

Regione Piemonte
Città Metropolitana di Torino



COMUNE DI VIDRACCO

**LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE
IN ZONE DIVERSE SOTTO L'ASPETTO IDROGEOLOGICO**

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

RELAZIONE GEOLOGICA



I progettisti:

Dott.ssa Geol. Manuela Palozzi



Manuela Palozzi

EDes Ingegneri Associati P.IVA 10759750010
Via Postumia 49, 10142 Torino Tel. +39 011.0262900 Fax. +39 011.0262902
www.edesconsulting.eu edes@edesconsulting.eu

Elaborato	Codice	Revisione	Data
2	21016-DE18-0_GEOL	0	OTT. 2021
Scala	-		

COMMITTENTE: Comune di Vidracco

COMUNE DI VIDRACCO

MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO COMUNALE IN ZONE DIVERSE SOTTO L'ASPETTO IDROGEOLOGICO".

CODICE CUP: G99H18000020001 – CODICE CIG: 865083922E

STRADA VIA DEI TEMPLI, GIA' VIA FEIPIANO

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

Dott. Geol. Manuela Pallozzi

Comune di Vidracco

OTTOBRE 2021

Sommario

PREMESSA.....	3
RELAZIONE GEOLOGICA.....	3
INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	3
INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	5
ANALISI IDROGEOLOGICA E CONDIZIONI DI STABILITA' DEL VERSANTE.....	9
RELAZIONE GEOTECNICA.....	10
CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E GEOTECNICHE	10
MODELLAZIONE GEOTECNICA.....	10
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI	11
SONDAGGI GEOGNOSTICI.....	12
STRATIGRAFIA SONDAGGI GEOGNOSTICI	15
CARATTERISTICHE DELL'AMMASSO ROCCIOSO	16
RIEPILOGO PARAMETRI GEOTECNICI OTTENUTI	19
ANALISI SISMICA.....	21
TOMOGRAFIA SISMICA.....	21
PROSPEZIONE SISMICA DI TIPO "MASW" (Multichannel Analysis of Surface Waves).....	26
PARAMETRI SISMICI E CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE	28
CONCLUSIONI	31

PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Vidracco (Determinazione N. 7 del 03/03/2021), è stata predisposta la stesura della seguente relazione geologica, riguardante la messa in sicurezza della strada Via dei Templi (Via Feipiano).

L'intervento prevede la messa in sicurezza dell'attuale viabilità comunale modificando le dimensioni del tracciato originario, con la realizzazione di una carreggiata più ampia e agevole che consenta il passaggio di veicoli sui due sensi di marcia.

Per la caratterizzazione geotecnica è stata effettuata un'indagine geognostica finalizzata allo studio dei terreni sottostanti la strada.

Il programma di indagine, ha previsto la realizzazione di 4 prove penetrometriche dinamiche, l'esecuzione di due sondaggi a carotaggio continuo spinti fino al raggiungimento del substrato roccioso quindi si sono arrestati alla profondità di 5,00 metri da p.c. e l'esecuzione di (SPT) in foro; Alle indagini di tipo meccanico si sono abbinate le indagini di tipo sismico come: tomografia sismica e MASW.

Questo ha permesso di fornire una ricostruzione litostratigrafica più profonda del sottosuolo a supporto di una corretta definizione della risposta sismica locale dei terreni oggetto di indagine.

RELAZIONE GEOLOGICA

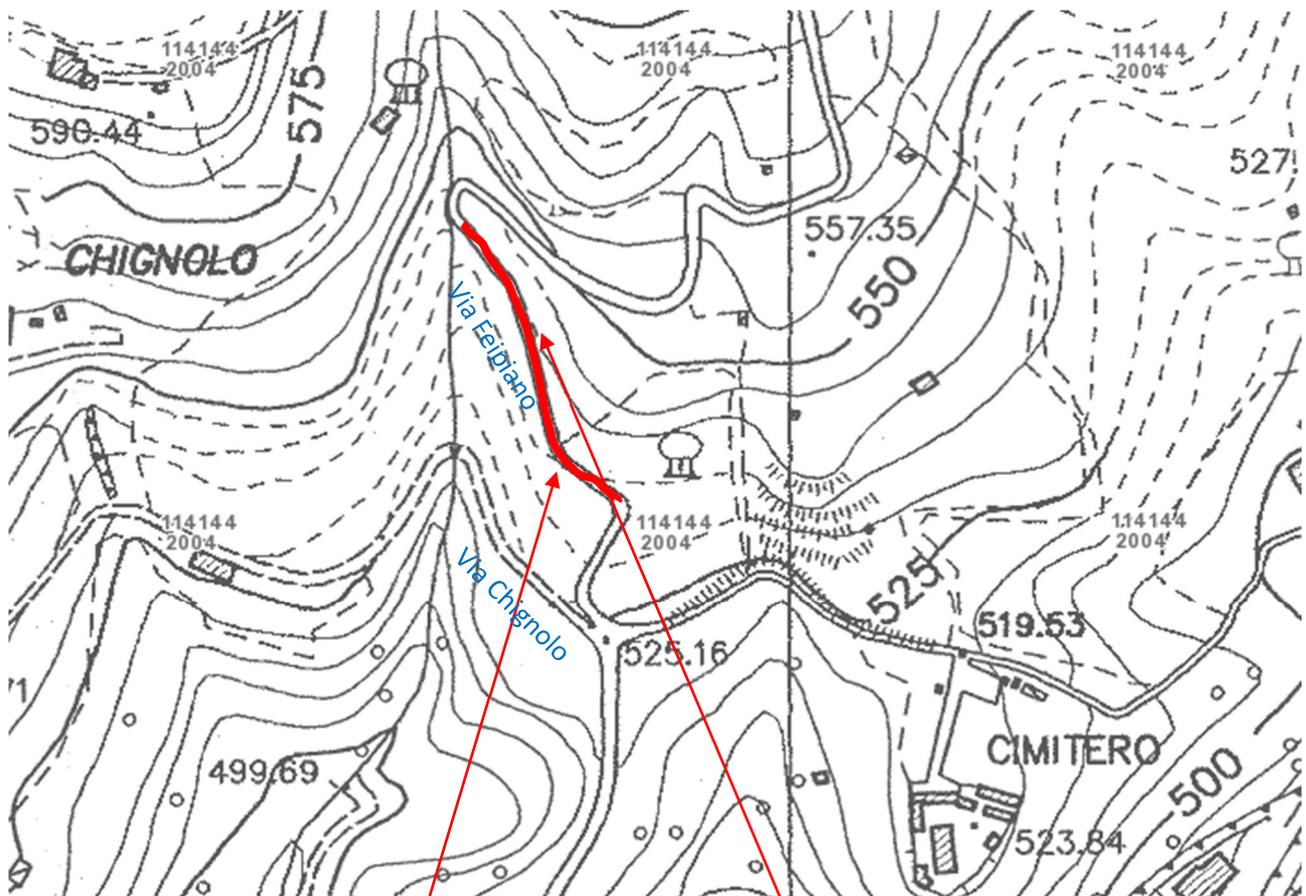
INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il tracciato da modificare è ubicato nel settore centrale del territorio comunale, strada Via dei Templi già Via Feipiano, alla quota compresa tra 530 e 545 m s.l.m..

Cartograficamente ricade:

1. Tavola I.G.M. alla scala 1:25.000 – F.42 – Il NO "Vistrorio"
2. Carta Tecnica della Regione Piemonte elemento 114140
3. Carta Tecnica della Provincia di Torino elemento 114144 (Vedi estratto).

ALLARGAMENTO STRADA VIA DEI TEMPLI GIA' VIA FEIPIANO



Estratto da Carta Tecnica della Provincia di Torino



Tratto strada oggetto di intervento



Foto 1-2 Tratto iniziale e centrale della strada oggetto di intervento

INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il territorio comunale di Vidracco ricade nel Foglio 42 Ivrea della Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000 e il settore di strada oggetto di intervento si posiziona in destra idrografica al torrente Chiusella, lungo il versante montano appartenente all'unità della Zona del Canavese. Questo settore si pone al limite di un importante lineamento tettonico - Linea del Canavese Esterna - che pone in contatto le rocce della Zona del Canavese (che non hanno subito gli effetti del metamorfismo alpino) e le rocce metamorfiche della Zona Sesia (che durante l'orogenesi alpina hanno subito un metamorfismo di alta pressione – bassa temperatura).

Sul terreno, il contatto tra le due Unità non è distinguibile, ma si può individuare correlando l'andamento tettonico delle unità principali e collegando i pochi affioramenti presenti.

La Zona del Canavese si suddivide in basamento e copertura, il basamento è costituito da numerosi litotipi metamorfosati e deformati probabilmente durante l'orogenesi ercinica ed intrusi nel Permiano da una sequenza di magmi di composizione da basica (gabbri anfibolici e lamprofiri) ad acida (graniti ed apliti). La copertura della Zona del Canavese comprende rocce vulcaniche e sedimentarie di età da permiana a cretacea.

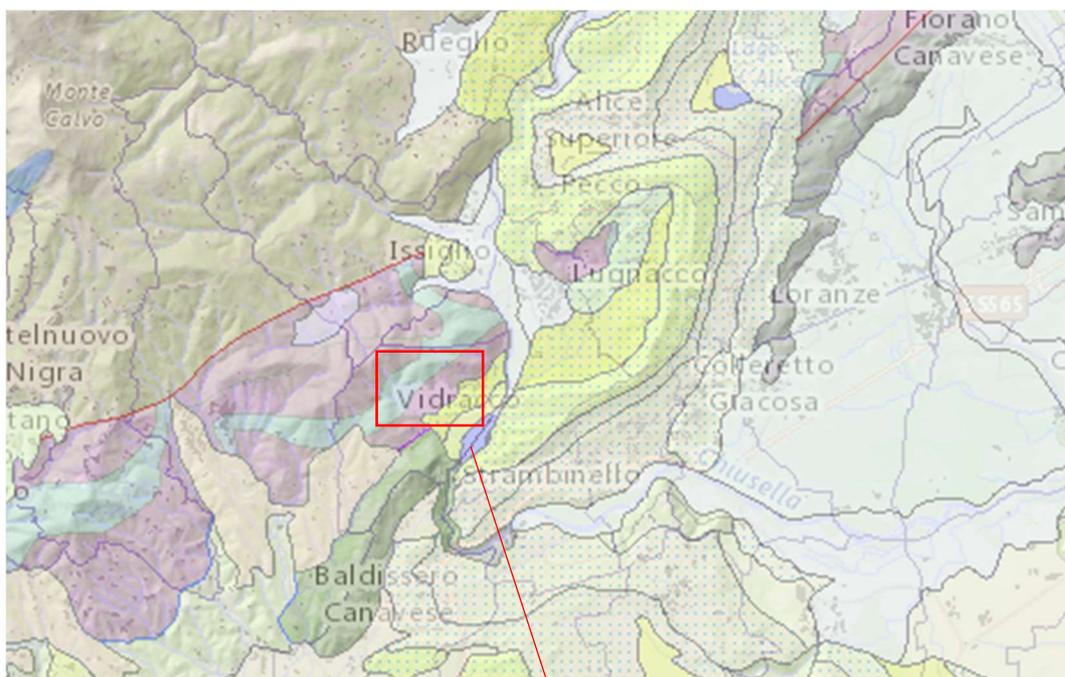
Nel settore in studio sono presenti le Vulcaniti del Permiano caratterizzate da una matrice a grana molto fine e colorazione variabile tra bianco e rosa, talvolta violacea o verde contenenti fenocristalli di feldspato.

I Calcari dolomitici del Trias, si osservano in affioramento in continuità a NW del settore d'indagine alle "cave di Feipiano" mentre le Radiolariti (Dogger-Malm), le troviamo associate alle peliti.

