COMUNE DI DRONERO PROVINCIA DI CUNEO

LAVORI DI REALIZZAZIONE DI LOCULI E CELLETTE OSSARI PRESSO IL CIMITERO DEL CAPOLUOGO

RELAZIONE GEOLOGICA

Ai sensi del § 6.2.1 delle NTC 2018 – NTC al PRGC

AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI DRONERO

UBICAZIONE

Cimitero capoluogo

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

NTC 2018 Zona Sismica 3s NTA al PRGC



b.ta Gautero n. 30 12020 Roccabruna (Cuneo)



Roccabruna, 16 febbraio 2023

Ordine dei Geologi del Piemonte n. 316

INDICE

- 1. PREMESSA
- 2. GEOMORFOLOGIA DELL'AREA
- 3. INDAGINE GEOGNOSTICA
- 4. INDAGINE GEOFISICA
- 5. MODELLO GEOLOGICO E ASSETTO STRATIGRAFICO
- 6. RISPOSTA SISMICA LOCALE
- 7. INDICAZIONE GEOTECNICA STATISTICA
- 8. CONCLUSIONI

<u>Allegati</u>

Ч	Estratio Catastale e di PRGC
	Estratti di progetto
	Indagini in sito penetrometrica

☐ Prova Masw e HVSR 2021 di confronto

1. PREMESSA

L'intervento in progetto sul quale si relaziona, consta nella realizzazione di 84 loculi e 48 cellette ossari da realizzarsi nel cimitero comunale capoluogo.

La nuova struttura in progetto, che si affianca ad una analoga esistente, si estende linearmente per circa 15 m per una altezza fuori terra, in analogia con quelli esistenti, di circa 5,33 m (dal piano interno attuale).

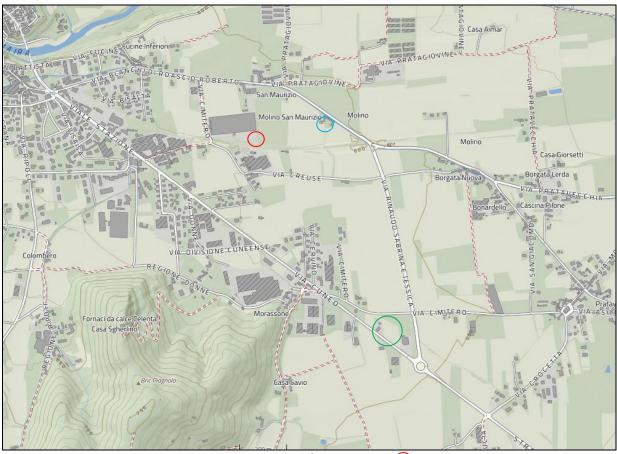


Fig. 1: Estratto BDTRE Regionale con : settore in esame

○ Indagine 2017 Rubino

Indagine geofisica 2021 Ghio Ernesto

Per definire il modello geologico locale, in base a quanto richiesto nelle vigenti NTC 2018, nel mese di febbraio 2023 è stata condotta una campagna geologica e geognostica d'indagine in sito.

In particolare sono state realizzate prove penetrometriche dinamiche ubicate a margine del muro perimetrale esistente, esternamente sul piano campagna originario.



Foto 1: veduta interna area d'intervento

Dal punto di vista geofisico, considerando l'estrema semplicità delle opere in progetto, sono state considerate e valutate le risultanze di numerose prospezioni geofisiche riconducibili a stendimenti del tipo Masw e a misurazioni del rumori di fondo con il metodo Nakamura (HVSR) realizzate dallo scrivente nel territorio comunale. In particolare è stata considerata l'indagine 2021 relativa all'ampliamento dell'insediamento artigianale Ghio Ernesto, posto a poca distanza dal sito in esame in condizioni geologico stratigrafiche del tutto confrontabili. Sono inoltre state considerate le risultanze di una ulteriore indagine geognostica, realizzata nel 2017 in occasione del progetto di ampliamento di officina da fabbro, committente sig. Rubino Pietro, dove vennero realizzate alcune trincee esplorative (fig. 1).



