

PROGETTO

**PIANO ATTUATIVO SUBCOMPARTO 2A PER
REALIZZAZIONE DI NUOVO FABBRICATO
COMMERCIALE DIREZIONALE E SERVIZI CON
OPERE DI URBANIZZAZIONE CONNESSE**

UBICAZIONE

Via della Costa, Marina di Campo
57034, Campo nell'Elba (LI)

COMMITTENTE

SINISIA IMMOBILIARE S.r.l.
P.le Arcipelago Toscano snc
57037, Portoferraio (LI)

TEAM DI PROGETTAZIONE

COORDINAMENTO E PROGETTAZIONE



INGECO S.r.l.
Via Matteucci, 38 - 56124 PISA
tel. +39 050 9711185
Partita IVA 01759050501
e-mail: segreteria@ingecosrl.com
www.ingecosrl.com

Società di ingegneria INGECO S.R.L.

Ing. Alessandro Panattoni

CONCEPT ARCHITETTONICO E ASPETTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO



Arch. Claudia Andrea Femia
Via Giusti, 22 Campo nell'Elba (LI) CAP 57034
Cell. 3386485647 e-mail claufemia@libero.it

Arch. Claudia Femia

PROGETTAZIONE ASPETTI IDRAULICI

...\\COMUNICAZIONI\IN ENTRATA\2022-11-04_da MUCCETTI (logo)\PER CARTA INTESTATA copia.jpg

Ing. Fernando Muccetti

GEOLOGO

Studio Geologico Iacopo Franchetti
Via Carpani 255 - 57037 Portoferraio (LI)

PROGETTAZIONE ASPETTI AGRONOMICI E STUDIO DEL VERDE



Dott.ssa Alessandra Puccini
Via Mellini 22 - 57031 Capoliveri (LI)

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO

STUDIO TECNICO Ing. Antonio Lotti
P.zza Matteotti 40 - 57126, Livorno (LI)

EMISSIONE

PIANO ATTUATIVO SUBCOMPARTO 2A

TITOLO

RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA'

REV	DATA	OGGETTO
00	Nov. 2022	Prima emissione
01		
02		
ELABORATO N.		07-GEO-REL
DATA	Novembre 2022	REVISIONE REV. 00
COMMESSA	FILE	DISEGNATO DA
C:\Users\Alex Panattoni		
I:\AppData\Local\Microsoft\Windows\NetCache\Content.Outlook\HBTQI8L\2022-11-14_XRIF_MASCHERINA.dwg		

INDICE

1. PREMESSA	pag. 1
1.1 Descrizione degli interventi in progetto	pag. 2
1.2 Metodi ed obiettivi dello studio	pag. 3
1.3 Normativa di riferimento	pag. 4
2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E IDROLOGICO	pag. 5
2.1 Caratteristiche geomorfologiche	pag. 5
2.2 Caratteristiche idrologiche	pag. 6
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO	pag. 7
3.1 Geologia generale	pag. 7
3.2 Geologia di dettaglio	pag. 7
3.3 Caratteristiche idrogeologiche	pag. 8
3.4 Unità litotecniche	pag. 10
4. INDAGINI GEOGNOSTICHE	pag. 12
4.1 Prove penetrometriche dinamiche Sunda D1 030	pag. 12
4.2 Interpretazione delle prove penetrometriche	pag. 12
4.3 Indagine sismica con metodo MASW	pag. 14
4.4 Risultati dalle indagini sismiche e categoria di sottosuolo	pag. 14
4.5 Modello geologico preliminare	pag. 15
5. PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ	pag. 17
5.1 Pericolosità geomorfologica, idraulica e geologica	pag. 17
5.2 Fattibilità geologica e idraulica	pag. 20
6. FATTIBILITÀ AI SENSI DEL DPGR N°5/r DEL 30/10/2020	pag. 21
6.1 Fattibilità in relazione agli aspetti geologici	pag. 11
7. CONCLUSIONI	pag. 17

ELENCO ESTRATTI CARTOGRAFICI

Estratto cartografico da carta geomorfologica;
Estratto cartografico da Vincolo Idrogeologico;
Estratto cartografico da carta geologica;
Estratto cartografico da carta idrogeologica;
Estratto cartografico da carta litotecnica;
Estratto cartografico da PAI, pericolosità di natura geomorfologica;
Estratto cartografico da PGRA;
Estratto cartografico da carta della pericolosità geologica.
Estratto cartografico da carta della fattibilità geologica.

Tav. 1 – Sezioni geologiche con prove penetrometriche in scala 1: 250.

ALLEGATI

ALL. 1: Interpretazione prove penetrometriche.

ALL. 2: Interpretazione MASW.

1. PREMESSA

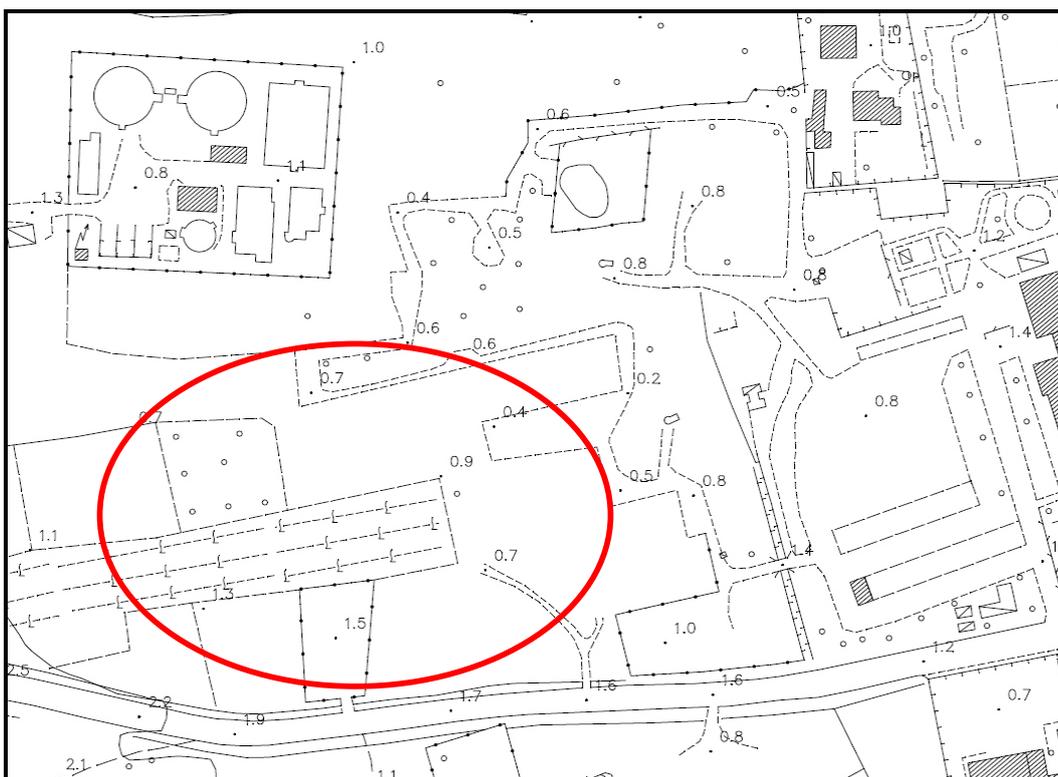
La presente relazione geologica redatta ai sensi dell'art. 4 del D.P.G.R. 30 gennaio 2020 n. 5/R, comprensiva delle figure ed allegati, è parte integrante degli elaborati del **"PIANO ATTUATIVO SUBCOMPARTO 2A PER REALIZZAZIONE DI NUOVO FABBRICATO COMMERCIALE DIREZIONALE E SERVIZI CON OPERE DI URBANIZZAZIONE CONNESSE"**.

Questa relazione, svolta su incarico e per conto della **SINISIA IMMOBILIARE S.r.l.**, è stata redatta secondo l'Allegato A "Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche" del D.P.G.R. 30 gennaio 2020 n. 5/R.

