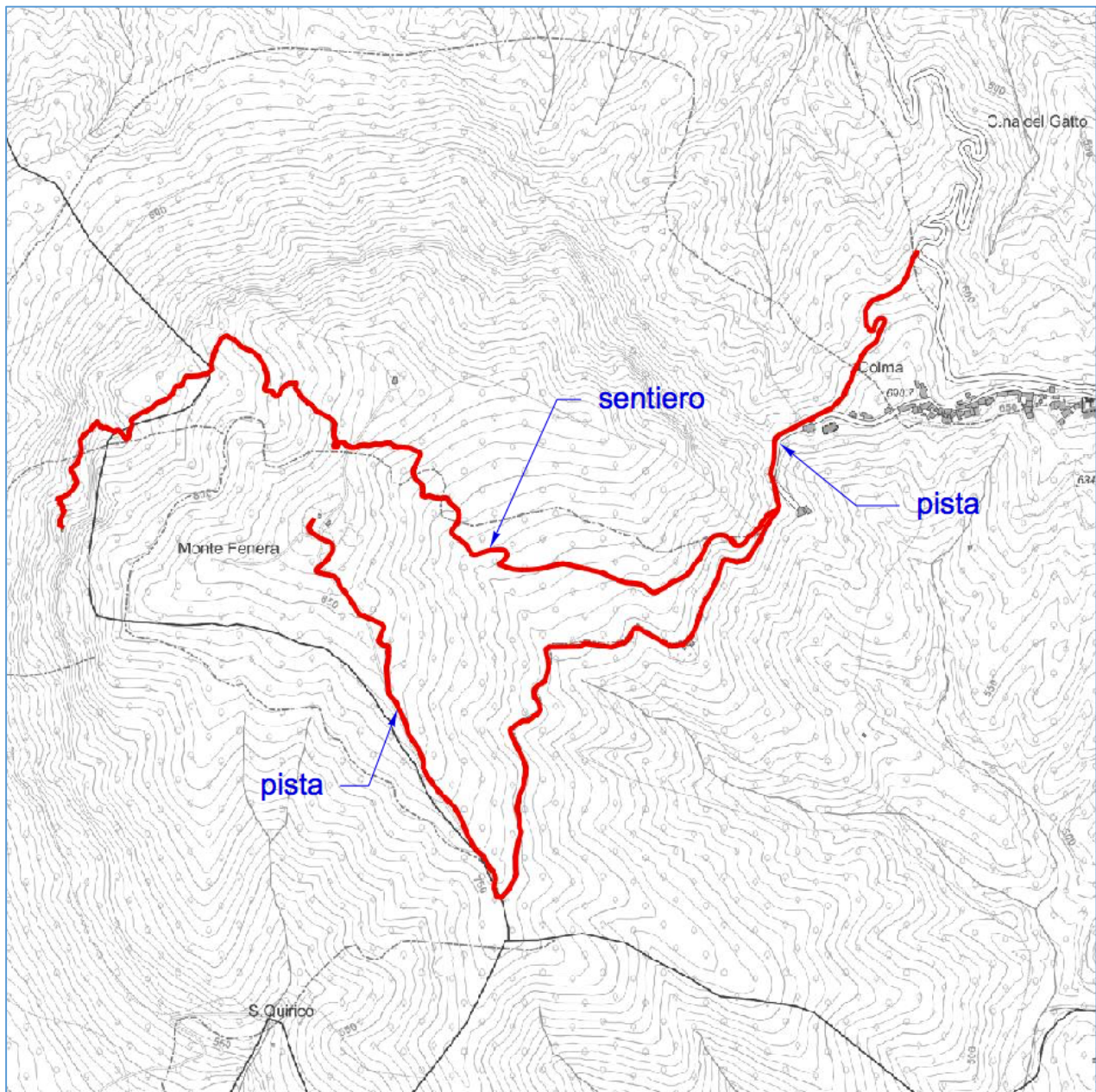
Comune: **Valduggia – Borgosesia**

Provincia: **Vercelli**

Località: **Colma – M. Fenera – Grotte del Fenera**

Estratto cartografia BDTRE

(Banca dati territoriale di riferimento degli Enti)



Committente

Ente di Gestione delle Aree Protette della Valle Sesia

Oggetto dell'incarico

Studio geologico e geotecnico in Comune di Valduggia lungo la pista forestale che da frazione Colma porta alla cima del M. Fenera, dove si intende eseguire una serie di interventi di manutenzione straordinaria della pista che prevedono un modesto ampliamento della sede stradale per migliorare il transito ai mezzi agricoli.

Sono inoltre previsti interventi di sistemazione dei sentieri che portano alle grotte del Fenera.

Lo studio è stato così articolato:

- sopralluogo di campagna finalizzato alla comprensione dei luoghi;
- raccolta della documentazione disponibile;
- analisi geotecniche in sito e in laboratorio;
- stesura della presente nota tecnica.

Scopo dell'indagine

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

1.2 Riferimenti normativi

- *D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" (NTC – 2018).*
- *R.D. 30.12.1923 n° 3267 e L.R. 9.8.1989 n° 45 “Terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici”.*
- *Regio Decreto 25 luglio 1904, n. 523 “disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche”*
- *D.P.R. 13/06/2017 n. 120 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”*
- *Nota Tecnica Esplicativa alla Circolare 8 maggio 1996 n. 7/LAP*
- *D.P.R. 13/06/2017 n. 120 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo”*

1.2.1 Pericolosità geomorfologica e idoneità all'utilizzo urbanistico

In riferimento alla normativa geologica allegata al Piano Regolatore Generale di **Valduggia** (redatta conformemente alle prescrizioni della “*Circolare del Presidente della Giunta regionale n.7/LAP del 6 maggio 1996*”, l’area interessata dagli interventi in progetto ricade nelle **classi IIb e IIIa**.

Nel Piano Regolatore Generale di **Borgosesia**, il sentiero che giunge alle Grotte del Fenera ricade in **classe IIIa**.

Estratto carte della pericolosità geomorfologica di Valduggia e Borgosesia



PRGC Valduggia

CLASSE IIb
Porzioni di territorio nelle quali sono presenti o possibili più condizioni di pericolosità geomorfologica, idrogeologica o idraulica che comunque possono essere superate attraverso l'adozione ed il rispetto di accorgimenti tecnici esplicitati a livello di norme di attuazione ispirate al D. M. 11/03/1988 e realizzabili a livello di progetto esecutivo nell'ambito del singolo lotto edificatorio o di un intorno circostante significativo. Tali interventi non dovranno in alcun modo incidere negativamente sulle aree limitrofe, né condizionarne la propensione all'edificabilità.

CLASSE IIIa
Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti. Per le opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili, vale quanto indicato all'art. 31 della L.R. 56/77.

PRGC Borgosesia

CLASSE IIIa Porzioni di territorio non edificate, ove esistono condizioni generalizzate di pericolosità geomorfologica, idrogeologica e/o idraulica, che le rendono inidonee a nuovi insediamenti in base alle tecniche costruttive attuali ed alle leggi e normative esistenti. Per le opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili, vale quanto previsto dall'art. 31 della L.R. 56/77.



1.2.2 Terre rocce da scavo

Il tema delle terre e rocce da scavo e, in particolare, la possibilità di gestire questi materiali come sottoprodotti e non come rifiuti, è regolato dal D.P.R. 13/06/2017 n. 120 che riunisce in un'unica normativa tutta la gestione delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti.

L'art. 2, comma 1, lettera c) del D.P.R. 120/2017 definisce come "terre e rocce da scavo" il suolo escavato derivante da attività finalizzate alla realizzazione di un'opera, tra cui gli scavi in genere (sbancamento, fondazioni, trincee).

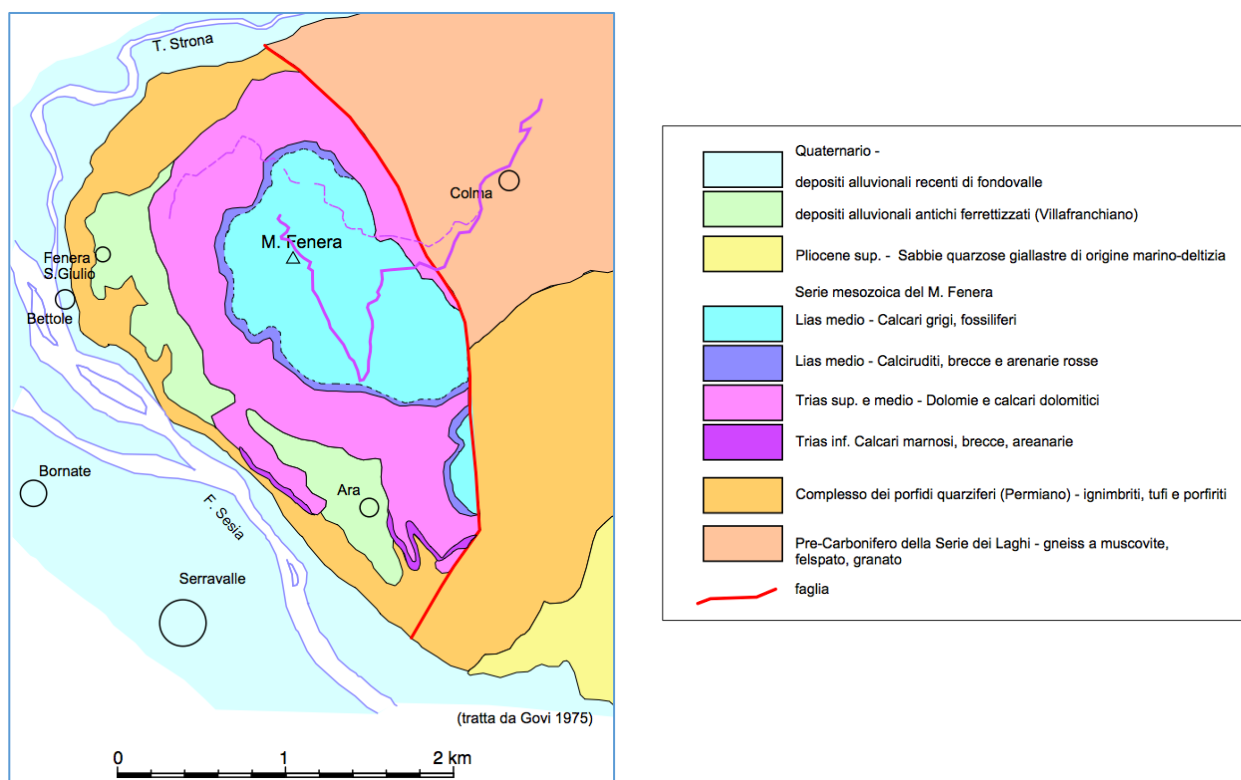
La realizzazione degli interventi previsti dal progetto, in particolare le attività relative agli scavi di sbancamento, genererà un volume di materiale proveniente dagli scavi pari a circa 1800 m³. Le terre e rocce da scavo derivanti dagli scavi verranno utilizzate interamente nell'ambito dell'intervento in progetto per rinterri e livellamento della sede stradale.

2 Relazione geologica

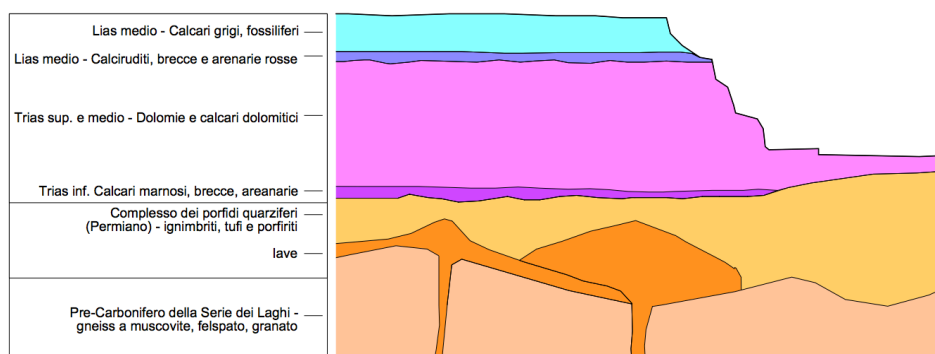
2.1 Inquadramento geologico

Il M. Fenera, con gli altri lembi di Sostegno, Gozzano, di Crevacuore e della valle della Cremosina, rappresenta la propaggine più occidentale della **Serie carbonatica mesozoica** delle Alpi Meridionali.

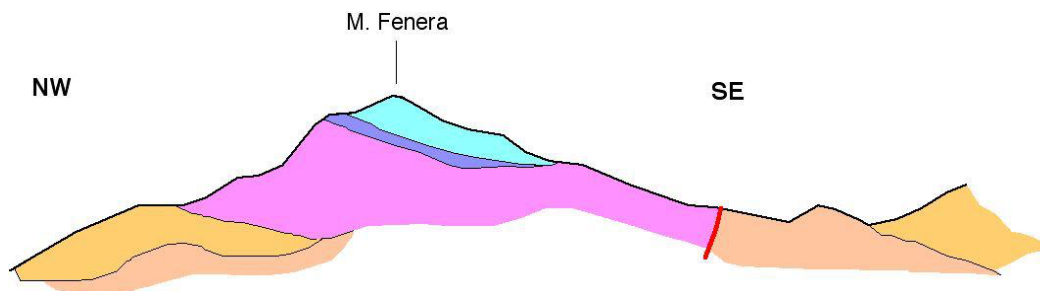
Le rocce sedimentarie carbonatiche formanti il rilievo principale del M. Fenera poggiano sul basamento cristallino costituito da rocce gneissiche, appartenenti al complesso detto **Serie dei laghi**, e dalle rocce vulcanitiche di età permiana del **Complesso dei porfidi quarziferi**.



La serie sedimentaria mesozoica del Fenera inizia con un sottile livello di breccie porfiriche e arenarie (Trias inferiore), prosegue con un calcare nero bituminoso, che forma un livello discontinuo, non sempre riscontrabile. Segue quindi una serie di calcari dolomitici potente circa 300 m, che forma la zona mediana del rilievo (Trias medio e superiore). Al di sopra dei calcari dolomitici si hanno banchi di arenarie rosso-violaceo (Lias inferiore), seguite da calcari fossiliferi neri o bruni (Lias medio), che affiorano in prossimità della cima e sul versante orientale.