Foto 2: veduta esterna il muro cimiteriale (settore di prova)

Il sito di intervento risulta gravato da circa 1,5 m di terreno risportato, secondo quanto rilevato nella fig. 2 seguente, che si ottiene per differenza di quota tra lo spiccato del muro esterno misurato alla base in corrispondenza del piano campagna attuale (circa 3,7 m) e la porzione interna in emersione del muro dal piano calpestio (circa 2,2 m).

Come verrà trattato in apposito paragrafo, il piano di fondazione della nuova struttura funeraria in progetto, dovrà essere fondato oltre il terreno riportato e oltre i primi 30 cm circa di terreno naturale che presumibilmente è stato mantenuto alla base del riporto.

La quota minima pertanto viene indicata in circa -1,8 m dalla quota zero interna attuale, da verificare in ogni caso in fase esecutiva.

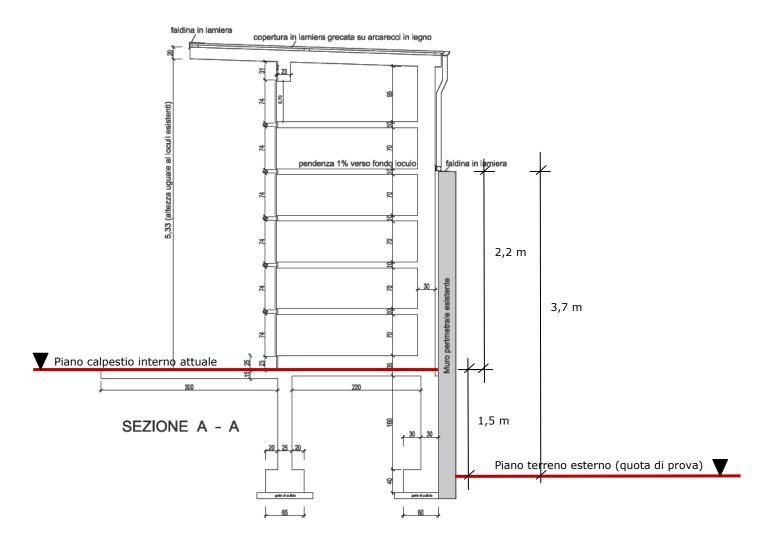


Fig. 2: schema dislivelli interni - esterno muro, quota di prova, spessore riporto

Dal punto di vista geofisico occorre infine ricordare che il Comune di Dronero si è dotato di microzonazione sismica del territorio comunale di primo livello (vecchi standard).

Ha concluso e validato con approvazione Regionale (febbraio 2016), lo studio sismico di primo livello adeguato ai nuovi standard Regionali (redatto dallo scrivente dott. geol. Fabrizio Cambursano). Nel paragrafo relativo, verranno richiamati e confrontati i risultati di tale studio in funzione di quanto verificato in sito e previsto nel progetto.

2. GEOMORFOLOGIA DELL'AREA

Il settore indagato appartiene all'area semi pianeggiante a valle del concentrico, marginale a Via Cuneo e Via Blanchi di Roascio, alla base di un limitato terrazzo fluviale. I deposti alluvionali superficiali risultano, in questo settore, particolarmente potenti e comprendono il fondovalle e lo sbocco vallivo, formando una vasta ed estesa colmata alluvionale, costituita da depositi grossolani indifferenziati, attribuiti alle alluvioni Quaternarie (Sacco 1931, Biancotti 1979) ai depositi fluvio-glaciali e fluviali mindeliani, rissiani, würmiani e postwürmiani (Carraro et al. 1978) agli intervalli IV e V.