Questo studio ha lo scopo di verificare la corrispondenza dello stato attuale dei luoghi con il quadro conoscitivo e di pericolosità delineato negli Strumenti Urbanistici comunali e negli studi conoscitivi successivamente elaborati, per quanto concerne gli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici, idraulici e sismici, nel rispetto ed in attuazione degli strumenti di pianificazione territoriale sovraordinati ed attualmente vigenti.

Tale verifica, supportata dagli esiti degli approfondimenti di indagini preliminari condotte, permette di definire le condizioni di pericolosità geologica, idraulica e sismica del comparto di interesse, al fine di valutare la fattibilità delle trasformazioni in progetto e le loro condizioni di attuazione. Quest'ultime si traducono in limitazioni e vincoli alle destinazioni d'uso del territorio in funzione delle situazioni di pericolosità, nonché a prescrizioni circa gli studi e gli approfondimenti di indagini da eseguirsi a livello edilizio, alle opere da realizzare ed agli accorgimenti tecnico-costruttivi da mettere in atto per la mitigazione dei rischi.

Il terreno è ubicato in Via della Costa, nel Comune di Campo nell'Elba.



La zona non rientra né nella perimetrazione delle aree a Vincolo Idrogeologico né in quelle del Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano.

1.1 Descrizione degli interventi in progetto

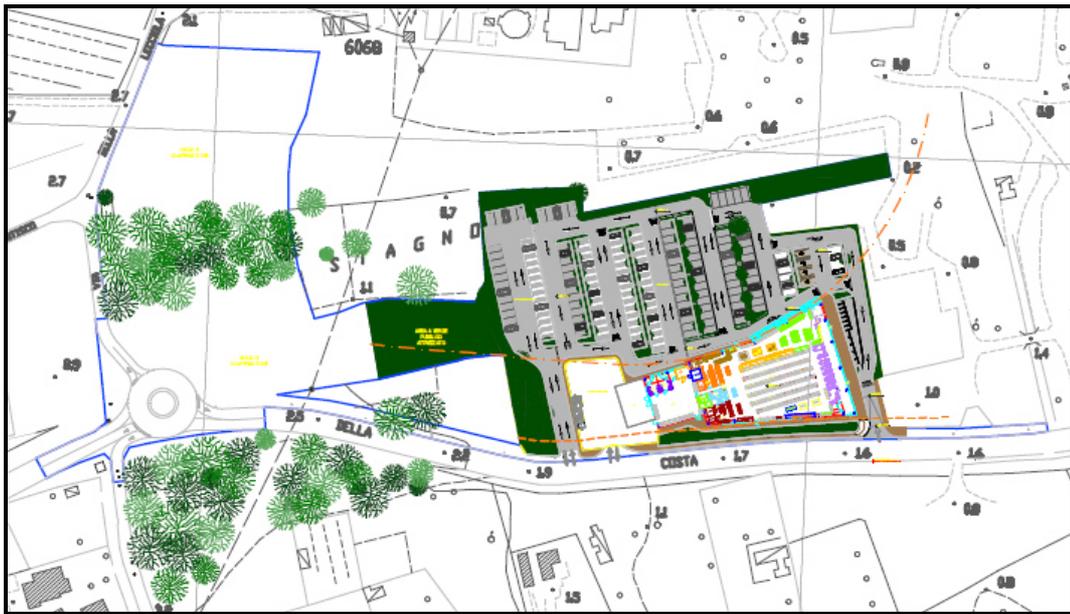
I terreni ricadono all'interno del Subcomparto 2a, regolamentato da apposita scheda norma secondo il Piano Operativo Comunale approvato.

Come previsto dagli strumenti urbanistici vigenti, la società intende procedere alla realizzazione di un nuovo fabbricato da adibire a media struttura di vendita di generi alimentari e non alimentari e altri servizi connessi. Al contempo saranno realizzate tutte le opere di urbanizzazione e di messa in sicurezza idraulica connesse, come meglio specificato di seguito.

La nuova struttura si svilupperà su due corpi di fabbrica di superficie edificabile totale pari a 1700 mq e altezza massima pari a 6 m. La superficie di vendita sarà di 1000 mq. L'attività sarà dotata di due parcheggi entrambi accessibili dalla strada Provinciale 25: uno privato ed uno ad uso pubblico; è stata prevista un'area dedicata alla sosta temporanea per il carico/scarico

delle merci, opportunamente dimensionata per la manovra dei mezzi pesanti. I parcheggi saranno dotati di aiuole a verde opportunamente piantumate; sarà inoltre realizzato uno spazio a verde attrezzato.

L'intervento prevede la realizzazione di tutte le opere di urbanizzazione e messa in sicurezza idraulica connesse quali: la realizzazione di una nuova rotatoria, la riqualificazione del fronte strada mediante la realizzazione dei marciapiedi pedonali e la riprofilazione del fosso esistente, la realizzazione di una cassa di compensazione idraulica.



1.2 Metodi ed obiettivi dello studio

Le indagini geologico-tecniche a supporto al Piano Attuativo sono state redatte in conformità a quanto prescritto dalle direttive tecniche contenute nell'allegato A del regolamento del D.P.G.R. 30 gennaio 2020 n. 5/R e si sviluppano attraverso eventuali nuovi rilievi ed indagini e l'eventuale aggiornamento della cartografia di base, delle indagini geologiche, di quelle sismiche ed idrauliche, con l'obiettivo finale di definire la fattibilità geologica, idraulica e sismica, in relazione all'intervento urbanistico previsto.

Gli elaborati cartografici di supporto sono i seguenti:

- Estratto cartografico da carta geomorfologica;
- Estratto cartografico da Vincolo Idrogeologico;
- Estratto cartografico da carta geologica;
- Estratto cartografico da carta idrogeologica;

Estratto cartografico da carta litotecnica;
Estratto cartografico da PAI, pericolosità di natura geomorfologica;
Estratto cartografico da PGRA;
Estratto cartografico da carta della pericolosità geologica;
Estratto cartografico da carta della fattibilità geologica;
Tav. 1 – sezioni geologiche con prove penetrometriche in scala 1:250.
ALL. 1: risultati prove penetrometriche.
ALL. 2: Interpretazione MASW.

1.3 Normativa di riferimento

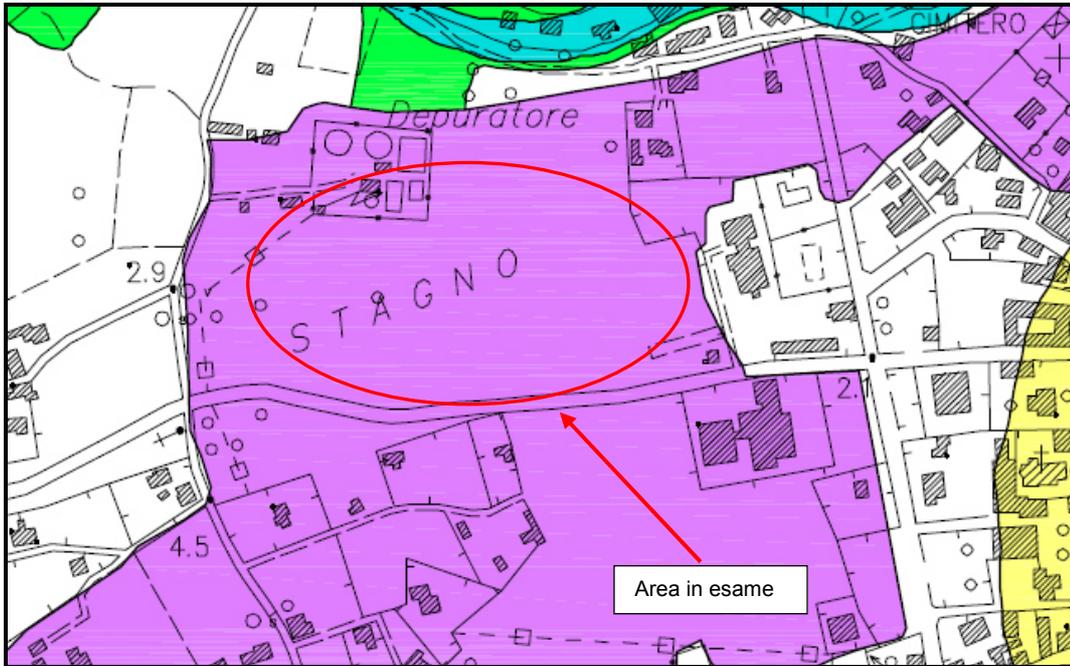
- D.P.G.R. n.29 del 20/01/2020- "Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche".
- Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2018).
- L.R. n.41 del 24.07.2018 (Disposizioni in materia di di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 - attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi da alluvioni).
- D.P.G.R. 25 ottobre 2011 n. 53/R: "Regolamento di attuazione dell'art. 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche"
- D.P.G.R. 9 luglio 2009 n.36/R del 09/07/09 - "Regolamento di attuazione dell'art. 117, commi 1 e 2 della legge regionale 03/01/2005 n.1 (Norme per il governo del territorio)"
- D. Leg. n. 152/06 "Testo Unico sull'Ambiente" e successive modifiche ed integrazioni;
- D.G.R.T. n.431 del 19/06/2006 - "Riclassificazione sismica del territorio regionale: Attuazione del D.M. 14/09/2005 e Ord. PCM. 3519 del 28/04/2006 pubblicata sulla G.U. dell'11/05/2006".
- Piano Assetto Idrogeologico (P.A.I. -Bacino Regionale Toscana Coste);
- D.P.R.G. 8 Agosto 2003 n. 48/R Regolamento Forestale della Regione Toscana.
- Piano Strutturale del e/o Regolamento Urbanistico comunale.