SEZIONE GEOLOGICA DEL M. FENERA



Le rocce calcareo dolomitiche del Fenera sono interessate da fratture e fessurazioni, legate alla scarsa plasticità della roccia. In corrispondenza di tali fratture l'azione fisica e chimica dell'acqua è stata molto attiva, instaurando una complessa circolazione carsica all'interno delle rocce carbonatiche, con la formazione di profonde grotte, tortuosi budelli e pozzi profondi. I complessi cavernicoli di interesse speleologico sono la grotta del Buco della Bondaccia e la grotta delle Arenarie, che si aprono sulla parete occidentale.

Nell'area di affioramento delle rocce carbonatiche (calcarei e dolomie del M. Fenera) il substrato è spesso affiorante o subaffiorante, con coperture detritiche che generalmente non superano il metro di spessore.

Nel settore orientale dell'area in esame affiorano le rocce del complesso geologico denominato **Serie dei Laghi**. Il litotipo prevalente è dato da uno gneiss di colore grigio chiaro o rosaceo a biotite e muscovite e feldspato potassico, interessato localmente da intrusioni di rocce filoniane (lamprofiri).

Il basamento roccioso affiora in più punti lungo la strada e lungo le incisioni torrentizie; esso si presenta variamente fratturato, con fasce cataclastiche. Ciò è dovuto anche alla presenza di alcuni disturbi tettonici legati ad un complesso sistema di faglie, che interessano il limite orientale del lembo di rocce carbonatiche mesozoiche formanti il M. Fenera.

Le rocce gneissiche sono inoltre interessate in superficie da locali fenomeni di alterazione che danno luogo ad una coltre eluviale il cui spessore può raggiungere i 2 m e dalla presenza di materiali detritici sciolti (colluvium) derivanti dalla disgregazione chimico fisica degli gneiss che danno luogo ad una copertura eluvio-colluviale discontinua, il cui spessore è generalmente inferiore ai 2÷3 m.

Il contatto tra gli gneiss e le rocce carbonatiche è di natura tettonica (per faglia).

La pista nel suo primo tratto, a partire della strada comunale a quota 620 m circa, si sviluppa per circa 500 m all'interno del complesso della **Serie dei Laghi**. Quindi si incontrano le rocce carbonatiche costituite prevalentemente da calcari di colore variabile dal bianco al grigio.

Anche il sentiero che porta alle grotte del Fenera interessa le rocce gneissiche e i calcari grigi, mentre nel tratto finale, che scende lungo il versante settentrionale, incontra le dolomie e i calcari dolomitici (Trias).

2.2 Geomorfologia

2.2.1 Morfologia

L'area di intervento può essere suddivisa in tre zone con diverse caratteristiche geomorfologiche:

1. i versanti dove affiorano gli gneiss della Serie dei Laghi, caratterizzati da acclività medio-alta;
2. la dorsale principale del M. Fenera, dove affiorano i calcari grigi (Lias medio), con morfologia moderatamente acclive;
3. il versante settentrionale del M. Fenera, dove affiorano le dolomie e i calcari dolomitici (Trias), caratterizzato dai pendii con le maggiori inclinazioni, con pareti rocciose subverticali.

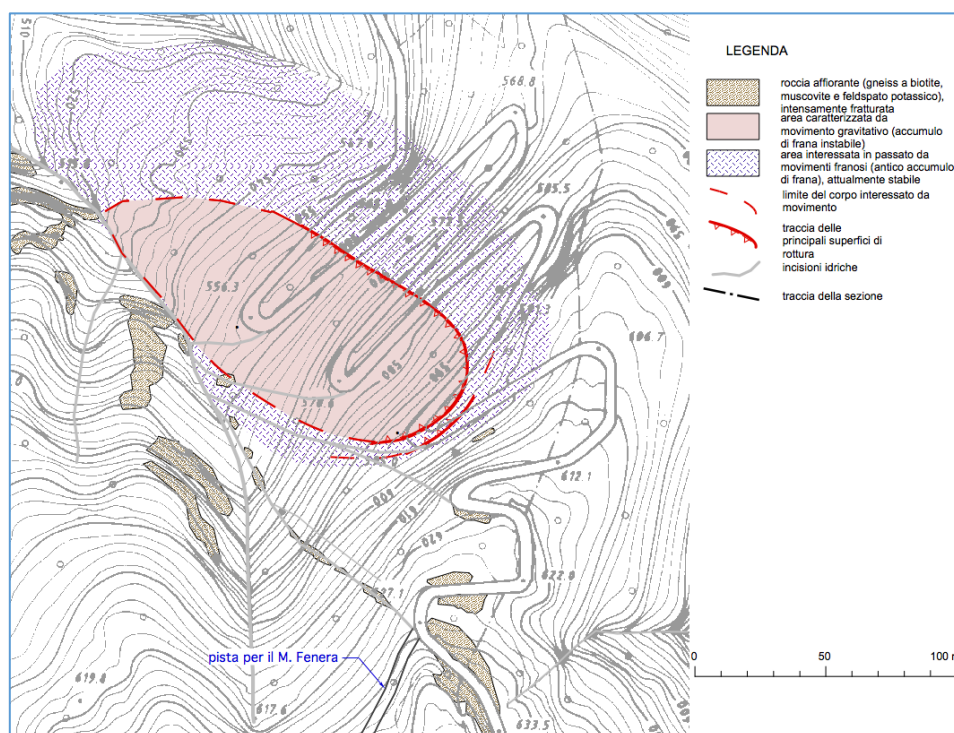
2.2.2 Stabilità dei versanti

Le cartografie e i dati disponibili, derivanti principalmente dagli elaborati geologici dei PRGC di Valduggia e Borgosesia e la banca dati del Sistema Informativo Frane in Piemonte (SIFraP) evidenziano due aree interessate da fenomeni di dissesto.

La prima riguarda solo marginalmente la parte iniziale della pista ed è costituita da una frana che si sviluppa a valle di frazione Colma. La frana è stata oggetto negli anni "90" di diversi studi e indagini, in quanto aveva provocato cedimenti della strada che da Valduggia sale a frazione Colma.

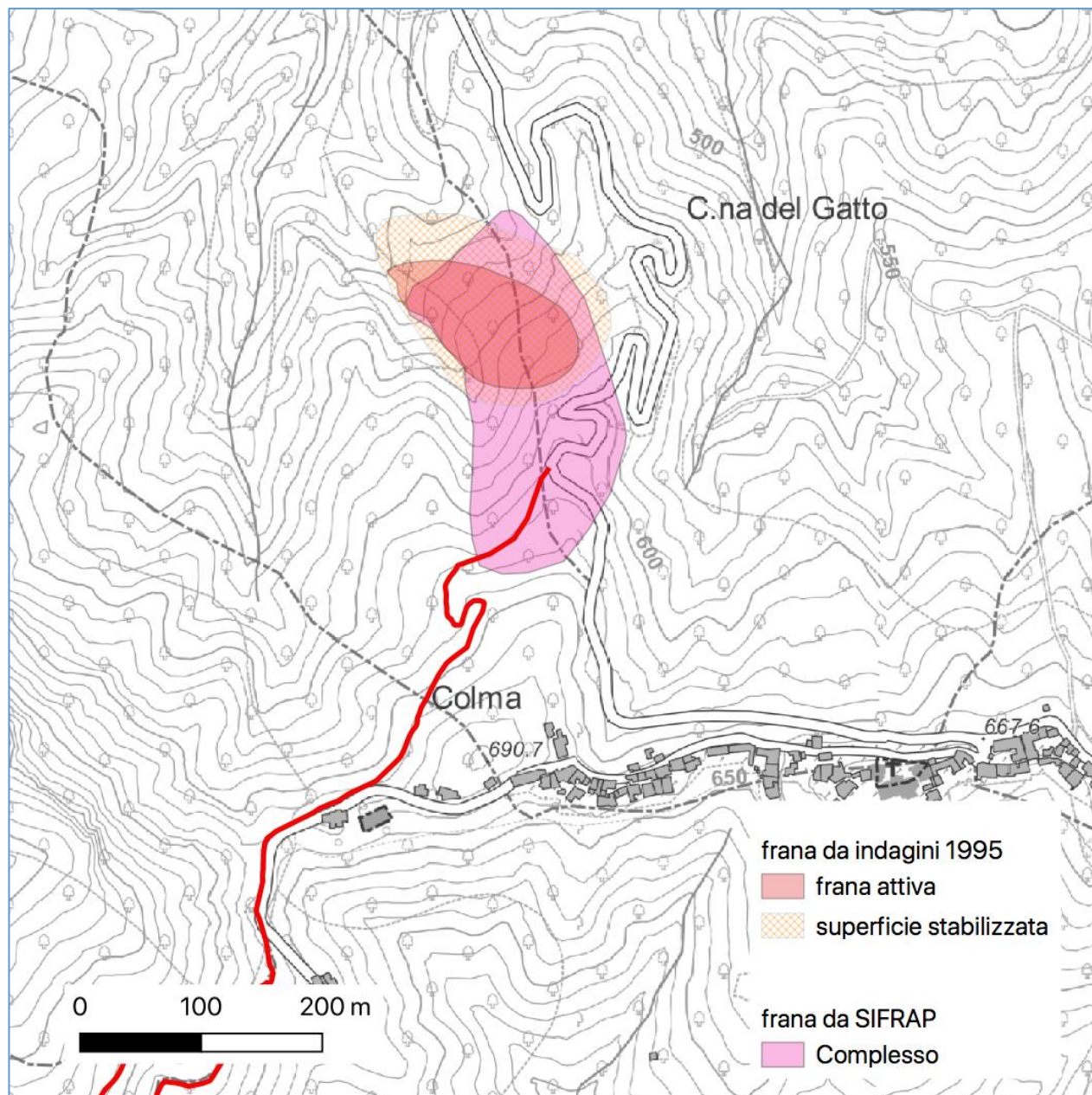
La tipologia della frana è di tipo complesso, riconducibile principalmente ad uno scivolamento a componente rotazionale; la massa franosa è caratterizzata da una fascia di movimento spessa circa 3-4 m, limitata alla base da una netta superficie principale rilevabile ad una profondità massima di circa 15 m. Sulla base dei dati geomorfologici e stratigrafici la frana sembra rientrare all'interno di una più ampia zona di deformazione, costituita da un antico accumulo di frana.

Carta geomorfologica (indagini 1995)



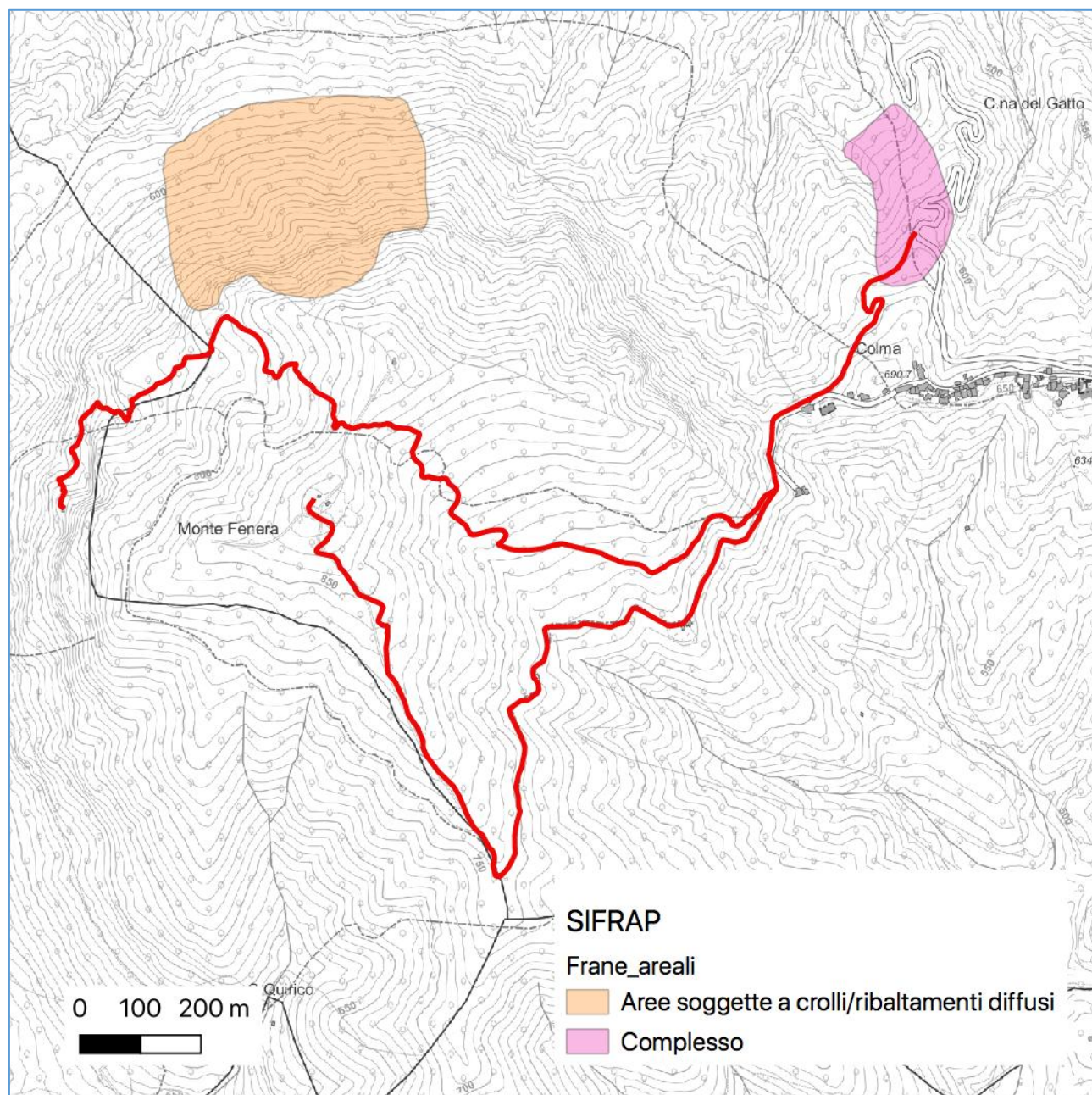
A seguito di alcuni interventi di ripristino (Movimento franoso lungo la strada per la Colma - Sistemazione tornanti con regimazione acque meteoriche ed esecuzione drenaggi profondi sub orizzontali – 1995), che non hanno fermato il franamento, è stata realizzata una nuova strada di accesso che si sviluppa esternamente al corpo di frana.