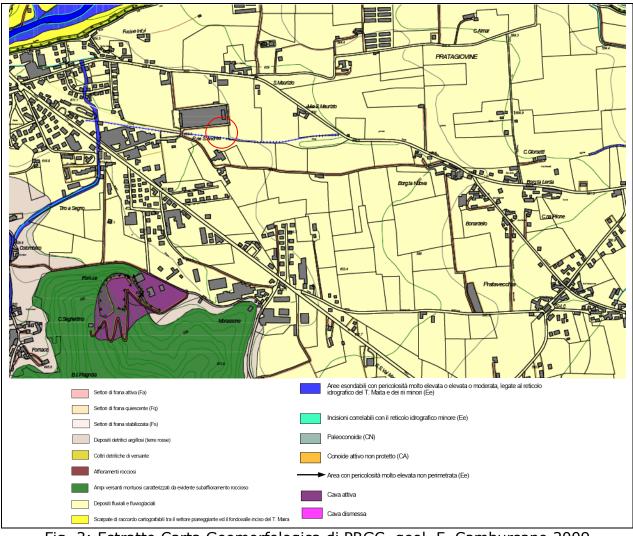


Fig. 3: Estratto Carta Geomorfologica di PRGC, geol. F. Cambursano 2009

= area in esame

Da un punto di vista litologico sono costituiti da ghiaie mediogrossolane ed abbondanti ciottoli, in matrice sabbiosa e limosa con elementi litologicamente eterogenei tra i quali i più frequenti sono quelli quarzitici, micascistosi e calcareo dolomitici.

Questi depositi sono coperti da un suolo limoso rossastro con screziature grigiastre potente circa $0.3 \div 0.5$ m e presentano un grado d'alterazione decrescente verso il basso della successione.

I depositi alluvionali risultano, di norma, ben addensati sin dai primi metri di profondità. L'azione disgregante superficiale viene osservata sino a quote prossime a 1,5 m dal piano campagna; oltre tale quota il deposito appare ben addensato.

Dal punto di vista idrogeologico, le prime avvisaglie del sistema acquifero confinato o semiconfinato vengono indicate a quote prossime a 80 ÷ 90 m rispetto al piano campagna attuale; la falda libera superficiale risulta in quest'area del tutto assente.

La comparazione con indagini svolte dallo scrivente in aree limitrofe e confrontabili geologicamente, permette di estendere in profondità tali considerazioni, definendo nel complesso il comparto geotecnicamente ottimo.

Stratigraficamente, la campagna d'indagine (descritta nel paragrafo seguente), ha permesso di esprimere la successione dei terreni attraversati, necessaria per definire il modello geologico locale, ai sensi del paragrafo §6.2.1 delle Nuove Tecniche per le Costruzioni (NTC) 2018.

3. INDAGINE GEOGNOSTICA

La definizione del modello geologico locale è stato supportato da prove in sito penetrometrico dinamico spinte sino a rifiuto.

Come richiamato in premessa, la prova è state ubicata esternamente e a margine del muro di recinzione, con quota zero il piano campagna esterno. Tra il piano campagna esterno originario e la quota zero interna in corrispondenza del sito in esame sono presenti circa 1,5 m di terreno riportato.



Foto 3: foto aerea con:

- Perimetrazione indicativa area di nuova edificazione
 - Prova penetrometrica dinamica

La prova dinamica consiste nell'infiggere nel terreno un complesso di aste con relativo puntale per mezzo di una massa battente di 73 Kg, rilevando ad intervalli definiti (30 cm) gli sforzi necessari per vincere la resistenza offerta dal terreno alla penetrazione.

La punta è conica, con angolo di apertura di 60° ed una superficie complessiva di 20,43 cm². La prova viene eseguita contando il numero di colpi di maglio necessari per infiggere una tacca, cioè 30 cm il complesso aste-punta nel terreno.

I dati emersi dalla prova penetrometrica sono stati confrontati con i dati derivanti dalle trincee esplorative realizzate con pala meccanica nel corso della limitrofa indagine del 2017 (fig. 1), entro le quali venne osservata direttamente la successione stratigrafica dei terreni superficiali.