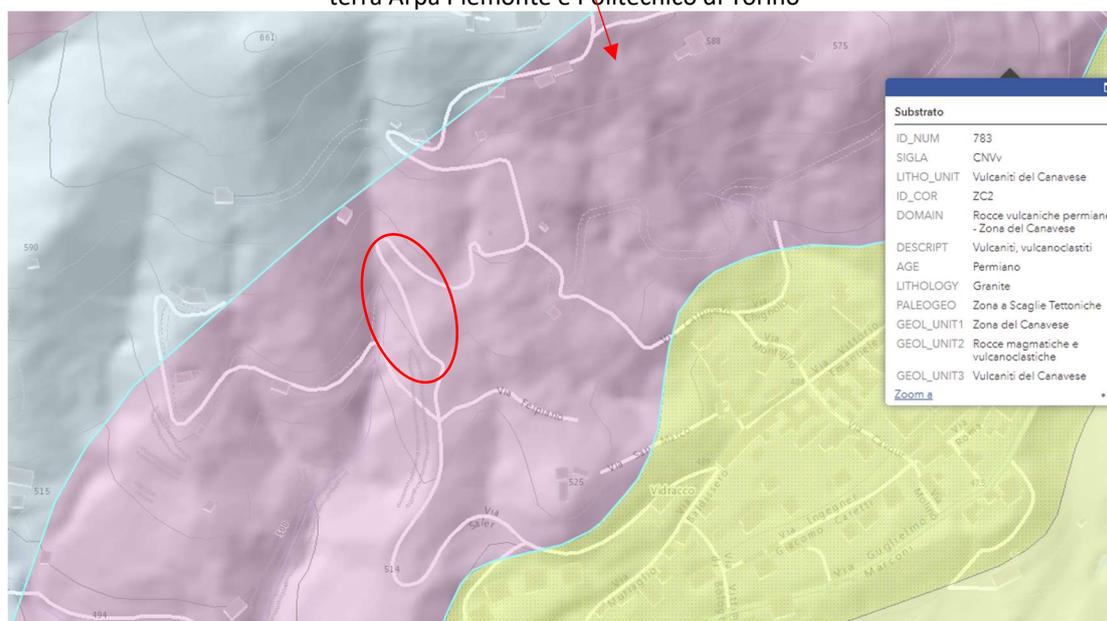
L'unità si compone anche da rocce conglomeratiche con matrice di colore da rosso-vialaceo a verde-grigio contornante clasti arrotondati o spigolosi di dimensioni variabili da millimetriche a pluridecimetriche.

Si riporta di seguito un estratto della CARTA GEOLOGICA DEL PIEMONTE 1:250.000 a cura del CNR, Dipartimento scienze della terra Arpa Piemonte e Politecnico di Torino.

ALLARGAMENTO STRADA VIA DEI TEMPLI GIA' VIA FEIPIANO



Estratto ingrandito della CARTA GEOLOGICA DEL PIEMONTE 1:250.000 a cura del CNR, Dipartimento scienze della terra Arpa Piemonte e Politecnico di Torino



Dettaglio della Zona del Canavese ZC2 Zona Rocce vulcaniche permiane – Zona a scaglie tettoniche

 Strada oggetto di intervento

Nel corso dei sopralluoghi, nel settore di indagine, gli affioramenti rocciosi sono molto sporadici. Il versante si presenta coperto da un'area boscata e il suolo è inerbito o leggermente evoluto lasciando poco trasparire il substrato roccioso. Gli unici affioramenti individuati sono quelli situati lateralmente al tratto di strada di via Chignolo alla quota di circa 525 m, sottostante via Feipiano. L'affioramento roccioso nascosto dalla vegetazione si estende per circa 3 di metri in lunghezza e per un 1 m in altezza, nella porzione retrostante risulta sub-affiorante. Si presenta molto fratturato e

ALLARGAMENTO STRADA VIA DEI TEMPLI GIA' VIA FEIPIANO

scaglioso, l'intensa fratturazione suddivide la roccia in frammenti di pochi cm, i frammenti superficiali si staccano con la mano. Le porzioni più compatte si frantumano con un colpo di martello. La roccia si caratterizza da una matrice a grana molto fine con colorazione verde, con leggera foliazione.

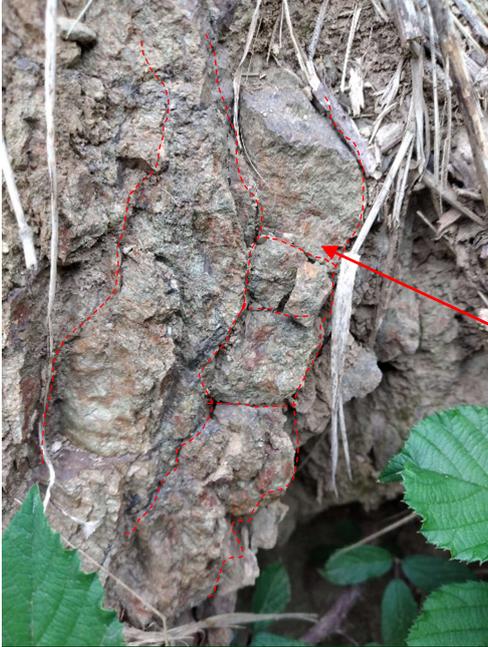


Foto 3 Affioramento roccioso in via Chignolo con fratture

Foto 4 Campione di roccia a grana fine con foliazione

Inoltrandosi lungo la scarpata, alla quota di 535 circa, troviamo una coltre detritica medio fine. (Vedi Planimetria indagini). Il detrito si compone di una roccia caratterizzata da una matrice a grana molto fine a struttura porfirica e colorazione variabile verde e violacea. Sono riconoscibili fenocristalli bianchi di feldspato.

ALLARGAMENTO STRADA VIA DEI TEMPLI GIA' VIA FEIPIANO



Foto 5 - Coltore detritica lungo il versante sotto via Feipiano

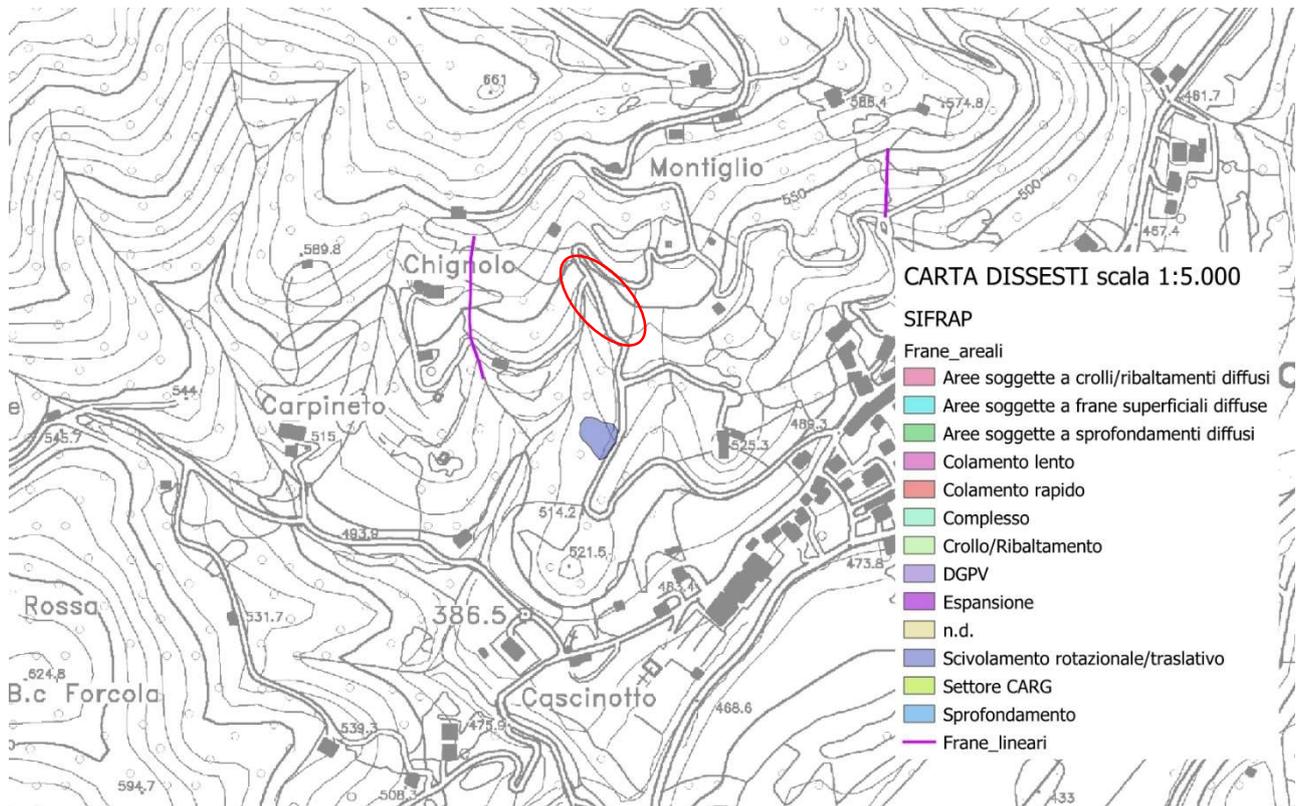


Foto 6 – roccia verde e violacea con fenocristalli bianchi

ANALISI IDROGEOLOGICA E CONDIZIONI DI STABILITA' DEL VERSANTE

Dall'analisi delle cartografie presenti sul territorio, non emerge segnalazione di dissesti che hanno coinvolto o interessato il tratto di strada.

Dal Sistema Informativo Frane Piemonte (vedi estratto SIFRAP), viene indicato a 100 m a Sud della strada, uno scivolamento rotazionale/traslattivo in direzione della vallecola presente ad Ovest.



Estratto da Sistema Informativo Frane Piemonte

 Strada oggetto di indagine

RELAZIONE GEOTECNICA

CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E GEOTECNICHE

La ricostruzione litostratigrafica è stata fatta tramite una campagna di indagini dirette e indirette volta alla ricostruzione del modello geologico ed alla caratterizzazione litologica del volume significativo. Lungo il tratto di strada lungo circa 90 m, sono state effettuate da 4 prove penetrometriche dinamiche e 2 sondaggi a carotaggio continuo fino a 5.0 m da p.c..

Abbinata alle prove dirette sono stati effettuati due stendimenti sismici in asse al tracciato che hanno contribuito a ricostruire l'andamento litologico in profondità.

MODELLAZIONE GEOTECNICA

In funzione del numero di colpi N ottenuti dalle prove dinamiche, è stato possibile valutare la resistenza dinamica alla punta Rpd, con l'utilizzo della formula olandese (Vedi Tabelle Valori di resistenza e diagramma resistenza dinamica punta):

$$R_{pd} = M^2 \cdot H / [A \cdot e \cdot (M + P)] = M^2 \cdot H \cdot N / [A \cdot \delta \cdot (M + P)]$$

Dove:

- Rpd = resistenza dinamica alla punta (area A);
- $e = \delta / N$ = infissione per colpo;
- M = massa battente (altezza caduta H);
- P = massa totale aste e sistema.



Foto 7-8 esecuzione delle prove DIN1 e DIN3

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

I risultati hanno permesso:

1. di ricavare le caratteristiche geomeccaniche del terreno
2. determinare la tipologia principale: granulare, coesivo e/o granulari-coesivi
3. utilizzando formule note in letteratura dai valori di N_{spt} (numero colpi prova SPT) calcolare i parametri geotecnici (angolo di attrito, densità, coesione, ecc.).

Detti valori, inseriti opportunamente in una formula (es. Terzaghi) per il calcolo delle capacità portanti, consentono il dimensionamento delle fondazioni e la determinazione dei carichi ammissibili.

I risultati dell'interpretazione delle prove sono riportati in allegato (vedi Diagrammi interpretazione prove penetrometriche).