Come evidenziato nelle immagini seguenti, la cartografia proposta dal SIFraP differisce in parte da quella rilevata durante gli studi geologici svolti nel 1995. In particolare, tale cartografia include nell'area di frana la parte iniziale della pista oggetto degli interventi di sistemazione, mentre gli studi del 1995 indicano il franamento più a valle. Il rilevamento di superficie e l'analisi dei dati disponibili sembrano escludere che la frana vada ad interessare la pista, anche perché il corpo di frana è delimitato verso monte da una nicchia di distacco molto netta ed evidente.



Lungo il tracciato della pista non si rileva la presenza di altri movimenti franosi, né di particolari fenomeni di dissesto gravitativo. Il rilievo di superficie non evidenzia lungo il tracciato la presenza di franamenti e sia il sedime che le scarpate stradali paiono sostanzialmente stabili.

Una seconda area interessata da dissesti riguarda il versante settentrionale del M. Fenera, comunque esterno al percorso del sentiero che porta alle grotte. Questo settore, per la morfologia acclive, caratterizzata da tratti subverticali dove affiorano le rocce calcaree, è localmente interessato da fenomeni di erosione superficiale legati al deflusso incontrollato delle acque meteoriche. Le opere di sistemazione del sentiero prevedono essenzialmente la sistemazione del fondo nelle parti sconnesse e la realizzazione di gradini in legno e/o pietra e tagliacque per limitare l'azione erosiva esercitata dalle acque meteoriche.



Nel complesso, gli interventi di sistemazione della pista, comprendenti scavi di limitata entità, oltre alla realizzazione delle terre rinforzate a contenimento del sedime stradale, comporteranno modificazioni morfologiche di modesta entità che non andranno ad alterare lo stato di equilibrio dei versanti.

Lungo il lato di monte la pista in esame, circa 450 m oltre la chiesa della Colma in direzione della vetta, si rileva una scarpata sub-verticale, alta circa 3 m impostata in roccia. Lungo la parete si

evidenzia la presenza di breccie rocciose e ceppi instabili. L'allargamento della sede viabile di circa 40 cm comporterà anche lo scavo con l'arretramento della scarpata, previo disaggio del materiale instabile. Al termine degli interventi di scavo, per garantire la stabilità della scarpata, verrà posata una rete corticale in maglia metallica ancorata mediante chiodature della lunghezza di 3 m e interasse medio di 3 m.

2.3 Acque sotterranee

All'interno del **complesso mesozoico del M. Fenera** l'assetto morfologico e le caratteristiche delle rocce carbonatiche creano condizioni sfavorevoli alla formazione di emergenze idriche superficiali, favorendo piuttosto la formazione di circuiti profondi di tipo carsico. Ciò trova la conferma nell'assenza di emergenze sorgentizie a carattere continuo lungo il tracciato della pista.

Nella zona di affioramento delle **rocce metamorfiche della Serie dei Laghi** la presenza di coperture eluvio colluviali crea le condizioni per la formazione di una molteplicità di acquiferi, quasi sempre di volume molto modesto. L'emergenza delle acque sorgive avviene in modo abbastanza diffuso lungo i versanti, in alcuni casi queste sorgenti vengono captate per uso potabile. Lungo il tracciato della pista non sono comunque rilevabili emergenze sorgentizie a carattere continuo o flussi idrici sotterranei che possano compromettere la stabilità della pista.

2.4 Circolazione idrica superficiale

Il reticolato idrografico è rappresentato da modesti corsi d'acqua a carattere stagionale che si dipartono dalla cima del M. Fenera e dalla dorsale su cui sorge frazione Colma e confluiscono a Nord nel torrente Strona di Valduggia e a Sud nel rio di Costabella, affluente del fiume Sesia. Il maggiore di questi è il rio Fenera, acqua demaniale, che confluisce nel rio di Costabella.

La pista intercetta 4 corsi d'acqua che percorrono impluvi dove i flussi idrici sono presenti solo in caso di precipitazioni meteoriche. Tali impluvi vengono superati con guadi; per favorire il deflusso idrico e limitare l'azione erosiva il progetto prevede la sistemazione di tutti i guadi con il ripristino della pavimentazione e la realizzazione di un nuovo lastricato in pietrame per i guadi che attualmente ne sono privi.

Nel resto del tracciato della pista la circolazione idrica superficiale è legata essenzialmente alle acque meteoriche, che nelle zone interessate dalle opere defluiscono senza dare luogo a erosione o ristagni idrici di rilievo, mentre sul sedime stradale, dove le pendenze sono accentuate, provocano locali fenomeni di ruscellamento. In questi tratti è pertanto prevista la regimazione delle acque superficiali mediante la realizzazione di tagliacque e nei tratti più critici la pavimentazione in cls.

3 Relazione geotecnica

3.1 Caratteristiche geotecniche

I parametri geotecnici fondamentali dei terreni presenti in sito sono stati dedotti riferendosi a prove di laboratorio eseguite su campioni appositamente prelevati e dall'analisi dei dati ottenuti da due prove penetrometriche realizzate in corrispondenza della terra rinforzata in progetto. A tali dati si sono aggiunte le informazioni derivanti da indagini svolte su terreni analoghi e dall'analisi di dati bibliografici.

I terreni affioranti nel settore sono stati raggruppati in Classi Geotecniche, sulla base di criteri di omogeneità di comportamento fisico. Per ciascuna classe sono stati riportati i valori medi dei parametri geotecnici e geomeccanici, nonché indicazioni di carattere qualitativo sull'escavabilità e di carattere quantitativo sull'attitudine alla stabilità presso fronti di scavo e pendii naturali, secondo quanto desunto da specifiche pubblicazioni scientifiche. Si sono così indicate pendenze di sicurezza da adottarsi per scavi aperti entro ai terreni interessati dall'opera.

A tale proposito si deve tenere conto che nei terreni sciolti non immersi in falda un non trascurabile apporto alla stabilità è offerto dalla coesione apparente (Ca), il quale è particolarmente significativo nei terreni a granulometria più fine. Tale contributo è da valutare solo per scavi in rapido avanzamento, poiché si annulla nel tempo tanto più rapidamente in terreni a granulometria grossolana. Inoltre, visto che la "coesione apparente" consta di forze adesive causate da fenomeni di capillarità, per i terreni in falda si può ritenere che tale apporto alla stabilità si azzeri.

I terreni affioranti nel settore sono stati raggruppati in 2 Classi Geotecniche:

- terreni eluvio colluviali (riscontabili nel primo tratto della pista)
- basamento roccioso calcareo (affiorante a monte di frazione Colma).

3.2 Terreni eluvio colluviali

Derivanti dalla disgregazione chimico-fisica delle rocce gneissiche (Serie dei Laghi), sono costituiti da un materiale semicoerente prevalentemente sabbioso-ghiaioso con subordinata percentuale limosa e presenza di volumi rocciosi solo parzialmente alterati. Questi terreni si presentano generalmente compatti ed hanno uno spessore che può raggiungere i 2 m. Inferiormente transigono alla roccia pressoché sana, che affiora in più punti lungo la pista.

3.2.1 Prove penetrometriche dinamiche

Le prove penetrometriche sono state effettuate con penetrometro dinamico PAGANI DPM30-20 che presenta le seguenti caratteristiche costruttive:

maglio = 30 kg

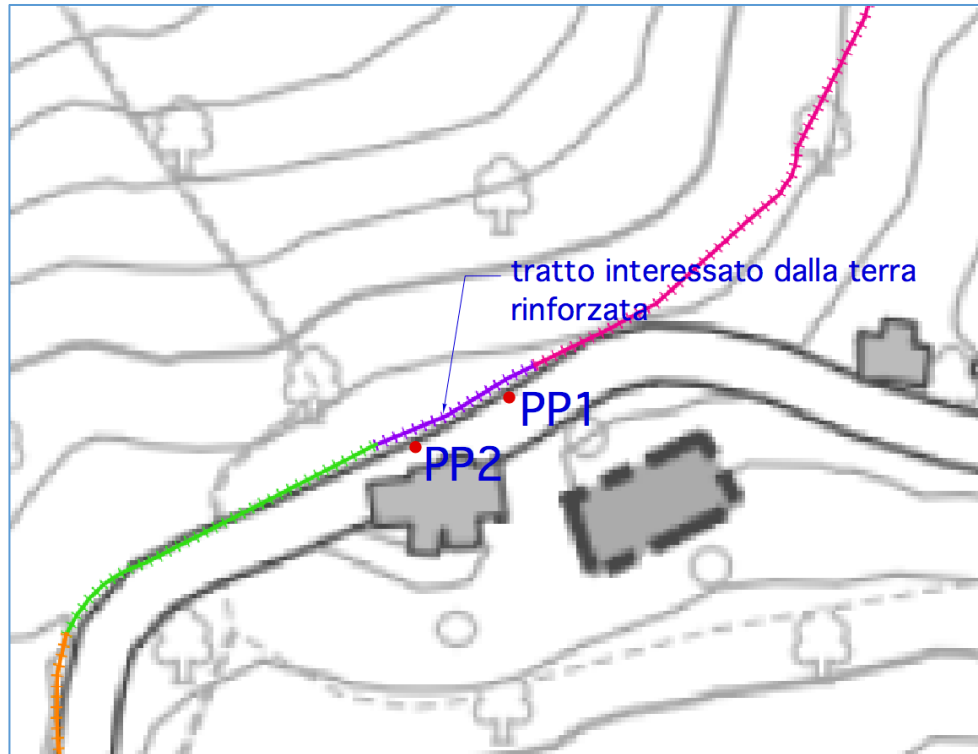
altezza di caduta = 20 cm

sezione punta conica = 10 cmq

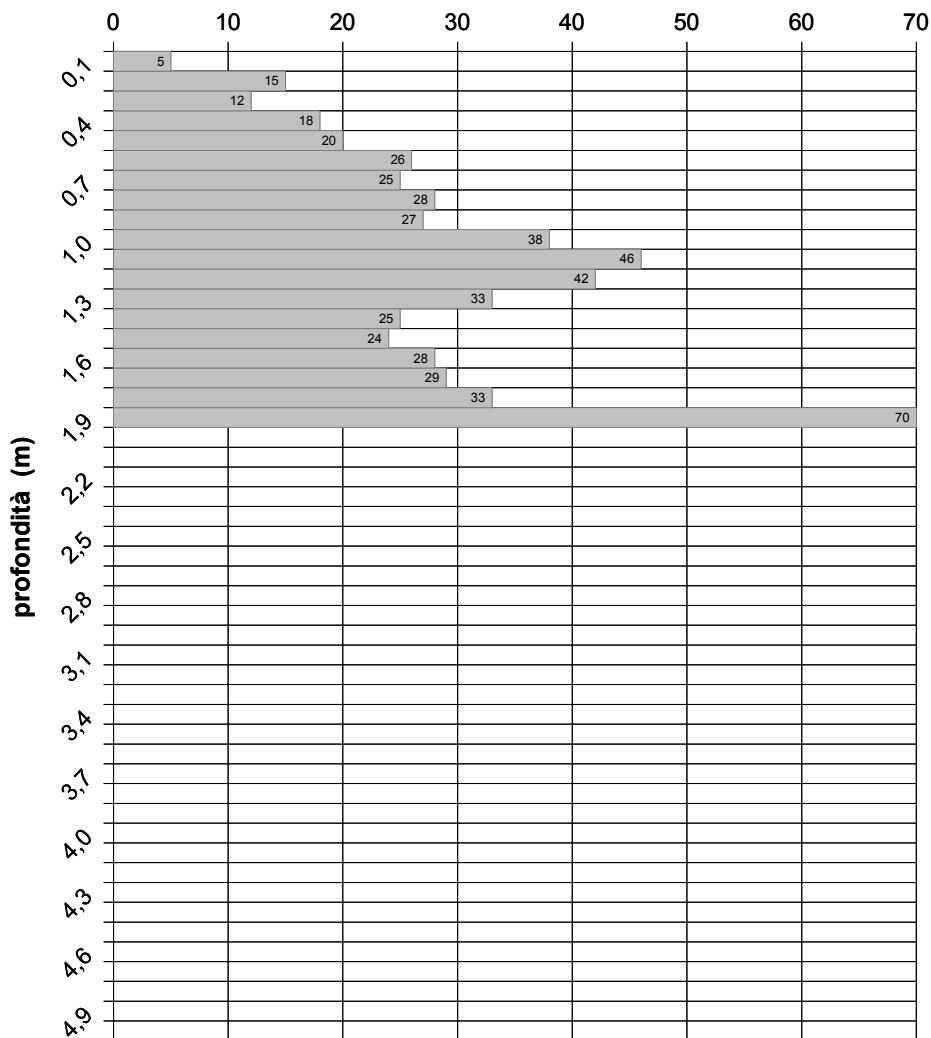
Il numero di colpi (N-DPM30-20) per infissioni di 10 cm corrisponde mediamente al numero di colpi N-SPT (Standard Penetration Test) per infissioni di 30 cm.

Le prove hanno raggiunto una profondità massima di 2,2 m (prova n° 2). La situazione stratigrafica indica la presenza di terreni che offrono una discreta resistenza alla punta (N° colpi medio > 25), con punte più elevate dovute alla presenza di volumi di roccia solo parzialmente alterata. Inferiormente si incontrano materiali che impediscono la prosecuzione delle prove, riconducibili alla roccia sana o parzialmente alterata.