Foto 5: trincea esplorativa indagine 2017 Rubino – depositi alluvionali osservati

4. L'INDAGINE GEOFISICA

Per definire il modello geologico e la risposta sismica locale, come richiamate in premessa, sono state valutate alcune prospezioni del tipo Masw e HVSR realizzate dallo scrivente nel territorio comunale di Dronero. In particolare, considerata la vicinanza e le analoghe condizioni geo stratigrafiche è stata valutata una recente prova realizzata nel 2021 in occasione del progetto di ampliamento della sede artigianale della Ghio Ernesto Macchinari agricoli.

L'acquisizione è stata effettuata con un sismografo EEG BR 24 canali, con una tesata di 46 metri, interasse geofonico di 2,0 m, distanza di battura di 10 m da ambo i lati dello stendimento a partire dall'ultimo geofono posizionato (totale allineamento 66 m). Per la Masw, il lavoro interpretativo delle acquisizioni sul campo, ha messo in luce i seguenti aspetti:

- Lo spettro di velocità della Masw è discreto, con vari ordini modali
- Il picco è associato a probabile contrasto d'impedenza molto profondo, oltre i 100 metri da p.c.

La prova HVSR associata si basa sulla misura del rumore sismico ambientale, il quale risulta prodotto sia da fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) sia dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre. La curva hvsr presenta un picco debole, ossia un picco "Non Chiaro" secondo i principi Sesame, a bassa frequenza (0,75 Hz circa).

Occorre inoltre evidenziare che alla data odierna il comune di Dronero ha completato, validati dalla Regione Piemonte nel mese di febbraio 2016, le analisi di Microzonazione Sismica (MS) di primo livello con i nuovi standard.

Sulla base delle risultanze di tali studi, l'area in esame risulta classificata in: Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica, Zona 8: depositi alluvionali e fluvioglaciali ghiaiosi (GW) di potenza compresa tra 25 m e 35 m su substrato lapideo (LP).

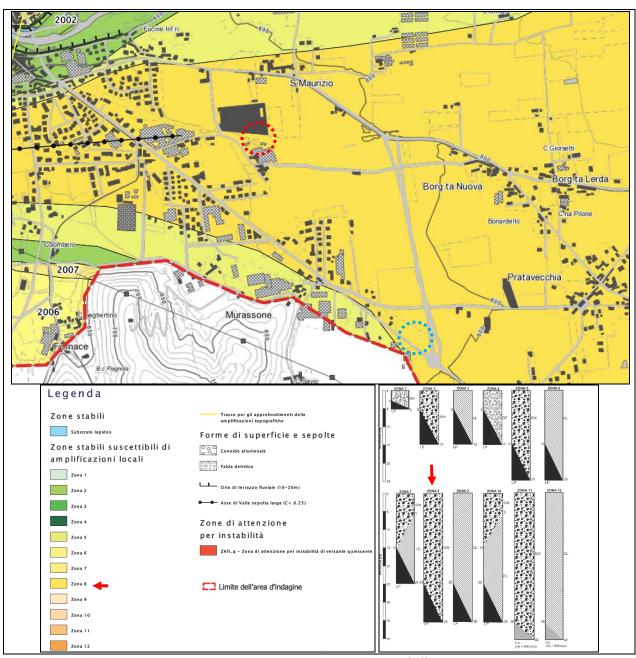
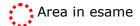


Fig. 3: Microzonazione sismica; estratto Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica, gennaio 2015 (*) – cerchiata di rosso la zona in esame (*): elaborato redatto a firma dello scrivente datato gennaio 2015, validato da parte della Regione Piemonte nel mese di febbraio 2016



Prova Masw HVSR di confronto 2021 (Ghio Ernesto)

5. MODELLO GEOLOGICO E ASSETTO STRATIGRAFICO

Le prove in sito hanno permesso di ricostruire il modello geologico locale e l'assetto stratigrafico di dettaglio.