In dettaglio vengono forniti i seguenti parametri geotecnici:

Terreni Granulari

- D_r = densità relativa (**Terzaghi e Peck 1948, 1967**)
- ϕ' = angolo di attrito efficace (**Peck, Hanson e Thorburn, 1953, 1974**)
- E' = modulo di deformazione drenato [Kg/cm^2](**D'Apollonia et al., 1970**)
- Y_{sat}/Y_d = peso di volume saturo e secco (**Y_{sat} e Y_d**) [t/m^3](**Terzaghi e Peck 1948,1967**)

Terreni Coesivi

- C_u = coesione non drenata (**Terzaghi e Peck 1948, 1967**)
- Y_{sat} = peso di volume saturo (**Y_{sat}**) [t/m^3](**Terzaghi e Peck 1948, 1967**)
- W = umidità (%) (**Terzaghi e Peck 1948, 1967**)
- e = indice dei vuoti (**e**) (**Terzaghi e Peck 1948, 1967**)

Per i terreni granulari-coesivi, sono espressi entrambi i valori.

Di seguito riportiamo le tabelle riassuntive dei parametri geotecnici rilevati:

PROVA DINAMICA 1

Prof. (m)	Litologia	Nspt	Natura granulare					Natura Coesiva			
			DR	ϕ'	E'	Y_{sat}	Y_d	C_u	Y_{sat}	W	e
0.0-0.8	Coltre superficiale	3	11.3	21.7	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
0.8-1.8	Sabbia limo argillosa	1	3.8	18.9	199	1.84	1.34	0.06	1.68	56	1.519
1.8-2.2	Roccia alterata a scaglie	22	53.0	33.2	361	2.00	1.61	1.38	2.04	23	0.628
2.2-2.4	Substrato roccioso fratturato	67	91.4	46.7	708	2.19	1.91	---	---	---	---

ALLARGAMENTO STRADA VIA DEI TEMPLI GIA' VIA FEIPIANO

PROVA DINAMICA 2

Prof. (m)	Litologia	Nspt	Natura granulare					Natura Coesiva			
			DR	φ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
0.0-1.4	Sabbie limose e argillose	1	3.8	18.9	199	1.84	1.34	0.06	1.68	56	1.519
1.4-1.8	Sabbie e limi argillosi	6	21.7	24.5	238	1.89	1.43	0.38	1.85	37	1.000
1.8-2.4	Roccia alterata a scaglie	28	62.0	35.5	407	2.04	1.67	1.75	2.12	19	0.522
2.4-2.6	Substrato roccioso alterato e fratturato	67	91.4	46.7	708	2.19	1.91	---	---	---	---

PROVA DINAMICA 3

Prof. (m)	Litologia	Nspt	Natura granulare					Natura Coesiva			
			DR	φ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
0.0-2.0	Sabbia limo argillosa	1	3.8	18.9	199	1.84	1.34	0.06	1.68	56	1.519
2.0-2.4	Roccia alterata a scaglie	25	57.5	34.4	384	2.02	1.64	1.56	2.08	21	0.574
2.4-2.8	Substrato roccioso fratturato	67	91.4	46.7	708	2.19	1.91	---	---	---	---

PROVA DINAMICA 4

Prof. (m)	Litologia	Nspt	Natura granulare					Natura Coesiva			
			DR	φ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
0.0-1.2	Sabbie limose e argillose	3	11.3	21.7	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
1.2-2.8	Roccia alterata a scaglie	40	75.0	39.5	500	2.10	1.77	2.50	2.26	13	0.347
2.8-3.0	Substrato roccioso fratturato	73	93.6	48.1	754	2.20	1.93	---	---	---	---

DR % = densità relativa φ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

SONDAGGI GEOGNOSTICI

Lungo il tratto di strada sono stati effettuati due sondaggi a carotaggio continuo con perforatrice idraulica modello COMACCHIO GEO 602. Per la perforazione è stato utilizzato il carotiere semplice di diametro 101, rivestimento diametro 127 mm

I due sondaggio denominati S1 e S2 hanno raggiunto la profondità di 5 m e nel corso della perforazione sono state realizzate 5 prove SPT in foro.

Durante le operazioni di perforazione sono stati prelevati campioni rimaneggiati ordinati in cassette catalogatrici e si è provveduto alla redazione della colonna stratigrafica ed alla documentazione fotografica.

Nel corso dei sondaggi, ove il materiale attraversato lo consentiva, sono state eseguite prove S.P.T. (Standard Penetration Test) mediante l'infissione di un maglio del peso 63.5 Kg con corsa di caduta di 760 mm. Questa prova permette la determinazione delle caratteristiche di consistenza dei terreni rinvenuti e consiste nell'infingere a fondo foro a percussione un campionatore di dimensioni standardizzate per una profondità di tre tratte di misura pari a 15 cm ciascuna, misurando così la resistenza che il terreno stesso offre alla penetrazione dinamica.

ALLARGAMENTO STRADA VIA DEI TEMPLI GIA' VIA FEIPIANO

Di seguito si riportano le tabelle con i valori NSPT misurati alle rispettive profondità:

Sondaggio	Profondità in m	N. Colpi	Nspt
S1	3.0	40 50 R	---
S1	4.5	51 R	---

Sondaggio	Profondità in m	N. Colpi	Nspt
S2	1.5	50 R	---
S2	3.0	51 R	---
S2	4.0	26 50 R	---



Foto 9 - Posizionamento dell'attrezzatura e realizzazione del foro sondaggio

Foto 10 - SONDAGGIO S1 - PROF. 0.0 – 5.0 m



Foto 11 - SONDAGGIO S2 - PROF. 0.0 – 5.0 m



STRATIGRAFIA SONDAGGI GEOGNOSTICI

	CARSICO S.r.l. Via Piossasco Rivalta n.26 10090 Bruino (TO)
--	--

Committente Comune di Vidracco	Cantiere Allargamento Strada Via dei Templi già via Feipiano	Indagine Tipo Sonda Comacchio GEo 602	Riferimento Profondità Raggiunta 5 m	Sondaggio S1 Quota Ass. P.C. 545 m s.l.m
Responsabile Dott.Geol. Manuela Pallozzi	Tipo Carotaggio Carotaggio continuo	Certificato n° V01/2021	Casse Catalogatrici 1	Note
Inizio Esecuzione 05/07/2021	Termine Esecuzione 05/07/2021			

Scala [m]	Litologia	Descrizione	Quota	Parametri geotecnici	S.P.T.		Campioni	Perforazione	Stabilizzazione	Cass.Catalog.	Falda	User1
					Pocket [kg/cm²]	Vane Test [kg/cm²]						
			0.15									
		Sottofondo stradale	0.40									
1		Sabbie e limi argillosi, marroni	1.40									
2		Roccia alterata a scaglie, grigio	2.40									
3		Substrato roccioso fratturato, grigio	5.00			40 50 R 3.00 PC						
4						51 R 4.50 PC						
5								(CS) 5.00		1		
6												
7												

	CARSICO S.r.l. Via Piossasco Rivalta n.26 10090 Bruino (TO)
--	--

Committente Comune di Vidracco	Cantiere Allargamento Strada Via dei Templi già via Feipiano	Indagine Tipo Sonda Comacchio GEo 602	Riferimento Profondità Raggiunta 5 m	Sondaggio S2 Quota Ass. P.C. 545 m s.l.m
Responsabile Dott.Geol. Manuela Pallozzi	Tipo Carotaggio Carotaggio continuo	Certificato n° V02/2021	Casse Catalogatrici 1	Note
Inizio Esecuzione 05/07/2021	Termine Esecuzione 05/07/2021			

Scala [m]	Litologia	Descrizione	Quota	Parametri geotecnici	S.P.T.		Campioni	Perforazione	Stabilizzazione	Cass.Catalog.	Falda	User1
					Pocket [kg/cm²]	Vane Test [kg/cm²]						
			0.15									
		Sottofondo stradale	0.40									
1		Sabbie e limi argillosi, marroni	1.40									
2		Roccia alterata a scaglie, grigia	2.80			50 R 1.50 PC						
3		Substrato roccioso alterato e fratturato, marrone	5.00			51 R 3.00 PC						
4						26 51 R 4.00 PC						
5								(CS) 5.00		1		
6												
7												



Foto 12 - Posizione dei fori di sondaggio

CARATTERISTICHE DELL'AMMASSO ROCCIOSO

Nel campo della progettazione di infrastrutture di ingegneria civile, siano esse legate alla stabilità di un versante o alla stabilità di un'opera in sotterraneo, difficilmente si possono avere informazioni dettagliate sulle caratteristiche di resistenza e di deformabilità dell'ammasso roccioso interessato alla progettazione. Allora diventa importante poter utilizzare uno schema che possa soddisfare le richieste, un metodo empirico che permetta di risolvere i problemi dovuti alla scarsa conoscenza o esperienza di una determinata area.

ALLARGAMENTO STRADA VIA DEI TEMPLI GIA' VIA FEIPIANO

Le classificazioni di Beniawsky e Romana (la seconda è derivata dalla prima, che risultava troppo "conservativa") consentono di soddisfare i quesiti richiesti e le problematiche che si presentano.

La classificazione di Beniawsky si basa sul rilievo, in campagna o in laboratorio, di sei parametri:

A1 = resistenza a compressione uniassiale;

A2 = Rock Quality Designation Index (Indice RQD);

A3 = spaziatura delle discontinuità;

A4 = condizioni delle discontinuità;

A5 = condizioni idrauliche;

A6 = orientamento delle discontinuità.

Da questi sei parametri si ricava l'**Rock Mass Rating (RMR, Beniawsky)** e con le dovute correzioni apportate da **Romana** nel 1985 lo **Slope Mass Rating (SMR)**.

Al fine di valutare il comportamento geomeccanico della roccia, è stata valutata la resistenza a compressione uniassiale S_u dallo standard ISRM : il valore di S_u può essere stimato osservando la risposta della roccia alla sua percussione con il martello da geologo.

L'RMR, nella pratica, viene differenziato come:

$$\text{RMR di base} = \text{RMR}_b = A1 + A2 + A3 + A4 + A5$$

$$\text{RMR corretto} = \text{RMR}_c = (A1 + A2 + A3 + A4 + A5) + A6$$

I dati rilevati sono stati elaborati con il Software di Geostru ROCKMECHANICS®

Input dati per il calcolo di Rock Mass Rating (RMR)

Standard ISRM = La roccia si frattura con un colpo di martello

Numero di fratture per mc di roccia (J_v)=20

Spaziatura delle discontinuità (s)=0.20 m

Persistenza (continuità) del giunto = 1 - 3 m

Apertura del giunto < 1 mm

Giunto leggermente rugoso

Pareti leggermente alterate

Riempimento compatto < 5 mm

Roccia asciutta

Orientamento delle discontinuità applicato alle gallerie

Orientamento sfavorevole

Risultati relativi a Rock Mass Rating (RMR)

Resistenza a compressione S_u (MPa)	Rock Quality Designation (RQD)
25	49

ALLARGAMENTO STRADA VIA DEI TEMPLI GIA' VIA FEIPIANO

V1	V2	V3	V4	V5
4	5	3	5	4

V1 è un parametro che dipende dalla persistenza (continuità) del giunto

V2 è un parametro che dipende dall'apertura del giunto

V3 è un parametro che dipende dalla rugosità del giunto

V4 è un parametro che dipende dal grado di alterazione delle pareti

V5 è un parametro che dipende dal materiale di riempimento presente

A1	A2	A3	A4	A5	A6
4	9.86	8.0	21.0000	15.0000	-10.0000

A1 è un valore numerico derivato dalla resistenza della roccia intatta

A2 è un valore numerico derivato dall'indice RQD

A3 è un valore numerico derivato dalla spaziatura delle discontinuità

A4 è un valore numerico derivato dalle condizioni delle discontinuità

A5 è un valore numerico derivato dalle condizioni idrauliche

A6 è un indice di correzione per la giacitura delle discontinuità

Classificazione dell'ammasso roccioso

RMRbase	RMRcorretto	Classe	Descrizione
57.86	47.86	Terza	Mediocre

Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso

Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strength Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
15.72	52.86	289.30	33.93	231.44	28.14

RIEPILOGO PARAMETRI GEOTECNICI OTTENUTI

Al fine di fornire, come previsto dalle N.T.C. una stima cautelativa dei parametri geotecnici, è stata effettuata una elaborazione statistica dei dati, prendendo a riferimento il valore del 5 percentile della media della popolazione presente al di sotto del piano di fondazione, interessato dal modello di rottura.