2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E IDROLOGICO

2.1 Caratteristiche geomorfologiche:

da un punto di vista morfologico si tratta di una zona pianeggiante, posta all'interno della piana alluvionale di Marina di Campo.

Le quote medie oscillano intorno a m 1 s.l.m. con pendenze nulle.



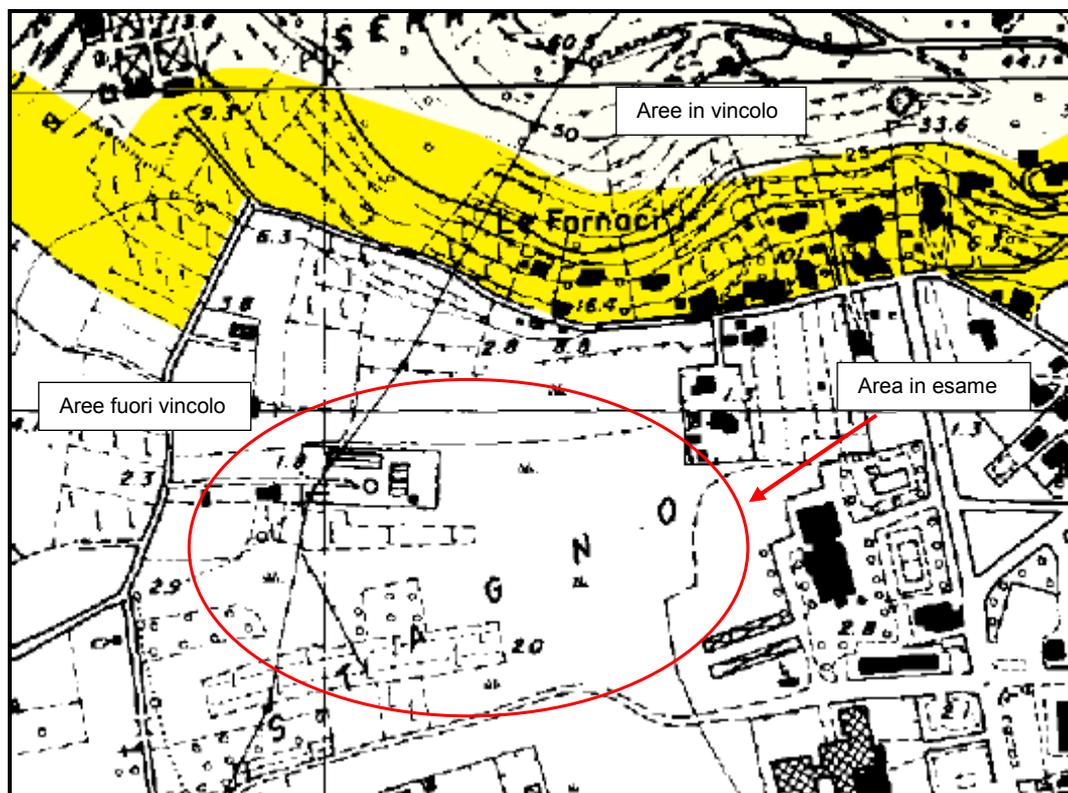
Estratto cartografico da carta geomorfologica

LEGENDA	
	Erosione fluviale di fondo
	Erosione fluviale laterale
	Sorgenti
	Orlo di terrazzo fluviale
	Spiagge in accrescimento
	Spiagge in arretramento
	Scarpe
	Conoidi alluvionali
	Affioramenti litici privi di copertura vegetazionale e detritica
	Zona a franosità diffusa (frane attive)
	Zona a franosità diffusa (frane quiescenti)
	Falesie
	Depositi di spiaggia
	Dune
Aree ad elevata instabilità potenziale per:	
	Detrito prevalentemente grossolano su pendii acclivi (>25%)
	Detrito prevalentemente fine (argilloso-limoso) su pendii acclivi (>10%, <25%)
Aree morfologiche determinate dall'attività antropica	
	Versanti terrazzati
	Discariche
	Cave attive
	Cave inattive

2.2 Caratteristiche idrologiche:

l'idrologia del territorio circostante è caratterizzata dalla presenza del fosso Bovalico e del fosso degli Alzi che scorre a nord e a sud della zona in esame e che hanno dato origine alla piana alluvionale.

Come accennato in premessa il settore ricade in zona a Vincolo Idrogeologico (vedi estratto cartografico allegato); dal sopralluogo effettuato non si sono rilevate forme di dissesto di alcun genere né allo stato potenziale né in atto, pertanto si può asserire che tutta la zona è esente da forme e fenomeni di instabilità.



Estratto cartografico da carta Vincolo Idrogeologico

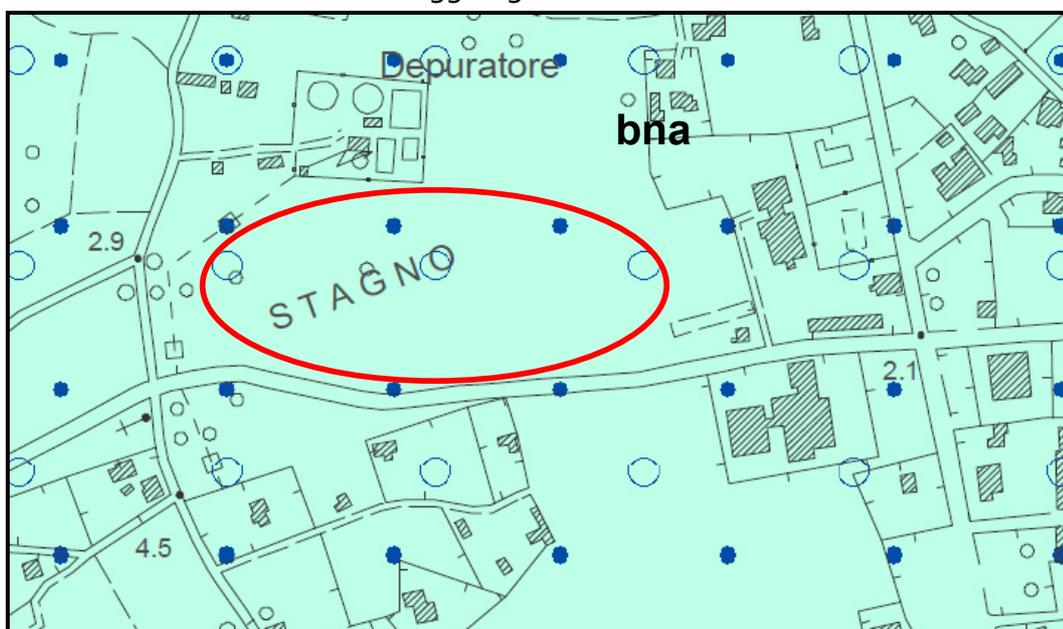
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

3.1 Geologia generale:

nello stralcio cartografico seguente, viene riportata la situazione geologica dell'area e del territorio circostante; sulla base del sopralluogo effettuato e da quanto riportato nella carta Geologica dell'Isola d'Elba scala 1:25.000 – C.N.R. 1967 e nelle carte Geologiche 1:10.000 della Regione Toscana, la zona di intervento insiste sui sedimenti alluvionali della piana di Marina di Campo.

