



COMUNE di COLOGNOLA AI COLLI

Piazzale Trento, 2 - 37030 Colognola ai Colli (VR)

IL RESPONSABILE DELL'UFFICIO
LAVORI PUBBLICI-PATRIMONIO-ECOLOGIA
Geom. Pozza Giambattista

IL SINDACO

REALIZZAZIONE DI UNA ROTATORIA TRA LA STRADA PROVINCIALE N. 10 "DELLA VAL D'ILLASI" E LA STRADA PROVINCIALE N. 37 "DEL SOAVE" IN LOCALITA' DECIMA E PISTA CICLOPEDONALE SU STRADA PROVINCIALE N. 37 "DEL SOAVE" IN ATTRAVERSAMENTO ALLA STRADA PROVINCIALE N. 10 "DELLA VAL D'ILLASI" IN LOCALITA' DECIMA - 37030 COLOGNOLA AI COLLI (VR)

PROGETTO DEFINITIVO

(art. 23 del D.lgs.50/2016)

Edizione: APRILE 2025

Categoria: STRADE		N. Documento: 08	
Oggetto: RELAZIONE GEOLOGICA		Commissa: L24.475	
File: L24.475.DE.SD.00G.01	Scala: -	Fase: DE	Elaborato: SD.00G
Redatto: M.G.	Verificato: M.G.	Approvato: E.R.	Foglio: -
			Revisione: 01

Revisioni:	
n°	Descrizione:
01	Emissione:
02	

IL PROGETTISTA:



Via Sant'Ubaldo, 28 - 15121 Alessandria (AL) - Italy
Tel. +39.0131.752108 - Fax +39.0131.752109
e-mail: segreteria@erre-studio.it - Pec: erre-studio-srl@pec.it
Web: www.erre-studio.it
C.F./P.IVA: 02429800069 / REA: AL - 255147

.....
TIMBRO e FIRMA

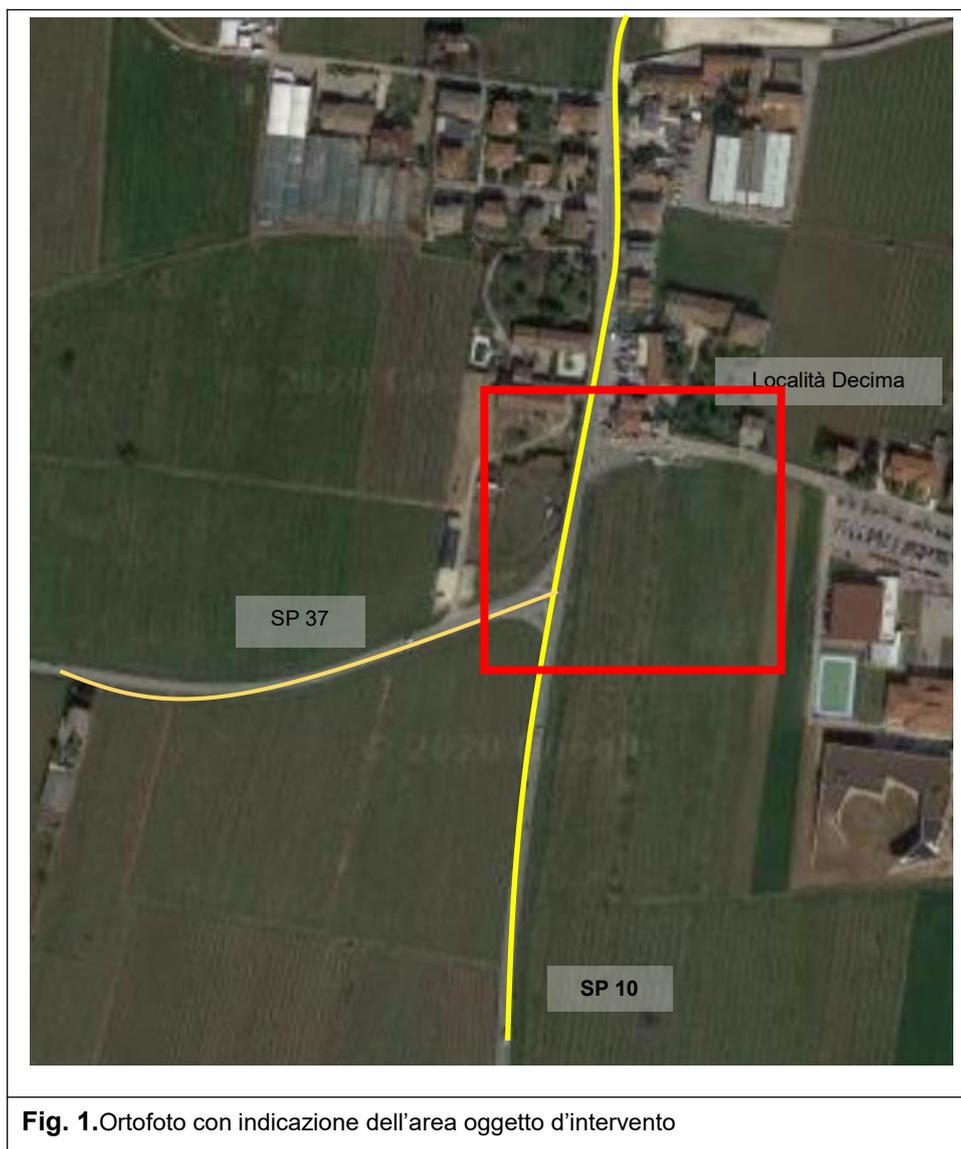
SOMMARIO

1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTI	3
2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
2.2 GEOMORFOLOGIA	4
2.3 GEOLOGIA	4
2.4 GEOLOGIA DI DETTAGLIO	7
2.5 IDROGEOLOGIA	7
3. ANALISI IDROLOGICA	8
3.1 NOTE DI CARATTERE IDROGEOLOGICO E SULLA SOGGIACENZA	12
4. SINTESI CONCLUSIVA	13
5. RIFERIMENTI NORMATIVI	14
6. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	14
7. ALLEGATI	14

1. PREMESSA

La presente “**Relazione Geologica**” si riferisce all’intervento di realizzazione di una nuova rotonda alla francese tra la S.P. 10 e la S.P. 37 in Località Decima, nel Comune di Colognola ai Colli in provincia di Verona.

L’intento progettuale alla base dello sviluppo della rotonda è quello di procedere alla sistemazione della viabilità dell’intersezione stradale tra la Strada Provinciale n.10 “della val d’Illasi” e la Strada Provinciale n.37 “Del Soave”, al fine di limitare i pericoli derivanti dall’attuale viabilità.



In Comune di Colognola ai Colli verrà realizzata una nuova rotonda a raccordo tra due strade provinciali: la n° 10 “della Val d’Illasi” e la n° 37 “del Soave”, in Località Decima. A corredo verrà realizzato un nuovo sistema di smaltimento delle acque di prima pioggia raccolte dalla sede stradale. Il progetto prevede la razionalizzazione del sistema di raccolta e di smaltimento di quanto raccolto dalla sede stradale ivi comprese le acque provenienti dalle aree limitrofe anche esterne a quelle di competenza del progetto. Il sistema di smaltimento in intenzione prevede la realizzazione, come struttura disperdente di una trincea drenante completamente interrata come richiesto dall’Ente gestore delle acque di zona.

Nella stesura della presente si è tenuto conto di quanto indicato dalle Norme Tecniche delle Costruzioni (2018) che sostengono che alla base della stima delle caratteristiche geologiche, geotecniche ed idrogeologiche del substrato, della valutazione delle interazioni tra edifici e substrato, c'è la realizzazione di "un modello geologico ragionevole", di più di un modello geologico pensato in maniera tale da rappresentare il più possibile fedelmente, la realtà del substrato.

Il modello geologico viene quindi naturalmente trasposto in modello geotecnico o idrogeologico. Per meglio inserire e dettagliare gli aspetti geologici del substrato oggetto d'intervento il primo passo è necessario inquadrare territorialmente, geograficamente e geologicamente l'area per poi determinarne, come conseguenza, attraverso le indagini a disposizione, le caratteristiche geologiche di dettaglio dell'area.

Pertanto, l'inquadramento territoriale e geologico è stato condotto su base bibliografica ed esteso ad un'area sufficientemente ampia per illustrare e comprendere gli aspetti che caratterizzano l'area della fascia pedecollinare veronese, ambito nel quale ricade l'intervento di progetto.

2. INQUADRAMENTI

2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il comune di Colognola ai Colli si trova a 18 chilometri a est di Verona. E' raggiungibile dalle uscite autostradali di Verona Est e di Vago dell' Autostrada A 04 (Torino-Trieste) attraverso la S.R. 11 "Padana Superiore" e poi attraverso la viabilità locale verso la Valle di Illasi. L'opera si situa nel territorio comunale di Colognola ai Colli ed è posta all'intersezione tra la S.P. 10 "della Valle di Illasi" e la S.P. n° 37 "del Soave" in località Decima. L'area si trova ad una quota di circa 70 metri s.l.m., in un settore del territorio comunale posto nella piana fluviale situato ad occidente del centro storico del paese, situato più a oriente su di un'area rilevata facente parte dei Monti Lessini. Il territorio di Colognola ai Colli può essere infatti suddiviso in quattro zone omogenee: la vallata del Progno d'Illasi, l'area collinare, la vallata del Tramigna e la Bassa (zona in cui si ubica l'opera). Da un punto di vista geografico si individua sulla cartografia nazionale alla scala 1:100.000 sul F° 49 "Verona", alla scala 1:50.000 sul F° 124 "Verona Est", sulla cartografia alla scala 1:25.000 sulla Tavoletta, 49III SE "San Martino Buon Albergo"; per quanto riguarda la Cartografia Regionale alla scala 1:10.000 il sito si ubica nella sezione n° 124.150. Di seguito l'ubicazione sulla carta tecnica regionale.

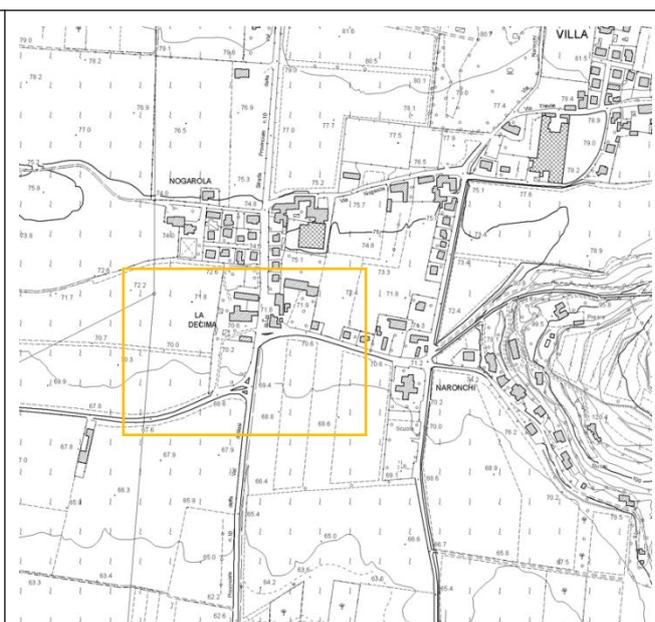
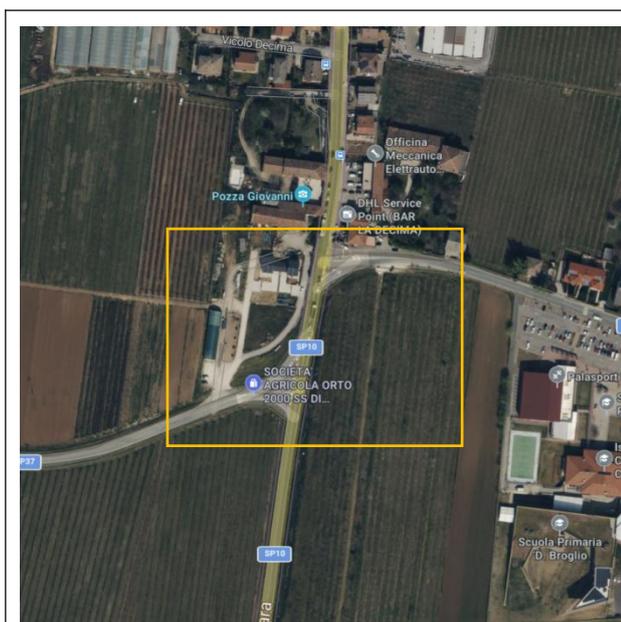


Figura 01 a: Ubicazione dell'opera in progetto - base

Figura 01 b: Ubicazione dell'opera in progetto - base Carta

immagine Bing Maps (Apr. 2025)	Tecnica Regionale alla scala 1:10.000 (Sez. n° 124.150)
--------------------------------	---

Qui di seguito le coordinate del punto approssimato:

	U.T.M. W.G.S. 84	Geografiche	Gauss Boaga
Latitudine	45°,43065 N	45° 25' 50",34	4.983.021.18 N
Longitudine	11°,17736 E	11° 10' 38",50	1.637.763.38 E

Tabella 1: coordinate del punto d'interesse.

2.2 GEOMORFOLOGIA

L'area di pianura su cui avverrà l'intervento di cui sopra è ubicata ad una quota di circa 70 m s.l.m., e si trova in una fascia di pianura nei pressi dell'area di raccordo posta alla base dei Monti Lessini centrali nell'ampio fondovalle originato dai torrenti Progno ed Illasi. Detto fondovalle è molto ampio ed ha comunque una debole pendenza in direzione sud/ovest, in accordo con il corso dell'Illasi che scorre nella stessa direzione. L'Illasi fluisce in un letto di piena posto ad una quota di circa un paio di metri più in basso rispetto al livello della pianura protetto da argini in rilevato. L'andamento del corso d'acqua, chiuso tra i due argini è pressoché rettilineo (antropizzazione) ed il corso anastomizzato. In questo caso trattasi della parte terminale dell'asta fluviale, che dopo circa 7 Km, confluisce nel canale artificiale S.A.V.A. e di lì a breve, sempre con corso antropizzato in sinistra nell'Adige. Il territorio presenta una morfologia sub-pianeggiante, localmente segnata dalla presenza di un paleoalveo (verosimilmente imputabile all'antico corso del Progno) che corre in direzione nord - sud dalla località Villa fino alla ex S.S. n. 11, l'elevata urbanizzazione dell'area e l'attività agricola dominante hanno in parte eliso la morfo-struttura di cui però rimangono tracce discontinue. L'elemento geomorfologico principale dell'area comunque è rappresentato dai rilievi collinari, che costituiscono le terminazioni meridionali delle dorsali dei Monti Lessini che con direzione meridiana separano la Val d'Illasi dalla Val Tramigna a est e dalla Valle di Marcellise ad ovest. Una delle propaggini laterali della dorsale collinare si ubica ad una distanza di poche decine di metri dall'area di intervento.

2.3 GEOLOGIA

La complessità geomorfologica sopra descritta è il riflesso delle caratteristiche geologiche. La geologia è caratterizzata, come da evidenze morfologiche, da aree montane, rilevate e da un'ampia valle fluviale pedemontana.

I settori montani sono costituiti da una successione di rocce sedimentarie di origine marina, attraversata da filoni, dicchi e strati di rocce vulcaniche (basalti e tufiti).