TABELLA riassuntiva dei parametri geotecnici del terreno

da (m)	a (m)	Litotipo	Parametri	
0.0	0.3/0.4	Asfalto /riporto/Coltre superficiale	/	
0.4/0.3	1.2/1.6/1.8/2.0	Sabbie limose argillose	Angolo di attrito (j) = 20.5° - 22° Coesione (c) = 0 t/m ² Peso di volume (g) = 1.4 - 1.6 t/m ³	
1.2/1.6/1.8/2.0	2.2	Frammenti rocciosi a scaglie	Angolo di attrito (j) = 31.4° Coesione (c) = 0 t/m ² Peso di volume (g) = 1.77 - 1.8 t/m ³	
2.2	5.0	Substrato roccioso fratturato	Angolo di attrito (j) = 34° Coesione (c) = 218 kPa Peso di volume (g) = 1.91 - 2.3 t/m ³	

Il valore di progetto della resistenza può essere determinato, come prevede il D.M. 17/01/2018, con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno, dividendo per il valore del coefficiente parziale M specificato nella successiva Tab. 6.2.II..

ALLARGAMENTO STRADA VIA DEI TEMPLI GIA' VIA FEIPIANO

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale
	(R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

ANALISI SISMICA

TOMOGRAFIA SISMICA

La tomografia sismica a rifrazione calcola la velocità di propagazione delle onde sismiche nel sottosuolo quando il terreno è sottoposto a sollecitazioni artificiali o naturali (sisma). La determinazione delle velocità si ottiene misurando i tempi di primo arrivo delle onde sismiche generate in diversi punti sulla superficie topografica. I risultati che si possono ottenere, oltre alla ricostruzione stratigrafica del sottosuolo e al calcolo del parametro $V_{s,30}$, possono servire all'individuazione delle proprietà fisiche dei mezzi indagati, alla ricostruzione di strutture sepolte (faglie, superfici di scivolamento, ..), alla determinazione della profondità del substrato roccioso e alla stima del suo grado di fratturazione.

Lo scopo della tecnica d'indagine denominata "sismica a rifrazione" è quella di ricostruire un profilo sismo-stratigrafico lungo l'allineamento geofonico di investigazione. Secondo i tempi di primo arrivo delle onde sismiche e le distanze relative alla configurazione geometrica adottata (interspazio geofonico e offset di scoppio) sarà possibile dimensionare gli spessori dei sismo-strati attraversati dalla radiazione elastica e quindi ottenere una dettagliata perizia sismica della porzione di sottosuolo sottoposta ad indagine.

Lo stendimento segue l'andamento della strada con direzione da NW verso SE.



Foto 13 – Stendimento sismico

Sono stati utilizzati n.18 geofoni da 14 Hz infissi nel terreno ad interasse pari a circa 5 m, per una lunghezza complessiva dello stendimento di circa 90 m.

Le onde sismiche sono state generate artificialmente, colpendo una piastra metallica posta a diretto contatto con il terreno con una mazza del peso di 8 kg.

L'avvio dell'acquisizione è stato realizzato mediante il posizionamento in prossimità della piastra metallica di battuta di un geofono detto "di trigger" o "starter", collegato a sua volta all'apparecchiatura per la registrazione del segnale.

L'indagine ha previsto generalmente la realizzazione di n.7 scoppi di energizzazione, disposti lungo l'allineamento come di seguito indicato.

ALLARGAMENTO STRADA VIA DEI TEMPLI GIA' VIA FEIPIANO

Scoppio	Ubicazione scoppio di energizzazione
1	Esterno allo stendimento, ad un interasse di distanza dal geofono n.1
2	Interno allo stendimento, intermedio tra i geofoni n.3 e n.4
3	Interno allo stendimento, intermedio tra i geofoni n.6 e n.7
4	Interno allo stendimento, intermedio tra i geofoni n.9 e n.10
5	Interno allo stendimento, intermedio tra i geofoni n.12 e n.13
7	Esterno allo stendimento, ad un interasse di distanza dal geofono n.18

L'elaborazione dei dati acquisiti in campo è stata effettuata per mezzo del programma Rayfract 3.33 della "Intelligent Resources Inc." (Canada e Svizzera). Questo programma consente di ricostruire, una volta individuati i tempi di primo arrivo delle onde sismiche registrate da ogni geofono per ciascun punto di energizzazione, un'immagine tomografica del sottosuolo indicante la distribuzione della velocità delle onde.

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

In allegato si riportano le immagini ottenute per il sito in esame con una prima analisi critica del dato litostratigrafico desumibile.

Sullo stendimento è stata apportata una correzione topografica basata sui dati altimetrici forniti a partire da rilievo.

Analizzando il grafico dello stendimento si osserva nella parte superficiale in particolare nella zona in prossimità dello scoppio 1, dello scoppio 2, 3 e 4, la presenza di una porzione con una velocità compresa tra 200 e 400 m/sec, presente da un minimo di 0.5 m a un massimo di 2.8 m.

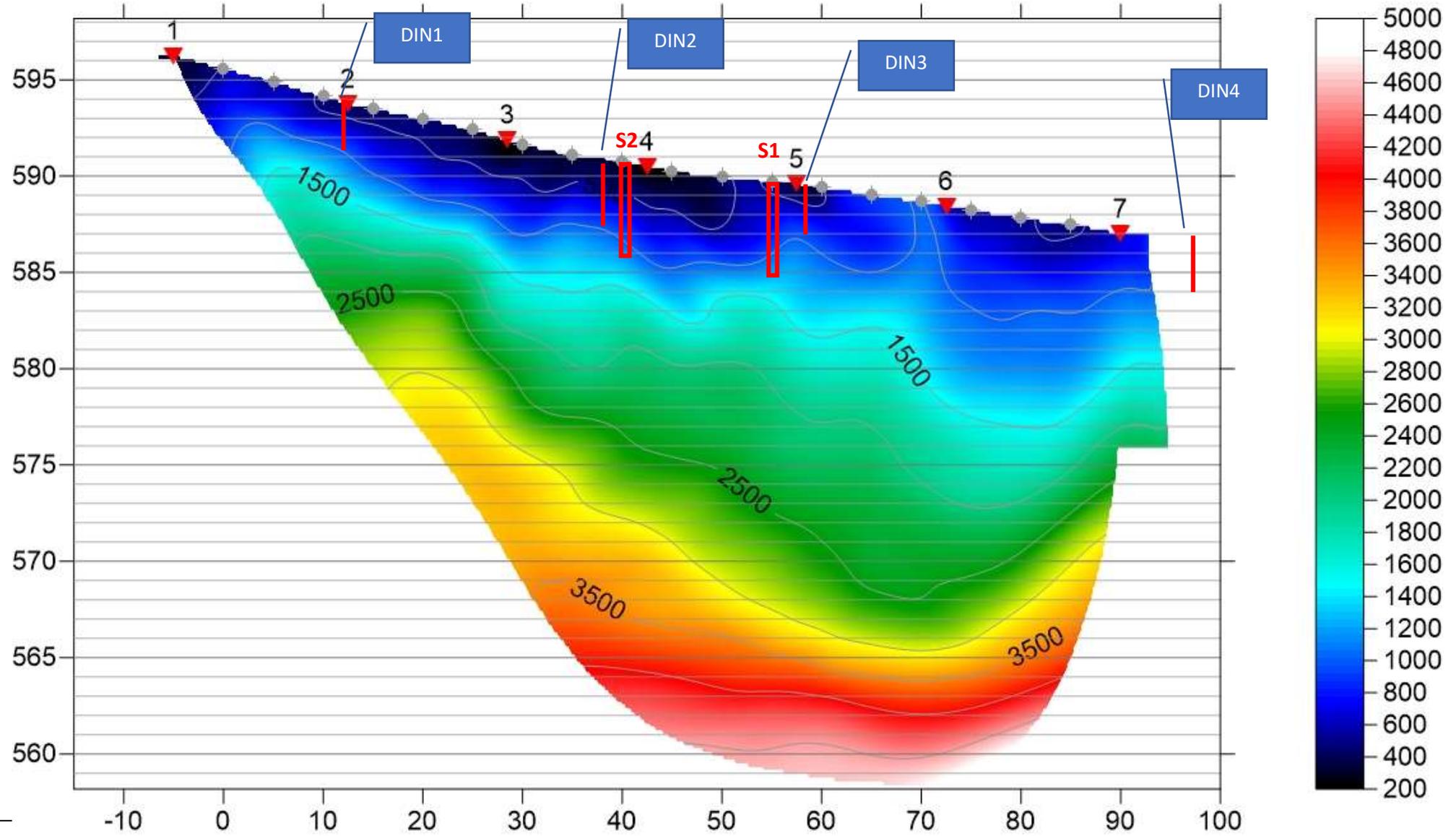
In corrispondenza dello scoppio 5 è ridotta al massimo di 1 m, mentre tra lo scoppio 6 e 7 la velocità compresa tra 200 e 400 m/sec quasi non viene rilevata.

Le velocità tra 500 m/sec e 800 m/sec sono compatibili con la presenza di una porzione particolarmente fratturata di ammasso roccioso che si individua fino ai 4.0/ 5.0 m da p.c.. Oltre i -8 - 9 m di profondità le velocità superano i 1000 m/sec.

Il profilo delle velocità nella porzione sinistra della sezione si avvicina alla superficie poi, tende ad approfondirsi per poi risalire nella porzione destra (Vedi di seguito riportato il profilo della distribuzione delle velocità delle onde sismiche con la profondità e indicazione della posizione dei sondaggi e delle prove penetrometriche).