Ubicazione prove penetrometriche



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA LEGGERA



N numero di colpi

LOCALITA' PROVA: Colma di Valduggia

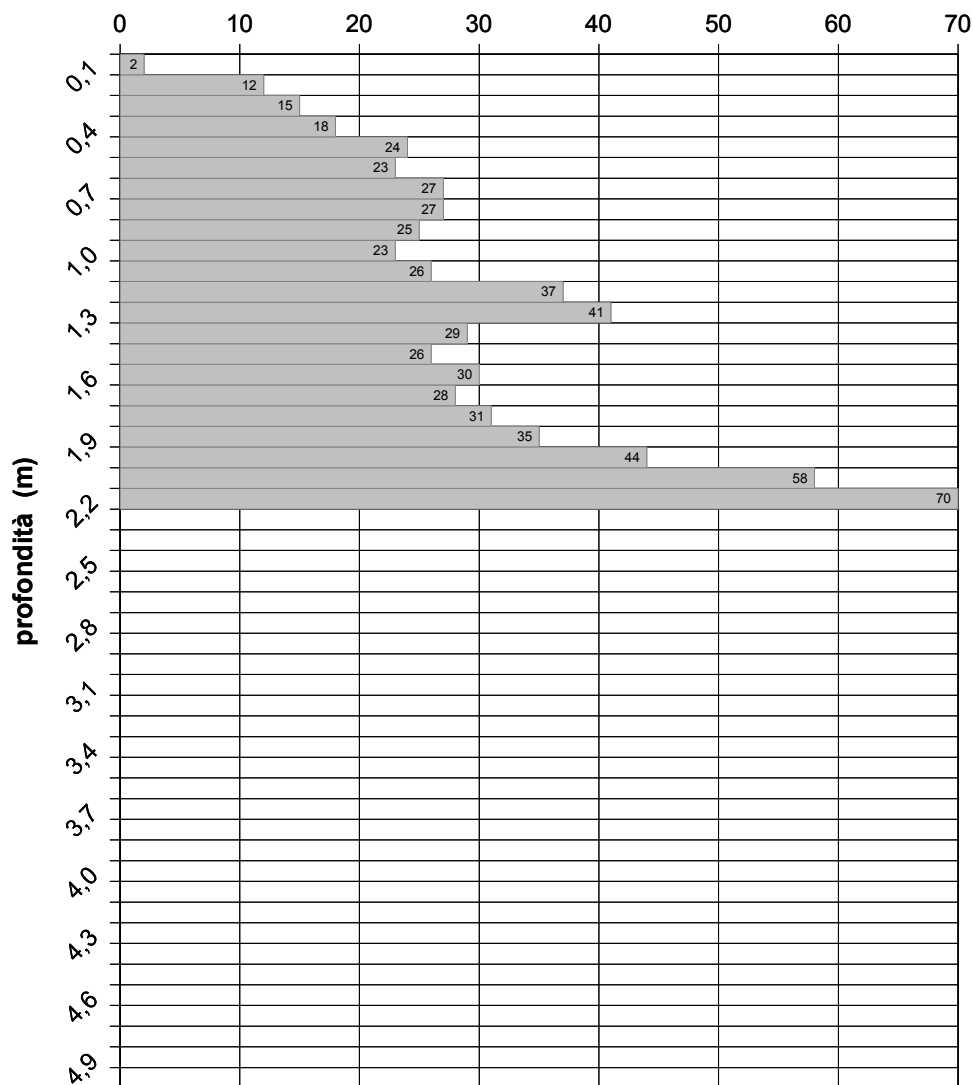
MACCHINARIO: Pagani DPM30-20

- Prova 1

PRESENZA DI ACQUA: No

DATA: 21/08/23

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA LEGGERA



N numero di colpi

LOCALITA' PROVA: Colma di Valduggia

MACCHINARIO: Pagani DPM30-20

- Prova 2

PRESENZA DI ACQUA: No

DATA: 21/08/23

3.2.2 Angolo di attrito

Per la determinazione dell'angolo di resistenza al taglio di picco (angolo di attrito) è stato utilizzato l'approccio proposto dallo studio della *Japan Road Association* (1990) dove si utilizzano le correlazioni tra NSPT e ϕ_p

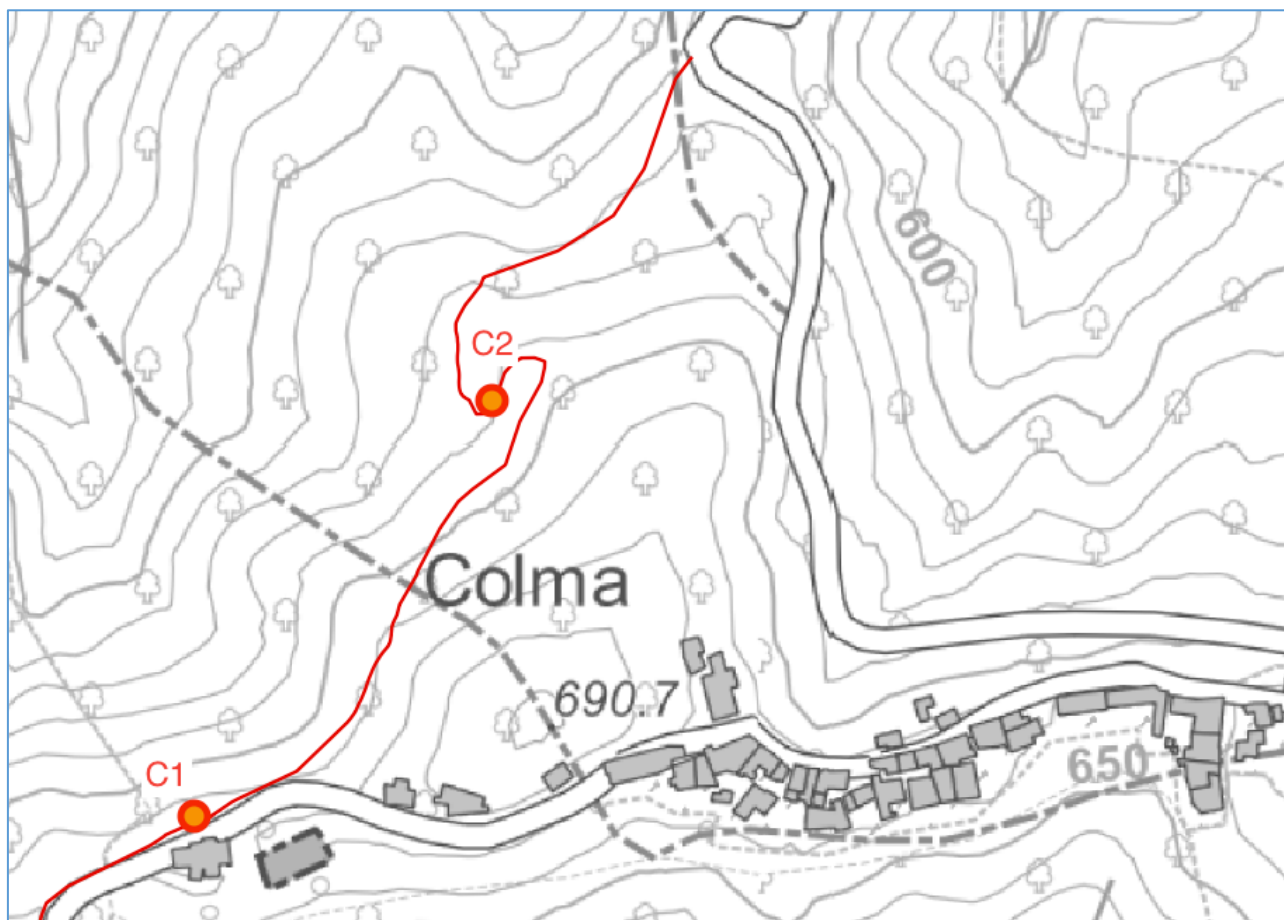
$$\phi_p' = \sqrt{15 \cdot N_{SPT}} + 15$$

Come già descritto, il numero di colpi del penetrometro utilizzato (N-DPM30-20) per infissioni di 10 cm corrisponde mediamente al numero di colpi N-SPT (Standard Penetration Test) per infissioni di 30 cm.

I terreni eluvio-colluviali, pur essendo caratterizzati da una struttura a blocchi litoidi in matrice fine, nel caso in esame, dove la parte litoide è inferiore al 20% del volume unitario, hanno un comportamento che dipende principalmente dalle caratteristiche della matrice fine (*Block-in-matrix rock*, E. W. Medley 1994), pertanto per definire l'angolo di attrito vengono assunti i valori più bassi corrispondenti ai livelli a granulometria più fine, corrispondenti a **N. colpi = 25**, da cui si ottiene un valore dell'angolo di attrito $\phi' = 34,4^\circ$.

3.2.3 Estrapolazione dei parametri geotecnici

Le **analisi granulometriche** e la determinazione dei **limiti di Atterberg** dei campioni prelevati lungo la pista (allegati al fondo della relazione) evidenziano come i terreni esaminati siano costituiti prevalentemente sabbie, sabbie ghiaiose debolmente limoso-argillose, con basso indice plastico.



Analizzando con il metodo della back-analysis il pendio interessato dalla realizzazione della terra rinforzata, è possibile ricavare indirettamente i parametri relativi alla coesione (c').

Il versante naturale che si sviluppa a valle del tratto della pista interessato dalla realizzazione della terra rinforzata è caratterizzato da un'acclività media che supera i 37° . Assegnando al materiale un angolo di resistenza al taglio pari a 34° , ottenuto valutando i risultati delle prove penetrometriche, e attribuendo un'inclinazione di 37° al pendio, si ottiene una coesione di 11 kPa (0,11 kg/cmq).

Nella seguente tabella si riporta l'analisi effettuata.

peso di volume	g	kN/mc	19,1
altezza versante	z	m	12
larghezza	L	m	16
angolo di attrito	f	°	34
angolo pendio	b	°	37
coesione	c'	kPa	11

Pertanto, i risultati ottenuti indicano per i terreni esaminati i seguenti parametri:

angolo di attrito	ϕ'	34°	
densità	γ'	1950	kg/mc
coesione	c'	0,11	kg/cm ²

In particolare, nelle verifiche di stabilità opera terreno della terra rinforzata sono stati inseriti cautelativamente i seguenti parametri, senza considerare la presenza del substrato litoide:

angolo di attrito	ϕ'	32°	
densità	γ'	1950	kg/mc
coesione	c'	0,02	kg/cm ²

3.3 Basamento roccioso calcareo

Le rocce calcaree che affiorano diffusamente a monte di frazione Colma a formare il M. Fenera, normalmente si presentano compatte con grado di fratturazione medio-basso.

Sono difficili da scavare ma, compatibilmente con il grado di fratturazione, possono garantire la piena stabilità su pendii naturali con pendenze subverticali, come rilevabile lungo la pista, dove si hanno pareti rocciose naturali e scarpate artificiali con inclinazioni che localmente superano gli 80° .

Si sottolinea che gli interventi previsti lungo la pista in corrispondenza del settore di affioramento delle rocce calcaree incidono in modo poco rilevante sul sottosuolo e sul grado di equilibrio dei versanti. Sono infatti previsti solo modesti scavi per adeguare la sezione stradale, con la formazione di scarpate con altezza generalmente inferiore a 1,5÷2 metri e inclinazione finale uguale o minore di quella attuale. In corrispondenza dello sbancamento più significativo, previsto alla progressiva 885, è prevista la posa di una rete corticale con chiodature, per contenere eventuali crolli di breccie rocciose. I parametri assunti per le rocce calcaree affioranti lungo la pista sono:

angolo di attrito	ϕ'	$33^\circ\text{--}35^\circ$	
densità	γ'	2400	kg/mc
coesione	c'	2,0	Kg/cm ²

Sono parametri geotecnici indicativi, da considerarsi comunque cautelativi; i dati bibliografici attribuiscono infatti alle rocce calcaree valori dell'angolo di attrito compresi tra 35° e 50° e peso

specifico tra 2400 e 2700 kg/cm² (*Dinamica dei Versanti* V. Francani - Database terreni GeoStru 2015). Per quanto attiene i valori di coesione, questi variano notevolmente in caso di sistemi caratterizzati da spaziatura larga (bassa frequenza), con situazioni in cui i volumi di roccia sono connessi da legami (“ponti di roccia”) responsabili di coesione anche molto elevata (>1000 kPa – 100 kg/cm²). La coesione diminuisce sensibilmente nel caso di sistemi di discontinuità caratterizzati da elevata frequenza, fino ad annullarsi per gli ammassi rocciosi fortemente fratturati (*Meccanica delle rocce e degli ammassi rocciosi* - R.Berardi).

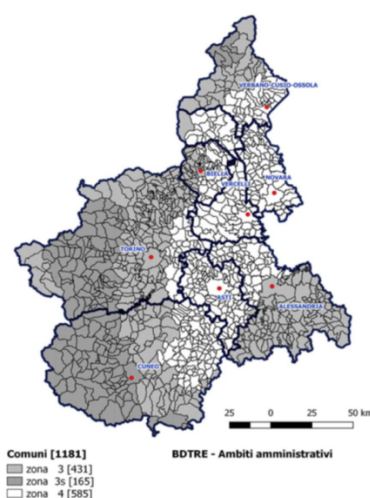
Per un ammasso roccioso di qualità “buona”, come nel caso in esame, si può utilizzare una coesione $C \geq 250$ kPa – 2,5 kg/cm² (*Geologia Ambientale* www.anisn.it /Geologia 2000).

A seguito di queste considerazioni si confermano i parametri riportati nella relazione del maggio 2023, in quanto coerenti con l’assetto geologico dell’area e con i dati bibliografici.

3.4 Caratterizzazione sismica

3.4.1 Caratteristiche sismiche locali

La nuova classificazione sismica del territorio piemontese “OPCM 3519/2006 - Presa d’atto ed approvazione dell’aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte” contenuta nella DGR n. 6 - 887 del 30.12.2019” pubblicata sul B.U. Regione Piemonte n. 4 del 23 gennaio 2020, prevede che i **Comuni di Valduggia e Borgosesia** siano classificati in **Zona 4**.



3.4.2 Classi di terreno

Sulla base dei dati litostratigrafici con presenza di roccia affiorante o subaffiorante, l'area in esame ricade nella **classe di terreno “A”**.

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

3.5 Verifiche di stabilità

Nel presente paragrafo vengono riportate le verifiche di stabilità del tratto della pista dove è prevista la realizzazione della terra rinforzata, a contenimento del sedime stradale.

In particolare, per la sezione in oggetto si è verificata, allo stato limite ultimo, la stabilità al globale del pendio con il metodo di Janbu, con il quale è possibile stimare tra una serie di superfici di scivolamento ipotetiche quella potenzialmente più instabile. La sezione esaminata è quella in cui le caratteristiche geomorfologiche sono meno favorevoli.