Comparando tutti i dati a disposizione è stato definito il seguente modello geo stratigrafico locale (quota zero il piano campagna esterno attuale – punto di prova):

<u>da p.c. a -0,3 m circa:</u>

limo argilloso - paleosuolo

da -0,3 m a -1,5 m circa:

ghiaie sabbiose alterate con ciottoli

oltre -1,5 m circa sino a -2,5 m (e oltre sino ad almeno 10,0 m): qhiaie con ciottoli in matrice sabbiosa ben addensate

Il deposito appare ben addensato sin da subito, oltre il limitato paleosuolo; a circa -2,5 m si è determinato il rifiuto alla penetrazione del sistema d'indagine adottato.

Il comparto risulta del tutto sprovvisto di sistemi acquiferi superficiali. Si ipotizza la presenza di un sistema acquifero confinato / semiconfinato a profondità molto elevate dell'ordine degli $80 \div 90$ m.

6. RISPOSTA SISMICA LOCALE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3 delle NTC 2018. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, $V_{\rm S}$.

Le prove geofisiche considerate e le relative interpretazioni e comparazioni indicate nei paragrafi precedenti, hanno permesso di definire, sulla base della formula:

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

un valore di riferimento della Vs_{eq} pari a circa 507 m/s.

La tipologia di sottosuolo di fondazione, sulla base di quanto indicato nel D.M. 17.01.2018, categorie di sottosuolo e condizioni topografiche, è definibile come segue:

Sottosuolo di tipo 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.

Le condizioni topografiche (tabella n. 3.2.IV) sono riconducibili alla **categoria T1** ""Pendii con inclinazione media $i < 15^{\circ}$ ".

7. INDICAZIONE GEOTECNICA STATISTICA

Sulla scorta dell'analisi delle prove in sito, viene di seguito indicata una prima valutazione geotecnica statistica di riferimento per il progettista, al quale resta in capo la facoltà di svolgere gli approfondimenti ritenuti necessari per procedere con la stesura della relazione geotecnica di progetto. Si ricorda che l'assetto stratigrafico che segue ha come quota zero il piano campagna attuale esterno al muro di recinzione del cimitero (zona di prova). Rispetto alla quota interna riferibile al sito di intervento, occorre sommare circa 1,5 di terreno risportato.

Pertanto:

<u>da p.c. m a -0,3 m circa:</u> paleosuolo – coperture - Terreno vegetale

da −0,3 m a −1,5 m circa: ghiaie sabbiose alterate

- Angolo di resistenza al taglio	-	- An	igolo d	di resistenza	al tagl	io ϕ	, = 4	40°
----------------------------------	---	------	---------	---------------	---------	-----------	-------	-----

- Modulo Edometrico Eed = 127 Kg/cm²

- Modulo di Young Ey = 318 Kg/cm^2

- Peso di volume $\gamma_{nat} = 1.84 \text{ t/m}^3$

da -1,5 m circa sino a -2,5 m (e oltre sino ad almeno 10,0 m) qhiaie con ciottoli in matrice sabbiosa ben addensate

- Angolo di resistenza al taglio $\phi = 45^{\circ}$

Modulo Edometrico
 Modulo di Young
 Eed = 193 Kg/cm²
 Ey = 480 Kg/cm²

- Peso di volume $\gamma_{nat} = 1.96 \text{ t/m}^3$

Oltre -2,5 m il deposito appare ben addensato. La sua continuità e deducibile dalle prospezioni geofisiche e ipotizzabile sino ad almeno -10,0 m di profondità dal piano campagna attuale. Oltre tale quota si registra un progressivo aumento del grado di addensamento del deposito sino a circa - 16 m di profondità per poi mantenere indici pressoché costanti.

8. CONCLUSIONI

L'indagine ha permesso definire il modello geologico del comparto

entro il quale ricade il nuovo intervento in progetto.