ALLARGAMENTO STRADA VIA DEI TEMPLI GIA' VIA FEIPIANO

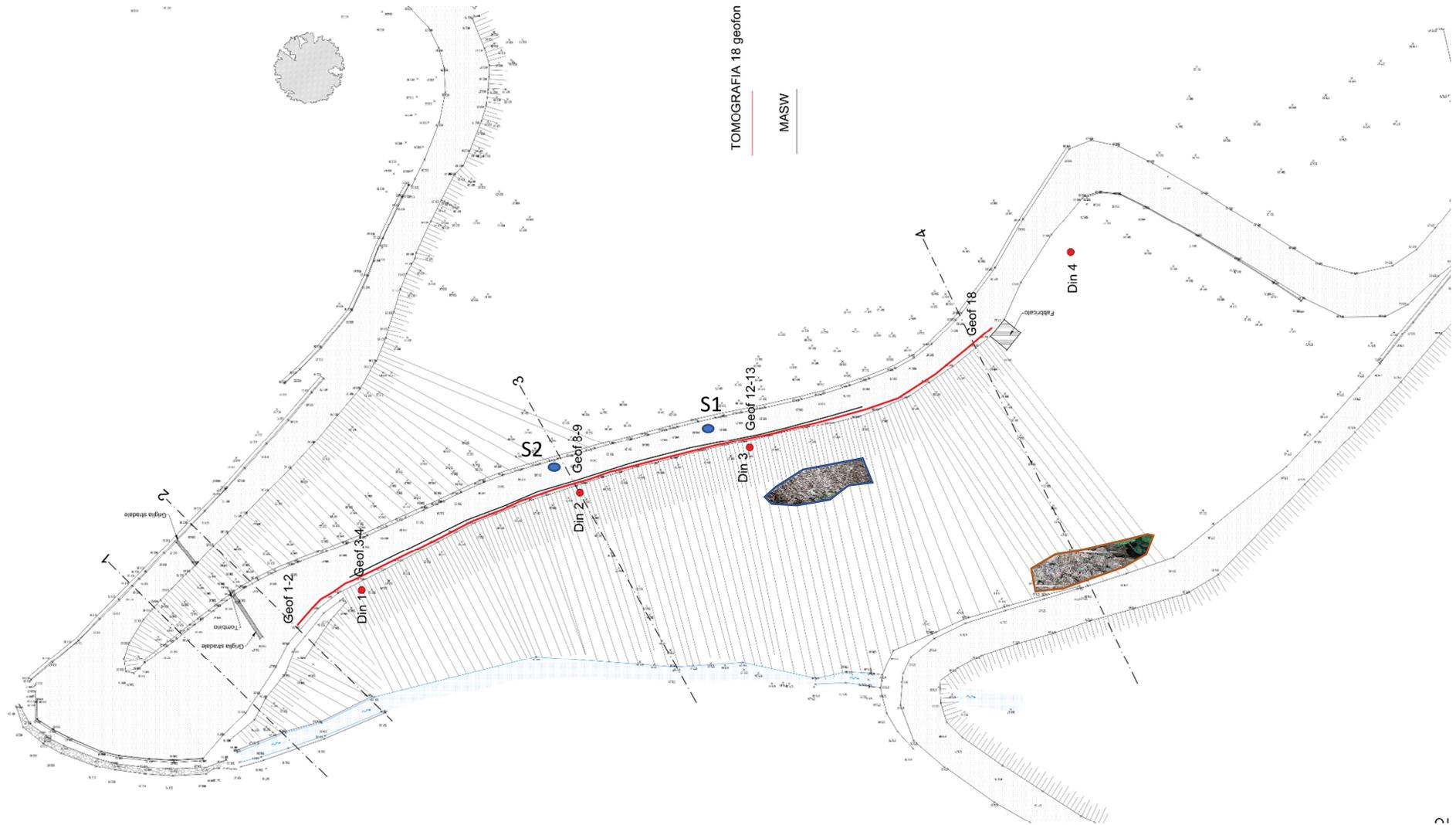
Comune Vidracco, 20 WET iterations, RMS error 3.1 %, 1D-Gradient smooth initial model, Version 3.33



Dr. Geol. Manuela Falozzi
Ordine dei geologi Regione Valle d'Aosta Sez.A N. 72

Ottobre 2021

ALLARGAMENTO STRADA VIA DEI TEMPLI GIA' VIA FEIPIANO



PLANIMETRIA CON POSIZIONE DELLE INDAGINI E DEGLI AFFIORAMENTI

Dr. Geol. Manuela Pallozzi
Ordine dei geologi Regione Valle d'Aosta Sez. A N. 72

PROSPEZIONE SISMICA DI TIPO "MASW" (Multichannel Analysis of Surface Waves)

Al fine di individuare la categoria di suolo da un punto di vista sismico è stata effettuata una caratterizzazione dei depositi costituenti il sottosuolo dell'area in esame mediante l'esecuzione di una prospezione sismica di tipo MASW (Multichannel Analysis of Surfaces Waves).

La tipologia di indagine si propone di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali (onde di Rayleigh), che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh, che dipende dalla frequenza di propagazione (da "Caratterizzazione sismica dei suoli con il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves - Ing. Vitantonio Roma). Nel dettaglio, è stata eseguita una prospezione MASW di tipo attivo sviluppata su uno stendimento costituito da n.12 geofoni (4.5 Hz) collocati con interasse 5 m.

Le onde sismiche sono state generate artificialmente, colpendo con una mazza del peso di 6 kg una piastra metallica posta a diretto contatto con il terreno. L'avvio dell'acquisizione è stato realizzato mediante l'infissione in prossimità della piastra metallica di battuta di un geofono detto "di trigger" o "starter", collegato a sua volta all'apparecchiatura per la registrazione del segnale. Al fine di limitare l'effetto del rumore sismico di fondo e di conseguenza aumentare il Rapporto S/N (Segnale/Rumore), è stata attivata la procedura di "vertical stacking" in corrispondenza di ciascun punto sorgente di onde.

L'elaborazione dei dati acquisiti è stata effettuata per mezzo del programma Surfseis 2.0 elaborato dal Kansas Geological Survey dell'Università del Kansas (U.S.A.).

A partire dai dati registrati in sito con le acquisizioni multicanale il programma ricostruisce l'immagine di dispersione, detta anche "Overtone", che indica la distribuzione della velocità di fase (asse delle ordinate) delle onde sismiche rispetto alla frequenza d'onda (asse delle ascisse).

Quindi per mezzo del processo di inversione il programma ricava l'andamento della velocità delle onde di taglio (V_s) dei depositi costituenti il sottosuolo secondo la configurazione correlata alla curva di dispersione teorica che meglio approssima la curva di dispersione ottenuta.

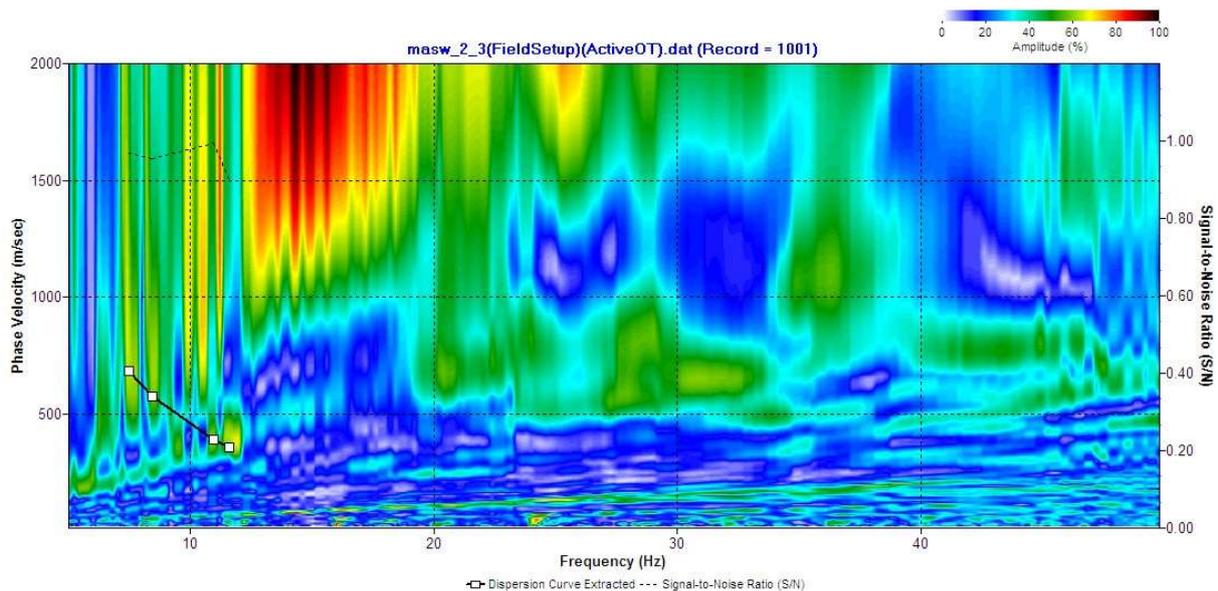


Fig. 5.1 – Overtone e curva di dispersione (in alto è riportato l'andamento del rapporto segnale/rumore).

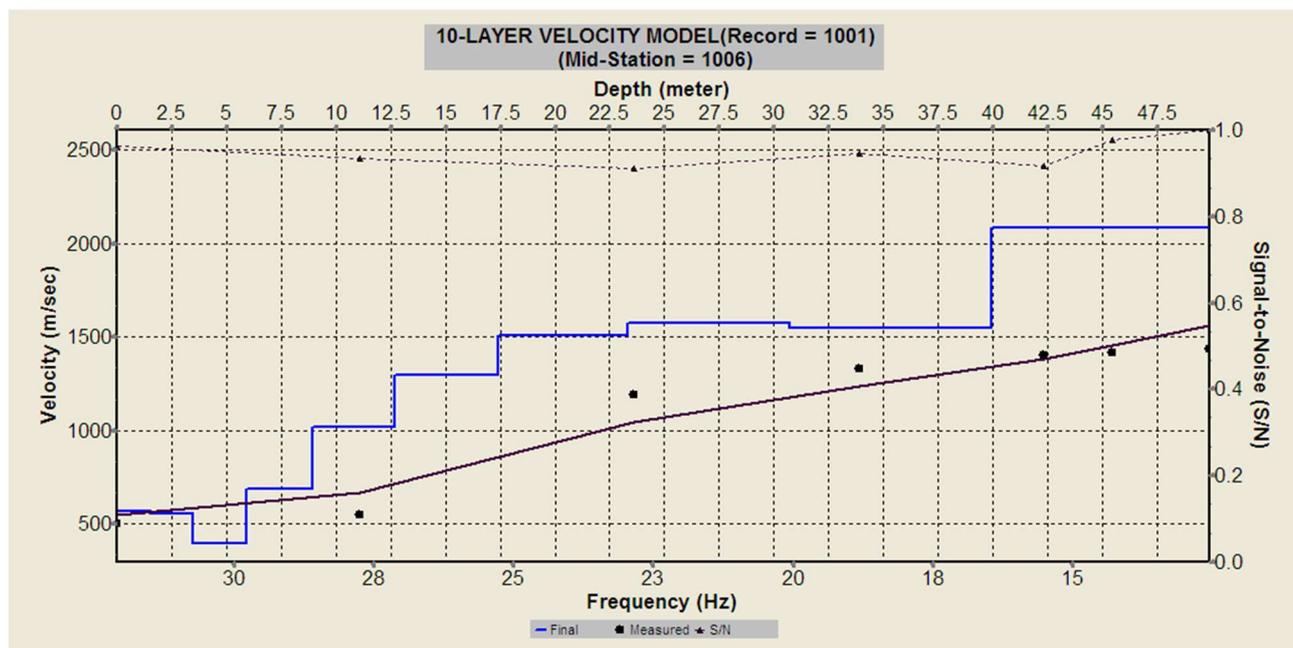


Fig. 5.2 – Profilo stratigrafico monodimensionale delle Vs.