La successione è divisa in Formazioni, che si originarono in diversi ambienti marini caratterizzate da una certa omogeneità litologica. La sedimentazione marina, testimoniata nei Lessini dalle formazioni carbonatiche dal Triassico superiore in poi, terminò con la definitiva emersione del territorio dal mare avvenuta tra il Miocene superiore e il Quaternario inferiore (Antonelli et alii 1990). Successivamente si instaurò la fase erosiva del rilievo operata dai corsi d'acqua e dai ghiacciai e la conseguente deposizione di sedimenti di ambiente continentale nelle aree pedemontane. Detti sedimenti si possono suddividere in depositi fluviali, depositi dall'Adige e dai torrenti lessinici e depositi morenici e fluvio-glaciali, originati dai ghiacciai e dai corsi d'acqua a essi associati a valle dei quali si individuano i depositi eolici, trasportati cioè dal vento, come il loess.

La successione rocciosa delle aree montane è costituita dal succedersi di "Formazioni", che, per l'area, dalla più antica alla più recente sono le seguenti: Dolomia Principale, Gruppo dei Calcari Grigi, Gruppo di S.

Vigilio, Rosso Ammonitico, Maiolica (“Biancone” in bibliografia), Scaglia Variegata Alpina, Scaglia Rossa, calcari eocenici, calcareniti mioceniche. La successione sopra elencata arriva ad avere uno spessore di circa 1500 m, il grande plateau sedimentario è globalmente mediamente inclinato verso Sud/Ovest e comportandosi sempre globalmente come una piastra rigida è solcato da numerose faglie con andamento generale NE-SO.

In figura 2 è riportato per chiarezza un estratto della Carta Geologica Nazionale alla scala 1:100.000, che, pur datata è rappresentativa della situazione.

Le Formazioni carbonatiche marine e le rocce vulcaniche intruse sono ricoperte sedimentari di origine fluviale, glaciale ed eolica che caratterizzano gli ultimi 2,6 milioni di anni corrispondenti alla cosiddetta Era Quaternaria. I sedimenti continentali sono meno estesi. Tutti i litotipi sopra elencati sono poi ricoperti a loro volta da depositi risultanti dall’alterazione in posto dei sedimenti componenti il substrato: i suoli. Si formano per alterazione superficiale del substrato in genere.

Per quanto concerne i depositi fluvioglaciale e glaciali quelli origine atesina sono costituiti da dolomie, calcari, selci e basalti della successione litostratigrafica lessinica. I sedimenti di origine atesina provengono dall’intera area del bacino idrografico dell’Adige, che si estende fino al confine con l’Austria e comprende Formazioni sedimentarie, magmatiche e metamorfiche. I sedimenti di origine locale, le alluvioni, presentano granulometria variabile in senso verticale e laterale, propria dell’ambiente di sedimentazione fluviale. La dimensione dei granuli è continua, compresa fra la classe dei limi e quella delle sabbie grossolane e ghiaie, con intercalazioni di livelli limosi e di livelli di granulometria mista; in essi si riconoscono facilmente ciottoli costituiti dai litotipi della successione stratigrafica affiorante nei bacini idrografici, in particolare i termini carbonatici mesozoici e cenozoici e subordinati elementi di rocce vulcaniche di natura basaltica.

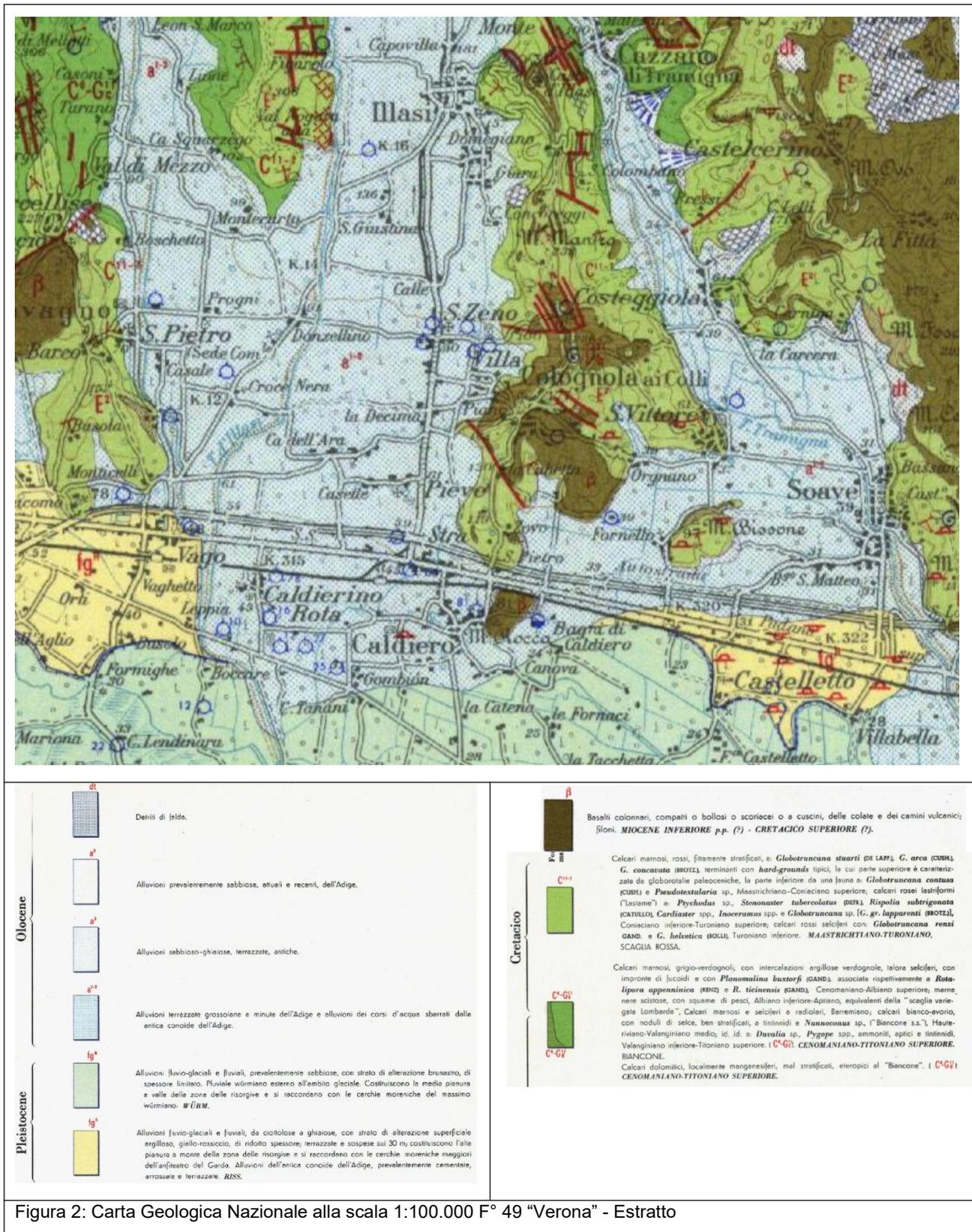


Figura 2: Carta Geologica Nazionale alla scala 1:100.000 F° 49 "Verona" - Estratto

Da un punto di vista litologico, l'area analizzata nella presente relazione è caratterizzata, in superficie, interamente dai depositi di origine continentale quaternari di tipo fluvio-glaciale e fluviale. Sono il prodotto del sovralluvionamento dell'area legato allo sbarramento del corso dell'Illasi da parte dell'antica conoide rissiana del fiume Adige. Presentano spessori anche fino ad un centinaio di metri nell'ambito della Val d'Illasi.

2.4 GEOLOGIA DI DETTAGLIO

Per quanto concerne la situazione locale si è consultato, a riferimento, l'estratto della Carta Geolitologica elaborata a corredo del Piano di Assetto del Territorio Intercomunale o PATI dei Comuni di Belfiore, Caldiero, Colognola ai Colli e Lavagno. In questo settore affiorano depositi di tipo limoso/sabbioso tipicamente giallo ocra, con intercalati, ma sub-ordinati, orizzonti ghiaiosi e/o sabbiosi e/o argillosi che per certi versi possono essere interpretati come depositi eolici data la granulometria estremamente fine, anche il colore ne è tipica espressione, databili tra la fase finale della glaciazione Würmiana e l'inizio dell'Olocene. Dato l'ambiente la successione stratigrafica può presentare lacune ed eteropie laterali significative tra limi sabbiosi e limi/argillosi ma anche passare a ghiaie più o meno alterate come quelle del citato paleoalveo, come è stato riscontrato in occasione precedentemente documentate. In Val d'Illasi i sedimenti alluvionali poggiano sul substrato roccioso composto dalla tipica successione stratigrafica dei Monti Lessini costituita da una successione di rocce sedimentarie di natura carbonatica, terrigena, terrigeno-carbonatica, vulcanoclastica e vulcanica con età compresa fra il Triassico superiore ed il Miocene medio e che nella zona è rappresentata da Calcari marnosi rossi della "Scaglia Rossa" (Turoniano Inf.) a cui si intercalano dei dicchi costituiti da basalto colonnare nerastri. Data la profondità dell'opera in intenzione ed i risultati delle prove in sito eseguite il substrato roccioso non è comunque d'interesse per la presente. Nella parte più a meridione, le alluvioni dell'Illasi si interdigitano con quelle fluvioglaciali dell'antica conoide dell'Adige, a conferma della citata origine dei depositi costituenti la piana d'Illasi.

2.5 IDROGEOLOGIA

A scala regionale l'area oggetto di indagine rientra nella zona degli acquiferi di montagna che hanno sede nel substrato roccioso di natura calcareo-dolomitica a comporre la Serie idrogeologica veneta. A scala locale, è presente il solo complesso idrogeologico sommitale della potente serie veneta denominato Complesso idrogeologico lessineo, ospitato in rocce di natura prevalentemente marina, carbonatica, terrigena, terrigeno-carbonatica, vulcanoclastica e vulcanica con età compresa fra il Triassico inferiore e il Miocene medio.

Nei depositi continentali quaternari elaborati nel fondovalle della Val d'Illasi è presente invece un Acquifero alluvionale intervallivo, permeabile per porosità di grado generalmente variabile in funzione della diversa granulometria dei depositi che lo compongono; nella Val d'Illasi inferiore, dove prevale l'alternanza di sedimenti di tipo ghiaio sabbioso e limoso, si origina un sistema acquifero multifalda, caratterizzato da una permeabilità per porosità estremamente variabile: in esso è reperibile una falda freatica, piuttosto estesa ma non continua, confinata localmente da terreni a bassa permeabilità, con soggiacenza variabile in rapporto alla stagione; la superficie della falda freatica presenta profondità variabili da zona a zona, ma con valori maggiori nell'area della conoide prossimale dell'Illasi - Mezzane, dove si attesta a profondità comprese fra 10 - 30 m dal p.c. (cfr. Figura 6).

La profondità della falda freatica decresce gradualmente da nord verso sud, lungo la generale direzione di deflusso, fino al terrazzo alluvionale che separa, in superficie, i depositi di origine lessinea da quelli di origine atesina. Essa è seguita in profondità da un acquifero semiconfinato o confinato discontinuo e lentiforme, spesso anastomizzato al precedente. La ricarica è dovuta alla infiltrazione delle precipitazioni, ai contributi dell'irrigazione, alla dispersione delle acque di alveo e subalveo dei corsi d'acqua e agli afflussi laterali provenienti dall'acquifero freatico indifferenziato dell'alta pianura veronese. La scarica ha luogo nei tratti drenanti dei corsi d'acqua, prelievi per vari scopi ed usi, nonché come recapito finale nel mare Adriatico lungo la linea di costa.

L'acquifero ospitato nelle rocce calcaree e basaltiche, sottostante, nell'area di Colognola ai Colli, al materasso alluvionale è riconducibile al potente acquifero carbonatico della zona di montagna.

Il reticolo idrografico presenta una fitta maglia di corsi d'acqua di diversa natura e importanza: i principali corsi d'acqua, i torrenti Illasi, Mezzane, Tramigna ed il fiume Adige, si trovano ad una distanza superiore a 2

km. I corsi d'acqua lessinei si caratterizzano per l'esiguità della circolazione idrica superficiale attiva: nei rilievi collinari e nelle valli intercollinari, ad eccezione del torrente Tramigna che trae origine da una cospicua sorgente di origine carsica in corrispondenza dell'abitato di Cazzano di Tramigna (600 l/sec), i corsi d'acqua hanno carattere effimero e si riempiono solo in occasione di precipitazioni particolarmente intense, a causa rispettivamente di un carsismo ben sviluppato che caratterizza tutto il tavolato dei Monti Lessini veronesi e a causa di una elevata permeabilità dei depositi alluvionali di origine lessinea. Al passaggio fra l'alta e la media pianura veronese, invece, il limite di permeabilità esistente tra i depositi alluvionali dell'alta e media pianura, determina un diffuso fronte sorgivo che alimenta in continuo i corsi d'acqua della media pianura veronese (cosiddetta "fascia delle risorgive"). L'area in esame è ubicata all'interno del bacino idrografico del torrente Illasi, dove la permeabilità locale superficiale è medio-bassa ed il deflusso delle acque superficiali di origine meteoriche avviene tramite un reticolo artificiale secondario, essendo l'Illasi ed il Fosso Prognolo pensili. Per il territorio esaminato, in materia di gestione di corsi d'acqua pubblici minori è competente il Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta (ex Zerpano-Adige-Guà). La zona d'intervento non fa parte inoltre delle aree di pericolosità individuate dal "Piano Stralcio per la Tutela dal Rischio Idrogeologico" (Bacino dell'Adige - Regione Veneto), adottato con Delibera del Comitato Istituzionale n. 1 del 15.02.2005 ed approvato con D.P.C.M. del 27 aprile 2006.

3. ANALISI IDROLOGICA

La caratterizzazione geologica e litotecnica dei terreni al di sotto del piano d'imposta della rotonda e delle strutture ad essa afferenti è stata realizzata a mezzo dell'esecuzione di un sondaggio geognostico, di una prova geofisica tipo MASW e di prove eseguite in sito ed in Laboratorio commissionate dal Comune di Colognola ai Colli alla Società Geotechna s.r.l. alla cui relazione in allegato si rimanda per i dettagli. Il citato documento contiene la ricostruzione stratigrafica dei terreni presenti al di sotto della rotonda in argomento, l'identificazione litologica e la caratterizzazione granulometrica della successione incontrata. La definizione granulometrica è avvenuta a mezzo di prove di laboratorio geotecnico eseguite sui campioni recuperati dal sondaggio. Vista la tipologia di opera in progetto, durante la campagna di indagine sono state eseguite anche prove di caratterizzazione idraulica dei terreni a mezzo dell'esecuzione di due prove di permeabilità tipo Lefranc utili alla valutazione delle capacità di assorbimento dei terreni, anche di questo aspetto il rapporto citato tiene conto.

Data la precisione con cui è stata redatta la relazione qui di seguito si effettuano solo brevi richiami a quanto eseguito e si riporta una sintetica descrizione dei terreni individuati per quanto d'interesse, sono tutti depositi inquadrabili nell'ambito dei depositi di piana fluvioglaciale del torrente Illasi:

da p.c. a 3,00 m di profondità il substrato è caratterizzato da un orizzonte costituito da limo argilloso sabbioso bruno con rara ghiaia, trattasi di un terreno pressoché impermeabile e quindi non adatto ad ospitare le strutture drenanti in intenzione;

da 3,00 m a 9,00 m di profondità si incontra un livello costituito in prevalenza da ghiaia e sabbia con limo (ghiaia calcarea) nocciola biancastro. Questo orizzonte si presta alla realizzazione di strutture drenanti anche se la presenza di materiale fine e di probabili fluidi carbonatici riduce in parte la permeabilità dell'orizzonte che altrimenti sarebbe ottimale;

da 9,00 a 10,20 m è presente un orizzonte sabbioso-limoso giallastro;

oltre i 10 m si rinviene un altro sottile orizzonte costituito da limo con ghiaia che si estende fino a 12 m di profondità.