Le analisi, svolte nel rispetto delle procedure di verifica riportate nell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" (NTC – 2018), confermano la sostanziale stabilità delle opere, ferma restando la verifica della validità delle ipotesi di progetto durante le fasi di costruzione, come prescritto dalla normativa vigente.

Analisi di stabilità dei pendii con : JANBU (1967)

=====								
=								
Lat./Long. 45.710135/8.339127 °								
Calcolo eseguito secondo		NTC 2018						
Numero di strati	1.0							
Numero dei conci	10.0							
Grado di sicurezza ritenuto accettabile		1.1						
Coefficiente parziale resistenza	1.0							
Analisi	Condizione drenata							
Superficie di forma circolare								
=====								
=								

Maglia dei Centri

=====			
=			
Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2.3	m	
Ordinata vertice sinistro inferiore yi		-26.32	m
Ascissa vertice destro superiore xs	9.44	m	
Ordinata vertice destro superiore ys		-21.65	m
Passo di ricerca	10.0		
Numero di celle lungo x	5.0		
Numero di celle lungo y	5.0		
=====			
=			

Coefficienti sismici [N.T.C.]

=====			
=			

Dati generali

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

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: A

Categoria topografica: T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.157	2.58	0.16
S.L.D.	50.0	0.196	2.567	0.168
S.L.V.	475.0	0.402	2.696	0.283
S.L.C.	975.0	0.481	2.76	0.304

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Opere di sostegno

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.1884	0.2	0.0038	0.0019
S.L.D.	0.2352	0.2	0.0048	0.0024
S.L.V.	0.4824	0.2	0.0098	0.0049
S.L.C.	0.5772	0.2	0.0118	0.0059

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0098

Coefficiente azione sismica verticale 0.0049

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	3.34	-31.49
2	3.94	-30.85
3	4.82	-30.09
4	3.34	-31.49
5	3.94	-30.85
6	4.82	-30.09
7	5.5	-29.35
8	6.6	-29.33
9	7.36	-27.24
10	11.28	-27.12
11	11.91	-27.12

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili 1.0 1.0

Favorevoli: Permanenti, variabili 1.0 1.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1.25

Coesione efficace 1.25

Coesione non drenata 1.4

Riduzione parametri geotecnici terreno No

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm2)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m3)	Litologia
1	0.02	32	1850	Terreni eluvio colluviali

Terra rinforzata

No	Tipologia	Tallow (Kg)	Resistenza sfilamento (Kg)
1	XGrid PET PVC 80/30 IT	4803.807	4243.524
2	XGrid PET PVC 80/30 IT	4803.807	2829.016
3	XGrid PET PVC 80/30 IT	4803.807	1414.508

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato 1.9

Ascissa centro superficie 6.58 m

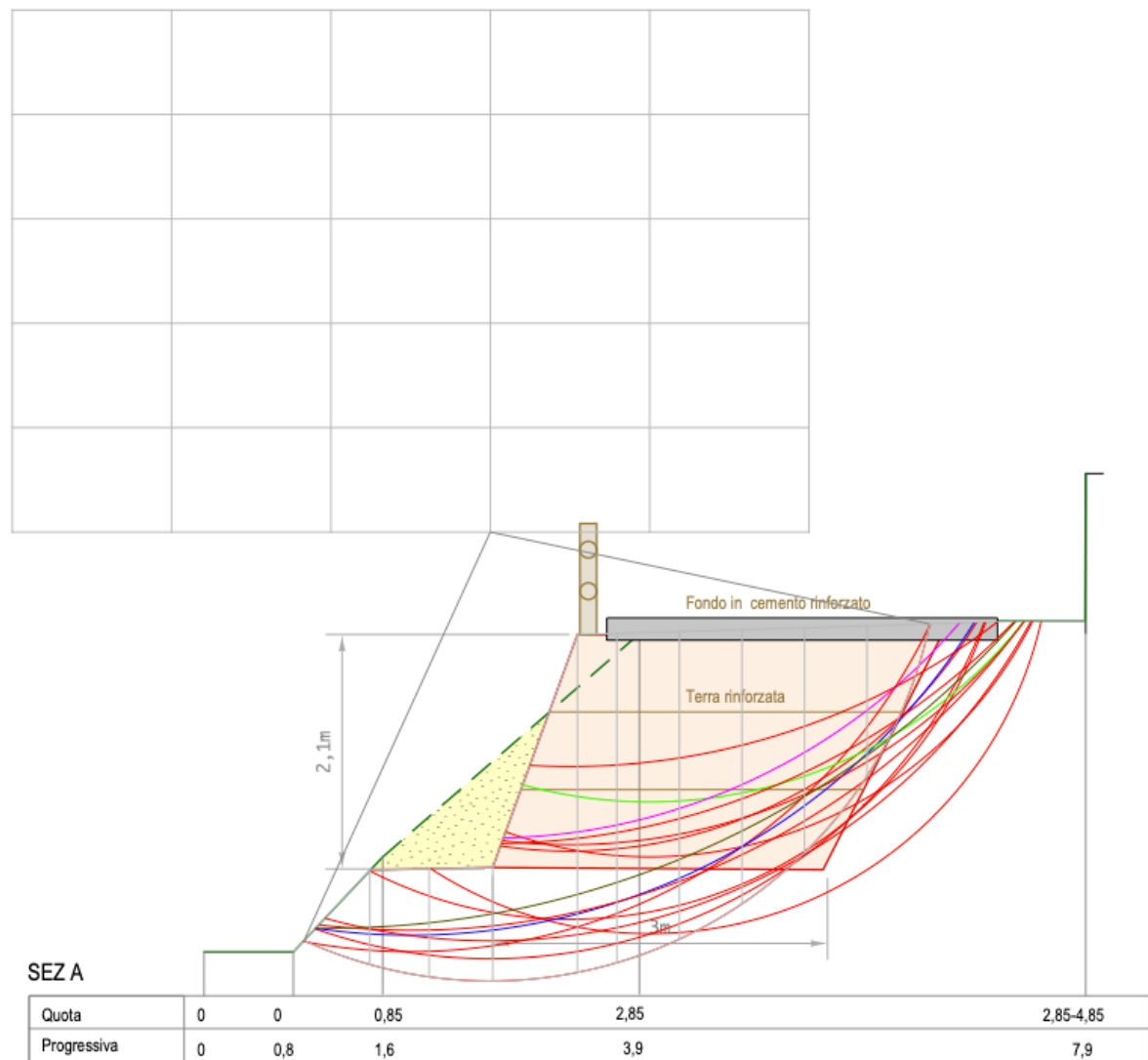
Ordinata centro superficie -26.32 m

Raggio superficie 4.02 m

Numero di superfici esaminate....(31)

N°	Xo	Yo	Ro Fs
1	5.9	-25.9	3.720.00
2	6.6	-26.3	4.01.90
3	7.3	-25.9	3.92.54
4	8.0	-26.3	3.62.43
5	8.7	-25.9	2.820.00
6	9.4	-26.3	2.420.00
7	5.2	-25.4	4.520.00
8	5.9	-24.9	5.24.91
9	6.6	-25.4	4.82.02
10	7.3	-24.9	4.32.44
11	8.0	-25.4	3.82.49
12	4.4	-24.0	5.820.00
13	5.2	-24.5	5.420.00
14	5.9	-24.0	6.05.45
15	6.6	-24.5	5.52.25
16	7.3	-24.0	5.12.41
17	8.0	-24.5	4.312.74
18	8.7	-24.0	4.020.00
19	4.4	-23.0	6.820.00
20	5.2	-23.5	6.420.00
21	5.9	-23.0	6.83.92
22	6.6	-23.5	5.510.34
23	7.3	-23.0	5.720.00
24	3.0	-22.1	8.120.00

25	4.4	-22.1	7.620.00
26	5.2	-22.6	7.220.00
27	5.9	-22.1	7.420.00
28	6.6	-22.6	6.53.76
29	7.3	-22.1	6.33.09
30	3.7	-21.6	8.520.00
31	5.2	-21.6	8.218.03



4 Considerazioni conclusive

4.1 Risultati dell'indagine

Le indagini non hanno evidenziato particolari limitazioni di carattere geologico alla realizzazione delle opere in progetto che prevedono, quale intervento principale, la sistemazione e l'ampliamento della sede viabile della pista forestale oltre al ripristino del sentiero che porta alle grotte del M. Fenera.

I versanti attraversati dalla pista sono stabili e non sono state evidenziate frane attive o quiescenti, inoltre gli interventi previsti sono di limitata entità e non comportano significative modificazioni dell'assetto geomorfologico. Tutte le opere sono da considerarsi compatibili con le caratteristiche geomorfologiche e geotecniche dell'area, come confermato dalle verifiche di stabilità opera terreno eseguite per il tratto dove sono previste le terre rinforzate.

Lungo il versante settentrionale del M. Fenera attraversato dal sentiero non sono presenti franamenti ma essenzialmente fenomeni di erosione delle acque meteoriche che non incidono sulla sicurezza di chi percorre il sentiero; si intende pertanto procedere con la sistemazione del percorso nei tratti più dissestati.

4.2 Prescrizioni

Quali indicazioni di carattere applicativo si evidenziano i seguenti punti:

- compatibilmente con le caratteristiche geotecniche dei terreni interessati, al termine dei lavori le scarpate in scavo dovranno avere inclinazione massima di 35° in corrispondenza dei terreni di copertura (coltri eluvio-colluviali), mentre in presenza di roccia (calcari o gneiss) compatibilmente con il grado di fratturazione si potranno avere scarpate con inclinazioni di 70°÷80°;
- al termine dei lavori, le scarpate denudate risultanti dai movimenti terra, ad esclusione delle superfici di roccia affiorante, dovranno essere rapidamente inerbite, al fine di limitare l'azione erosiva delle acque meteoriche. Nei settori di versante maggiormente acclivi sarà necessario apporre georeti in juta o accorgimenti analoghi, per evitare che il terreno venga dilavato prima dell'attecchimento della vegetazione;
- le acque meteoriche provenienti da monte e dalla strada dovranno essere opportunamente regimate con la formazione di fossati, l'adeguamento delle pendenze e la posa di tagliacque in modo tale che non vadano ad innescare fenomeni gravitativi o di semplice erosione sia sul sedime stradale che lungo i versanti;
- i lavori in corrispondenza dei guadi dovranno essere eseguiti in periodi caratterizzati da basse portate idriche, controllando le previsioni meteo ed evitando ostruzioni dell'alveo che potrebbero alterare il corretto deflusso delle acque in caso di piena;
- la terra rinforzata, prevista presso la frazione Colma, dovrà essere fondata nelle rocce gneissiche alterate o nel basamento roccioso, superando eventuali coperture detritiche costituite da materiali sciolti o terreni di riporto. In fase esecutiva sarà indispensabile

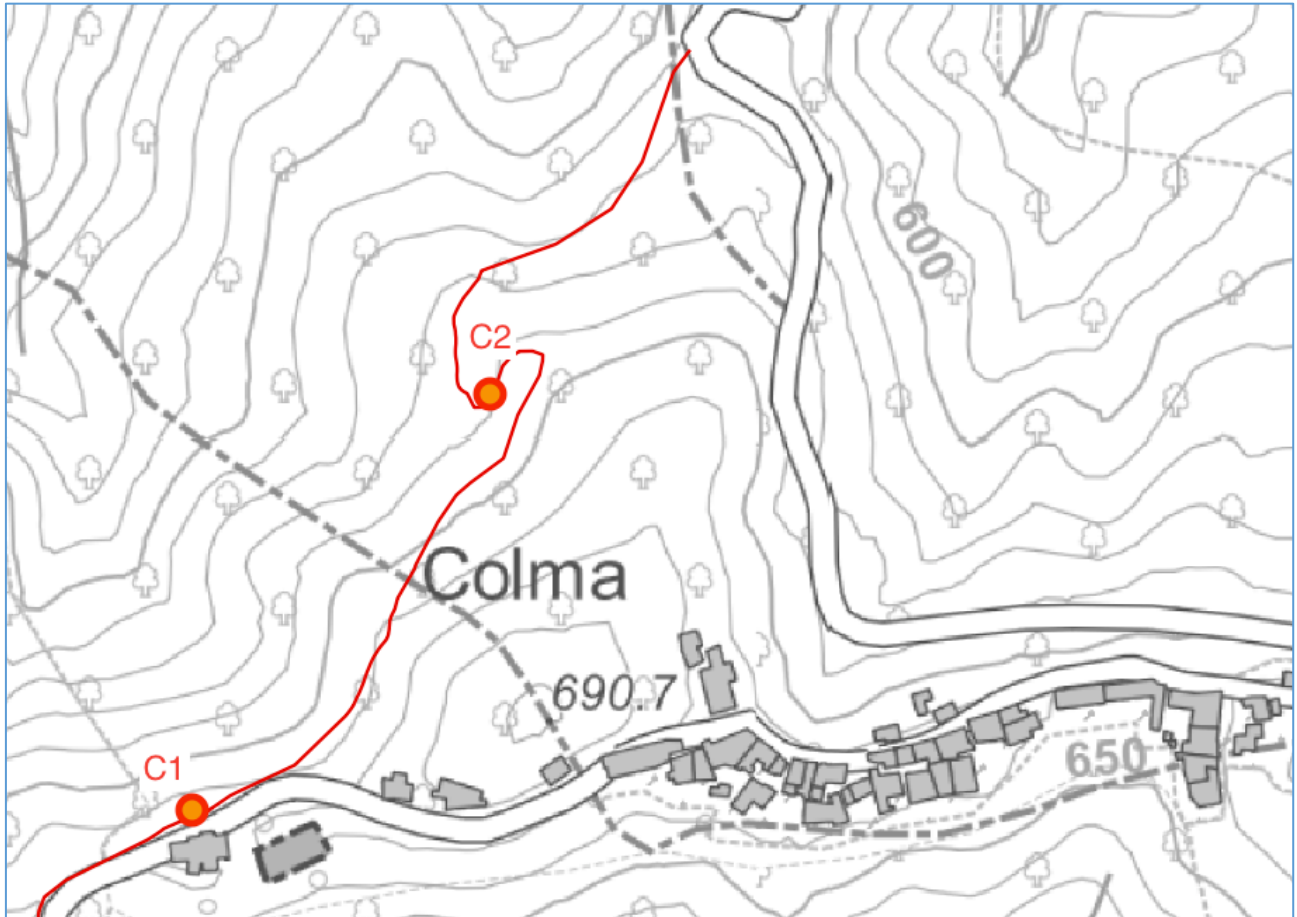
analizzare puntualmente le caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni in cui verrà impostato il piano di posa, verificando la validità dei parametri sopra riportati.