Noti quindi i valori di Vs dei vari orizzonti indagati è stato calcolato il valore di $V_{s,eq}$, ossia la velocità media di propagazione delle onde di taglio mediante la relazione di seguito riportata (D.M. 17/01/2018):

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{v_{s,i}}}$$

dove:

h_i [m]: spessore dello strato i-esimo;

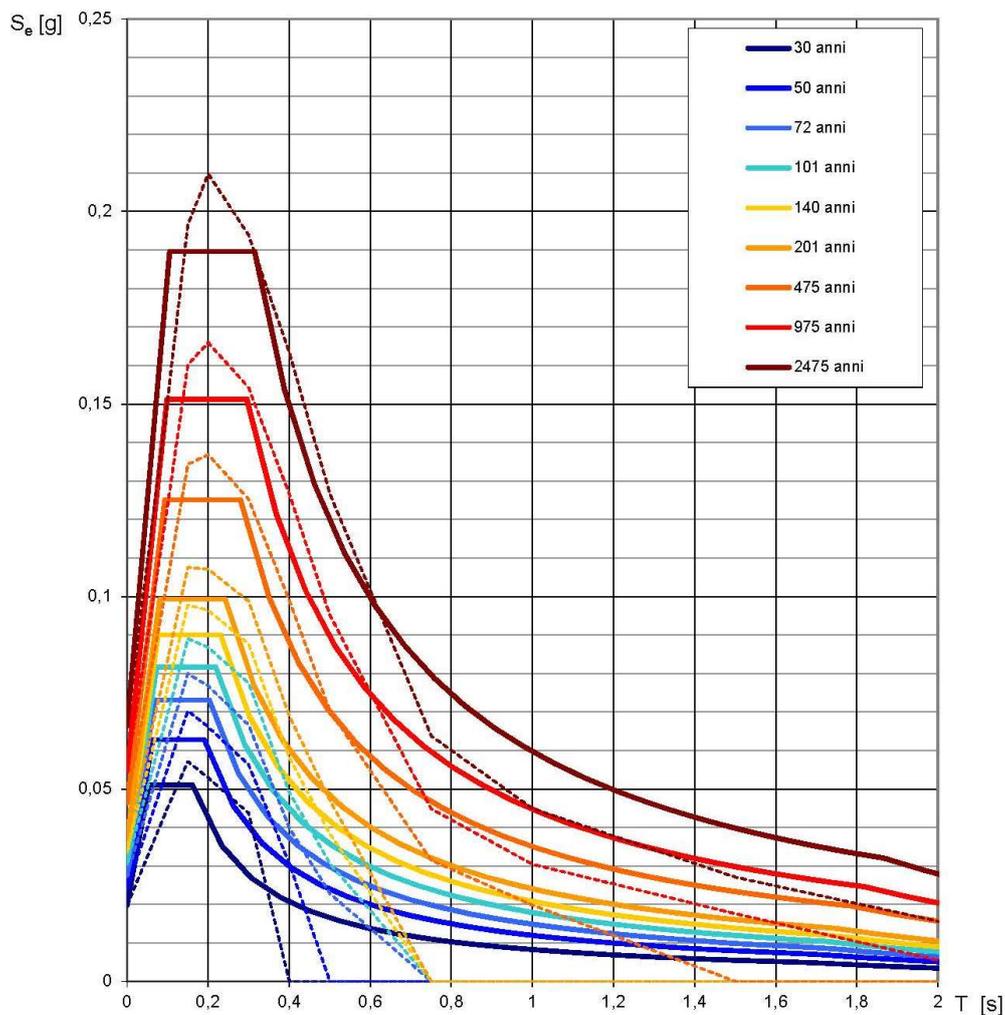
$v_{s,i}$ [m/s]: velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo;

ALLARGAMENTO STRADA VIA DEI TEMPLI GIA' VIA FEIPIANO

Di seguito si riportano i valori dei parametri sismici ed i relativi spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento caratteristici del sito in esame.

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
30	0,020	2,600	0,161
50	0,024	2,591	0,190
72	0,028	2,654	0,203
101	0,031	2,662	0,218
140	0,034	2,668	0,230
201	0,037	2,673	0,242
475	0,046	2,695	0,280
975	0,055	2,762	0,295
2475	0,066	2,861	0,315

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento per il sito in esame



Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento per il sito in esame

ALLARGAMENTO STRADA VIA DEI TEMPLI GIA' VIA FEIPIANO

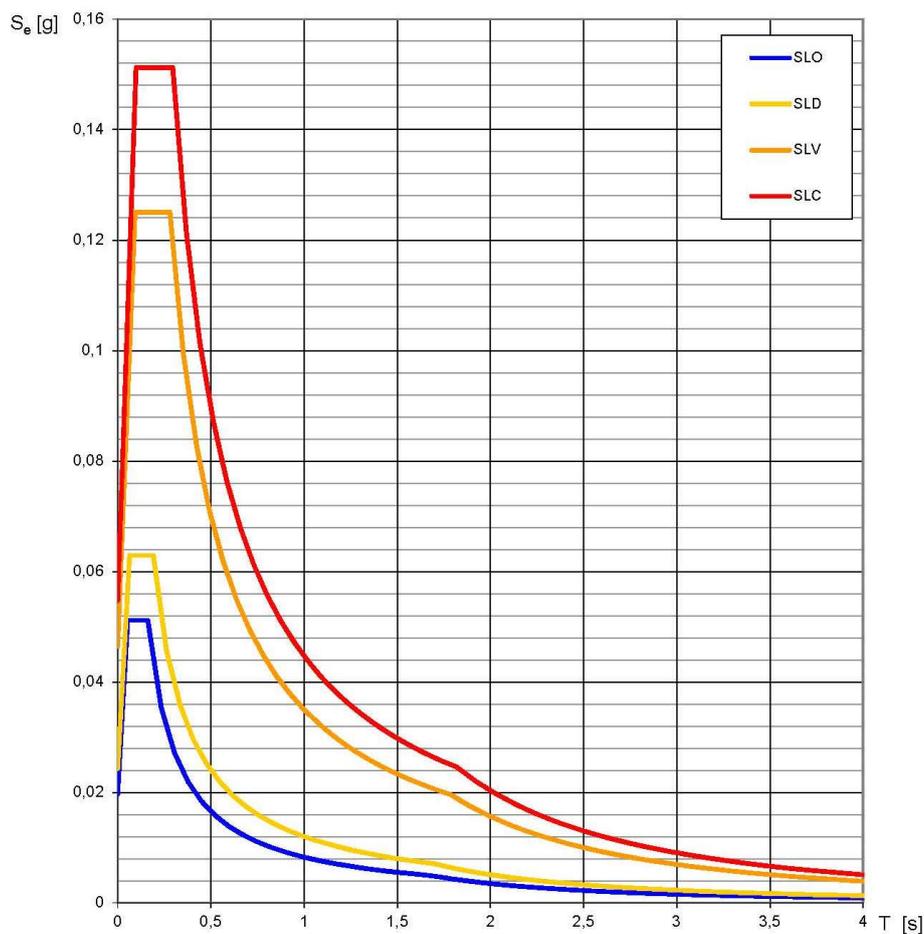
Noti quindi i parametri correlati alla tipologia di opera in progetto è stato possibile risalire ai parametri sismici per i periodi di ritorno T_R associati a ciascun stato limite.

Caratteristiche opere in progetto (da verificare a cura del progettista)

- V_N (opera infrastrutturale di importanza normale) ≥ 50 anni
- Classe d'Uso: II \Rightarrow coeff. $c_u = 1$
- $V_R = V_N \times c_u = 50$ anni

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	30	0,020	2,600	0,161
SLD	50	0,024	2,592	0,190
SLV	475	0,046	2,695	0,280
SLC	975	0,055	2,762	0,295

Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL in relazione all'opera in progetto



Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento per il sito in esame

CONCLUSIONI

L'intervento prevede la messa in sicurezza dell'attuale viabilità comunale modificando le dimensioni del tracciato originario, con la realizzazione di una carreggiata più ampia e agevole che consenta il passaggio di veicoli sui due sensi di marcia.

Il programma di indagine, ha previsto la realizzazione di 4 prove penetrometriche dinamiche, l'esecuzione di due sondaggi a carotaggio continuo spinti fino al raggiungimento del substrato roccioso quindi si sono arrestati alla profondità di 5,00 metri da p.c. e l'esecuzione di (SPT) in foro; Alle indagini di tipo meccanico si sono abbinate le indagini di tipo sismico come: tomografia sismica e MASW.

In relazione è stata fornita la ricostruzione litostratigrafica, il modello geologico e la caratterizzazione geotecnica dei terreni incontrati.

Per quanto riguarda la classificazione sismica del territorio, con Deliberazione della Giunta Regionale 30 dicembre 2019, n. 6-887 OPCM 3519/2006, il territorio comunale di Vidracco ricade in zona 4.

In base alle indagini sismiche effettuate, il profilo stratigrafico del terreno in esame, appartiene alla categoria B mentre la categoria topografica è la T2.

ALLEGATI

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : TG 63-100 EML.C

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla Certificato	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : TG 63-100 EML.C

PESO MASSA BATTENTE	M = 63.50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0.75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 0.63 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 51.00 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20.43 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1.00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 6.31 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0.40 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0.20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 11.66 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1.489$ (teoricamente : Nspt = β_t N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N

M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm² = 0.098067 MPa \approx 0,1 MPa
1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 1

- cantiere : Intervento su Strada via dei Templi
- lavoro : Comune di Vidracco
- località : Via dei Templi - Vidracco (TO)

- data prova : 07/06/2021
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 07/06/2021

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0.00 - 0.20	4	42.0	1	1.20 - 1.40	2	19.3	2
0.20 - 0.40	3	31.5	1	1.40 - 1.60	1	8.9	3
0.40 - 0.60	2	19.3	2	1.60 - 1.80	1	8.9	3
0.60 - 0.80	2	19.3	2	1.80 - 2.00	13	115.8	3
0.80 - 1.00	1	9.6	2	2.00 - 2.20	22	196.0	3
1.00 - 1.20	1	9.6	2	2.20 - 2.40	45	401.0	3

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63.50** kg - H (altezza caduta)= **0.75** m - A (area punta)= **20.43** cm² - D(diam. punta)= **51.00** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

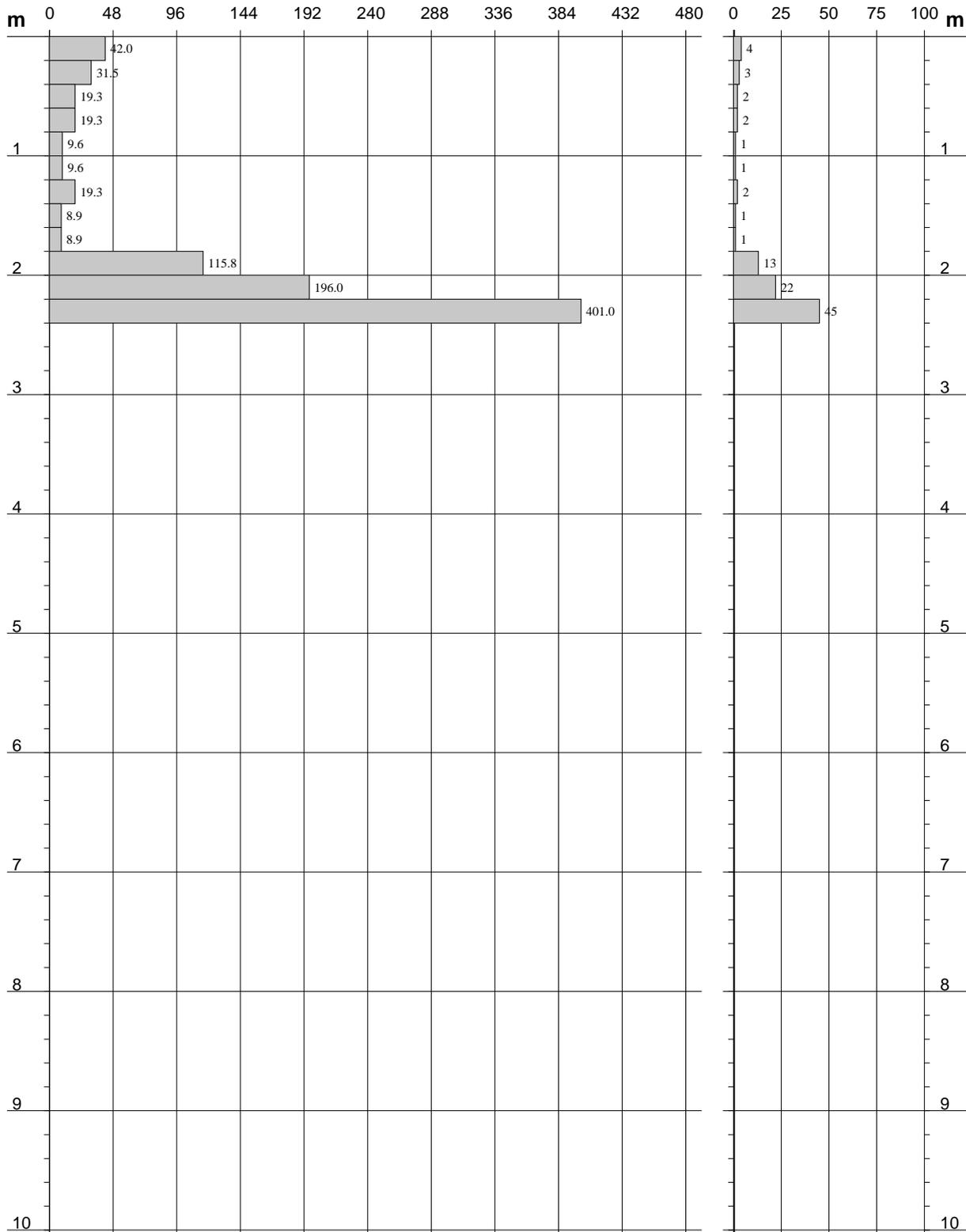
DIN 1
Scala 1: 50

- cantiere : Intervento su Strada via dei Templi
- lavoro : Comune di Vidracco
- località : Via dei Templi - Vidracco (TO)