Le indagini in sito e le relative valutazioni hanno permesso di definire,

secondo la classificazione vigente (NTC 2018), un sottosuolo di tipo B, con

condizioni topografiche T1.

Il comparto è apparso regolare ed esente da rischi idrogeologici.

Come unica indicazione operativa, si suggerisce di impostare il piano di

posa delle fondazioni oltre il riporto e il primo livello di paleosuolo. Con

riferimento alla quota interna (piano attuale) di intervento, considerando la

presenza di circa 1,5 m di terreno riportato di incerta natura, ipotizzando la

presenza di circa 30 cm di suolo naturale sotto il riporto, occorreà

immorsare la fonazione ad almeno -1,8 m, avendo cura di verificare

l'assetto stratigrafico proposto in corso d'opera e il raggiungimento del

livello naturale ghiaioso sabbioso.

Fermo restando quanto sopra esposto, si esprime parere favorevole

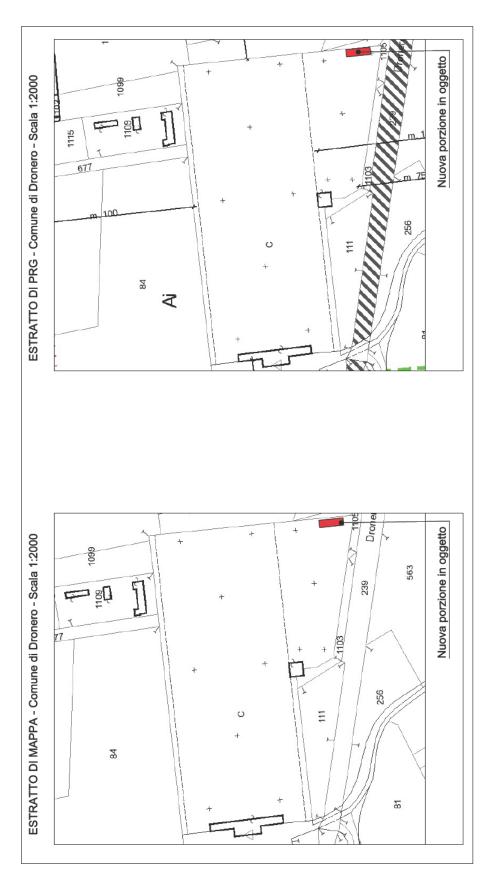
alla fattibilità geologica del progetto.