➤ **Depositi alluvionali terrazzati (bna)**

si tratta di sedimenti quaternari che risultano essere costituiti da alternanze di limi, sabbie e ghiaie; nel nostro caso si rileva preponderanza di livelli limoso sabbiosi si distinguono da quelle recenti in base al loro maggior grado di cementazione.



Estratto cartografico da carta geologica regionale

	Depositi alluvionali terrazzati- bna		Deposito di spiaggia- g2
	Depositi eluvio colluviali - b2		
	Formazione di Marina di Campo. Calcilutiti marnose, arenarie calcaree, calcareniti, mame, e subordinate argilliti. (Campaniano-Maastrichtiano)		

3.2 Geologia di dettaglio:

dal rilevamento di campagna e dai risultati della campagna geognostica, l'assetto geologico di dettaglio è rappresentato dalle alluvioni terrazzate con potenze superiori a 10 m.

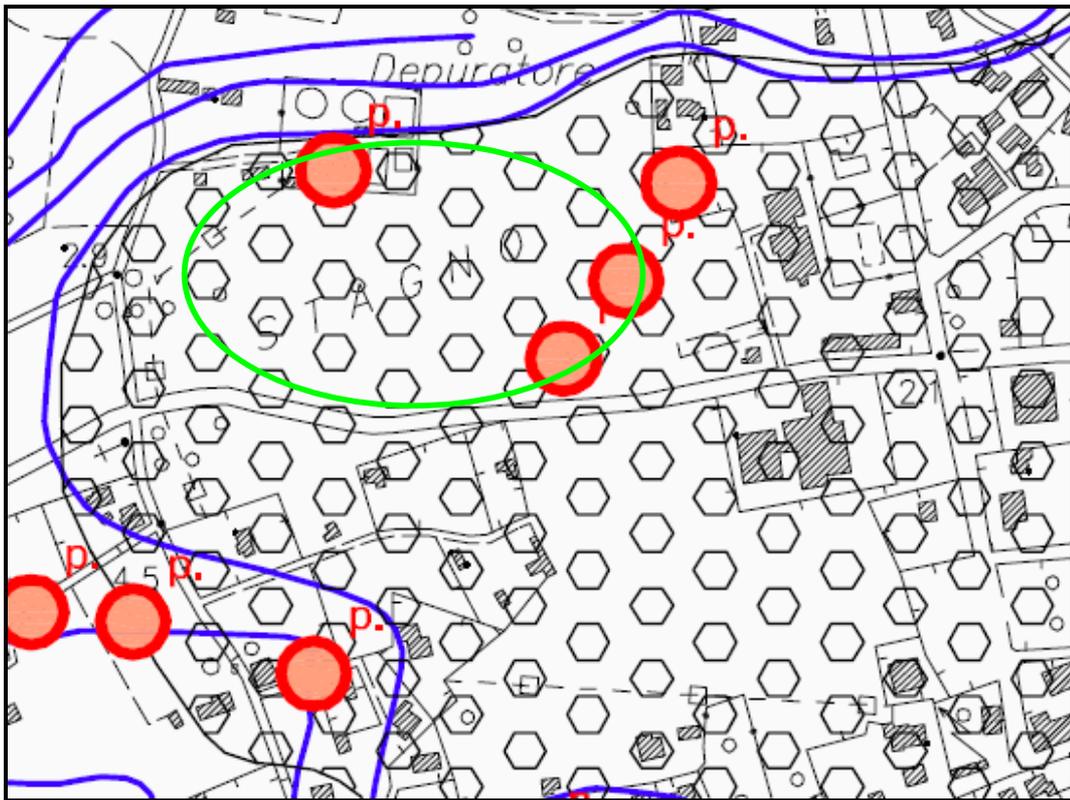
3.3 Caratteristiche idrogeologiche:

nella tabella seguente si riassumono le caratteristiche di permeabilità relativa dei litotipi individuati:

Litotipi	Permeabilità per porosità	
	Primaria	Secondaria
Depositi Alluvioni	Media	

La copertura quaternaria risulta permeabile per porosità primaria di tipo intergranulare, permette l'infiltrazione e la veicolazione delle acque meteoriche al suo interno in maniera più o meno diffusa e risulta sede di falda freatica.

Si assegna permeabilità per porosità primaria media, data la maggior percentuale di limo rispetto a quella delle sabbia.



Estratto cartografico da carta idrogeologica



E' comunque necessario ricordare che in queste rocce la circolazione delle acque nel sottosuolo è fortemente influenzata dalla continuità spaziale delle fratture.

I dati riguardanti la permeabilità derivano dagli studi idrogeologici esistenti.

- Studio idrogeologico dell'Isola d'Elba – Fase iniziale (Comunità Montana dell'Elba e Capraia – 1983 – Raggi, Campitelli, Bettini, Rossomanno, Meli, Bicchi).
- Le risorse idriche dell'Isola d'Elba (Dip. Scienze della Terra Firenze – Prov. Livorno – 1986 – Pranzini, Bencini, Giardi, Tacconi).
- Carta Idrogeologica del Comune di Campo nell'Elba.

3.4 Unità litotecniche:

le unità litotecniche sono state riprese dalla carta litologica – litotecnica del Comune di Campo nell'Elba.

Si ricade in classe LI5 – *materiale granulare sciolto o poco addensato a granulometria non definita.*



Estratto cartografico da carta litotecnica

LITOTIPI COERENTI	
	Materiale lapideo monolitico non stratificato fratturato (LC2)
	Materiale lapideo monolitico stratificato fratturato (LC4)
	Materiale lapideo plurilitologico stratificato fratturato (LC6)
LITOTIPI SEMICOERENTI	
	Materiale granulare cementato o molto addensato a grana prevalentemente grossolana (LS1)
LITOTIPI SEMICOERENTI	
	Materiale granulare sciolto o poco addensato a granulometria non definita (LI2)
	Materiale granulare sciolto o poco addensato a prevalenza grossolana (LI3)
	Materiale granulare sciolto o poco addensato a prevalenza sabbiosa (LI4)
	Materiale granulare sciolto o poco addensato a prevalenza fine (LI5)
SEGN CONVENZIONALI	
	Contatto tra unità litotecniche

4. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Gli elementi relativi all'inquadramento geologico generale dell'area, integrati con i dati relativi ad indagini geognostiche e geofisiche preliminari realizzate nell'area, consentono di definire un modello geologico e geotecnico preliminare, nel quale sono riportate informazioni relative al grado di addensamento - consistenza dei depositi attraversati con le indagini, nonché informazioni relative all'eventuale presenza di terreni con caratteristiche geotecniche particolarmente scadenti o terreni con consistenti disomogeneità verticali e laterali.

Le indagini svolte costituiscono una prima caratterizzazione e consentono di fornire indicazioni per il proseguo degli approfondimenti di indagine, di supporto alla futura fase di progettazione edilizia.