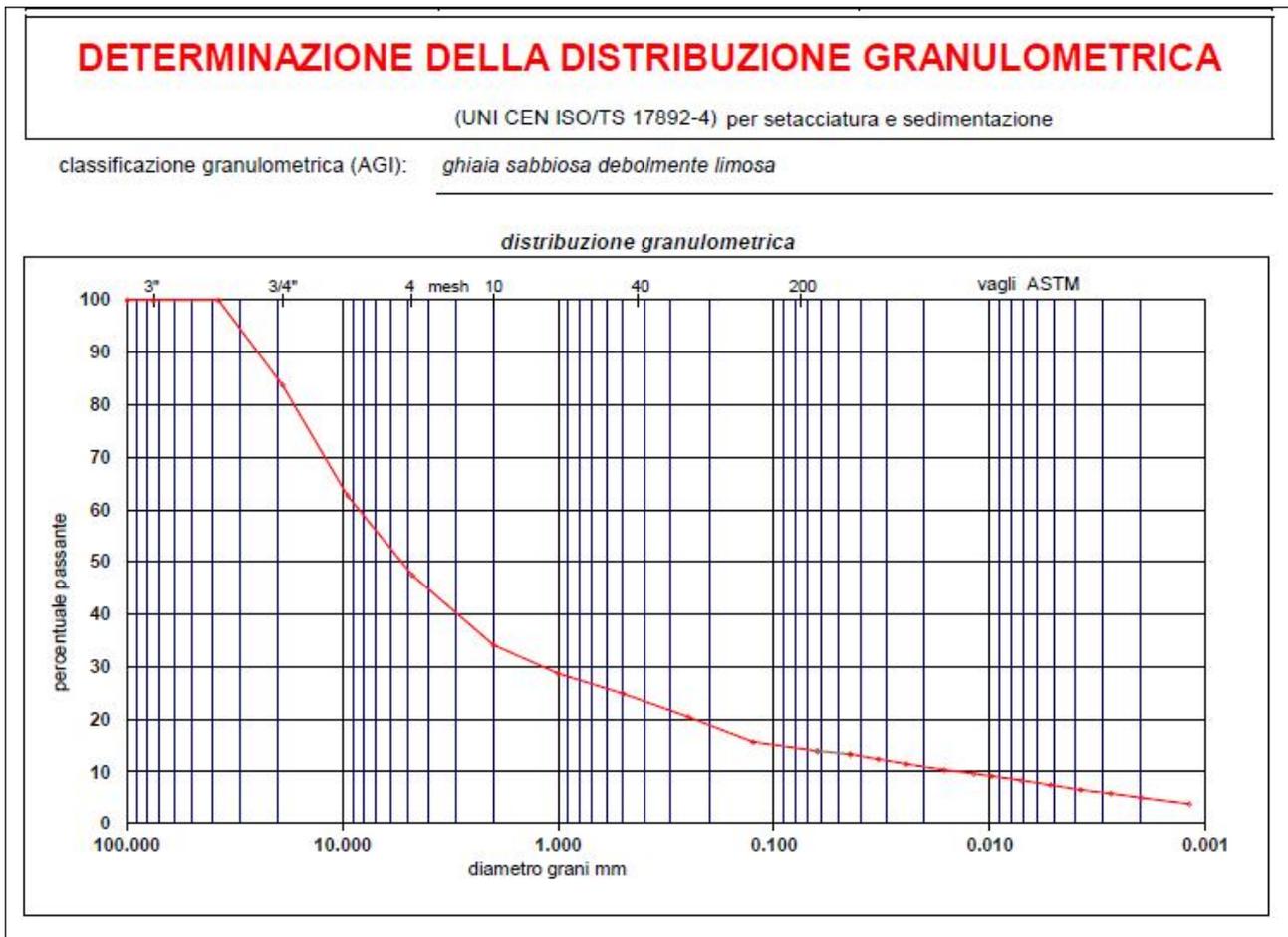
Quanto identificato al di sotto dei 12 m di profondità non è d'interesse, soprattutto perché l'orizzonte individuato dall'indagine tra i 3 ed i 9 m di profondità risulta essere idoneo alla realizzazione della trincea drenante. E' un'opera completamente interrata che non genera carichi sul terreno e non necessita di fondazioni, quindi, non è necessaria una caratterizzazione geotecnica al di là dell'orizzonte interessato alla sua realizzazione.

Sempre dato lo scopo (prevalentemente idraulico dell'indagine si annota che lo strato sottostante, quello tra 9 e 12, costituito da un terreno di natura limoso-sabbiosa, caratterizzato da una bassa permeabilità si comporta da acquiclude in confronto agli afflussi superficiali, anche indotti. Per quanto concerne invece la prova di permeabilità eseguita all'interno dell'orizzonte costituito prevalentemente da ghiaia presente tra 3 e 9 m di profondità da Geotechna (tasca di prova tra 3,00 e 3,50 m) certifica infatti che il coefficiente di permeabilità che può essere assegnato a questo orizzonte è pari a $2,8 \cdot 10^{-5}$ m/sec, trattasi quindi di un orizzonte a permeabilità media adatto ad accogliere le strutture drenanti in intenzione. Nella figura 4, per completezza e rapida consultazione si riporta un estratto del certificato di laboratorio relativo alla classificazione granulometrica dell'orizzonte individuato (CR 2 da 3,00 a 3,50 m), per quanto riguarda la prova di permeabilità eseguita si faccia riferimento alla relazione Allegata.

Un breve cenno va dato anche al grado di addensamento del terreno recipiente le strutture drenanti, in genere infatti, all'aumentare dell'addensamento si verifica una diminuzione proporzionale dell'indice dei vuoti del terreno a cui corrisponde una diminuzione del valore del coefficiente di permeabilità. In figura 1 è riportata una sintesi dei valori di NS.P.T. misuranti in corso di perforazione, da cui si deduce l'evoluzione del grado di addensamento dei terreni presenti in sito. Come ci si attende nel caso di un deposito normal-consolidato, il grado di addensamento tende ad aumentare con l'aumentare della profondità nei vari depositi al netto di variazioni di tipo litologico. Per quanto d'interesse i valori presi a riferimento sono quelli dell'orizzonte ghiaioso compreso tra 3,0 e 9,0 m di profondità, e quindi i valori restituiti dalle prove eseguite a 2,70 m NS.P.T. 9 [consolidato], 4,75 m NS.P.T. Rif. [molto consolidato] e 6 m NS.P.T. [molto consolidato]. Il valore a rifiuto può anche essere la conseguenza della presenza di un ciottolo, gli altri due valori indicano che solo lo strato superficiale di ghiaia è poco consolidato, di qui il valore di permeabilità misurato durante la prova Lefranc, che riferisce di una ghiaia e sabbia ma piuttosto ricca in materiale fine o comunque con una buona alterazione della matrice che non va perfettamente d'accordo con la definizione granulometrica derivante dalla prova di laboratorio (eseguita su un campione prelevato praticamente nello stesso intervallo, di cui un estratto è riportato in figura 3).

Committente :	COMUNE DI COLOGNOLA AI COLLI								
Cantiere :	COLOGNOLA AI COLLI (VR) - LOC. DECIMA - ROTATORIA SP10-SP37								
PROVA PENETROMETRICA S.P.T.									
Standard Penetration Test (ASTM D1586 - RACC. AGI 1977)									
Prove eseguite nel sondaggio n°		S1			altezza livello falda in m da p.c.		-		
metodo di perforazione: rotazione a carotaggio continuo a secco									
S.P.T. n°	rapporto di prova n°	quota m da da	da p.c. a	n° colpi			N 2°+ 3° 30 cm	descrizione litologica	lunghezza campione cm
				1° 15 cm	2° 15 cm	3° 15 cm			
S1 /1	8927 /S	1.20	1.65	4	5	5	10	terreno argilloso limoso sabbioso con ghiaia	punta
S1 /2	8928 /S	2.70	3.15	2	3	6	9	terreno argilloso limoso sabbioso con ghiaia	punta
S1 /3	8929 /S	4.30	4.75	50x12cm RIMB.				terreno ghiaioso sabbioso limoso	punta
S1 /4	8930 /S	5.70	6.15	24	38	39	77	terreno ghiaioso sabbioso limoso	punta

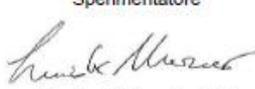
Figura 3: Colognola ai Colli S 01 – Report riguardante le prove S.P.T. eseguite in foro



SETACCIATURA			SEDIMENTAZIONE		massa secca totale utilizzato per setacciatura + sedimentazione (g)	2675
Ø setacci mm	terreno		Ø equival. grani mm	terreno in sospensione %	massa secca della frazione utilizzata per la sedimentazione (g)	60.00
	trattenuto g	passante %			temperatura media della soluzione durante la sedimentazione (°C)	26
100	-	100.0	0.0444	13.4	densimetro utilizzato: ASTM 152H	
75	-	100.0	0.0330	12.5	antiflocculante: soluzione di esametafosfato di sodio preparata al momento della prova	
37.5	-	100.0	0.0244	11.5	Limiti di Atterberg : non eseguiti	
19.0	433	83.8	0.0162	10.4		
9.5	565	62.7	0.0118	9.7		
4.75	405	47.6	0.0098	9.2		
2.00	357	34.2	0.0072	8.4		
1.00	146	28.7	0.0052	7.5		
0.50	103	24.9	0.0038	6.6		
0.250	118	20.5	0.0028	5.9		
0.125	128	15.7	0.0020	5.1		
0.063	46	14.0	0.0012	3.9		

strumenti utilizzati: bilancia matr. 20078 - SETACCI UTILIZZATI (Ø mm/matricola) : 100/L52, 75/L39, 37.5/L40, 19/L41, 9.5/L42, 4.75/L43, 2.00/1711038, 1.00/17101252, 0.50/17090628, 0.25/18020623, 0.125/17101270, 0.063/L45, 0.075/17091745

Sperimentatore

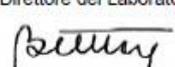


(Dr. Geol. Marco Lucido)



36040 Torri di Quarenzolo (VI)
Via degli Avanti, 26
Tel. 0444303495 - Fax 0444269419

Direttore del Laboratorio



(Dr. Geol. Tatiana Bartolomei)

Figura 4: Colognola ai Colli S 01 – C.R. 3 – Analisi granulometrica estratto del certificato

Fatte queste premesse si ritiene valido il valore del coefficiente di permeabilità misurato in sito, il valore considerato è quindi $8 \cdot 10^{-5}$ m/sec.



Figura 5: fotografia della cassa catalogatrice n° 2 – Sondaggio S 01 – da 3,00 m a 5,00 m e da 5,00 a 8,00

Il mezzo recipiente è un terreno grano sostenuto, la cui descrizione, con taglio tipicamente geotecnico è la seguente: ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, a tetto, (3,50 - 5,00 m) qualche ciottolo, potenza massima 10 cm,

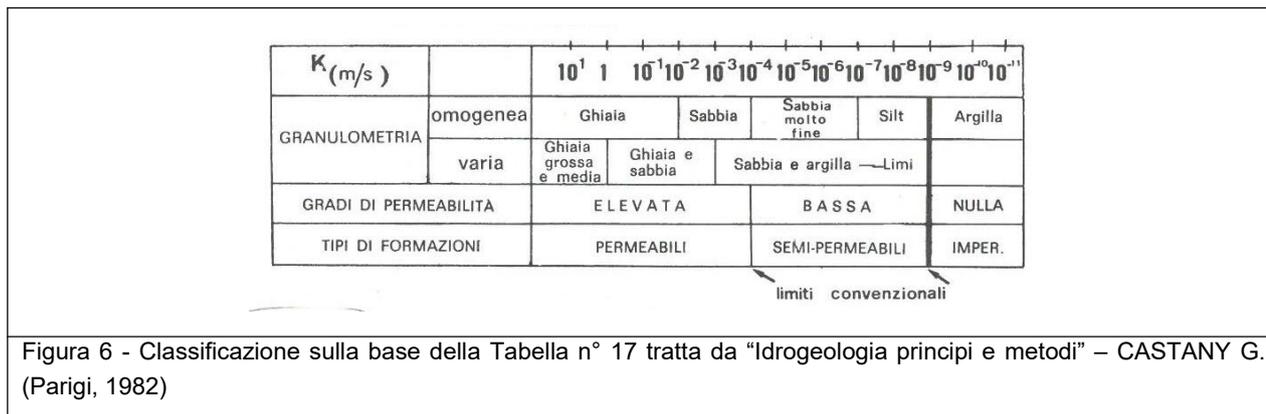
monogenica (calcare biancastro) da subangolare a subarrotondata e sabbia media e fine limosa da nocciola (a tetto) a nocciola biancastra, debolmente umida da poco addensata a molto addensata.

3.1 NOTE DI CARATTERE IDROGEOLOGICO E SULLA SOGGIACENZA

Per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici generali l'area di fondovalle oggetto di indagine è classificata come appartenente agli acquiferi di montagna che hanno sede nel substrato roccioso di natura calcareo-dolomitica che compongono la Serie Idrogeologica Veneta. Per quanto riguarda il dettaglio della Val d'Ilasi il solo complesso idrogeologico si individua il solo complesso idrogeologico sommitale della serie veneta denominato Complesso idrogeologico lessineo. La sua parte più superficiale è quella d'interesse, ridiede nei depositi continentali quaternari che occupano il fondovalle della Val d'Ilasi, è un Acquifero alluvionale intervallivo, permeabile per porosità con permeabilità in genere variabile in funzione della diversa granulometria dei depositi che lo ospitano. Nel fondovalle della Val d'Ilasi inferiore, prevale l'alternanza di sedimenti di tipo ghiaioso sabbiosi e limosi. Si genera quindi un sistema multifalda, caratterizzato da una permeabilità per porosità estremamente variabile. Si individua una falda di tipo freatico, piuttosto estesa ma discontinua, confinata localmente da terreni a bassa permeabilità con soggiacenza variabile in rapporto alla stagione ed agli apporti superficiali. La soggiacenza nell'area presenta profondità molto variabili che tendono a decrescere gradualmente da nord verso sud.