- data prova : 07/06/2021
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 07/06/2021

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(20) n° colpi δ = 20



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

DIN 1

- cantiere : Intervento su Strada via dei Templi
- lavoro : Comune di Vidracco
- località : Via dei Templi - Vidracco (TO)

- data prova : 07/06/2021
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 08/07/2021

- note :

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0.00	0.80	N	2.8	2	4	2.4	----	----	----	2	1.49	3
			Rpd	28.0	19	42	23.7	----	----	----	20		
2	0.80	1.80	N	1.2	1	2	1.1	----	----	----	1	1.49	1
			Rpd	11.3	9	19	10.1	----	----	----	9		
3	1.80	2.20	N	17.5	13	22	15.3	----	----	----	15	1.49	22
			Rpd	155.9	116	196	135.9	----	----	----	134		
4	2.20	2.40	N	45.0	45	45	45.0	----	----	----	45	1.49	67
			Rpd	401.0	401	401	401.0	----	----	----	401		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1.49$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 1

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	0.80	Coltre superficiale	3	11.3	21.7	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
2	0.80	1.80	Sabbia limo argillosa	1	3.8	18.9	199	1.84	1.34	0.06	1.68	56	1.519
3	1.80	2.20	Roccia alterata a scaglie	22	53.0	33.2	361	2.00	1.61	1.38	2.04	23	0.628
4	2.20	2.40	Substrato roccioso fratturato	67	91.4	46.7	708	2.19	1.91	----	----	----	----

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 2

- cantiere : Intervento su Strada via dei Templi
- lavoro : Comune di Vidracco
- località : Via dei Templi - Vidracco (TO)

- data prova : 07/06/2021
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 07/06/2021

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0.00 - 0.20	1	10.5	1	1.40 - 1.60	2	17.8	3
0.20 - 0.40	1	10.5	1	1.60 - 1.80	8	71.3	3
0.40 - 0.60	1	9.6	2	1.80 - 2.00	17	151.5	3
0.60 - 0.80	1	9.6	2	2.00 - 2.20	22	196.0	3
0.80 - 1.00	1	9.6	2	2.20 - 2.40	22	196.0	3
1.00 - 1.20	1	9.6	2	2.40 - 2.60	45	372.7	4
1.20 - 1.40	1	9.6	2				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63.50 kg** - H (altezza caduta)= **0.75 m** - A (area punta)= **20.43 cm²** - D(diam. punta)= **51.00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

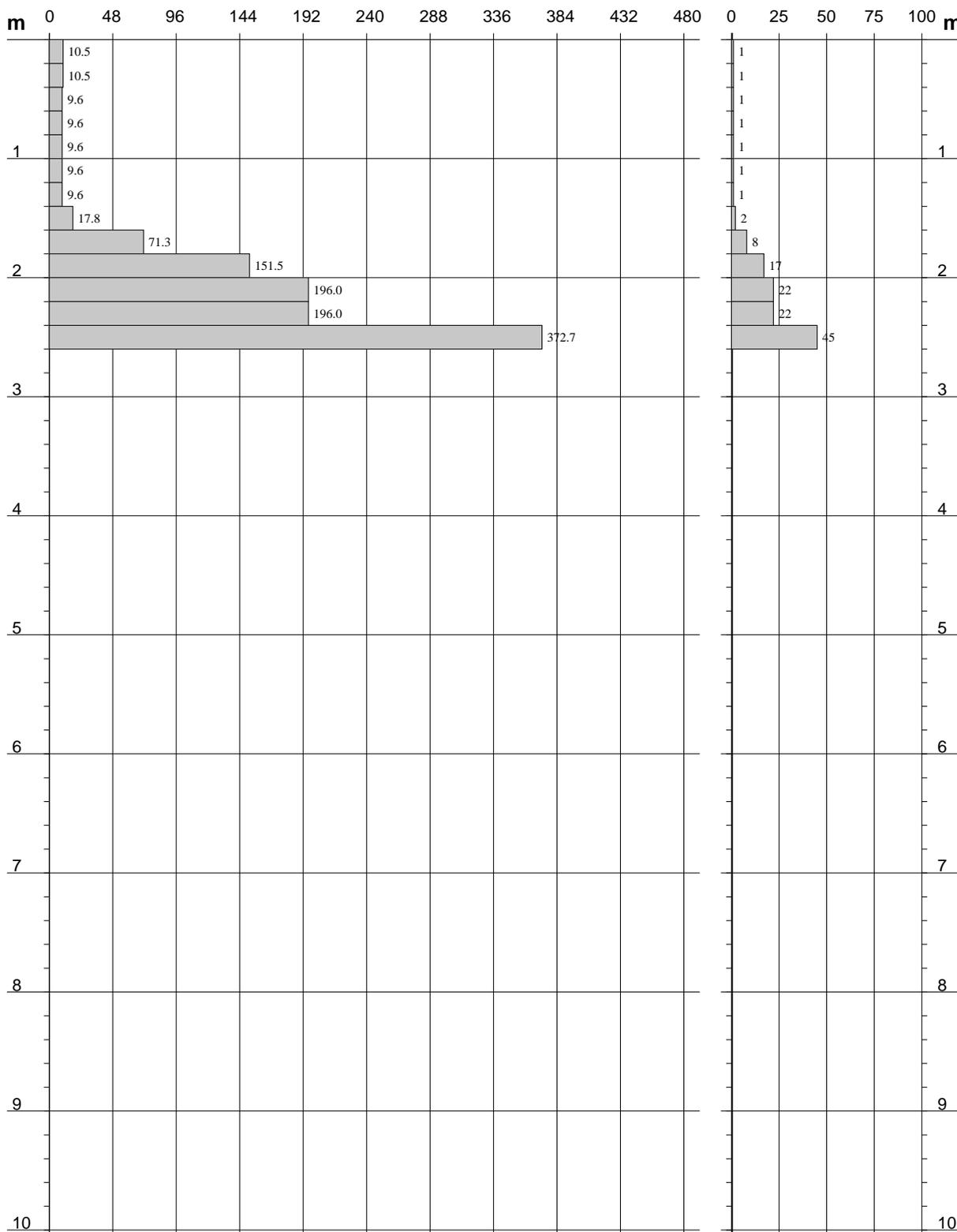
DIN 2
Scala 1: 50

- cantiere : Intervento su Strada via dei Templi
- lavoro : Comune di Vidracco
- località : Via dei Templi - Vidracco (TO)

- data prova : 07/06/2021
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 07/06/2021

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(20) n° colpi δ = 20



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

DIN 2

- cantiere : Intervento su Strada via dei Templi
- lavoro : Comune di Vidracco
- località : Via dei Templi - Vidracco (TO)

- data prova : 07/06/2021
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 08/07/2021

- note :

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0.00	1.40	N	1.0	1	1	1.0	----	1.0	1.0	1	1.49	1
			Rpd	9.9	10	11	9.8	0.4	9.5	10.3			
2	1.40	1.80	N	5.0	2	8	3.5	----	----	----	4	1.49	6
			Rpd	44.6	18	71	31.2	----	----	----			
3	1.80	2.40	N	20.3	17	22	18.7	----	----	----	19	1.49	28
			Rpd	181.2	152	196	166.3	----	----	----			
4	2.40	2.60	N	45.0	45	45	45.0	----	----	----	45	1.49	67
			Rpd	372.7	373	373	372.7	----	----	----			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1.49$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 2

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	1.40	Sabbie limose e argillose	1	3.8	18.9	199	1.84	1.34	0.06	1.68	56	1.519
2	1.40	1.80	Limi argillosi	6	21.7	24.5	238	1.89	1.43	0.38	1.85	37	1.000
3	1.80	2.40	Frammenti rocciosi alterati	28	62.0	35.5	407	2.04	1.67	1.75	2.12	19	0.522
4	2.40	2.60	Substrato roccioso fratturato	67	91.4	46.7	708	2.19	1.91	----	----	----	----

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 3

- cantiere : Intervento su Strada via dei Templi
- lavoro : Comune di Vidracco
- località : Via dei Templi - Vidracco (TO)

- data prova : 07/06/2021
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 07/06/2021

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0.00 - 0.20	1	10.5	1	1.40 - 1.60	1	8.9	3
0.20 - 0.40	1	10.5	1	1.60 - 1.80	2	17.8	3
0.40 - 0.60	----	----	2	1.80 - 2.00	2	17.8	3
0.60 - 0.80	1	9.6	2	2.00 - 2.20	13	115.8	3
0.80 - 1.00	1	9.6	2	2.20 - 2.40	28	249.5	3
1.00 - 1.20	1	9.6	2	2.40 - 2.60	43	356.1	4
1.20 - 1.40	1	9.6	2	2.60 - 2.80	50	414.1	4

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63.50** kg - H (altezza caduta)= **0.75** m - A (area punta)= **20.43** cm² - D(diam. punta)= **51.00** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

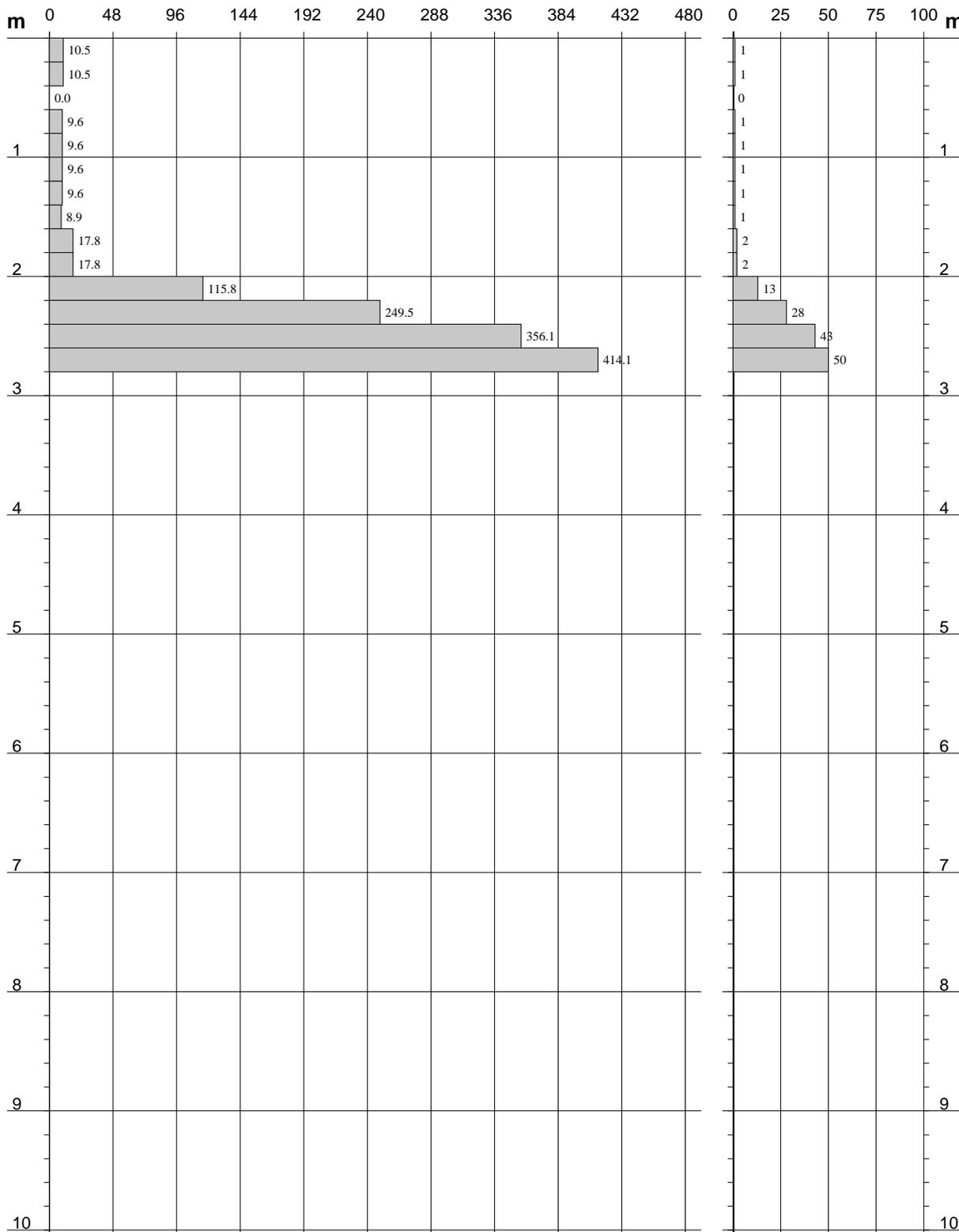
DIN 3
Scala 1: 50

- cantiere : Intervento su Strada via dei Templi
- lavoro : Comune di Vidracco
- località : Via dei Templi - Vidracco (TO)