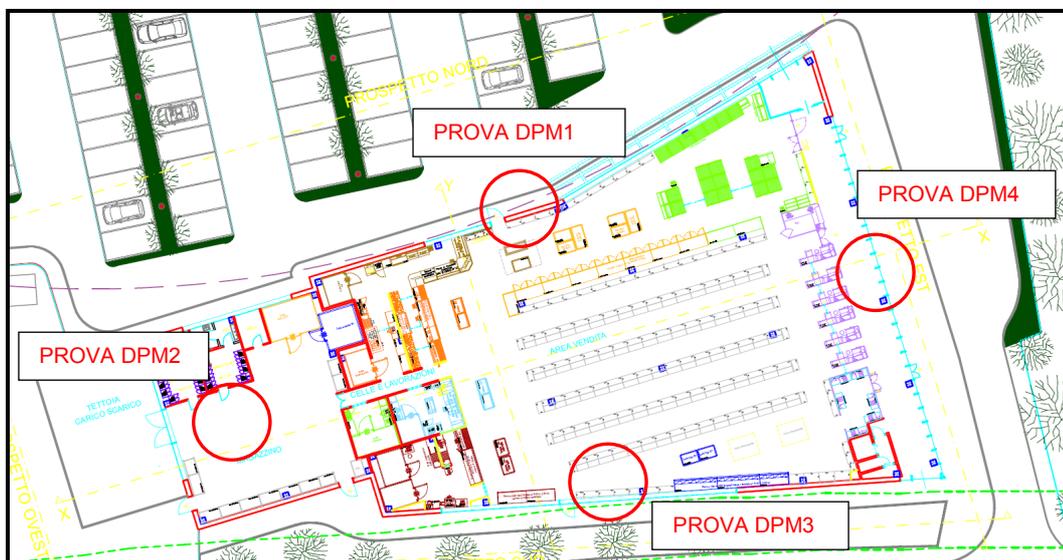
A partire da questo modello preliminare, i successivi approfondimenti d'indagine a livello di progettazione edilizia, approfondiranno ulteriormente gli aspetti di caratterizzazione geologica e geotecnica del volume significativo di sottosuolo, considerando le caratteristiche specifiche dei singoli progetti, al fine di soddisfare quanto previsto dalle normative vigenti in materia di prevenzione sismica (DM 17/01/18 e Circolare CSLPP n°7 del 21/01/19 e DPGR n. 1/R/22).

L'approfondimento di indagine dovrà prevedere:

- n° 1 sondaggio a carotaggio continuo della profondità di m 33
- n° 6 SPT in foro
- n° 5 campioni indisturbati
- n° 5 caratterizzazioni dei campioni (peso, granulometria e limiti di Atterberg)
- n° 5 prova taglio diretto CD (consolidata - drenata)
- n° 5 prove edometriche (ASTM 2445/A)
- n° 5 prova triassiale non consolidata non drenata
- n° 1 piezometro da installare nel foro di sondaggio

4.1 Prove penetrometriche dinamiche Sunda DL 030 medio

In questa prima fase di indagine sono state eseguite quattro prove penetrometriche dinamiche DPM, con penetrometro dinamico medio.



Nella tabella successiva si indicano le massime profondità raggiunte rispetto al p.c.

Penetrometria n.	Profondità raggiunta m.
DPM1	- 10,00
DPM2	- 10,00
DPM3	- 10,00
DPM4	- 10,00

4.2 Interpretazione delle prove penetrometriche

Per la caratterizzazione geolitologica dei depositi alluvionali (bna) è stato fatto riferimento per la natura litologica e granulometrica alle evidenze di sedime presente sulle aste durante l'estrusione delle stesse durante la prova e si è deciso di trattare i depositi come coesivi, mentre per la caratterizzazione geotecnica è stato utilizzato il programma Dinamic Probing della Geostru Software trattando i depositi incontrati sia come incoerenti sia come coesivi fino a fine prova per avere ancora più dati di riferimento.

I dati relativi alle indagini penetrometriche sono riportati nei certificati allegati al presente lavoro (allegato 1).

Terreni coesivi

Cu = coesione non drenata ((Terzaghi-Peck);

Ed = modulo di deformazione edometrico (Stroud e Butler, 1975);

γ = peso dell'unità di volume secco (Meyerhof e altri);

γ **sat** = peso dell'unità di volume saturo (Meyerhof e altri).

Profondità (m da p.c.)		Tipo	Parametri geotecnici				
			Nspt	cu	ED	γ	γ sat
da	a		-	kPa	Mpa	kN/m ³	kN/m ³
0	5,6	coesivo	3,74	22,55	1,68	16,47	18,34
5,6	10	coesivo	12,94	83,36	5,82	20,00	21,98

Tab. 1 – Stima dei parametri geotecnici medi prova DPM1

Profondità (m da p.c.)		Tipo	Parametri geotecnici				
			Nspt	cu	ED	γ	γ sat
da	a		-	kPa	Mpa	kN/m ³	kN/m ³
0	4,0	coesivo	4,47	27,46	2,01	16,96	18,33
4,0	8,6	coesivo	13,45	89,24	6,05	20,00	21,97
8,6	10	coesivo	21,91	145,14	9,86	20,69	20,98

Tab. 2 – Stima dei parametri geotecnici medi prova DPM2

Profondità (m da p.c.)		Tipo	Parametri geotecnici				
			Nspt	cu	ED	γ	γ sat
da	a		-	kPa	Mpa	kN/m ³	kN/m ³
0	4,3	coesivo	3,55	21,57	1,60	16,38	18,34
4,3	5,4	coesivo	18,13	119,64	8,16	20,50	22,55
5,4	7,3	coesivo	10,09	66,68	4,54	19,32	21,28
7,3	10	coesivo	20,10	133,37	9,04	20,59	22,65

Tab. 3 – Stima dei parametri geotecnici medi prova DPM3

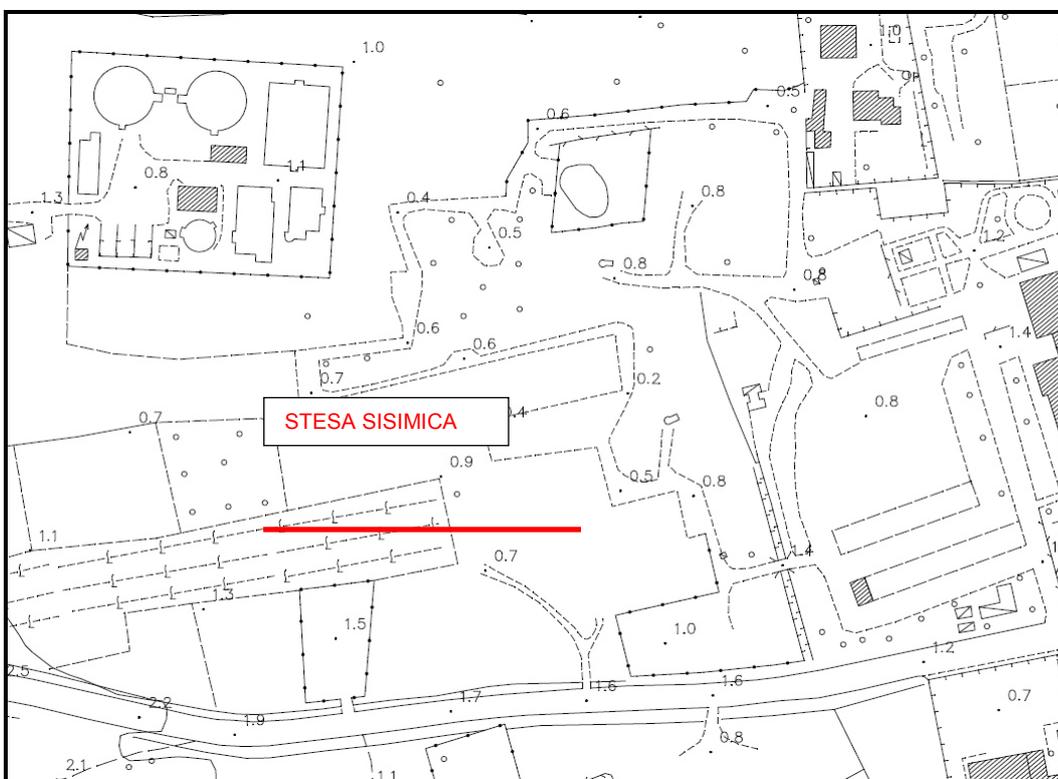
Profondità (m da p.c.)		Tipo	Parametri geotecnici				
			Nspt	cu	ED	γ	γ sat
da	a		-	kPa	Mpa	kN/m ³	kN/m ³
0	5,0	coesivo	3,93	24,52	1,77	16,67	18,34
5,0	10	coesivo	9,54	62,76	4,29	19,12	20,99

Tab. 4 – Stima dei parametri geotecnici medi prova DPM4

4.3 Indagine sismica con metodo MASW

In data 10/11/2022 è stata eseguita una prospezione sismica con metodo MASW (Multichannel Analysis of surfaces Waves), che ha permesso di valutare le caratteristiche sismiche del terreno di fondazione, con particolare riguardo alla velocità "equivalente delle onde di taglio SV, denominata V_s , eq, da cui si può risalire alla categoria del suolo di fondazione secondo lo schema proposto nel D.M. 17/01/2008.