Dal documento a disposizione dell'Amministrazione Comunale "Relazione geologica con indicazioni di carattere geotecnico – Supplemento prove in sito - a corredo del Progetto esecutivo per la costruzione della nuova Scuola Primaria - Via Naronchi, Colognola ai Colli" a firma della Gent.le Collega Nicoletta Toffaletti si evince (da misure piezometriche) che la falda libera si trova nell'area comunque a profondità inferiore ai 12 m da p.c., la stessa quindi non incide sulle attività di scavo necessarie alla realizzazione delle trincee e nemmeno costituisce interferenza diretta con le strutture drenanti in intenzione. Il terreno in cui è intenzione realizzare le trincee risulta essere composto essenzialmente da ghiaie; in termini di "complessi idrogeologici" può essere inquadrato nell'ambito del Complesso idrogeologico lessineo, tra i suoi elementi più superficiali che corrispondono ai depositi sui quali oggi sono impostati i corsi d'acqua. Al di sotto dei terreni di copertura superficiale sono infatti di prevalente natura ghiaiosa e contengono una falda idrica a pelo libero in rapporto di stretta interdipendenza idraulica con il reticolo idrografico superficiale e con l'andamento meteorico. Per quanto concerne invece l'andamento della falda freatica il flusso delle acque sotterranee generale è verso sud-est; in accordo con le direzioni dei corsi d'acqua nell'area. Le linee piezometriche risultano alquanto regolari, inflesse in corrispondenza dei corsi d'acqua superficiali si notano anche leggere anomalie dovute probabilmente alla presenza di pozzi presenti nell'area, specie in corrispondenza delle principali aree industriali. Dette inflessioni dimostrato che la falda freatica è di fatto in contatto con l'idrografia. La soggiacenza media è di circa 10/15 m. Dato quanto esposto la superficie di falda non interferisce assolutamente con le strutture disperdenti in progetto.

Per quanto riguarda le caratteristiche granulometriche del terreno attraverso cui avviene la filtrazione, le stesse sono state verificate a mezzo dell'esecuzione di un sondaggio geognostico; il terreno risulta avere buone caratteristiche, trattasi di una ghiaia e sabbia limosa. In figura 3 si riporta una tabella su cui vengono riportati i valori tipici di permeabilità in rapporto alla granulometria.



Di fatto, in rapporto al calcolo della quantità d'acqua assorbita dal terreno, l'unico parametro che definisce la qualità idraulica del materiale attraverso cui avviene il flusso idrico contenuto nella relazione di Darcy e la permeabilità "K". Che in realtà ha il significato di un coefficiente. Il valore di quest'ultimo considerato è quello risultante dalle prove Lefranc realizzate nel sondaggio S 01 di cui al § 1 e segg., valore che in questo caso trova riscontro nei valori tabulati per alcuni suoli tipici come quelli riportati in Figura 6 e tabella 2 da parte di diversi autori. Nella presente si considera un valore di $K = 2,8 \times 10^{-5}$.

Tipo di suolo	K in [m/sec]	Permeabilità
Ciottoli, ghiaia (senza elementi fini)	$> 10^{-2}$	elevata
Sabbia, sabbia e ghiaia	$10^{-2} + 10^{-5}$	buona
Sabbia fine, limo, argilla con limo e sabbia	$10^{-5} + 10^{-9}$	cattiva
Argilla omogenea	$10^{-9} + 10^{-11}$	impermeabile

Tabella 02 – Valori tipici di permeabilità e loro valutazione indicativa [m/sec]

4. SINTESI CONCLUSIVA

Dato quanto sopra illustrato la tipologia di depositi individuati a mezzo della campagna d'indagine eseguita e a seguito delle elaborazioni effettuate ai §§ precedenti, dimostra di essere adatta ad accogliere l'impianto di smaltimento delle acque di prima pioggia in oggetto di trattazione.

Nulla osta quindi alla realizzazione dell'impianto di smaltimento costituito da una o più trincee di smaltimento poste ad una quota inferiore ai 3 m di profondità. La soluzione adottabile può consistere anche nella costruzione, in luogo di una singola trincea, di due trincee di sviluppo limitato in lunghezza magari più vicine ai collettori principali in maniera di sezionare l'impianto e ottenere anche una discreta economia in relazione agli scavi di eseguire. In ultimo si invita il Sign. Progettista a ben verificare sia le pendenze minime sia il corretto dimensionamento delle tubazioni afferenti le acque alla/e trincea/e.

5. RIFERIMENTI NORMATIVI

- Decreto Legislativo Lgs 152/2006 del 03 Aprile 2006 “Norme in materia ambientale”, art. 113 e art. 124;
- Legge Regione Veneto del 16 Aprile 1985 n°33/1985, “Norme per la tutela dell’ambiente”, art. 5, art. 49;
- Artt. 39 commi 1 e 3 N.T.A. del P.T.A. regionale
- D.M. 17 Gennaio 2018 Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»

6. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- CIVITA M. – “Idrogeologia applicata ed ambientale”, Casa Editrice Ambrosiana, Milano 2015;
- CASTANY G. – “Idrogeologia” – Flaccovio, Palermo 1982;
- GENETIER B. – “La pratica delle prove di pompaggio in idrogeologia”, Flaccovio, Palermo 1993.

7. ALLEGATI

Gli allegati alla presente relazione sono i seguenti:

- Allegato 1: Colognola Ai Colli (VR), Rotatoria Tra Sp 10 Della Val d'Ilasi e Sp 37 Del Soave In Loc. Decima - Caratterizzazione Terreni Mediante Indagini In Sito e Di Laboratorio;
- Allegato 2: Campagna Di Indagini Geofisiche Per La Realizzazione Di Una Rotatoria Tra Sp10 e Sp37 In Localita' Decima Comune Di Colognola Ai Colli (VR);

ALLEGATO 1

COLOGNOLA AI COLLI (VR), ROTATORIA TRA SP 10 DELLA VAL D'ILLASI E SP 37 DEL SOAVE IN LOC. DECIMA - CARATTERIZZAZIONE TERRENI MEDIANTE INDAGINI IN SITO E DI LABORATORIO



Commessa : R

051 /24 rev. 0

emissione: 10/09/2024



COLOGNOLA AI COLLI (VR) ROTATORIA TRA SP 10 DELLA VAL D'ILLASI E SP 37 DEL SOAVE IN LOC. DECIMA

tipologia indagine

CARATTERIZZAZIONE TERRENI MEDIANTE INDAGINI IN SITO E DI LABORATORIO

Committente :

COMUNE DI COLOGNOLA AI COLLI

Piazzale Trento, 2
37030 COLOGNOLA AI COLLI (VR)

Data consegna campioni:

-

Referente Tecnico:



Dr. Geol. Andrea Baldracchi

Direttore Laboratorio:

36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26 P. IVA 00673940243
Tel 0444 389495 Fax 0444 263413

Dr. Geol. Tatiana Bartolomei

GEOTECHNA srl GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA AMBIENTE

36040 TORRI DI QUARTESOLO (VI) Via degli Avieri n° 26

☎ 0444 38 94 95 ✉ info@geotechna.it - geotechna@pec.it

PI/CF 00673940243 CCIAA VICENZA RI 9567 REA 145793 VI C.S. 31.200 € iv



codice archivio n°	R051/24	data emissione :	06/09/24	pagina	1/1
--------------------	---------	------------------	----------	--------	-----

Committente :	COMUNE DI COLOGNOLA AI COLLI
---------------	-------------------------------------

Cantiere :	COLOGNOLA AI COLLI VR - LOC DECIMA - ROTATORIA SP10/SP37
------------	---

PLANIMETRIA CON UBICAZIONE PUNTI INDAGINE



archivio n°	R051/24	data emissione:	06/09/24	pagina	1/1
-------------	---------	-----------------	----------	--------	-----

Committente : **COMUNE DI COLOGNOLA AI COLLI**

Cantiere : **COLOGNOLA AI COLLI - LOC. DECIMA - ROTATORIA SP10-SP37**

Posizionamento Sondaggio n° **S1**

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
SONDAGGIO MECCANICO



Sperimentatore

(Dr. Geol. Marco Lucido)

Direttore del Laboratorio

(Dr. Geol. Tatiana Bartolomei)

codice archivio n°	R051/24	data emissione:	06/09/24	pagina	1/1
--------------------	---------	-----------------	----------	--------	-----

Committente : **COMUNE DI COLOGNOLA AI COLLI**

Cantiere : **COLOGNOLA AI COLLI - LOC. DECIMA - ROTATORIA SP10-SP37**

Sondaggio n°	S1	Box n°	1 - 2 - 3	quota m da - a	p.c.-14.0
--------------	-----------	--------	------------------	----------------	-----------

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO MECCANICO



Sperimentatore

Marco Lucido

(Dr. Geol. Marco Lucido)

Direttore del Laboratorio

Tatiana Bartolomei

(Dr. Geol. Tatiana Bartolomei)

Archivio n° R051/24	Rapporto n° 8926/S	Inizio esecuzione 04/09/2024	Termine Esecuzione 04/09/2024	Data emissione 06/09/2024	Pagina 1/1	
Committente COMUNE DI COLOGNOLA AI COLLI						
Cantiere COLOGNOLA AI COLLI (VR) - LOC. DECIMA - ROTATORIA SP10-SP37						
Operatori Dr. Geol. M. Lucido, G. Dalla Rosa		Tipo Sonda C.M.V. MK420 matr. 201	Tipo Carotaggio a rotazione a carotaggio continuo a secco	Diam. carotiere (mm) 101	Diam. rivestimento (mm) 127	Quota p.c.

SONDAGGIO MECCANICO n° S1

Scala (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	Quota	S.P.T.	PT (kPa)	ST (kPa)	Camp.	Piez.	Falda	n° camp.	Vane Test	LeFranc
1	[Pattern: Brown soil with sand]	terreno argilloso limoso sabbioso bruno con rari elementi di ghiaia talora anche grossi e con livelli sabbiosi limosi idem	3.00	4-5-5	>400							
2				1.20 PC	>400		1.70 R		CR1			LFR1
3				2-3-6	>400		1.90		1.70			2.00
4	[Pattern: Brown soil with sand and gravel]	terreno ghiaioso sabbioso limoso bruno chiaro ad elementi di natura calcarea di forma da subangolare ad arrotondata; nella parte sommitale sono presenti alcuni ciottoli calcarei idem	9.00	2-3-6								
5				2.70 PC			2.70 R		CR2			
6				50x12cm RIMB.			3.00		2.70			
7	[Pattern: Brown soil with sand and gravel]	idem	9.00	24-38-39								
8				5.70 PC			3.50		CR3			LFR2
9							4.50		3.00			
10	[Pattern: Yellow soil]	terreno limoso sabbioso argilloso giallo bruno chiaro	10.20									
11	[Pattern: Brown soil with sand]	terreno ghiaioso sabbioso limoso bruno chiaro ad elementi di natura calcarea di forma da subangolare ad arrotondata	11.00						10.40			
12	[Pattern: Grey soil]	terreno limoso argilloso sabbioso grigio bruno	12.00		150-160	60						
13	[Pattern: Yellow soil]	terreno limoso sabbioso debolmente argilloso giallo bruno idem	14.00		260-270	100						
14						180-220	80					

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
Carotaggio: a rotazione a carotaggio continuo a secco

Sonda: C.M.V. MK420 matr. 201

Sperimentatore

M. Lucido
(Dr. Geol. M. Lucido)



Direttore del Laboratorio

T. Bartolomei
(Dr. Geol. T. Bartolomei)

archivio n°	R051/24				pagina 1/1
inizio esecuzione	04/09/24	termine esecuzione	04/09/24	emissione	06/09/24

Committente :	COMUNE DI COLOGNOLA AI COLLI
Cantiere :	COLOGNOLA AI COLLI (VR) - LOC. DECIMA - ROTATORIA SP10-SP37

PROVA PENETROMETRICA S.P.T.
Standard Penetration Test (ASTM D1586 - RACC. AGI 1977)

Prove eseguite nel sondaggio n°	S1	altezza livello falda in m da p.c.	-
---------------------------------	-----------	------------------------------------	---

metodo di perforazione: rotazione a carotaggio continuo a secco

S.P.T. n°	rapporto di prova n°	quota m da p.c.		n° colpi			N 2°+3° 30 cm	descrizione litologica	lunghezza campione cm
		da	a	1° 15 cm	2° 15 cm	3° 15 cm			
S1 /1	8927 /S	1.20	1.65	4	5	5	10	terreno argilloso limoso sabbioso con ghiaia	punta
S1 /2	8928 /S	2.70	3.15	2	3	6	9	terreno argilloso limoso sabbioso con ghiaia	punta
S1 /3	8929 /S	4.30	4.75	50x12cm RIMB.				terreno ghiaioso sabbioso limoso	punta
S1 /4	8930 /S	5.70	6.15	24	38	39	77	terreno ghiaioso sabbioso limoso	punta

- Dispositivo di guida e di sganciamento automatico con caduta della massa libera e costante
- massa di percussione = 63.5 kg - volata = 0.76 m - energia specifica = 473 Joule/colpo - Ø campionatore = 51 mm

note : Quando la natura del terreno in prova risulta grossolana viene usata la punta conica Φ 51 mm conicità 60°, in sostituzione della scarpa (da Racc. AGI 1977).

Sperimentatore

(Dr. Geol. Marco Lucido)



Direttore del Laboratorio

(Dr. Geol. Tatiana Bartolomei)

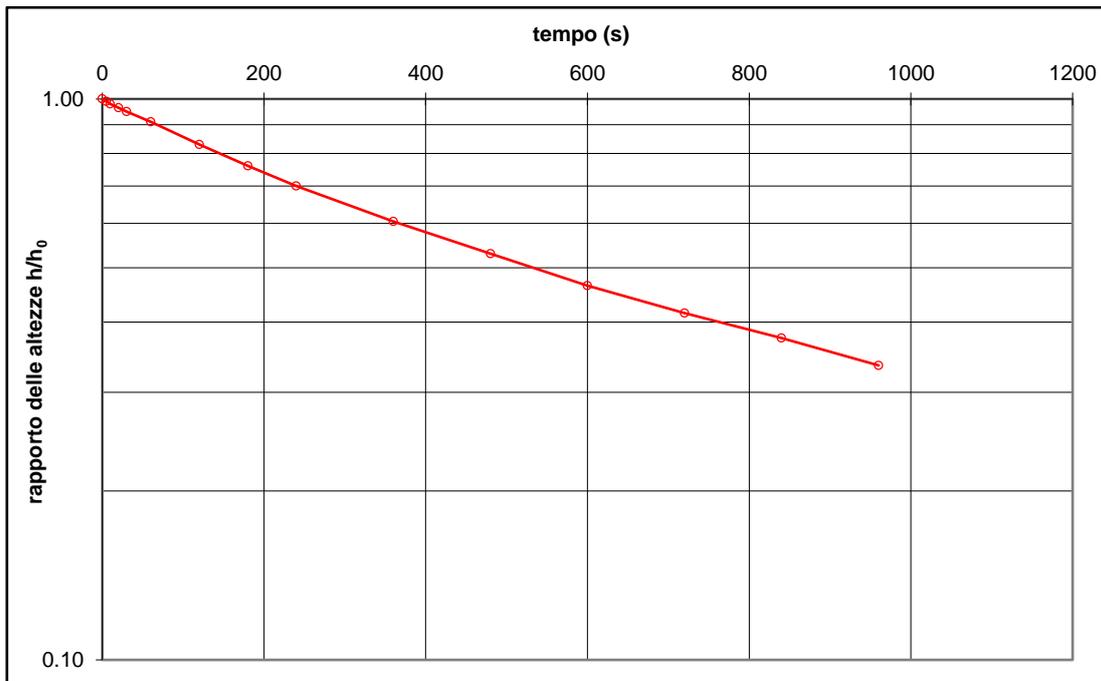
archivio n°	R051/24	rapporto n.	8931/S	pagina	1/2
inizio esecuzione :	04/09/24	termine :	04/09/24	emissione	06/09/24
Committente : COMUNE DI COGNOLA AI COLLI					
Cantiere : COGNOLA AI COLLI (VR) - LOC. DECIMA - ROTATORIA SP10-SP37					
prova eseguita nel sondaggio n°	S1	PROVA n°		1	

PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC

A CARICO VARIABILE (RACC. AGI 1977)

terreno in prova : terreno argilloso limoso sabbioso con elementi di ghiaia

DIAGRAMMA DI PROVA - " ABBASSAMENTO "



COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' K = 4.7E-06 m/s

A = area della sezione trasversale tubi di rivestimento in m²
 F = fattore di forma dipendente dalla geometria della camera di prova
 T = tempo di riequilibrio in sec (basic time lag)

formula adottata

$$K = A / (F \times T)$$

(secondo Cestari F. 1990)

Sperimentatore

(Dr. Geol. Marco Lucido)

Direttore del Laboratorio

(Dr. Geol. Tatiana Bartolomei)

archivio n°	R051/24	rapporto n.	8931/S	pagina	2/2
inizio esecuzione :	04/09/24	termine :	04/09/24	emissione	06/09/24
Committente : COMUNE DI COGNOLA AI COLLI					
Cantiere : COGNOLA AI COLLI (VR) - LOC. DECIMA - ROTATORIA SP10-SP37					
prova eseguita nel sondaggio n°	S1	PROVA n°	1		

PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC

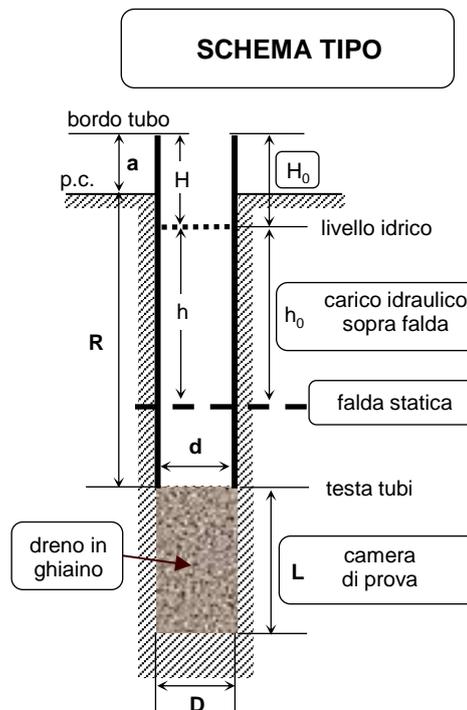
A CARICO VARIABILE (RACC. AGI 1977)

quota statica falda*	(m) p.c.	assente
quota piano campagna	(m) s.l.m.	-
prof. prova	(m) p.c.	1.5 - 2.0
altezza camera di prova	(m)	0.50
∅ camera di prova	(mm)	127
profondità scarpa tubi protezione	(m) p.c.	1.50
∅ _{int} tubi di rivestimento	(mm)	108
altezza bordo tubo di protezione a	(m)	0.90
battente d'acqua a inizio prova H₀	(m) b.t.	-0.90

*in assenza di falda si assume la quota del fondo foro

DATI DI PROVA "IN ABBASSAMENTO"

tempo (s)	livello acqua (m) da b.t.	h (m)	h/h ₀ (-)
0	-0.900	2.000	1.000
5	-0.920	1.980	0.990
10	-0.940	1.960	0.980
20	-0.970	1.930	0.965
30	-1.000	1.900	0.950
60	-1.080	1.820	0.910
120	-1.240	1.660	0.830
180	-1.380	1.520	0.760
240	-1.500	1.400	0.700
360	-1.690	1.210	0.605
480	-1.840	1.060	0.530
600	-1.970	0.930	0.465
720	-2.070	0.830	0.415
840	-2.150	0.750	0.375
960	-2.230	0.670	0.335



h_0 = altezza iniziale acqua in m (corrispondente al tempo t_0) dal livello falda riportata nella casella ombreggiata

h = altezza acqua in m dal livello falda durante la prova (in assenza di falda si assume il fondo foro)

note : Dopo l'esecuzione della camera di prova, questa è stata misurata e quindi riempita di dreni in ghiaia lavato.

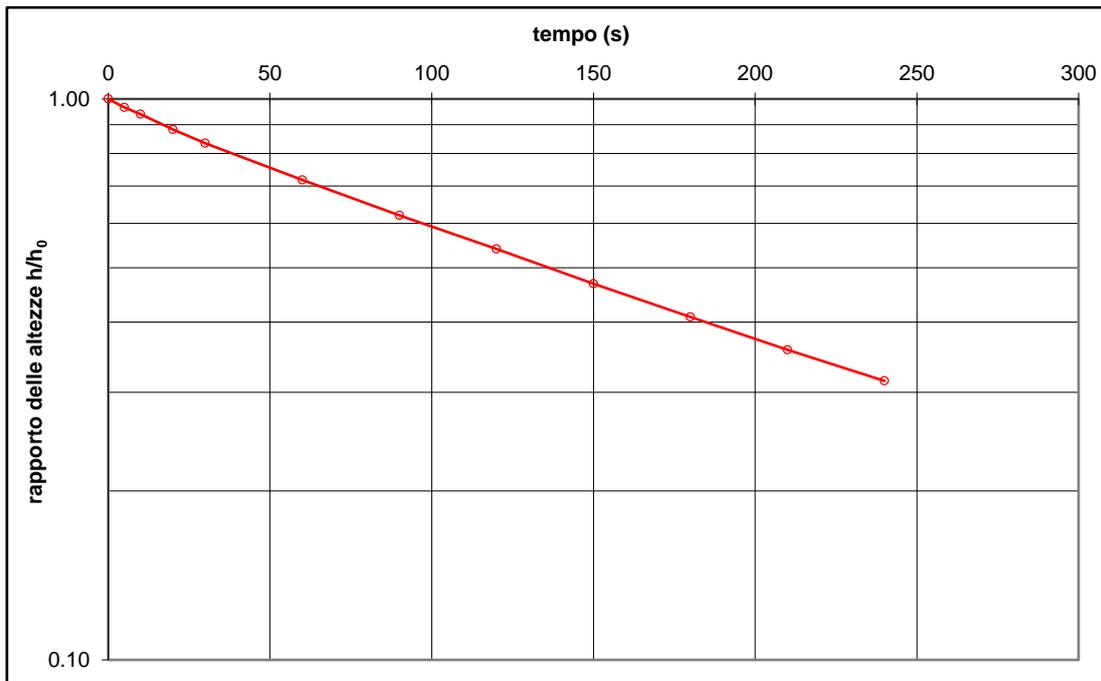
archivio n°	R051/24	rapporto n.	8932/S	pagina	1/2
inizio esecuzione :	04/09/24	termine :	04/09/24	emissione	06/09/24
Committente : COMUNE DI COLOGNOLA AI COLLI					
Cantiere : COLOGNOLA AI COLLI (VR) - LOC. DECIMA - ROTATORIA SP10-SP37					
prova eseguita nel sondaggio n°	S1	PROVA n°	2		

PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC

A CARICO VARIABILE (RACC. AGI 1977)

terreno in prova : terreno ghiaioso sabbioso limoso argilloso

DIAGRAMMA DI PROVA - " ABBASSAMENTO "



COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' K = 2.8E-05 m/s

A = area della sezione trasversale tubi di rivestimento in m²
F = fattore di forma dipendente dalla geometria della camera di prova
T = tempo di riequilibrio in sec (basic time lag)

formula adottata

$$K = A / (F \times T)$$

(secondo Cestari F. 1990)

Sperimentatore

Marco Lucido

(Dr. Geol. Marco Lucido)

Direttore del Laboratorio

Tatiana Bartolomei

(Dr. Geol. Tatiana Bartolomei)

archivio n°	R051/24	rapporto n.	8932/S	pagina	2/2
inizio esecuzione :	04/09/24	termine :	04/09/24	emissione	06/09/24
Committente : COMUNE DI COLOGNOLA AI COLLI					
Cantiere : COLOGNOLA AI COLLI (VR) - LOC. DECIMA - ROTATORIA SP10-SP37					
prova eseguita nel sondaggio n°	S1	PROVA n°	2		

PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC

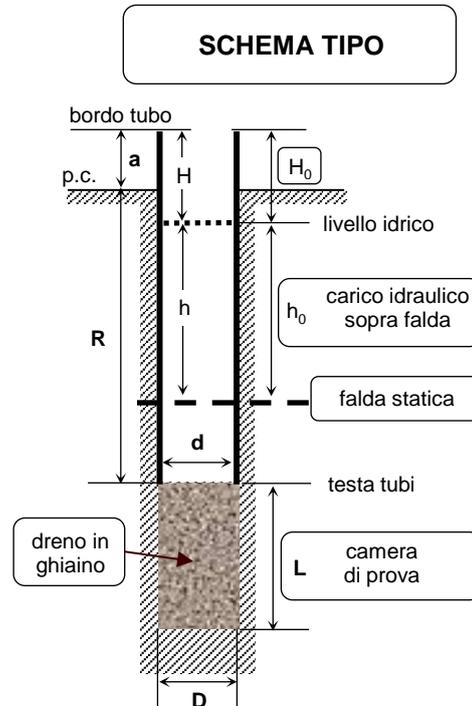
A CARICO VARIABILE (RACC. AGI 1977)

quota statica falda*	(m) p.c.	assente
quota piano campagna	(m) s.l.m.	-
prof. prova	(m) p.c.	3.0 - 3.5
altezza camera di prova	(m)	0.50
∅ camera di prova	(mm)	127
profondità scarpa tubi protezione	(m) p.c.	3.00
∅ _{int} tubi di rivestimento	(mm)	108
altezza bordo tubo di protezione a	(m)	0.90
battente d'acqua a inizio prova H₀	(m) b.t.	-0.90

*in assenza di falda si assume la quota del fondo foro

DATI DI PROVA "IN ABBASSAMENTO"

tempo (s)	livello acqua (m) da b.t.	h (m)	h/h ₀ (-)
0	-0.900	3.500	1.000
5	-1.020	3.380	0.966
10	-1.110	3.290	0.940
20	-1.310	3.090	0.883
30	-1.480	2.920	0.834
60	-1.890	2.510	0.717
90	-2.230	2.170	0.620
120	-2.510	1.890	0.540
150	-2.760	1.640	0.469
180	-2.970	1.430	0.409
210	-3.150	1.250	0.357
240	-3.300	1.100	0.314



h_0 = altezza iniziale acqua in m (corrispondente al tempo t_0) dal livello falda riportata nella casella ombreggiata

h = altezza acqua in m dal livello falda durante la prova (in assenza di falda si assume il fondo foro)

note : Dopo l'esecuzione della camera di prova, questa è stata misurata e quindi riempita di drenaggio in ghiaia lavato.



36040 TORRI DI Q.LO (VI) - Via degli Avieri, 26
 ☎ 0444 389495 fax 0444 263413 info@geotechna.it

TABELLA RIASSUNTIVA PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Committente : **COMUNE DI COLOGNOLA AI COLLI**
 Cantiere/Opera : **COLOGNOLA AI COLLI (VR) - LOC. DECIMA - ROTATORIA SP10-SP37**
 Consegna campioni : **04/09/2024 ARCHIVIO R051/24**

sondaggio n.
campione n.
quota m
 rapporto n°

	S1									
	CR1	CR2	CR3	CR4						
	1.7 - 1.9	2.7 - 3.0	3.0 - 3.5	4.5 - 5.0						
rapporto n°	8547/L	8548/L	8549/L	8550/L						
CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA :										
contenuto d' acqua (riferito ai limiti di Atterberg) (%)	16.1	27.4	-	-						
massa volumica (Mg/m ³)	-	-	-	-						
limite di liquidità (%)	35	35	-	-						
indice di plasticità (%)	18	14	-	-						
CLASSI GRANULOMETRICHE SECONDO AGI										
GHIAIA %	-	-	66	62						
SABBIA %	-	-	20	24						
LIMO %	-	-	9	10						
ARGILLA %	-	-	5	4						
DIAMETRO MASSIMO GRANULI mm (Ø)	-	-	19<Ø<37.5	19<Ø<37.5						
classifica AGI	-	-	ghiaia sabbiosa debolmente limosa	ghiaia sabbiosa debolmente limosa						
classifica ASTM D2487	CL	CL	-	-						
classifica UNI 11531	-	-	-	-						
MASSA VOLUMICA GRANULI SOLIDI (Mg/m³)	-	-	-	-						
SOSTANZA ORGANICA (%) :	-	-	-	-						
COMPRESSIONE SEMPLICE ELL :	-	-	-	-						
PROVA TRIASSIALE UU :	-	-	-	-						
PROVA TRIASSIALE CIU :	-	-	-	-						
CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA	-	-	-	-						
TAGLIO DIRETTO :	-	-	-	-						

NOTE:

archivio n°	R051/24	rapporto n.	8547/L	pag 1/1
-------------	---------	-------------	---------------	---------

campione ricevuto :	04/09/24	inizio prove	05/09/24	emissione :	06/09/24
---------------------	----------	--------------	----------	-------------	----------

Committente :	COMUNE DI COGNOLA AI COLLI
---------------	-----------------------------------

Cantiere :	COGNOLA AI COLLI (VR) - LOC. DECIMA - ROTATORIA SP10-SP37
------------	--

Sondaggio n°	S1	Campione n°	CR1	quota m	1.7 - 1.9
--------------	-----------	-------------	------------	---------	------------------

PROVE DI CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

descrizione campione :

(UNI EN ISO 14688-1)

terreno argilloso limoso sabbioso bruno oliva (F74) con rari elementi di ghiaia di natura calcarea

(valutazione colorimetrica secondo Code Munsell per agronomi)

Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

strumenti utilizzati : bilancia matr. 20078

contenuto in acqua	Wn %	16.1
--------------------	-------------	-------------

contenitore campione

Massa volumica (UNI CEN ISO/TS 17892-2 misurazioni lineari)

strumenti utilizzati : bilancia matr. 20078 - riga acciaio matr. S51

massa volumica	ρ Mg/m³	-
----------------	---	----------

sacchetto plastica

composizione granulometrica frazioni passanti	mm	2.00	0.40	0.075	0.002
	%	-	-	-	-

composizione granulometrica classi AGI		ghiaia	sabbia	limo	argilla
	%	-	-	-	-

Limiti di consistenza o di Atterberg (ASTM D4318)

limite di liquidità	Wl %	35
limite di plasticità	Wp %	17
indice di plasticità	Ip %	18
indice di consistenza	Ic	1.05
coeff. di attività colloidale (Ip / % <2 μ m)	A	-