- data prova : 07/06/2021
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 07/06/2021

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(20) n° colpi δ = 20



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

DIN 3

- cantiere : Intervento su Strada via dei Templi
- lavoro : Comune di Vidracco
- località : Via dei Templi - Vidracco (TO)

- data prova : 07/06/2021
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 08/07/2021

- note :

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0.00	2.00	N	1.1	0	2	0.6	0.6	0.5	1.7	1	1.49	1
			Rpd	10.4	0	18	5.2	5.0	5.4	15.4			
2	2.00	2.40	N	20.5	13	28	16.8	----	----	----	17	1.49	25
			Rpd	182.7	116	250	149.3	----	----	----			
3	2.40	2.80	N	46.5	43	50	44.8	----	----	----	45	1.49	67
			Rpd	385.1	356	414	370.6	----	----	----			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1.49$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 3

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE				NATURA COESIVA				
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	2.00	Sabbie e limi argillosi	1	3.8	18.9	199	1.84	1.34	0.06	1.68	56	1.519
2	2.00	2.40	Frammenti rocciosi alterati	25	57.5	34.4	384	2.02	1.64	1.56	2.08	21	0.574
3	2.40	2.80	Substrato roccioso fratturato	67	91.4	46.7	708	2.19	1.91	----	----	----	----

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 4

- cantiere : Intervento su Strada via dei Templi
- lavoro : Comune di Vidracco
- località : Via dei Templi - Vidracco (TO)

- data prova : 07/06/2021
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 07/06/2021

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0.00 - 0.20	1	10.5	1	1.60 - 1.80	47	418.8	3
0.20 - 0.40	1	10.5	1	1.80 - 2.00	42	374.3	3
0.40 - 0.60	1	9.6	2	2.00 - 2.20	38	338.6	3
0.60 - 0.80	2	19.3	2	2.20 - 2.40	25	222.8	3
0.80 - 1.00	2	19.3	2	2.40 - 2.60	18	149.1	4
1.00 - 1.20	5	48.2	2	2.60 - 2.80	39	323.0	4
1.20 - 1.40	33	318.2	2	2.80 - 3.00	49	405.8	4
1.40 - 1.60	41	365.3	3				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63.50** kg - H (altezza caduta)= **0.75** m - A (area punta)= **20.43** cm² - D(diam. punta)= **51.00** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

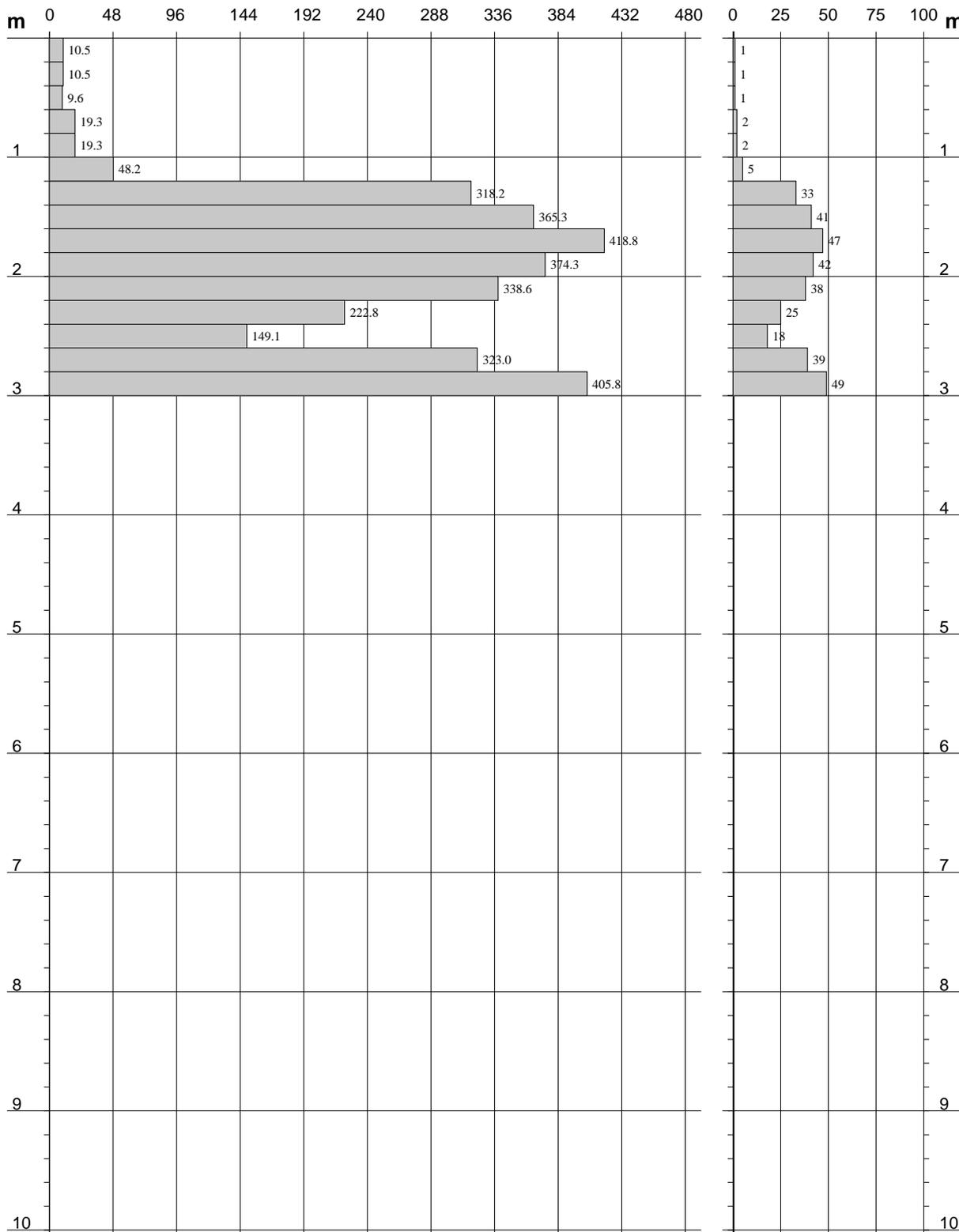
DIN 4
Scala 1: 50

- cantiere : Intervento su Strada via dei Templi
- lavoro : Comune di Vidracco
- località : Via dei Templi - Vidracco (TO)

- data prova : 07/06/2021
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 07/06/2021

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(20) n° colpi δ = 20



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

DIN 4

- cantiere : Intervento su Strada via dei Templi
- lavoro : Comune di Vidracco
- località : Via dei Templi - Vidracco (TO)

- data prova : 07/06/2021
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 08/07/2021

- note :

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0.00	1.20	N	2.0	1	5	1.5	1.5	0.5	3.5	2	1.49	3
			Rpd	19.6	10	48	14.6	14.7	4.9	34.3			
2	1.20	2.80	N	35.4	18	47	26.7	9.6	25.8	45.0	27	1.49	40
			Rpd	313.8	149	419	231.4	87.4	226.4	401.2			
3	2.80	3.00	N	49.0	49	49	49.0	----	----	----	49	1.49	73
			Rpd	405.8	406	406	405.8	----	----	----			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1.49$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 4

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE				NATURA COESIVA				
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	1.20	Sabbie limose e argillose	3	11.3	21.7	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
2	1.20	2.80	Frammenti rocciosi alterati	40	75.0	39.5	500	2.10	1.77	2.50	2.26	13	0.347
3	2.80	3.00	Substrato roccioso fratturato	73	93.6	48.1	754	2.20	1.93	----	----	----	----

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

CARSICO S.r.l.Via Piossasco Rivalta n.26
10090 Bruino (TO)

Committente Comune di Vidracco	Cantiere Allargamento Strada Via dei Templi già via Feipiano	Indagine già via Feipiano	Riferimento	Sondaggio S1
Responsabile Dott.Geol. Manuela Pallozzi	Tipo Carotaggio Carotaggio continuo	Tipo Sonda Comacchio GEo 602	Profondità Raggiunta 5 m	Quota Ass. P.C. 545 m s.l.m
Inizio Esecuzione 05/07/2021	Termine Esecuzione 05/07/2021	Certificato n° V01/2021	Casse Catalogatrici 1	Note1

Scala [m]	Litologia	Descrizione	Quota	Parametri geotecnici	S.P.T.															
					Pocket [kg/cm ²]	Vane Test [kg/cm ²]	Campioni	Perforazione	Stabilizzazione	Cass. Catalog.	Falda	User1								
		Asfalto	0.15																	
		Sottofondo stradale	0.40																	
1		Sabbie e limi argillosi, marroni																		
		Roccia alterata a scaglie, grigio	1.40																	
2																				
		Substrato roccioso fratturato, grigio	2.40																	
3																				
4																				
5			5.00																	
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato , Rs-Rimaneggiato da SPT

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua

Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici

Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa

Carotaggio: Carotaggio continuo

Sonda: Comacchio GEo 602

CARSICO S.r.l.Via Piossasco Rivalta n.26
10090 Bruino (TO)

Committente Comune di Vidracco	Cantiere Allargamento Strada Via dei Templi già via Feipiano	Indagine già via Feipiano	Riferimento	Sondaggio S2
Responsabile Dott.Geol. Manuela Pallozzi	Tipo Carotaggio Carotaggio continuo	Tipo Sonda Comacchio GEo 602	Profondità Raggiunta 5 m	Quota Ass. P.C. 545 m s.l.m
Inizio Esecuzione 05/07/2021	Termine Esecuzione 05/07/2021	Certificato n° V02/2021	Casse Catalogatrici 1	Note1

Scala [m]	Litologia	Descrizione	Quota	Parametri geotecnici	S.P.T.	Pocket [kg/cm ²]	Vane Test [kg/cm ²]	Campioni	Perforazione	Stabilizzazione	Cass. Catalog.	Falda	User1
		Asfalto	0.15										
		Sottofondo stradale	0.40										
1		Sabbie e limi argillosi, marroni											
		Roccia alterata a scaglie, grigia	1.40		50 R 1.50 PC								
2													
		Substrato roccioso alterato e fratturato, marrone	2.80		51 R 3.00 PC								
3													
					26 51 R 4.00 PC								
4													
			5.00						(CS) 5.00		1		
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua

Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici

Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa

Carotaggio: Carotaggio continuo

Sonda: Comacchio GEo 602