- ai sensi del D.Lgs n. 152 del 3/04/2006 art. 186, i terreni provenienti dagli scavi verranno utilizzati interamente nell'ambito dell'intervento in progetto e dovrà essere prodotta la modulistica prevista prima dell'inizio dei lavori.

Dicembre 2023

5 ANALISI DI LABORATORIO

Campionamento



APERTURA CAMPIONI

DATA	N	ANNO	Codice Lavoro
06/12/2023	1	2023	X260E4

Committente: Territorium

Loc. Prelievo: Fenera, loc. Colma

CAMPIONE	SONDAGGIO/ SCAVO MECCANICO	COLORAZIONE	TERRENO	CARATTERISTICHE
C1		marroncino	granulare	Ghiaie con sabbie debolmente limose



Il Responsabile della
Sperimentazione
(Dott. Geol. Corrado Duregon)

.....



Foglio 1 di 1

Codice Lavoro: X260E4

Attività: LAB

CERTIFICATO n° X056UN

data di emissione: 15/12/2023

DETERMINAZIONE UMIDITÀ NATURALE

(Norma di riferimento: ASTM D 2216)

Committente:	Territorium	Esecutore:	dr. Geol. Manuela Pallozzi
Loc. Prelievo:	Fenera, loc. Colma	Data Ricevimento campione:	04/12/23
Identificativo campione:	C1	Data Prova:	06/12/23
Sondaggio/scavo:		Profondità prelievo (m):	

Quantità d'acqua %	peso campione con umidità naturale (g)	peso campione secco (g)	peso tara (g)
20,42	2211,5	1840,5	23,7

NOTE :

Esecutore
(Dott. Geol. Manuela Pallozzi)

Il Responsabile della Sperimentazione
(Dott. Geol. Corrado Duregon)

.....

.....

ANALISI GRANULOMETRICA PER VAGLIATURA

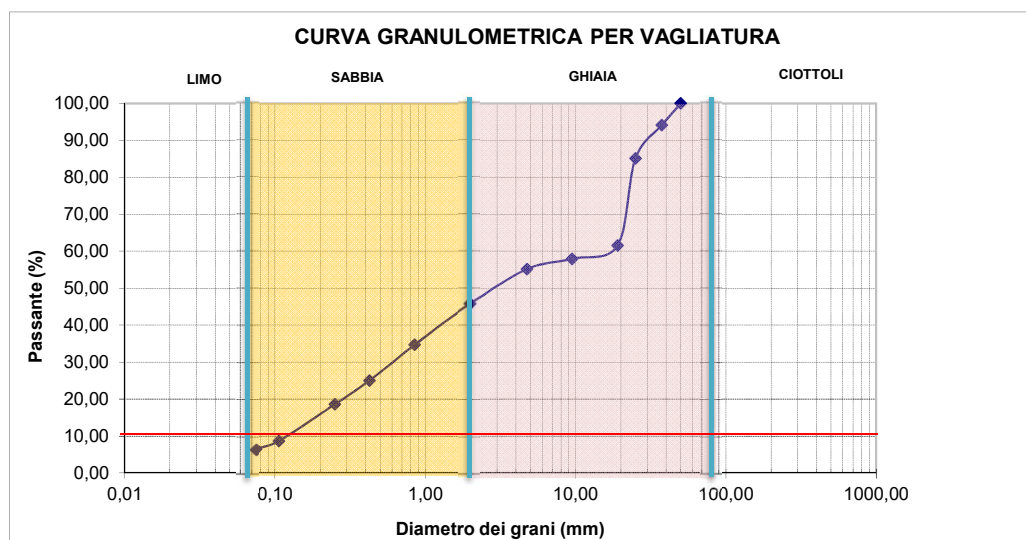
(Normativa ASTM D 422)

Committente: **Territorium**
Loc. Prelievo: **Fenera, loc. Colma**
Id. campione: **C1**
Sondaggio/scavo:

Esecutore: **dr. Geol. Manuela Pallozzi**
Data prelievo campioni: **04/12/23**
Data inizio prova: **11/12/23**
Profondità prelievo (m):

Peso campione iniziale (g): **2124,63** peso frazione trattenuta setaccio N. 10 (2 mm) (g): **1151,23**
peso campione del passante al setaccio N.10 (2 mm) (g): **973,40**

Setaccio tipologia	Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	% parziali dei trattenuti	% totale dei trattenuti	% totale del passante
lamiera perforata	300	0,00	0,00	0,00	100,00
lamiera perforata	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00
lamiera perforata	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00
lamiera perforata	37,50	124,04	5,84	5,84	94,16
lamiera perforata	25,00	192,39	9,06	14,89	85,11
lamiera perforata	19,00	500,28	23,55	38,44	61,56
lamiera perforata	9,50	76,65	3,61	42,05	57,95
lamiera perforata	4,75	58,57	2,76	44,80	55,20
lamiera perforata	2,00	199,30	9,38	54,18	45,82
lamiera perforata	0,85	236,20	11,12	65,30	34,70
tela	0,425	206,20	9,71	75,01	24,99
tela	0,25	136,30	6,42	81,42	18,58
tela	0,106	211,30	9,95	91,37	8,63
tela	0,075	45,40	2,14	93,50	6,50
Fondo (g)		138,00	Percentuale passante =		6,50 %



% di ciottoli	0,00
% di ghiaia	54,18
% di sabbia	39,32
% passante	6,50

Denominazione campione: **Ghiaie con sabbie debolmente limose**

D10 = Diametro dei grani corrispondenti al passante 10%

Esecutore

(Dott. Geol. Manuela Pallozzi)

mm

0,108

Il Responsabile della Sperimentazione

(Dott. Geol. Corrado Duregon)

CERTIFICATO n° X058GR

data di emissione **15/12/2023**
ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

(Normativa ASTM D 422)

Committente:
Loc. Prelievo:
Identificativo campione:
Sondaggio/scavo provenienza:

Territorium
Fenera, loc. Colma
C1

Esecutore: **dr. Geol. Manuela Pallozzi**
Data ricevimento campioni: **04/12/2023**
Data Prova: **13/12/2023**
Profondità prelievo m:

Terreno analizzato gr **40**
% pass. Setaccio 0.075 mm: **6,50**

Corr. Menisco: **0,5**
Corr. Dispersivo: **-2,5534**

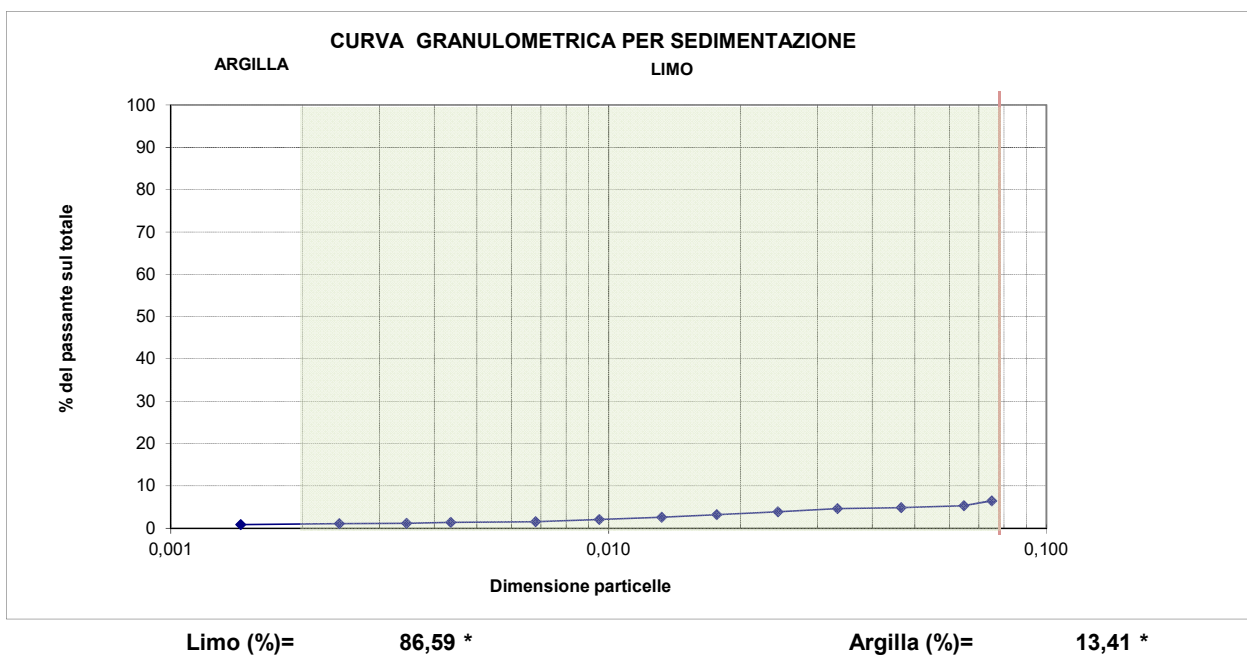
Peso specifico granuli (g/cm³) **2,70**

K= **3,97**

Contenuto d'acqua del campione allo stato naturale (%): **20,42**

Aerometro tipo 151 H

Lettura n.°	Tempo minuti	Temp. °C	Lettura R	L corretta R' = R + Cm	L temp. Ct	Diametro (mm)	L corretta R''=R'+Ct+Cd	Passante parz. (%)	Pass. sul totale (%)
1	0,5	14,6	22,50	23,0	0,1	0,0648	20,6	81,61	5,30
2	1	14,6	21,00	21,5	0,1	0,0466	19,1	75,66	4,92
3	2	14,6	20,00	20,5	0,1	0,0333	18,1	71,69	4,66
4	4	14,6	17,00	17,5	0,1	0,0243	15,1	59,78	3,89
5	8	14,6	14,50	15,0	0,1	0,0177	12,6	49,85	3,24
6	15	14,6	12,00	12,5	0,1	0,0132	10,1	39,92	2,60
7	30	14,6	10,00	10,5	0,1	0,0095	8,1	31,98	2,08
8	60	15,1	8,00	8,5	0,2	0,0068	6,2	24,48	1,59
9	147	15,4	7,30	7,8	0,3	0,0044	5,5	21,96	1,43
10	240	15,0	6,50	7,0	0,2	0,0035	4,6	18,44	1,20
11	500	14,2	6,20	6,7	0,0	0,0024	4,2	16,54	1,08
12	1440	13,8	5,50	6,0	-0,1	0,0014	3,4	13,41	0,87



NOTE : * % su 40 gr di terreno analizzato passante al setaccio 0.075 mm

Denominazione campione:

Ghiaie con sabbie debolmente limose

% Ghiaia	% Sabbia	% Limo	% Argilla
54,18	39,32	5,63	0,87

Esecutore
(Dott. Geol. Manuela Pallozzi)

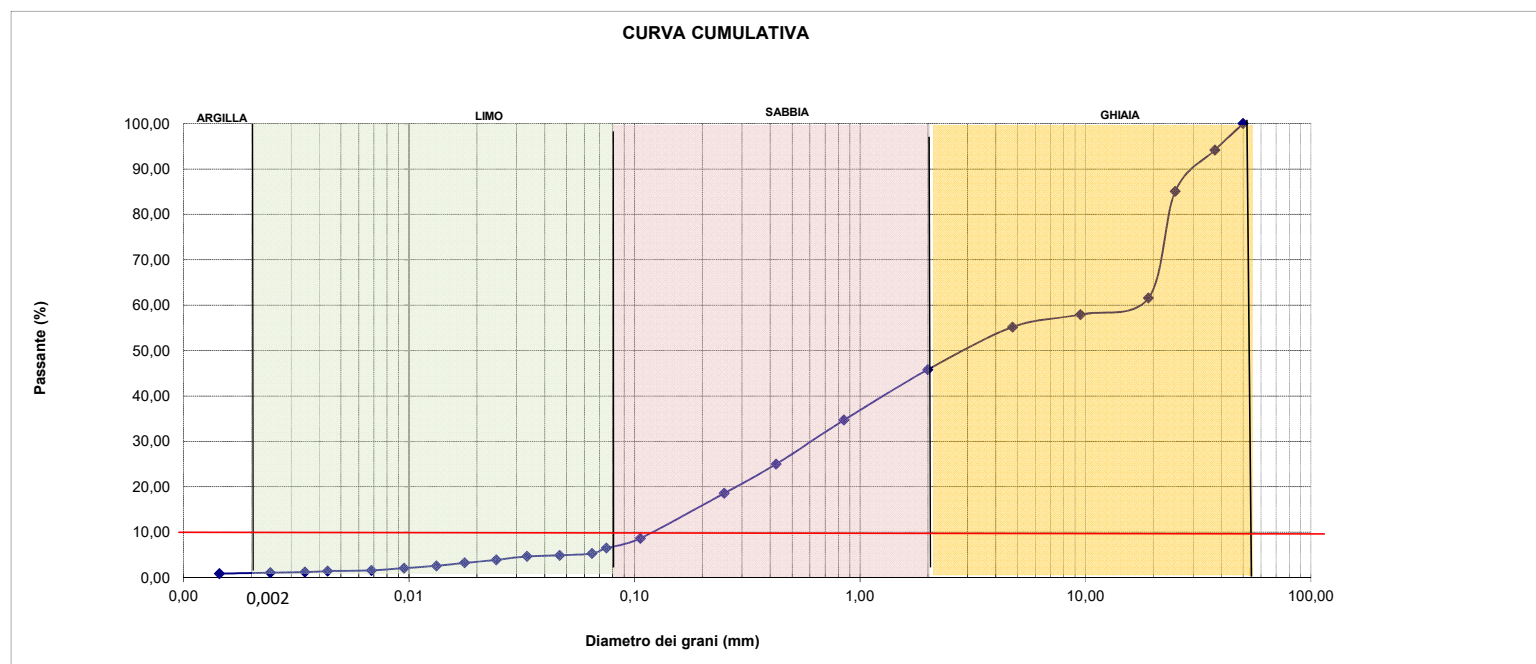
Il Responsabile della Sperimentazione
(Dott. Geol. Corrado Duregon)