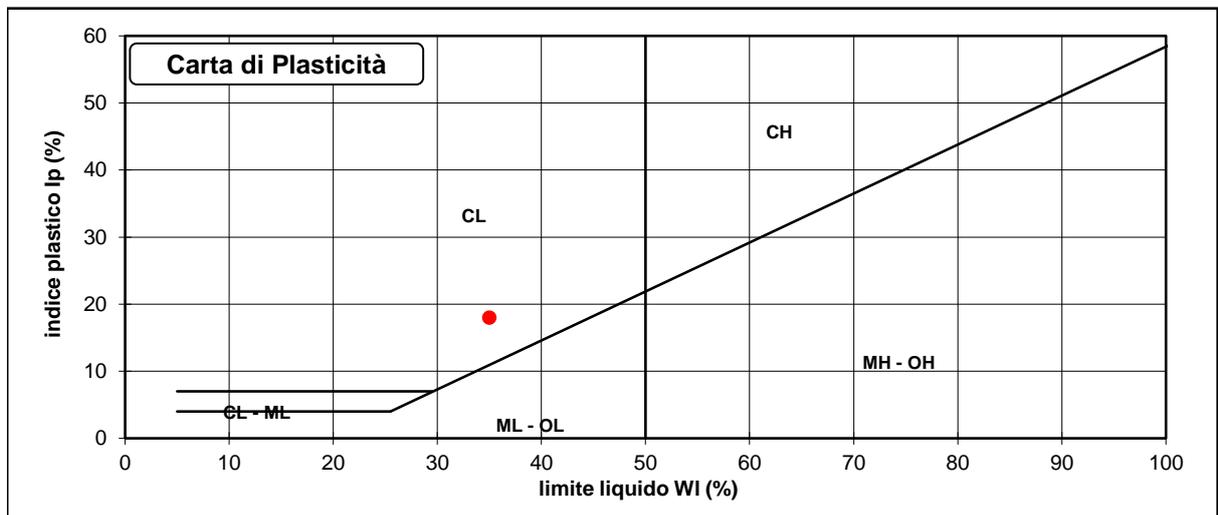
ONE-POINT - Method B

$$WI\% = W(N/25)^{0.121}$$

n° colpi N	26	27
W%	34.6	35.5
WI%	34.8	35.8

attrezzatura utilizzata cucchiaio Casagrande matr.T624 - strumenti utilizzati : bilancia matr. 20078

limiti di Atterberg eseguiti sulla frazione passante al setaccio 0.4mm



Sperimentatore

Marco Lucido
(Dr. Geol. Marco Lucido)

Direttore del Laboratorio

Tatiana Bartolomei
(Dr. Geol. Tatiana Bartolomei)

archivio n°	R051/24	rapporto n.	8548/L	pag 1/1
-------------	---------	-------------	---------------	---------

campione ricevuto :	04/09/24	inizio prove	05/09/24	emissione :	06/09/24
---------------------	----------	--------------	----------	-------------	----------

Committente : **COMUNE DI COGNOLA AI COLLI**

Cantiere : **COGNOLA AI COLLI (VR) - LOC. DECIMA - ROTATORIA SP10-SP37**

Sondaggio n°	S1	Campione n°	CR2	quota m	2.7 - 3.0
--------------	-----------	-------------	------------	---------	------------------

PROVE DI CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

descrizione campione :

terreno argilloso limoso sabbioso bruno giallo chiaro (D74)

(UNI EN ISO 14688-1)

(valutazione colorimetrica secondo Code Munsell per agronomi)

Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

strumenti utilizzati : bilancia matr. 20078

contenuto in acqua	Wn %	27.4
--------------------	-------------	-------------

contenitore campione

Massa volumica (UNI CEN ISO/TS 17892-2 misurazioni lineari)

strumenti utilizzati : bilancia matr. 20078 - riga acciaio matr. S51

massa volumica	ρ Mg/m³	-
----------------	---	----------

sacchetto plastica

composizione granulometrica frazioni passanti	mm	2.00	0.40	0.075	0.002
	%	-	-	-	-

composizione granulometrica classi AGI		ghiaia	sabbia	limo	argilla
	%	-	-	-	-

Limiti di consistenza o di Atterberg (ASTM D4318)

limite di liquidità	Wl %	35
limite di plasticità	Wp %	21
indice di plasticità	Ip %	14
indice di consistenza	Ic	0.54
coeff. di attività colloidale (Ip / % <2 μ m)	A	-

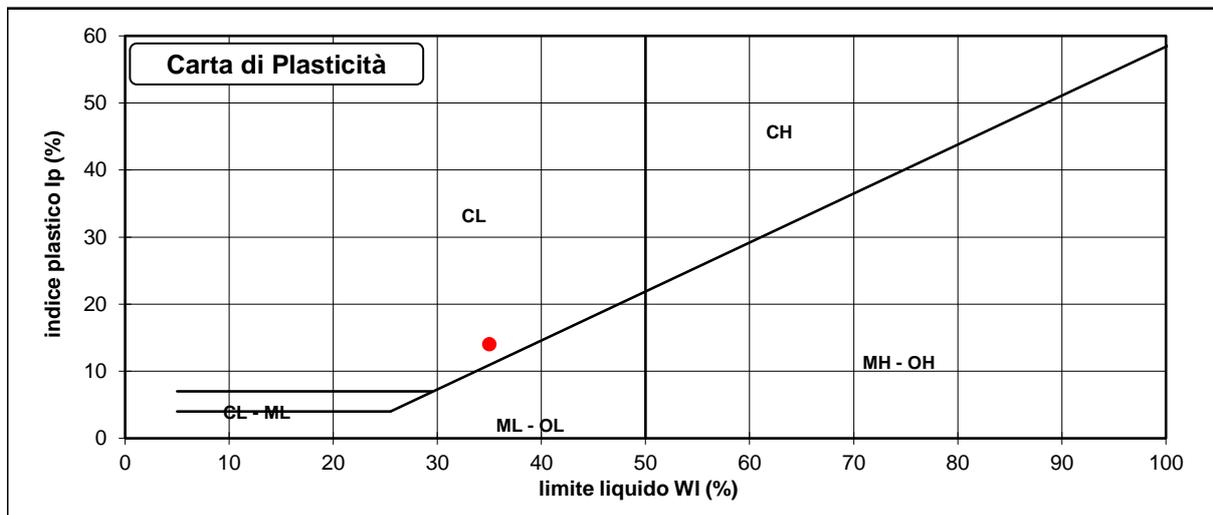
ONE-POINT - Method B

$$Wl\% = W(N/25)^{0.121}$$

n° colpi N	25	26
W%	34.8	35.5
Wl%	34.8	35.7

attrezzatura utilizzata cucchiaio Casagrande matr. T624 - strumenti utilizzati : bilancia matr. 20078

limiti di Atterberg eseguiti sulla frazione passante al setaccio 0.4mm



Sperimentatore

Marco Lucido
(Dr. Geol. Marco Lucido)

Direttore del Laboratorio

Tatiana Bartolomei
(Dr. Geol. Tatiana Bartolomei)

archivio n°	R051/24	rapporto n.	8549/L		pag 1/1
campione ricevuto :	04/09/24	inizio prove	05/09/24	emissione :	06/09/24
Committente :	COMUNE DI COLOGNOLA AI COLLI				
Cantiere :	COLOGNOLA AI COLLI (VR) - LOC. DECIMA - ROTATORIA SP10-SP37				
Sondaggio n°	S1	Campione n°	CR3	quota m	3.0 - 3.5

PROVE DI CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

descrizione campione :

(UNI EN ISO 14688-1)

terreno ghiaioso sabbioso limoso debolmente argilloso bruno oliva (F74) ad elementi di natura calcarea di forma da subangolare ad arrotondata

(valutazione colorimetrica secondo Code Munsell per agronomi)

Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

strumenti utilizzati : bilancia matr. 20078

contenuto in acqua	Wn %	-
--------------------	-------------	---

contenitore campione

Massa volumica (UNI CEN ISO/TS 17892-2 misurazioni lineari)

strumenti utilizzati : bilancia matr. 20078 - riga acciaio matr. S51

massa volumica	ρ Mg/m³	-
----------------	---	---

sacchetto plastica

composizione granulometrica frazioni passanti	mm	2.00	0.40	0.063	0.002
	%	34	23	14	5

composizione granulometrica classi AGI		ghiaia	sabbia	limo	argilla
	%	66	20	9	5

Sperimentatore


(Dr. Geol. Marco Lucido)

Direttore del Laboratorio


(Dr. Geol. Tatiana Bartolomei)

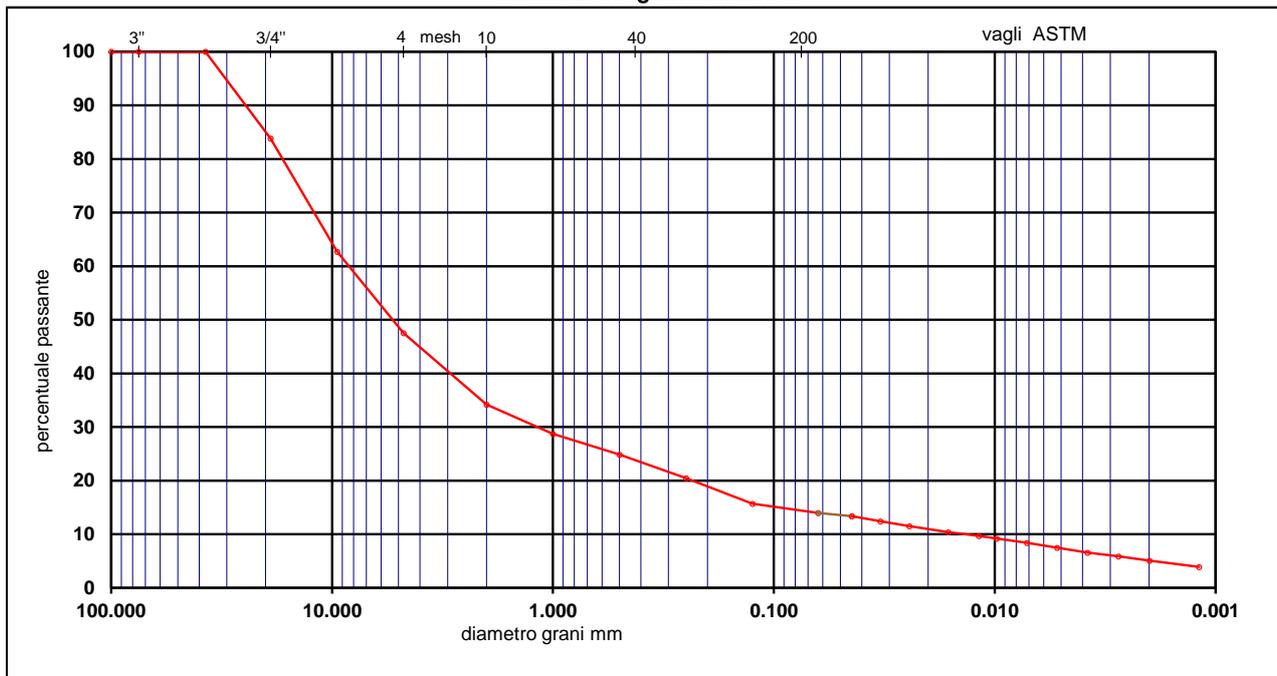
archivio n°	R051/24	rapporto n.	8549/L		pag 1/1
campione ricevuto :		04/09/24	esecuzione prova		09/09/24
emissione : 06/09/24					
Committente : COMUNE DI COLOGNOLA AI COLLI					
Cantiere : COLOGNOLA AI COLLI (VR) - LOC. DECIMA - ROTATORIA SP10-SP37					
Sondaggio n°	S1	Campione n°	CR3	quota m	3.0 - 3.5

DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-4) per setacciatura e sedimentazione

classificazione granulometrica (AGI): *ghiaia sabbiosa debolmente limosa*

distribuzione granulometrica



note:

dati di prova

SETACCIATURA			SEDIMENTAZIONE		massa secca totale utilizzato per setacciatura + sedimentazione (g)	2675
Ø setacci mm	terreno		Ø equival. grani mm	terreno in sospensione %	massa secca della frazione utilizzata per la sedimentazione (g)	60.00
	trattenuto g	passante %				
100	-	100.0	0.0444	13.4	temperatura media della soluzione durante la sedimentazione (°C)	26
75	-	100.0	0.0330	12.5		
37.5	-	100.0	0.0244	11.5	densimetro utilizzato: ASTM 152H	
19.0	433	83.8	0.0162	10.4	antiflocculante: soluzione di esametafosfato di sodio preparata al momento della prova	
9.5	565	62.7	0.0118	9.7	Limiti di Atterberg : non eseguiti	
4.75	405	47.6	0.0098	9.2		
2.00	357	34.2	0.0072	8.4		
1.00	146	28.7	0.0052	7.5		
0.50	103	24.9	0.0038	6.6		
0.250	118	20.5	0.0028	5.9		
0.125	128	15.7	0.0020	5.1		
0.063	46	14.0	0.0012	3.9		

strumenti utilizzati: bilancia matr. 20078 - SETACCI UTILIZZATI (Ø mm/matricola) : 100/L52, 75/L39, 37.5/L40, 19/L41, 9.5/L42, 4.75/L43, 2.00/1711038, 1.00/17101252, 0.50/17090628, 0.25/16020623, 0.125/17101270, 0.063/L45, 0.075/17091745

Sperimentatore

(Dr. Geol. Marco Lucido)

Direttore del Laboratorio

(Dr. Geol. Tatiana Bartolomei)

archivio n°	R051/24	rapporto n.	8550/L		pag 1/1
campione ricevuto :	04/09/24	inizio prove	05/09/24	emissione : 06/09/24	
Committente :	COMUNE DI COLOGNOLA AI COLLI				
Cantiere :	COLOGNOLA AI COLLI (VR) - LOC. DECIMA - ROTATORIA SP10-SP37				
Sondaggio n°	S1	Campione n°	CR4	quota m	4.5 - 5.0

PROVE DI CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

descrizione campione :

(UNI EN ISO 14688-1)

terreno ghiaioso sabbioso limoso bruno chiaro (C61) ad elementi di natura calcarea di forma da angolare ad arrotondata

(valutazione colorimetrica secondo Code Munsell per agronomi)

Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

strumenti utilizzati : bilancia matr. 20078

contenuto in acqua	Wn %	-
--------------------	-------------	---

contenitore campione

Massa volumica (UNI CEN ISO/TS 17892-2 misurazioni lineari)

strumenti utilizzati : bilancia matr. 20078 - riga acciaio matr. S51

massa volumica	ρ Mg/m³	-
----------------	---	---

sacchetto plastica

composizione granulometrica frazioni passanti	mm	2.00	0.40	0.063	0.002
	%	38	25	14	4

composizione granulometrica classi AGI		ghiaia	sabbia	limo	argilla
	%	62	24	10	4

Sperimentatore


(Dr. Geol. Marco Lucido)

Direttore del Laboratorio


(Dr. Geol. Tatiana Bartolomei)