Il geologo Fabrizio Cambursano

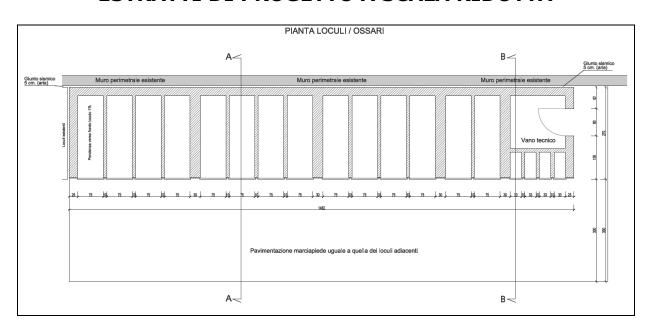
16 febbraio 2023

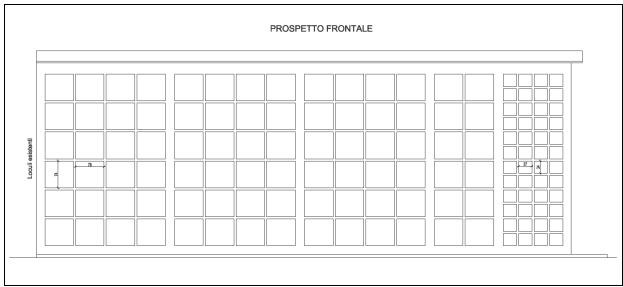
16

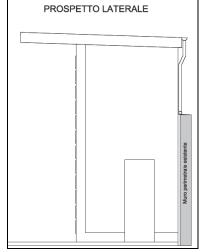
ESTRATTO CATASTALE E DI PRGC

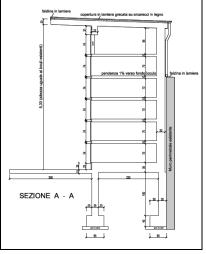


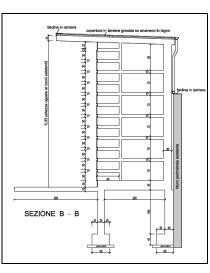
ESTRATTI DI PROGETTO A SCALA RIDOTTA











INDAGINE IN SITO

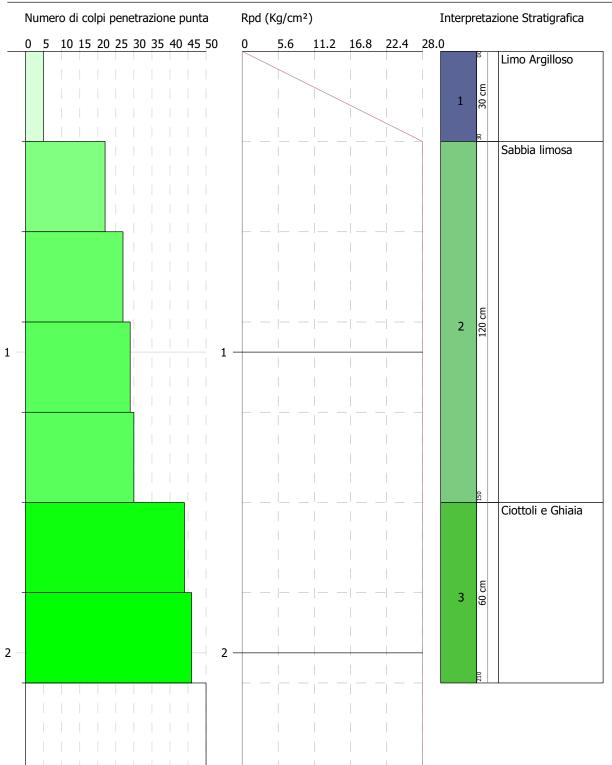
ISTOGRAMMI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CON INTERPRETAZIONE GEOTECNICA STATISTICA

INMDAGINE GEOFISICA MASW E HVSR DI CONFRONTO 2021 GHIO ERNESTO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1 Strumento utilizzato... SCPT TG 63-200 PAGANI

Committente: Amministrazione Comunale di Dronero Descrizione: Ampliamento cimitero capoluogo Localita': Dronero Capoluogo

15-02-2023

Scala 1:12



SIGNATURE 1 SIGNATURE 2 dott. geol. Fabrizio Cambursano Borgata Gautero n. 30 12020 Roccabruna (CN) www.geologiweb.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Amministrazione Cumunale di Dronero Descrizione: Prova Penetrometrica del 15/02/2023

Localita': Dronero Cimitero Capoluogo

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: SCPT TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094	
Peso Massa battente	73 Kg	
Altezza di caduta libera	0.75 m	
Peso sistema di battuta	$0.63~\mathrm{Kg}$	
Diametro punta conica	51.00 mm	
Area di base punta	20.43 cm^2	
Lunghezza delle aste	0.9 m	
Peso aste a metro	6.31 Kg/m	
Profondita' giunzione prima	a asta 0.40 m	
Avanzamento punta	0.30 m	
Numero colpi per punta	N(30)	
Coeff. Correlazione	1.8	
Rivestimento/fanghi	No	
Angolo di apertura punta	90°	