CURVA GRANULOMETRICA CUMULATIVA

Committente: **Territorium**
Loc. Prelievo: **Fenera, loc. Colma**
Id. campione: **C1**
Sondaggio/scavo:

Esecutore:
Data ricevimento campioni:
Data Prova:
Profondità:

dr. Geol. Manuela Pallozzi
04/12/2023
13/12/2023



Denominazione campione:

Ghiaie con sabbie debolmente limose

% Ghiaia	% Sabbia	% Limo	% Argilla
54,18	39,32	5,63	0,87

D10 = Diametro dei grani corrispondenti al passante 10%

mm

0,108

Esecutore
(Dott. Geol. Manuela Pallozzi)

Il Responsabile della Sperimentazione
(Dott. Geol. Corrado Duregon)

DETERMINAZIONE LIMITI DI ATTERBERG

(Normativa ASTM D 4318)

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO CON CUCCHIAIO DI CASAGRANDE

Committente: **Territorium**
 Loc. Prelievo: **Fenera, loc. Colma**
 Identificativo campi **C1**
 Sondaggio/scavo:

Esecutore: **dr. Geol. Manuela Pallozzi**
 Data Prelievo: **04/12/23**
 Data Prova: **06/12/23**
 Profondità prelievo (m):

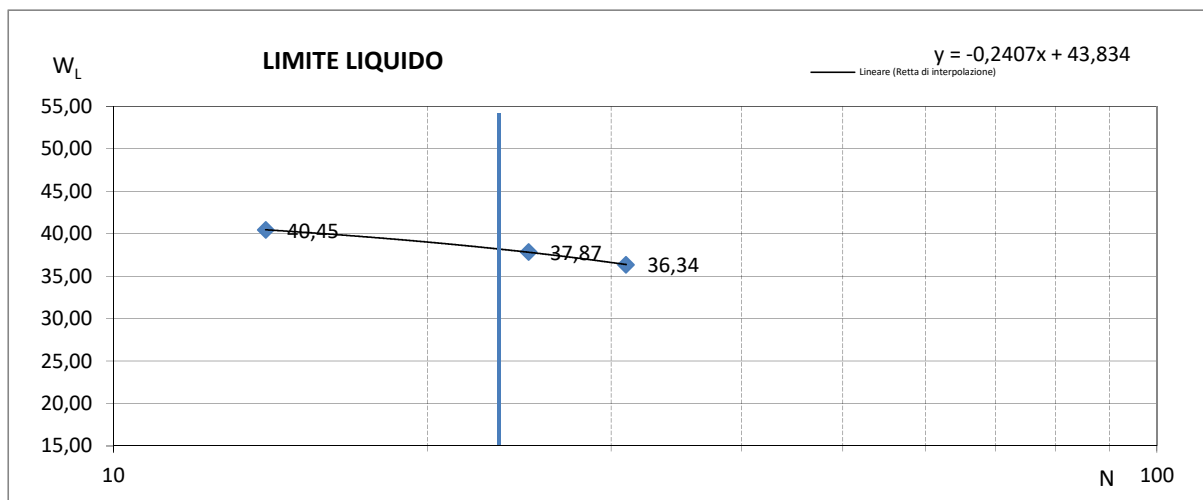
P_U = peso campione umido (g)

P_S = peso campione secco (g)

P_T = peso tara (g)

W = contenuto d'acqua (%)

Campione n°	P_U	P_S	P_T	W (%)	N colpi
C1 a	14,58	11,13	2,60	40,45	14
C1 b	13,33	10,38	2,59	37,87	25
C1 c	12,14	9,60	2,61	36,34	31



In corrispondenza di $N = 25$

LIMITE LIQUIDO $W_L = 37,82 \%$

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO DA SINGOLA PROVA CON CUCCHIAIO DI CASAGRANDE:

Contenuto d'acqua

36,34

N rilevato =

31

$$W_L = W_i * (N_i/25)^{0.092}$$

$W_L (\%) = 37,06$

con W_i = contenuto d'acqua della determinazione i -esima

N_i = numero di colpi corrispondente

NOTE : Eseguito su materiale passante al setaccio 0,475 mm

Esecutore
 (Dott. Geol. Manuela Pallozzi)

Il Responsabile della Sperimentazione
 (Dott. Geol. Corrado Duregon)

DETERMINAZIONE LIMITI DI ATTERBERG

(Normativa ASTM D 4318)

DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

Committente: **Territorium**
Loc. Prelievo: **Fenera, loc. Colma**
Identificativo campi **C1**
Sondaggio/scavo: **00/01/1900**

Esecutore: **dr. Geol. Manuela Pallozzi**
Data Prelievo: **04/12/2023**
Data Prova: **06/12/2023**
Profondità prelievo (m): **00/01/1900**

P_U = peso campione umido (g)

P_S = peso campione secco (g)

P_T = peso tara (g)

W = contenuto d'acqua (%)

Campione n°	P_U	P_S	P_T	W (%)
C1 d	15,33	12,4	2,62	29,96
C1 e	15,12	12,15	2,6	31,10

W_p

LIMITE PLASTICO = 30,53 %

I_p

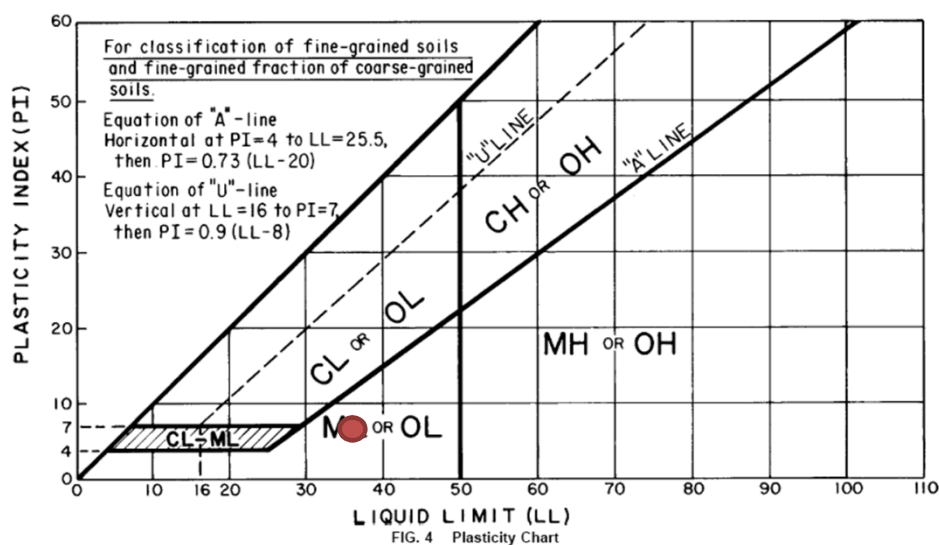
INDICE PLASTICO = 7,29 %

Contenuto d'acqua del terreno allo stato naturale (%):

20,42

I_c

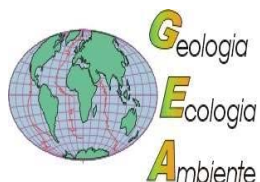
INDICE DI CONSISTENZA = 2,39



NOTE : Eseguito su materiale passante al setaccio 0,475 mm

Esecutore
(Dott. Geol. Manuela Pallozzi)

Il Responsabile della Sperimentazione
(Dott. Geol. Corrado Duregon)



GEA geologia-ecologia-ambiente

via Casale, 8 - 10015 Ivrea (TO)

Tel/fax: 0125.615815

E-mail: studio_gea@tiscali.it

APERTURA CAMPIONI

DATA	N	ANNO	Codice Lavoro
06/12/2023	2	2023	X260E4

Committente: Territorium

Loc. Prelievo: Fenera, loc. Colma

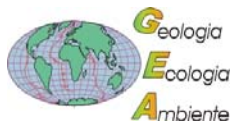
CAMPIONE	SONDAGGIO/ SCAVO MECCANICO	COLORAZIONE	TERRENO	CARATTERISTICHE
C2		marroncino	granulare e coesivo	Sabbie con limi debolmente argillose e ghiaiose



Il Responsabile della Sperimentazione

(Dott. Geol. Corrado Duregon)

.....



Foglio 1 di 1

Codice Lavoro: X260E4

Attività: **LAB**

CERTIFICATO n°

X057UN

data di emissione: 15/12/2023

DETERMINAZIONE UMIDITÀ NATURALE

(Norma di riferimento: ASTM D 2216)

Committente:

Loc. Prelievo:

Identificativo campione:

Sondaggio/scavo:

Territorium

Fenera, loc. Colma

C2

Esecutore:

Data Ricevimento campione:

Data Prova:

Profondità prelievo (m):

dr. Geol. Manuela Pallozzi

04/12/23

06/12/23

Quantità d'acqua %	peso campione con umidità naturale (g)	peso campione secco (g)	peso tara (g)
27,66	1978	1554,5	23,6

NOTE :

Esecutore

(Dott. Geol. Manuela Pallozzi)

Il Responsabile della Sperimentazione

(Dott. Geol. Corrado Duregon)

.....

.....

ANALISI GRANULOMETRICA PER VAGLIATURA

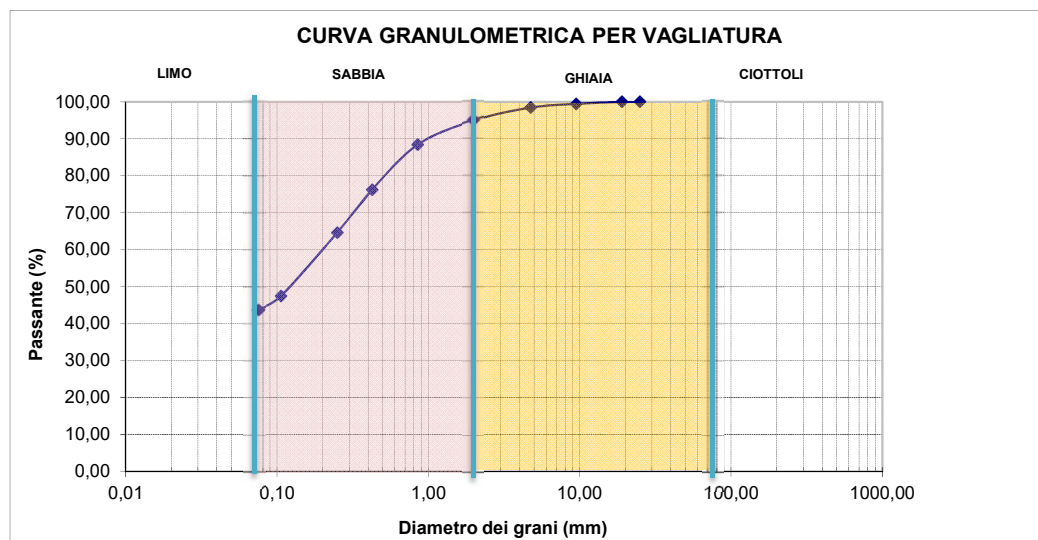
(Normativa ASTM D 422)

Committente: **Territorium**
Loc. Prelievo: **Fenera, loc. Colma**
Id. campione: **C2**
Sondaggio/scavo:

Esecutore: **dr. Geol. Manuela Pallozzi**
Data prelievo campioni: **04/12/23**
Data inizio prova: **12/12/23**
Profondità prelievo (m):

Peso campione iniziale (g): **1535** peso frazione trattenuta setaccio N. 10 (2 mm) (g): **77**
peso campione del passante al setaccio N.10 (2 mm) (g): **1458**

Setaccio tipologia	Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	% parziali dei trattenuti	% totale dei trattenuti	% totale del passante
lamiera perforata	300	0,00	0,00	0,00	100,00
lamiera perforata	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00
lamiera perforata	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00
lamiera perforata	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00
lamiera perforata	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
lamiera perforata	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
lamiera perforata	9,50	8,48	0,55	0,55	99,45
lamiera perforata	4,75	14,86	0,97	1,52	98,48
lamiera perforata	2,00	53,90	3,51	5,03	94,97
lamiera perforata	0,85	100,40	6,54	11,57	88,43
tela	0,425	187,60	12,22	23,79	76,21
tela	0,25	177,70	11,57	35,36	64,64
tela	0,106	263,90	17,19	52,55	47,45
tela	0,075	56,70	3,69	56,24	43,76
Fondo (g)		671,86	Percentuale passante =		43,76 %



% di ciottoli	0,00
% di ghiaia	5,03
% di sabbia	51,21
% passante	43,76

Denominazione campione: **Sabbie con limi debolmente argillose e ghiaiose**

D10 = Diametro dei grani corrispondenti al passante 10%

Esecutore

(Dott. Geol. Manuela Pallozzi)

mm

0,0024

Il Responsabile della Sperimentazione

(Dott. Geol. Corrado Duregon)