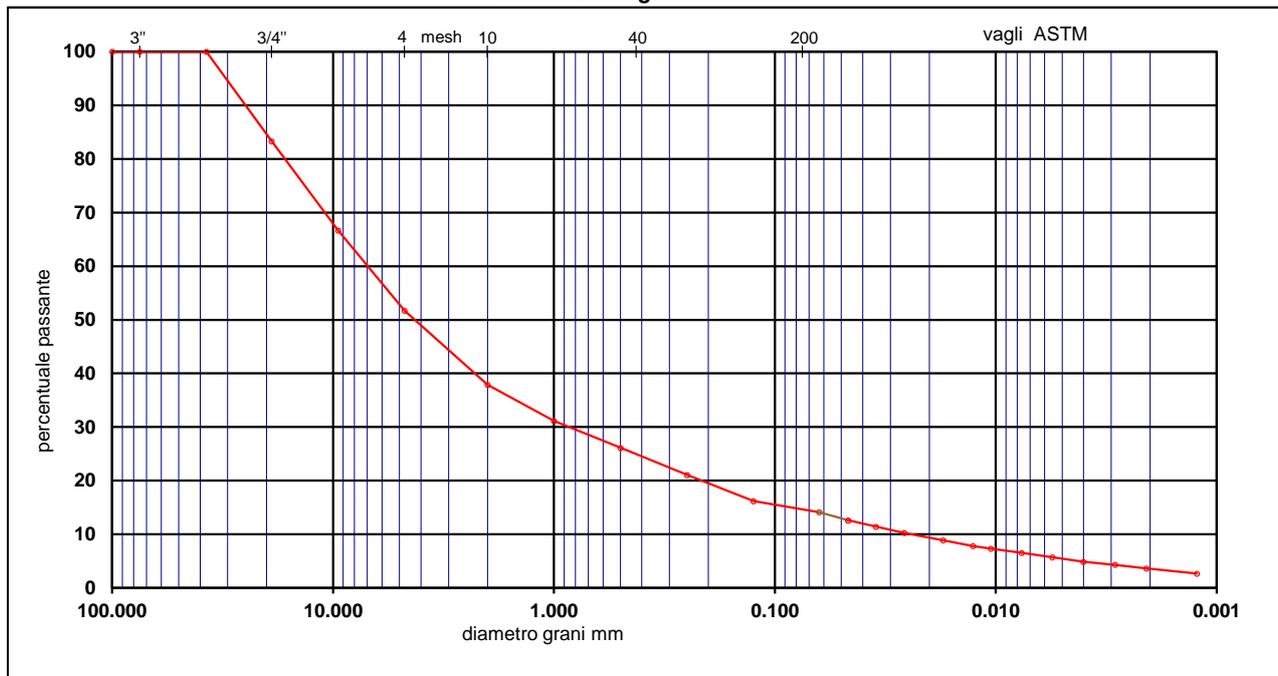
archivio n°	R051/24	rapporto n.	8550/L		pag 1/1
campione ricevuto :		04/09/24	esecuzione prova		09/09/24
		emissione : 06/09/24			
Committente : COMUNE DI COLOGNOLA AI COLLI					
Cantiere : COLOGNOLA AI COLLI (VR) - LOC. DECIMA - ROTATORIA SP10-SP37					
Sondaggio n°	S1	Campione n°	CR4	quota m	4.5 - 5.0

DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-4) per setacciatura e sedimentazione

classificazione granulometrica (AGI): *ghiaia sabbiosa debolmente limosa*

distribuzione granulometrica



note:

dati di prova

SETACCIATURA			SEDIMENTAZIONE		massa secca totale utilizzato per setacciatura + sedimentazione (g)	
Ø setacci mm	terreno		Ø equival. grani mm	terreno in sospensione %	massa secca della frazione utilizzata per la sedimentazione (g)	2438
	trattenuto g	passante %				
100	-	100.0	0.0466	12.6	60.00	
75	-	100.0	0.0349	11.4		
37.5	-	100.0	0.0259	10.3		
19.0	407	83.3	0.0173	8.9		temperatura media della soluzione durante la sedimentazione (°C)
9.5	405	66.7	0.0127	7.8		26
4.75	365	51.7	0.0105	7.4		densimetro utilizzato: ASTM 152H
2.00	337	37.9	0.0076	6.5		antiflocculante: soluzione di esametafosfato di sodio preparata al momento della prova
1.00	165	31.1	0.0055	5.7		Limiti di Atterberg : non eseguiti
0.50	122	26.1	0.0040	4.9		
0.250	123	21.1	0.0029	4.3		
0.125	119	16.2	0.0021	3.6		
0.063	50	14.2	0.0012	2.7		

strumenti utilizzati: bilancia matr. 20078 - SETACCI UTILIZZATI (Ø mm/matricola) : 100/L52, 75/L39, 37.5/L40, 19/L41, 9.5/L42, 4.75/L43, 2.00/1711038, 1.00/17101252, 0.50/17090628, 0.25/16020623, 0.125/17101270, 0.063/L45, 0.075/17091745

Sperimentatore

(Dr. Geol. Marco Lucido)

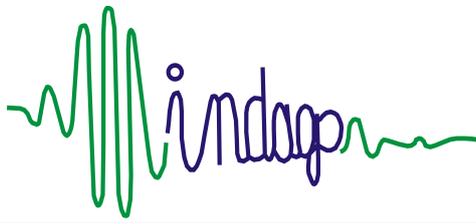
GEOTECHNA
srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444.389495 - Fax 0444.263413

Direttore del Laboratorio

(Dr. Geol. Tatiana Bartolomei)

ALLEGATO 2

**CAMPAGNA DI INDAGINI GEOFISICHE PER LA
REALIZZAZIONE DI UNA ROTATORIA TRA SP10 E
SP37 IN LOCALITA' DECIMA COMUNE DI
COLOGNOLA AI COLLI (VR)**



IND.A.G.O S.N.C.

Indagini e Opere Ambientali e Geologiche

Via L. Balzan, 1 - 45100 Rovigo (RO)

tel.: 0425 25185 - mail: info@indago-rovigo.it

www.indago-rovigo.it



CAMPAGNA DI INDAGINI GEOFISICHE PER LA REALIZZAZIONE DI UNA ROTATORIA TRA SP10 E SP37 IN LOCALITA' DECIMA COMUNE DI COLOGNOLA AI COLLI (VR)

Tipologia di indagine	MASW, ReMi
Codice commessa	GF093.09.2024
Data emissione	18/09/2024
Committente	Geotechna S.r.l.
Sperimentatore	Dott. Matteo Pettanello
Responsabile Tecnico	Dott. Enrico Farinatti



IND.A.G.O. s.n.c.
di Meroia - Farinatti & Co.
Enrico Farinatti

Sommario

1.	Premessa.....	2
2.	Metodo Re.Mi e Masw	2
3.	Modalità esecutive	3
4.	Risultati prova ReMi-MASW	4
5.	Valutazioni sul rischio di liquefazione.....	7

Allegati

Class NTC 2018

Verifica alla liquefazione

1. Premessa

Lo scrivente, su incarico della società Geotechna S.r.l., ha eseguito una campagna di misure geofisiche in via XXIV Maggio nel comune di Colognola ai Colli (VR), mediante i metodi MASW (Multi Channel Analysis of Surface Waves) e ReMi (Refraction Microtremor), ai sensi del DM 17/01/2018.

La figura che segue riporta l'ubicazione delle indagini.



Fig. 1: Planimetria con ubicazione delle indagini.

2. Metodo Re.Mi e Masw

Il metodo utilizzato sfrutta le onde di superficie e il fenomeno della dispersione delle stesse (variazione della velocità di fase con il variare della frequenza).

Solitamente si tratta di onde di Rayleigh in caso di acquisizioni terrestri. In particolare, poiché le onde di Rayleigh si propagano lungo la superficie topografica in uno strato di profondità circa pari alla lunghezza d'onda, in mezzi stratificati verticalmente eterogenei, le diverse lunghezze d'onda, relative alla propagazione di armoniche a diversa frequenza, si propagano con velocità di fase che dipende dalle proprietà dei materiali interessati dalla propagazione. Ciò fa sì che la velocità di fase sia funzione della frequenza dell'onda

stessa. Tale dipendenza prende il nome di dispersione geometrica e viene rappresentata tramite la curva di dispersione (velocità di fase vs. frequenza). La propagazione delle onde di superficie è un fenomeno multimodale, una stessa frequenza può propagarsi contemporaneamente a diverse velocità, e ogni velocità viene chiamata modo.

Dalla curva di dispersione sperimentale è possibile caratterizzare il sottosuolo in termini di variazione della velocità di propagazione delle onde di taglio (V_{SV}), e quindi del modulo di rigidità al taglio dinamico (G_0), in funzione della profondità.

L'utilizzo delle prove per onde superficiali ha molti campi di applicazione, dalla stima della V_{Seq} richiesta dalle NTC2018, alla valutazione dei parametri utili a studi approfonditi di pericolosità sismica; dalla caratterizzazione di discariche, alla valutazione della profondità e dello stato di alterazione di substrati superficiali in presenza di falde acquifere, nonché la caratterizzazione di versanti e depositi.

Generalmente il metodo assume come modello del terreno un mezzo elastico-lineare a strati omogenei. Nella maggior parte delle applicazioni, la tecnica è quindi utilizzata per stimare un profilo verticale 1D di VS, ma vi sono molte applicazioni in siti con moderate variabilità laterali in cui il metodo consente di stimare distribuzioni di VS pseudo-2D/3D.

Il metodo per onde superficiali maggiormente utilizzato prende comunemente il nome di MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) e si basa sulla misura delle onde superficiali eseguita con un dispositivo lineare di sensori sismici e con sorgenti artificiali.

Il calcolo del profilo delle velocità delle onde di Rayleigh, $V(\text{fase})/\text{freq.}$, può essere convertito nel profilo $V_s/\text{profondità}$. Il metodo passivo sfrutta il rumore naturale, mentre il metodo attivo sfrutta sorgenti sismiche (massa battente).

Tale metodo non è univoco e quindi il modello che ne scaturisce è un modello teorico; per questo motivo è preferibile operare in presenza di dati di taratura (come nel caso specifico) onde ricavare il modello reale.

3. Modalità esecutive

Il metodo prevede l'utilizzo di strumentazione classica per sismica a rifrazione ad elevata dinamica (24 bits di conversione A/D), con geofoni a bassa frequenza (preferibilmente da 4,5 Hz).

Nella fattispecie per le misure è stato utilizzato un sismografo a 48 canali mod. Terraloc Pro della ABEM Instruments, a 24 bits.



Fig. 2: Esecuzione prova MASW-REMI

È stato realizzato un profilo lineare con un interdistanza tra i geofoni di 2 m (24 geofoni). La battuta è stata effettuata a 5 m dall'ultimo geofono.

Le misure Re.Mi. sono state effettuate tramite 10 registrazioni da 30 secondi ciascuna, per le Masw invece 2 registrazioni da 2 secondi. I geofoni usati sono di tipo verticale da 4.5 Hz e grazie alla dinamica dello strumento (24 bits, range dinamico 120 dB), consentono la registrazione delle onde di superficie con contenuto in frequenza fino a circa 2 Hz.

I dati acquisiti in campagna sono stati quindi elaborati e, grazie ai dati di taratura forniti, è stato possibile ricostruire un modello V_s /profondità attendibile.

Qualora necessario, in fase di elaborazione, è possibile effettuare il picking della curva Velocità/frequenza per il solo modo fondamentale di vibrazione, oppure per diversi modi di vibrazione (fino al decimo).

4. Risultati prova ReMi-MASW

L'indagine eseguita ha permesso la determinazione dell'andamento della velocità delle V_s fino ad oltre 30 m di profondità.

Di seguito si riportano le immagini relative allo spettro di velocità e la curva di dispersione delle onde di Rayleigh e del modello che ne deriva previa inversione dei dati. L'errore quadratico medio calcolato è dello 1.92%.

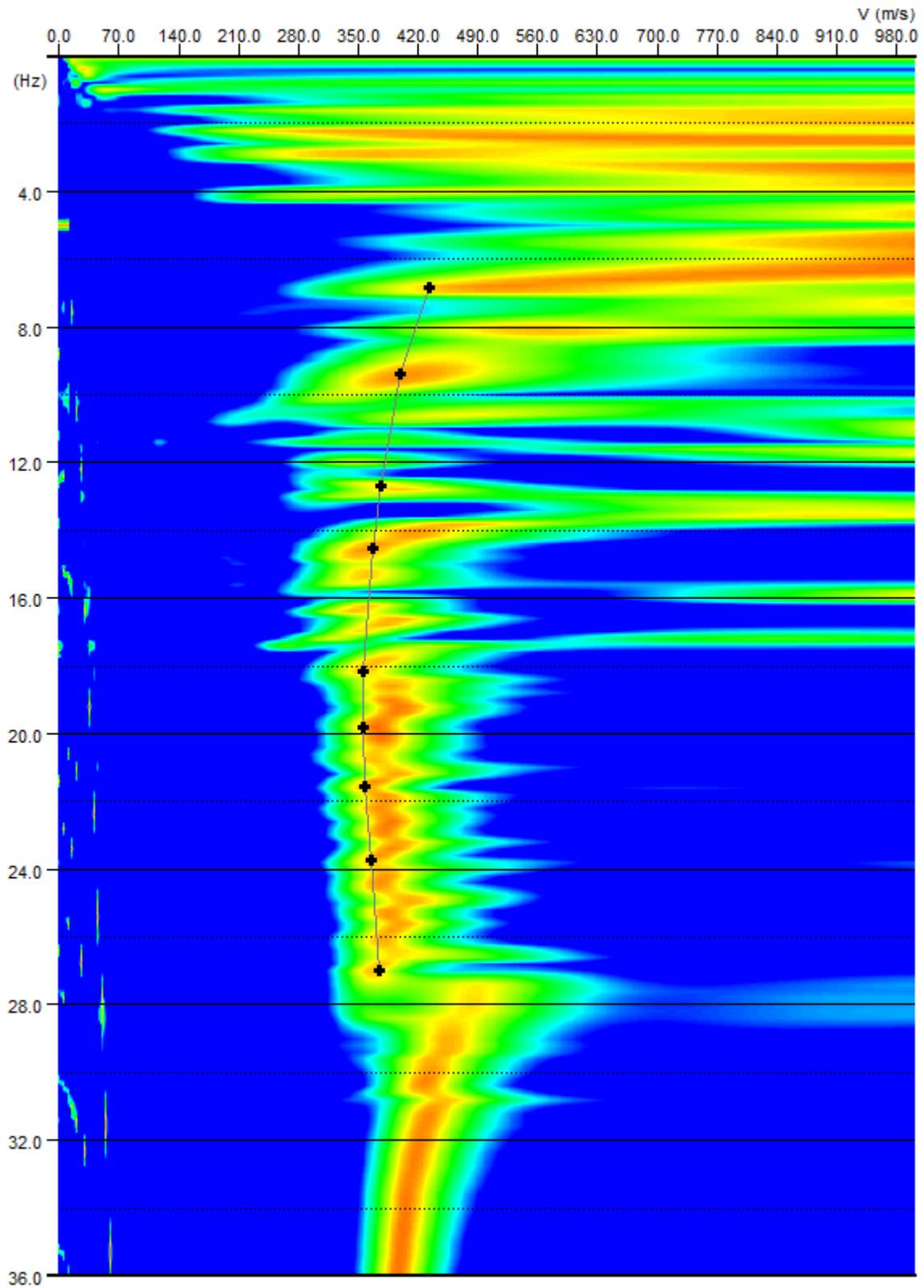


Fig. 3: Spettro di velocità.