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...SCPT TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 15-02-2023 Profondita' prova 2.40 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita'	Nr. Colpi	Calcolo	Res.	Res.	Pres.	Pres.
(m)		coeff.	dinamica	dinamica	ammissibile	ammissibile
		riduzione	ridotta	(Kg/cm^2)	con riduzione	Herminier -
		sonda Chi	(Kg/cm ²)		Herminier -	Olandesi
					Olandesi	(Kg/cm ²)
					(Kg/cm ²)	
0.30	5	0.853	34.78	40.79	1.74	2.04
0.60	22	0.747	124.25	166.33	6.21	8.32
0.90	27	0.742	151.37	204.14	7.57	10.21
1.20	29	0.736	161.43	219.26	8.07	10.96
1.50	30	0.731	154.54	211.36	7.73	10.57
1.80	44	0.626	194.15	309.99	9.71	15.50
2.10	46	0.622	201.46	324.08	10.07	16.20
2.40	50	0.617	203.52	329.78	10.18	16.49

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa
		(m)			(%)
Strato (2)	48.60	0.30-1.50	48.60	Meyerhof 1957	100
Sabbia limosa					
Strato (3)	81.00	1.50-2.10	81.00	Meyerhof 1957	100
Ciottoli e					
Ghiaia					

Angolo di resistenza al taglio

-						
	Descrizione	NSPT	Prof. Strato	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito
			(m)			(°)
	Strato (2)	48.60	0.30-1.50	48.60	Peck-Hanson-T	40.89
	Sabbia limosa				hornburn-Meyer	
					hof 1956	
	Strato (3)	81.00	1.50-2.10	81.00	Peck-Hanson-T	50.14
	Ciottoli e				hornburn-Meyer	
	Ghiaia				hof 1956	

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di
		(m)			Young
					(Kg/cm ²)
Strato (2)	48.60	0.30-1.50	48.60	Bowles (1982)	318.00
Sabbia limosa				Sabbia Media	
Strato (3)	81.00	1.50-2.10	81.00	Bowles (1982)	480.00
Ciottoli e				Sabbia Media	
Ghiaia					

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato	N. Calcolo	Correlazione	Modulo
		(m)			Edometrico
					(Kg/cm^2)
Strato (2)	48.60	0.30-1.50	48.60	Begemann 1974	127.29
Sabbia limosa				(Ghiaia con	
				sabbia)	
Strato (3)	81.00	1.50-2.10	81.00	Begemann 1974	193.84
Ciottoli e				(Ghiaia con	
Ghiaia				sabbia)	

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione
		(m)			AGI
Strato (2)	48.60	0.30-1.50	48.60	Classificazione	ADDENSATO
Sabbia limosa				A.G.I	
Strato (3)	81.00	1.50-2.10	81.00	Classificazione	MOLTO
Ciottoli e				A.G.I	ADDENSATO
Ghiaia					

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di
		(m)			Volume
					(t/m^3)
Strato (2)	48.60	0.30-1.50	48.60	Terzaghi-Peck	1.84
Sabbia limosa				1948	
Strato (3)	81.00	1.50-2.10	81.00	Terzaghi-Peck	1.96
Ciottoli e				1948	
Ghiaia					

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita'
		(m)			Volume Saturo
					(t/m^3)
Strato (2)	48.60	0.30-1.50	48.60	Terzaghi-Peck	2.15
Sabbia limosa				1948	
Strato (3)	81.00	1.50-2.10	81.00	Terzaghi-Peck	2.22
Ciottoli e				1948	
Ghiaia					

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
		(m)			
Strato (2)	48.60	0.30-1.50	48.60	(A.G.I.)	0.26
Sabbia limosa					
Strato (3)	81.00	1.50-2.10	81.00	(A.G.I.)	0.19
Ciottoli e					
Ghiaia					

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato	N. Calcolo	Correlazione	G
		(m)			(Kg/cm ²)
Strato (2)	48.60	0.30-1.50	48.60	Ohsaki (Sabbie	2502.37
Sabbia limosa				pulite)	
Strato (3)	81.00	1.50-2.10	81.00	Ohsaki (Sabbie	4044.73
Ciottoli e				pulite)	
Ghiaia					