Per la metodologia di indagine adottata, i presupposti teorici del metodo e per ulteriori dettagli sui risultati delle indagini svolte si rimanda all'allegato 2.



4.4 Interpretazione delle MASW e classificazione sismica del sito

Per la caratterizzazione sismica preliminare del sito è stata eseguita una prospezione sismica con acquisizione delle onde superficiali R elaborate con tecnica Masw.

Scopo della campagna sismica e definire il gradiente di velocità delle onde di compressione P di taglio S_h in modo da ricostruire un modello sismico preliminare del lotto in esame, stimare la V_s eq. e la corrispondente categoria di suolo sito specifica come richiesto dalle NTC2018.

D: depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s.

Software utilizzati: Sara electronic instruments DO.RE.MI. & GeoStru Easy Masw

La situazione morfologica locale non evidenzia situazione di potenziale amplificazione topografica per cui il sito di progetto nella categoria topografica T1.

4.5 Modello geologico preliminare

Gli elementi relativi all'inquadramento geologico generale dell'area, integrati con i dati relativi ad indagini geognostiche e geofisiche preliminari realizzate nell'area, consentono di definire un modello geologico e geotecnico preliminare, nel quale sono riportate informazioni relative al grado di addensamento - consistenza dei depositi attraversati con le indagini, nonché informazioni relative all'eventuale presenza di terreni con caratteristiche geotecniche particolarmente scadenti o terreni con consistenti disomogeneità verticali e laterali.

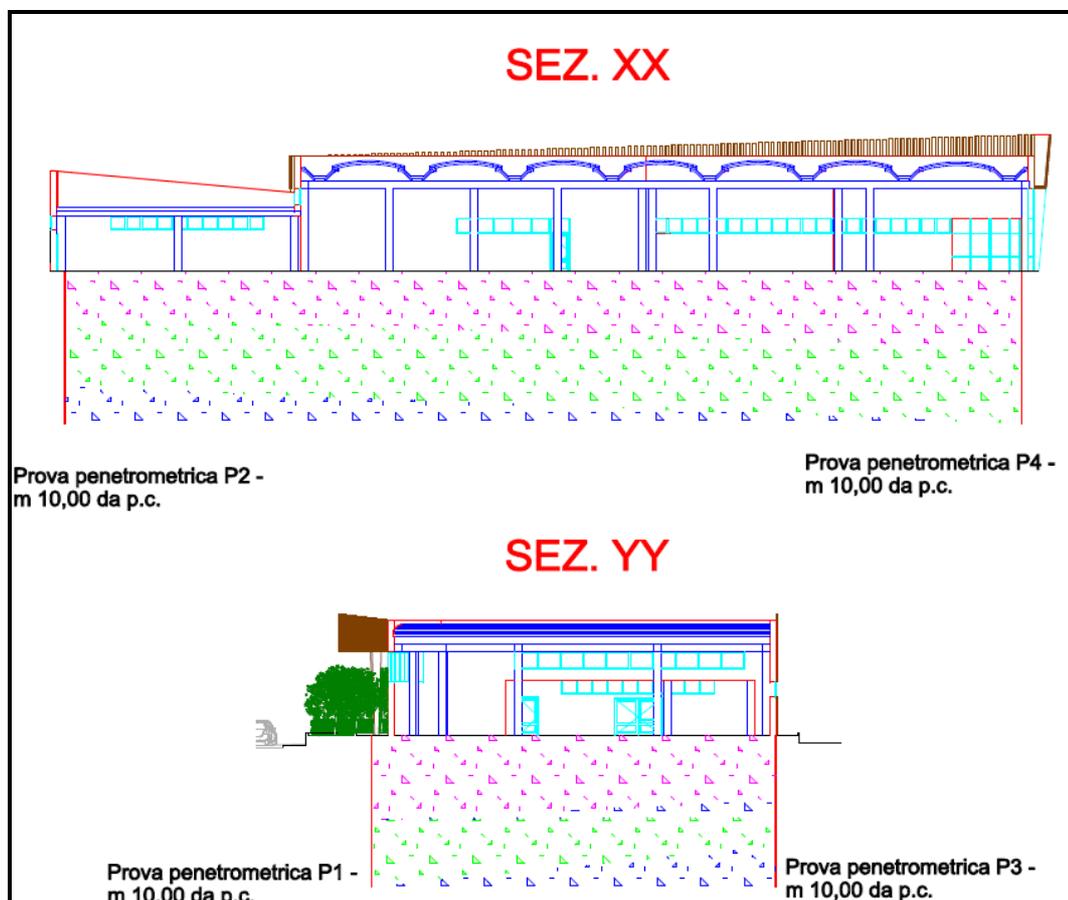
Le indagini svolte costituiscono una prima caratterizzazione e consentono di fornire indicazioni per il proseguo degli approfondimenti di indagine, di supporto alla futura fase di progettazione edilizia come indicato ad inizio paragrafo.

A partire da questo modello preliminare, i successivi approfondimenti d'indagine a livello di progettazione edilizia, approfondiranno ulteriormente gli aspetti di caratterizzazione geologica e geotecnica del volume significativo di sottosuolo, considerando le caratteristiche specifiche dei singoli progetti, al fine di soddisfare quanto previsto dalle normative vigenti in materia di prevenzione sismica (DM 17/01/18 e Circolare CSLLPP n°7 del 21/01/19 e DPGR n. 1/R/22).

Sintetizzando tutti i dati raccolti ed acquisiti, è stato costruito il modello geologico preliminare dell'area oggetto del presente Piano Attuativo (Tav. 1 in scala 1:250 in allegato e figura sottostante fuori scala).

Nel modello geologico, il sottosuolo è stato suddiviso in orizzonti geologicamente uniformi tenendo conto anche il loro stato di consistenza/addensamento secondo la classificazione AGI sottostante.