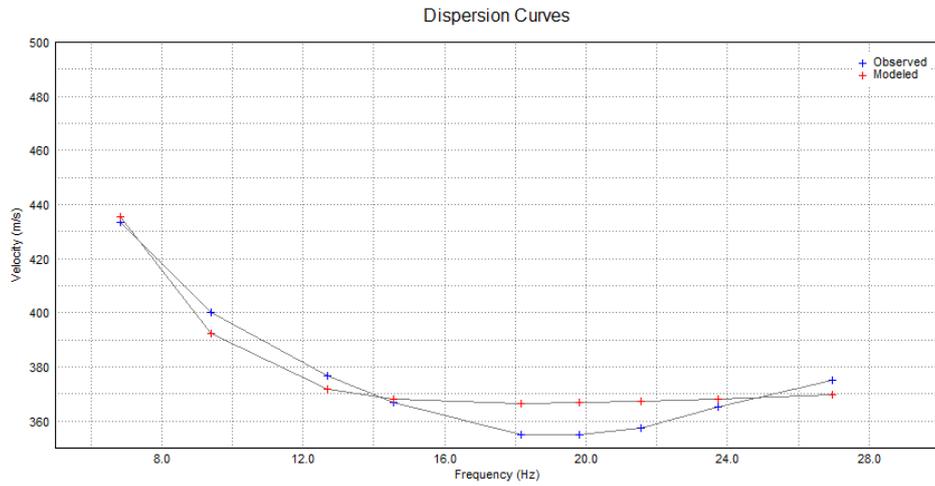


Fig.4: Curva di dispersione misurata (blu) e calcolata (rosso)

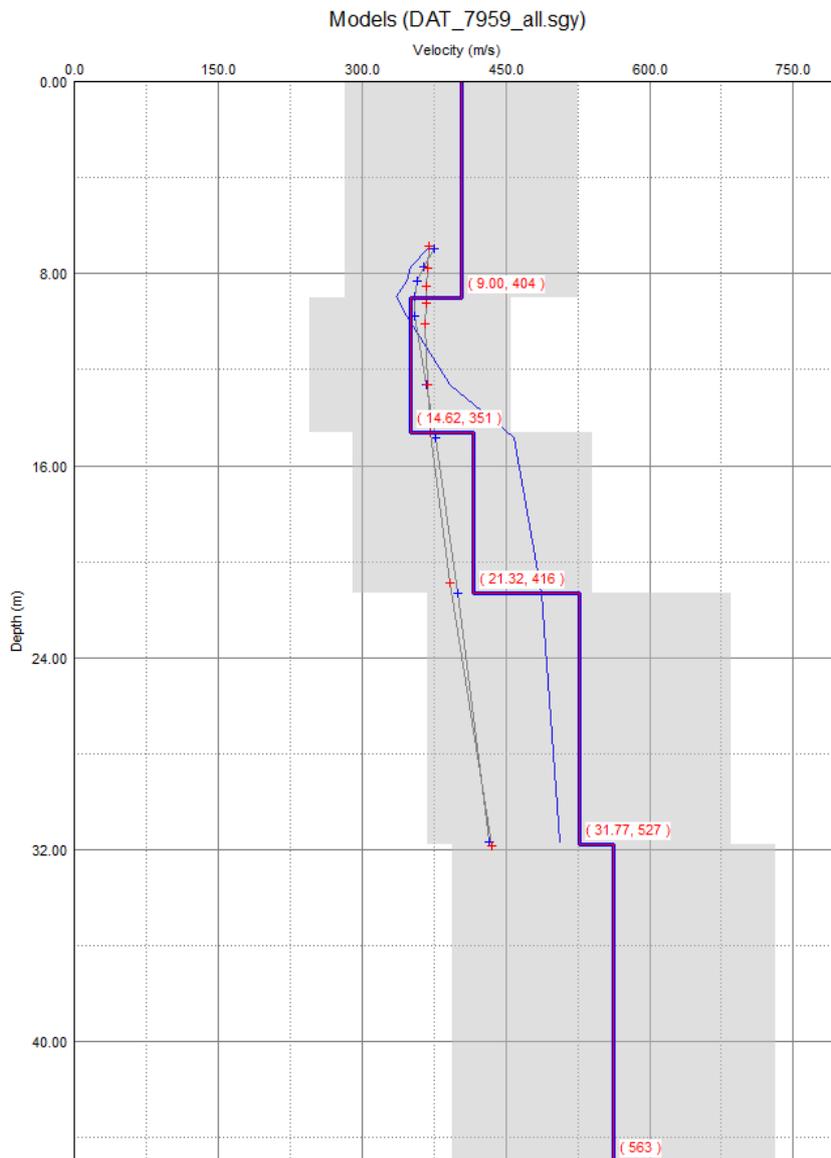


Fig. 5: Modello risultante dall'inversione dei dati.

La $V_{s\ eq}$ è stata ricavata dalla formula:

$$V_{seq} = \frac{h}{\sum \frac{h_i}{v_i}}$$

Nel caso specifico è risultato:

$$V_{s\ eq} = 423 \text{ m/s}$$

Si tratta quindi di un suolo tipo **B** (**S = 1.2** secondo le NTC).

Vengono inoltre fornite tabelle recanti la classificazione del sito e lo spettro di risposta elastico relativo, ricavato considerando una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (tempo di ritorno 475 anni, avendo considerato una classe d'uso II). Tale condizione corrisponde allo **stato limite ultimo di salvaguardia della vita** (secondo NTC).

5. Valutazioni sul rischio di liquefazione

Le caratteristiche geologiche e geotecniche del terreno oggetto di studio presentano proprietà per le quali, secondo la normativa vigente, si rende necessario eseguire lo studio della verifica a liquefazione. Tali caratteristiche sono di seguito elencate:

- presenza di lenti sabbiose e sabbioso limose, con spessori metrici;
- profondità della falda a quote inferiori a 15 m da p.c.;
- valore di accelerazione massima superiore a 0.100 g.

In particolare, gli strati caratterizzati da natura granulare suscettibili di fenomeni di liquefazione si rinvennero alle quote:

- 12.00 m – 14.00 m P.C..

L'analisi relativa al potenziale di liquefazione è stata effettuata supponendo la presenza di una percentuale di limo e/o argilla compresa tra il 5% e il 35%, e basandosi sui seguenti fattori iniziali:

- accelerazione massima pari a 0.180 g;
- velocità $V_s = 351 \text{ m/s}$;
- Magnitudo di riferimento $M_w = 4.98$
- Profondità della falda 10.40 m da p.c.
- Suolo tipo B;
- Categoria topografica T1.

Il coefficiente di sicurezza viene calcolato in base alla formula sottostante (previa una "normalizzazione" dei dati ottenuti per riportarli alla magnitudo di riferimento):

$$F_s = CRR_{7.5}/CSR_{7.5}$$

dove:

- $CRR_{7.5}$ = rapporto di resistenza ciclica (per $M=7.5$);
- $CSR_{7.5}$ = rapporto di tensione ciclica (per $M=7.5$).

I risultati ottenuti (vedere grafico e tabella in allegato) indicano **che il terreno non è suscettibile di liquefazione.**

Si rimanda all'apposito allegato per i dettagli.

Rovigo, Settembre 2024

Dott. Enrico Farinatti

IND.A.G.O. s.n.c.
di Merola - Farinatti & Co.



ALLEGATI

CLASSIFICAZIONE DEL SITO NTC 2018Data **Settembre 2024**Località **Colognola ai Colli (VR)**
Metodo di indagine **MASW Attivo e Passivo (misura Vr)**Strumentazione utilizzata **Sismografo ABEM Terraloc Pro, 48 canali, 24 bits**Metodo di energizzazione **Rumore naturale+10 kg**Geometria stendimento: **24 geofoni - interasse 2 m****RISPOSTA SISMICA LOCALE**

(si vedano le tabelle sottostanti per ricavare i valori del coeff. Cc e del coeff. amplificazione S)

Categorie di suolo di fondazione:

		S_s	C_c	S=S_s*S_T
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie di caratteristiche meccaniche più scadenti, con spessore massimo pari a 3 m.	1.00	1.00	1.00
B	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.	1.20	1.42	1.20
C	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.	1.50	1.60	1.50
D	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	1.80	2.37	1.80
E	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	1.60	1.92	1.60

I parametri a/g, F₀ e T_C vengono forniti dalla normativa**Categorie Topografiche:**

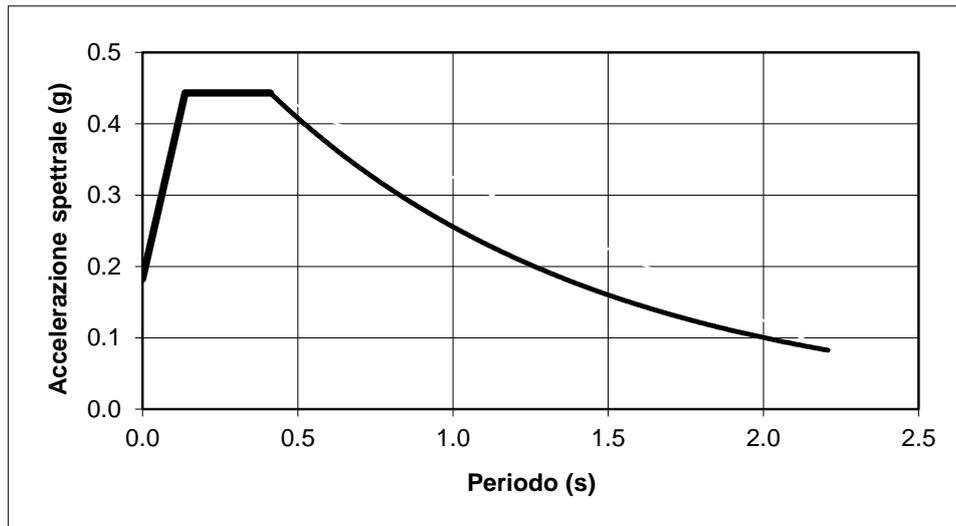
		S_t	
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	1	
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	1.2	valore alla sommità del pendio
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	1.2	valore della cresta del rilievo
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	1.4	valore della cresta del rilievo

Le sovraesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

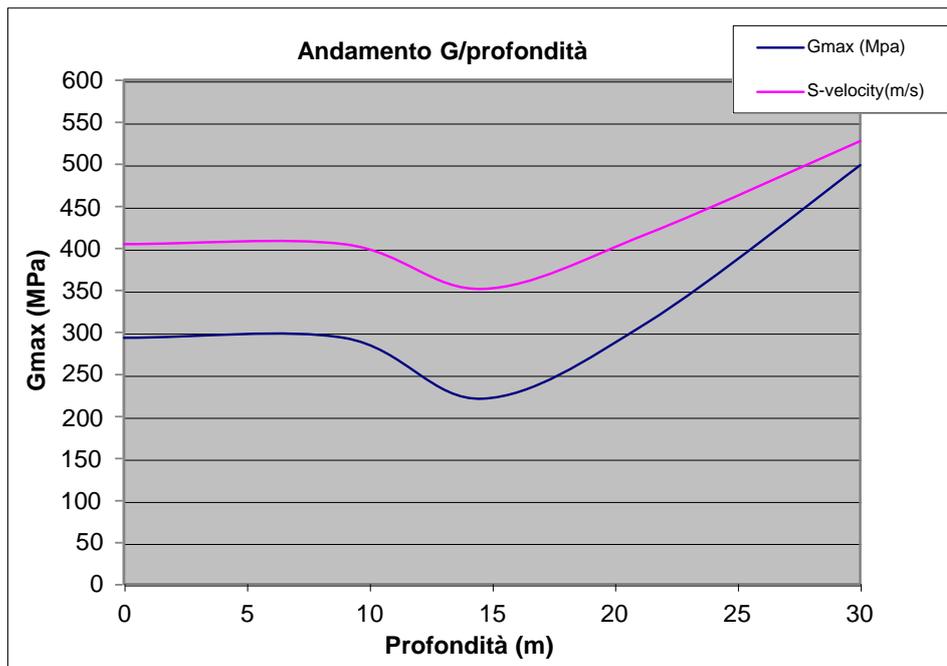
SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO 5% SMORZAMENTO - COMP. ORIZZONTALE (NTC 2018)
Possibilità di superamento del 10% in 50 anni

$T_0 = a_g \times S$
 $T_b = T_c / 3$
 $T_c = C_c \times T_c^*$
 $T_d = 4.0 \times a_g / g + 1.6$

Ascisse (s)	Ordinate
0.0000	0.1824
0.1371	0.4432
0.4114	0.4432
2.2080	0.0826



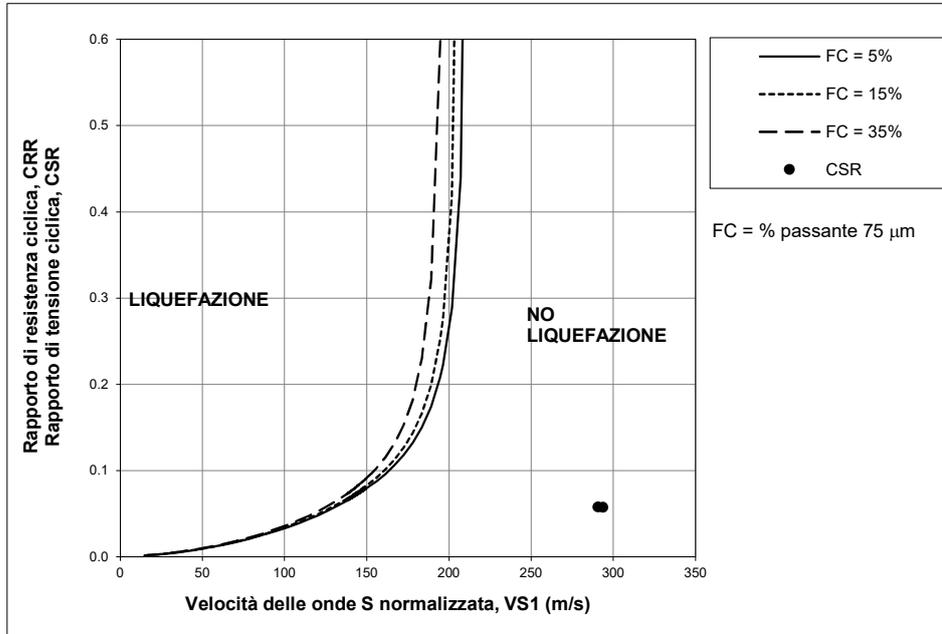
Depth(m)	S-velocity(m/s)	Gmax (Mpa)	ρ (t/mc)
0.0	404	294	1.80
9.0	404	293	1.80
14.6	351	221	1.80
21.3	416	312	1.80
30.0	527	499	1.80



VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

profondità (m)	Vs	Vs1	CSR 7.5	F _s = CRR _{7.5} /CSR _{7.5}	IPL
13.0	351	294	0.058	2.49	0.00
14.0	351	291	0.058	2.40	0.00

IPL=0 nullo
 0<IPL<2 Basso
 2<IPL<5 Moderato
 5<IPL<15 Alto
 IPL>15 molto alto



La velocità delle onde sismiche viene ricondotta ad un valore Vs1, ovvero ad un valore normalizzato ad una tensione efficace p_a = 100 kPa attraverso la:

$$V_{S1} = C_V * V_S = V_S * (p_a / \sigma'_{v0})^{0.25}$$

RAPP. TENSIONALE CICLICO $CSR = \tau_{media} / \sigma' = 0.65 * (a_{max} / g) * (\sigma_v / \sigma'_v) * r_d$

a_{max} = accelerazione di picco al piano campagna
 g = accelerazione di gravità
 σ_v/σ'_v = tensione totale ed efficace nel sottosuolo
 r_d = coefficiente riduttivo dell'azione sismica alla profondità d'interesse che tiene conto della deformabilità del sottosuolo

COEFFICIENTE DI SICUREZZA ALLA LIQUEFAZIONE $F_s = CRR_{7.5} / CSR_{7.5}$

CSR riferito ad terremoto di magnitudo 7.5 $(CSR)_{M=7.5} = (CSR)_M / MSF$

fattore di scala per la magnitudo $MSF = 6.9 * EXP(-M/4) - 0.058$

RAPP. DI RESISTENZA CICLICA (riferito a M = 7.5) $CRR_{7.5} = 0.022x(V_{S1}/100)^2 + 2.8x(1/(V_{S1}^* - V_{S1}) - 1/V_{S1}^*)$