CERTIFICATO n° X059GR

data di emissione **15/12/2023**

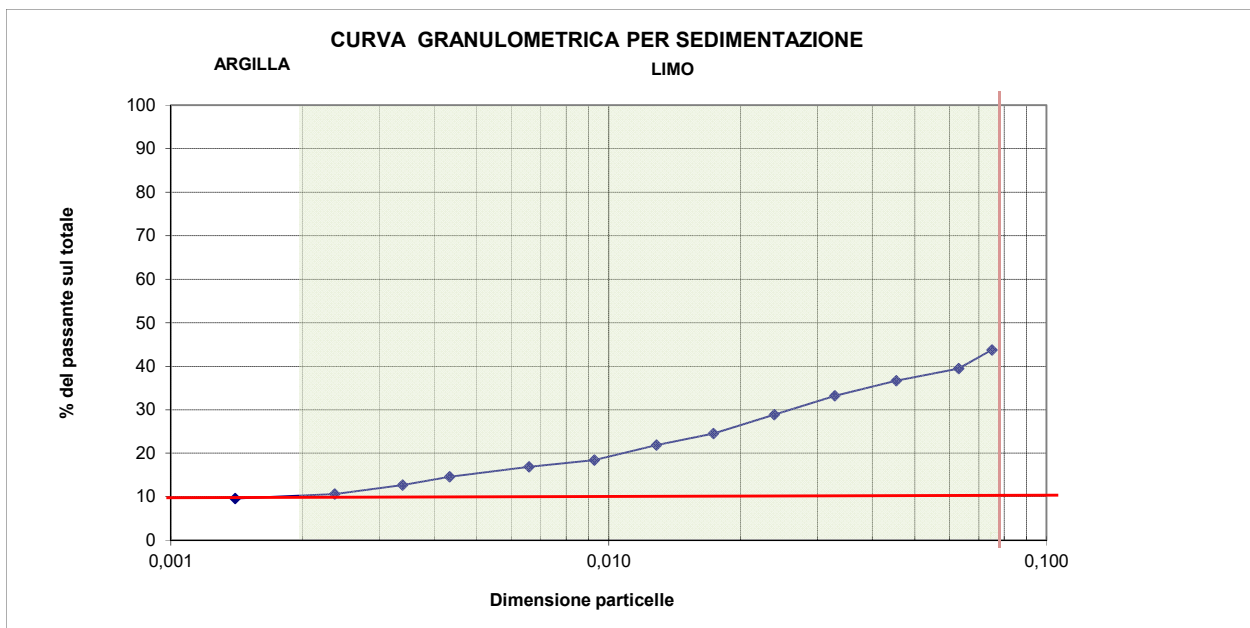
ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

(Normativa ASTM D 422)

Committente:	Territorium	Esecutore:	dr. Geol. Manuela Pallozzi
Loc. Prelievo:	Fenera, loc. Colma	Data ricevimento campioni:	04/12/2023
Identificativo campione:	C2	Data Prova:	13/12/2023
Sondaggio/scavo provenienza:		Profondità prelievo m:	
Terreno analizzato gr	40	Corr. Menisco:	0,5
% pass. Setaccio 0.075 mm:	43,76	Corr. Dispersivo:	-2,5534
Peso specifico granuli (g/cm ³)	2,70	K=	3,97
Contenuto d'acqua del campione allo stato naturale (%):	27,66		

Aerometro tipo 151 H

Letture n.°	Tempo minuti	Temp. °C	Letture R	L corretta R' = R + Cm	L temp. Ct	Diametro (mm)	L corretta R''=R'+Ct+Cd	Passante parz. (%)	Pass. sul totale (%)
1	0,5	14,8	24,60	25,1	0,2	0,0630	22,7	90,13	39,44
2	1	14,8	23,00	23,5	0,2	0,0454	21,1	83,77	36,66
3	2	14,8	21,00	21,5	0,2	0,0329	19,1	75,83	33,18
4	4	14,8	18,50	19,0	0,2	0,0239	16,6	65,91	28,84
5	8	14,8	16,00	16,5	0,2	0,0174	14,1	55,98	24,50
6	15	14,8	14,50	15,0	0,2	0,0129	12,6	50,02	21,89
7	30	14,8	12,50	13,0	0,2	0,0093	10,6	42,08	18,42
8	60	15,3	11,50	12,0	0,3	0,0066	9,7	38,55	16,87
9	142	15,2	10,20	10,7	0,2	0,0043	8,4	33,30	14,57
10	240	14,8	9,20	9,7	0,2	0,0034	7,3	28,98	12,68
11	500	14,8	8,00	8,5	0,2	0,0024	6,1	24,22	10,60
12	1440	14,8	7,40	7,9	0,2	0,0014	5,5	21,83	9,55



Limo (%)= 78,17 * **Argilla (%)= 21,83 ***

NOTE : * % su 40 gr di terreno analizzato passante al setaccio 0.075 mm

Denominazione campione: Sabbie con limi debolmente argillose e ghiaiose

% Sabbia	% Limo	% Argilla	% Ghiaia
51,21	34,21	9,55	5,03

D10 = Diametro dei grani corrispondenti al passante 10%

mm

0,0024

Esecutore
(Dott. Geol. Manuela Pallozzi)

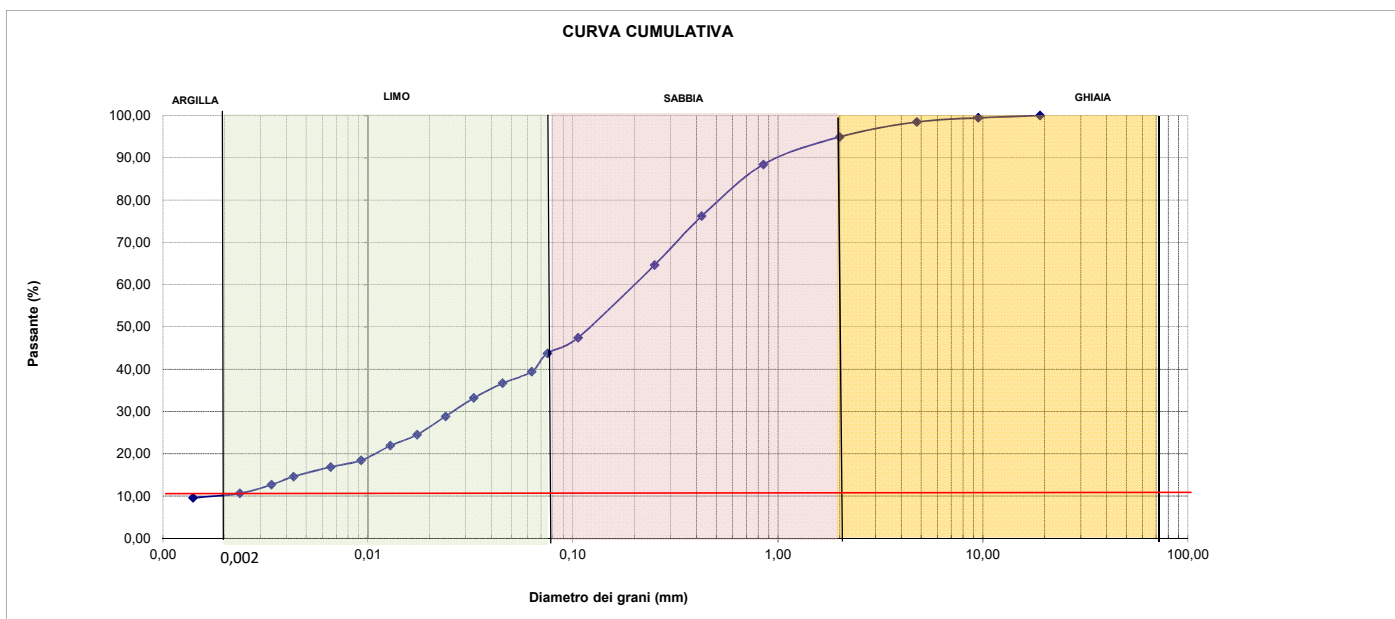
Il Responsabile della Sperimentazione
(Dott. Geol. Corrado Duregon)

CURVA GRANULOMETRICA CUMULATIVA

Committente: **Territorium**
Loc. Prelievo: **Fenera, loc. Colma**
Id. campione: **C2**
Sondaggio/scavo:

Esecutore:
Data ricevimento campioni:
Data Prova:
Profondità:

dr. Geol. Manuela Pallozzi
04/12/2023
13/12/2023



Denominazione campione: **Sabbie con limi debolmente argillose e ghiaiose**

% Sabbia	% Limo	% Argilla	% Ghiaia
51,21	34,21	9,55	5,03

D10 = Diametro dei grani corrispondenti al passante 10%

mm

0,0024

Esecutore
(Dott. Geol. Manuela Pallozzi)

Il Responsabile della Sperimentazione
(Dott. Geol. Corrado Duregon)

DETERMINAZIONE LIMITI DI ATTERBERG

(Normativa ASTM D 4318)

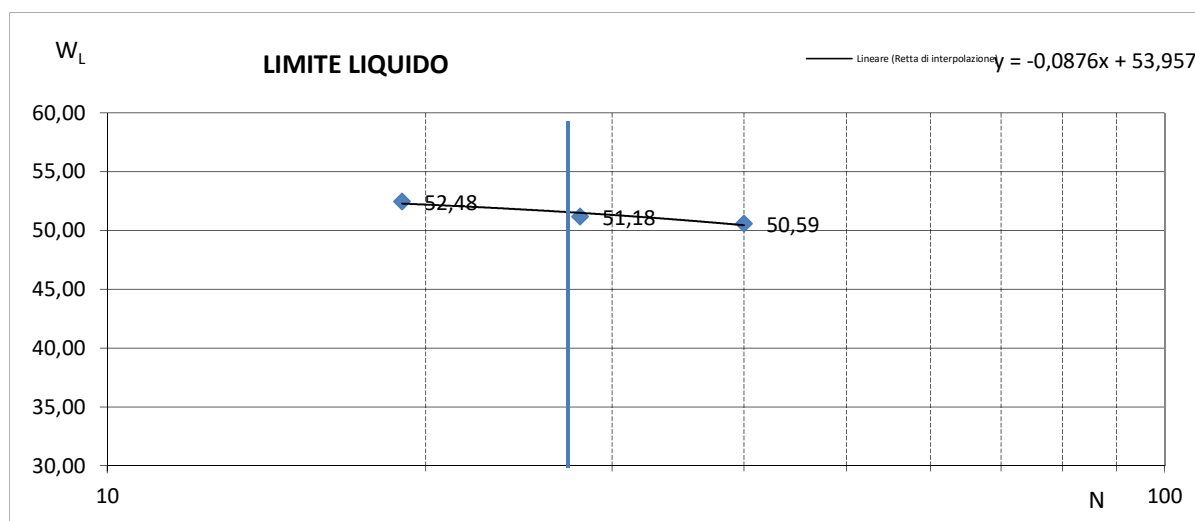
DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO CON CUCCHIAIO DI CASAGRANDE

Committente: **Territorium**
Loc. Prelievo: **Fenera, loc. Colma**
Identificativo campione: **C2**
Sondaggio/scavo:

Esecutore: **dr. Geol. Manuela Pallozzi**
Data Prelievo: **04/12/23**
Data Prova: **06/12/23**
Profondità prelievo (m):

P_U = peso campione umido (g)
 P_S = peso campione secco (g)
 P_T = peso tara (g)
 W = contenuto d'acqua (%)

Campione n°	P_U	P_S	P_T	W (%)	N colpi
C2 a	16,47	11,70	2,61	52,48	19
C2 b	12,15	8,91	2,58	51,18	28
C2 c	11,53	8,53	2,60	50,59	40



In corrispondenza di $N = 25$

LIMITE LIQUIDO $W_L = 51,77$ %

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO DA SINGOLA PROVA CON CUCCHIAIO DI CASAGRANDE:

Contenuto d'acqua

51,18 N rilevato =

28

$$W_L = W_i * (N_i/25)^{0,092}$$

W_L (%) = 51,72

con W_i = contenuto d'acqua della determinazione iesima

N_i = numero di colpi corrispondente

NOTE : Eseguito su materiale passante al setaccio 0,475 mm

Esecutore
(Dott. Geol. Manuela Pallozzi)

Il Responsabile della Sperimentazione
(Dott. Geol. Corrado Duregon)

DETERMINAZIONE LIMITI DI ATTERBERG

(Normativa ASTM D 4318)

DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

Committente: **Territorium**
 Loc. Prelievo: **Fenera, loc. Colma**
 Identificativo campione: **C2**
 Sondaggio/scavo:

Esecutore: **dr. Geol. Manuela Pallozzi**
 Data Prelievo: **04/12/2023**
 Data Prova: **06/12/2023**
 Profondità prelievo (m):

P_U = peso campione umido (g)

P_S = peso campione secco (g)

P_T = peso tara (g)

W = contenuto d'acqua (%)

Campione n°	P_U	P_S	P_T	W (%)
C2 d	11,29	9,14	2,6	32,87
C2 e	10,42	8,5	2,61	32,60

W_p

LIMITE PLASTICO = 32,74 %

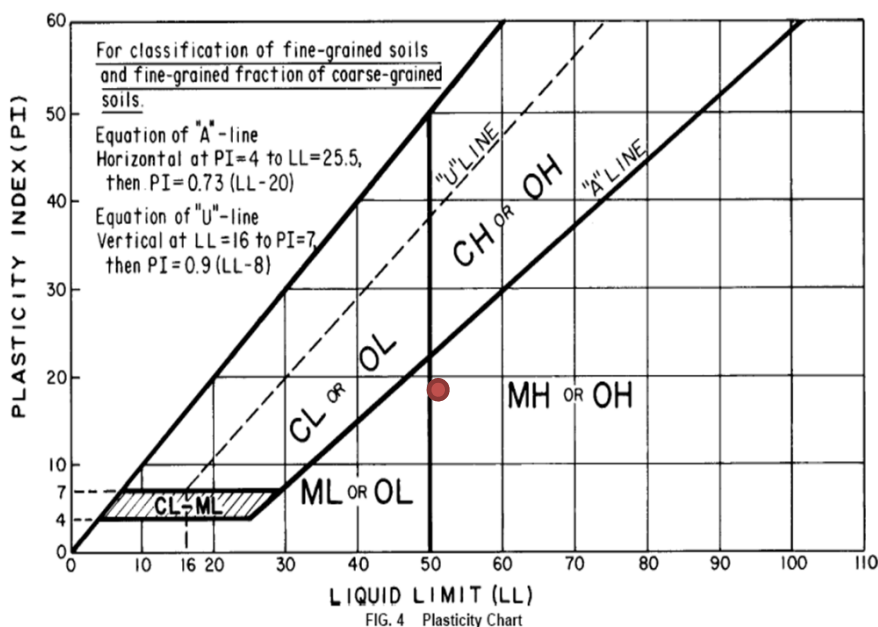
I_p

INDICE PLASTICO = 19,03 %

I_c

Contenuto d'acqua del terreno allo stato naturale (%): **27,66**

INDICE DI CONSISTENZA = 1,27



NOTE : Eseguito su materiale passante al setaccio 0,475 mm

Esecutore
 (Dott. Geol. Manuela Pallozzi)

Il Responsabile della Sperimentazione
 (Dott. Geol. Corrado Duregon)