Cu (Coesione non drenata)	Terreni coesivi - stato di consistenza
< 10 KPa	Molto soffice
10-25 KPa	Soffice
25-50 KPa	Plastico
50-100 KPa	Duro
100-200 KPa	Molto duro
> 200 KPa	Durissimo



STRATO	γ (Kn/m ³)	Cu (kPa)
ROSA FUXIA	16,67	24
VERDE	19,61	76
BLU	20,59	127

5. PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ

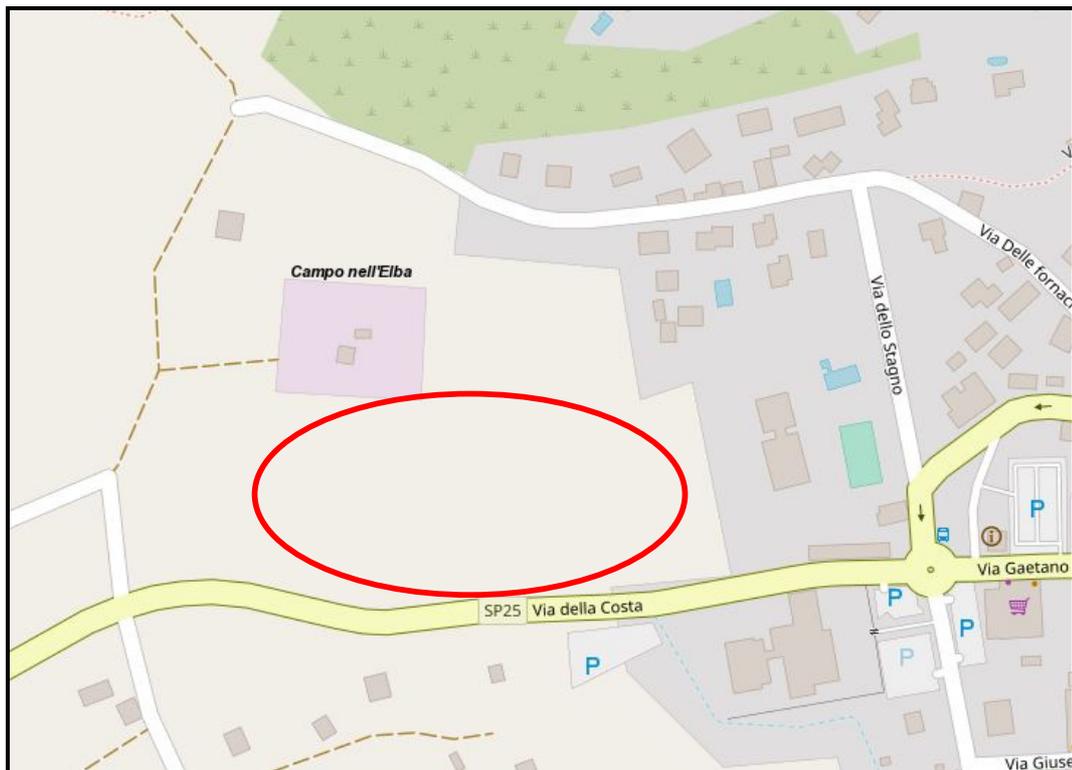
5.1 Pericolosità geomorfologica, idraulica e geologica:

Per la definizione della pericolosità della zona di intervento si è fatto riferimento agli strumenti di governo del territorio sovraordinati ed agli strumenti urbanistici comunali.

Piano Assetto Idrogeologico

Appennino Settentrionale – Bacino regionale Toscana Costa

Area NON classificata



comuni

Pericolosità da dissesti di natura geomorfologica

P2 - pericolosità media

P3a - pericolosità elevata (tipo a)

P3b - pericolosità elevata (tipo b)

P4 - pericolosità molto elevata

Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

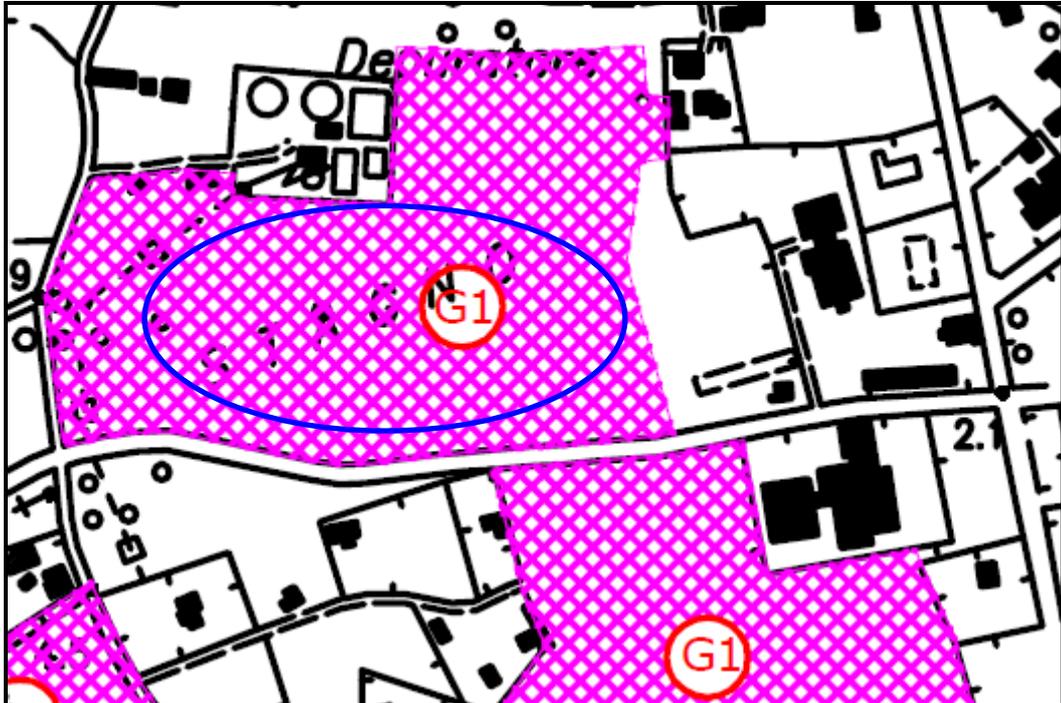
L'area rientra nella classe P3
(Pericolosità da alluvione molto elevata).



 CTR 1:10000 - III Edizione dal 2017	 P2
 Reticolo_principale	 P3
Pericolosità Dominio Fluviale	Pericolosità Dominio Costiero
 P1	 P2

Piano Operativo - Estratto Carta Pericolosità Geologica

Il fabbricato oggetto di intervento risulta inserito in classe **G1 (Pericolosità Bassa)**



5.2 Fattibilità geomorfologica, geologica e idraulica:

Fattibilità relativa agli aspetti geomorfologici

Relativamente al Piano di Assetto Idrogeologico: Nessuna limitazione o prescrizione.

La carta della fattibilità geologica per gli interventi diretti riportati nella relazione geologica del PO prevedono per interventi di nuove edificazioni una Fattibilità Fg2. Fattibilità con normali vincoli. *"Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, è necessario indicare la tipologia delle indagini e/o specificare prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia."*



Fattibilità relativa agli aspetti idraulici

Dall'esame degli abachi di fattibilità geologica per gli interventi diretti riportati nella relazione geologica del PO, se ricava una fattibilità F3.

Fattibilità condizionata: *"Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è*

necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione di piani complessi di intervento dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione di interventi edilizi."

Relativamente alla Pericolosità Idraulica la cartografia del Piano strutturale è del tutto conforme a quella del PAI ora sostituito dal PGRA di cui al paragrafo 5.1.

Per quanto concerne la fattibilità idraulica dell'intervento, si rimanda alla relazione idraulica dell' Ing. Fernando Muccetti.

6. FATTIBILITÀ AI SENSI DEL DPGR N°5/R DEL 30/01/2020

Secondo quanto previsto dal DPGR n. 5/R/20, a conclusione del presente studio geologico, per l'area oggetto di studio, si definisce la fattibilità geologica, idraulica delle trasformazioni in progetto e le loro condizioni di attuazione, in funzione delle pericolosità definite per il comparto stesso.

6.1 Fattibilità in relazione agli aspetti geologici:

L'area del Piano di realizzazione subcomparto 2a è completamente inserita in una zona caratterizzata da **pericolosità geologica bassa** (G1) e fattibilità geologia Fg2, pertanto, per la fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture è subordinata all'esito di studi, rilievi ed indagini geognostiche e geofisiche, effettuate in fase di progettazione edilizia diretta, attraverso le quali il progettista possa adottare specifiche soluzioni fondali che, tenuto conto il potenziale sviluppo di fenomeni di subsidenza, garantiscano la stabilità dei nuovi edifici ed infrastrutture.

Per tutti gli interventi la loro attuazione è subordinata all'esecuzione, a corredo del permesso a costruire, di adeguate indagini geologico-tecniche funzionali al tipo di intervento previsto, con la ricostruzione del modello geologico, geotecnico e sismico di dettaglio, ai sensi del D.M. 17/01/2018, attraverso la parametrizzazione geotecnica e geodinamica dei terreni.

Le indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche dovranno soddisfare tutti i requisiti previsti nell'Allegato 1 – art. 5 del Regolamento n. 1R/2022.

7. CONCLUSIONI

La presente relazione ha messo in luce le principali caratteristiche geologiche, morfologiche, idrogeologiche e litotecniche di un terreno sito in Via della Costa nel Comune di Campo nell'Elba.

In relazione a quanto detto, la situazione può essere così riassunta:

- L'intero lotto ricade sui depositi alluvionali terrazzati (bna);
- In considerazione delle caratteristiche dell'intervento previsto, si è svolta una campagna geognostica preliminare, attraverso la quale si sono valutati i principali parametri geotecnici del terreno e le Vs, eq;
- Le indagini svolte costituiscono una prima caratterizzazione e consentono di fornire indicazioni per il proseguo degli approfondimenti di indagine, di supporto alla futura fase di progettazione edilizia come riportato nel paragrafo 4;
- l'area in oggetto ed il relativo intorno significativo non sono interessati da situazioni di dissesto idrogeologico e non si prevede che tale situazione possa cambiare a seguito dei lavori richiesti;

Sono state assegnate le seguenti classi di fattibilità:

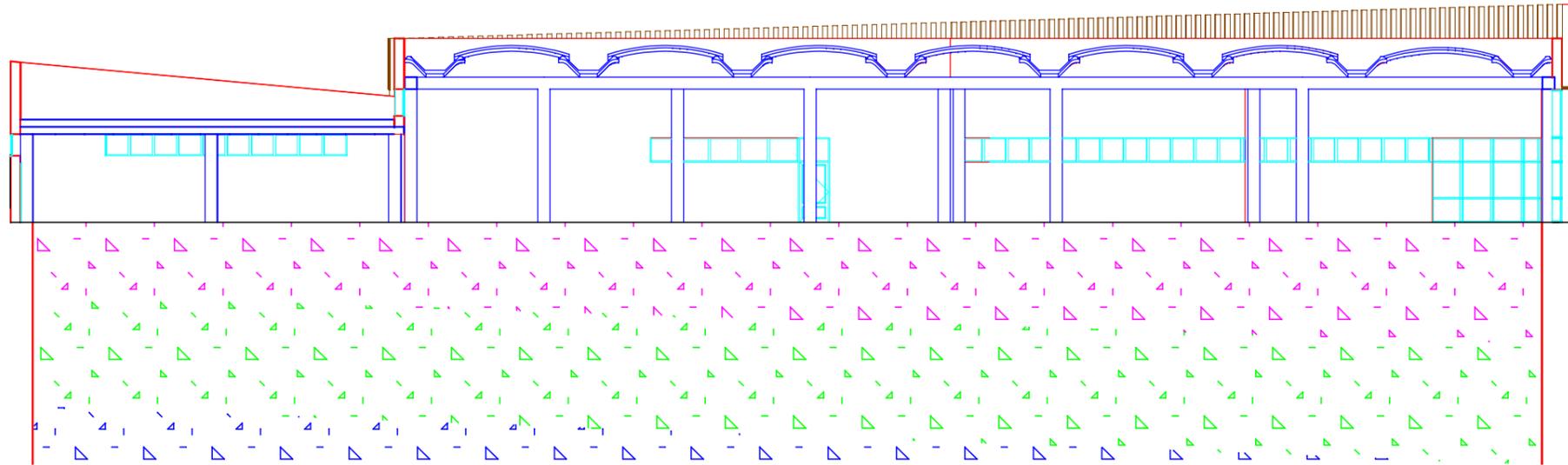
- **classe II di fattibilità geologica**
- **classe III di fattibilità idraulica**

In riferimento alle risultanze della presente indagine, fermo restando quanto sopra dichiarato, si ritengono fattibili le trasformazioni in progetto.

Portoferraio, 19.11.2022

Dott. Geol. Iacopo Franchetti

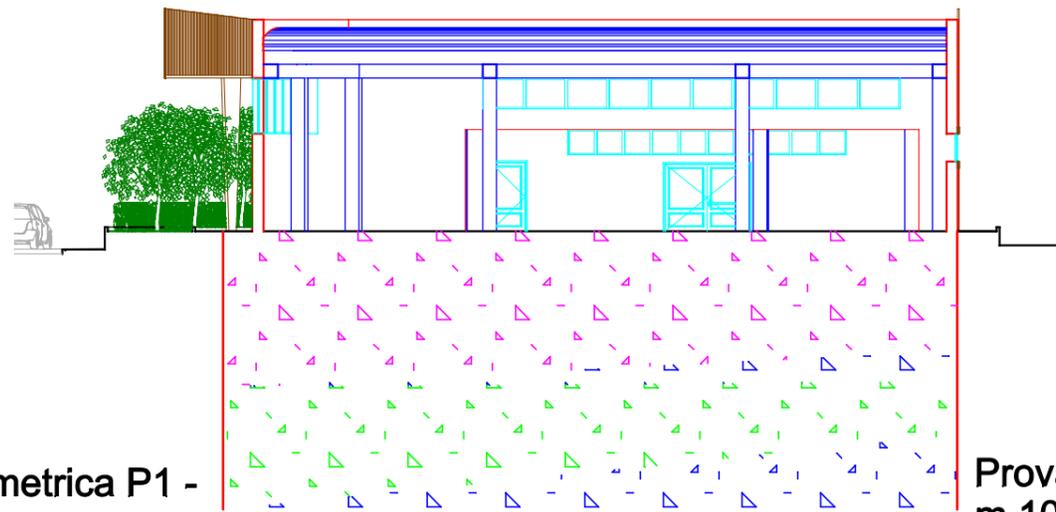
SEZ. XX



Prova penetrometrica P2 -
m 10,00 da p.c.

Prova penetrometrica P4 -
m 10,00 da p.c.

SEZ. YY



Prova penetrometrica P1 -
m 10,00 da p.c.

Prova penetrometrica P3 -
m 10,00 da p.c.

SINISIA IMMOBILIARE S.R.L.
P.zze dell'Arcipelago Toscano
s.n.c. 57037, Portoferraio (LI)

COMUNE DI CAMPO
NELL'ELBA
(Provincia Livorno)

PIANO DI REALIZZAZIONE
SUBCOMPARTO 2A

OGGETTO:
**SEZIONI GEOLOGICHE
INTERPRETATIVE**

Progettazione: Ingeco S.R.L.
Il geologo: Iacopo Franchetti

SCALA 1 : 250

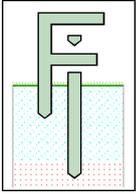
LEGENDA

 Gamma 16,67 kN/m³
cu 24 Kpa

 Gamma 19,61 kN/m³
cu 76 Kpa

 Gamma 20,59 kN/m³
cu 127 Kpa

TAV. 1



**Studio Geologico
Iacopo Franchetti**
Indagini geognostiche:
Prove penetrometriche
MASW

Nota di cantiere relativa ad una campagna geognostica costituita da n. 4 sondaggi penetrometrici eseguiti su un terreno ubicato in Via della Costa nel Comune di Campo nell'Elba



Portoferraio 14.11.2022

Via Carpani 255
57037 Portoferraio LI
Cell.: 339 – 3912004
E-mail: iacopofranchetti@libero.it
iacopofranchetti@gmail.com

NOTA DI CANTIERE

In data 12.11.2022 sono state eseguite quattro prove penetrometriche in Via della Costa, nel Comune di Campo nell'Elba, in nome e per conto della Sinisia Immobiliare S.r.l.

Lo strumento utilizzato è un penetrometro dinamico di tipo SUNDA DL030 avente le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DL030 10 medium

Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	21 Kg
Diametro punta conica	35,68 mm
Area di base punta	10 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2,9 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0,761
Angolo di apertura punta	60 °

Software utilizzato: GeoStru Dynamic Probing

Il tecnico

Dott. Geol. Iacopo Franchetti

Portoferraio 14.11.2022

PROVA Nr.1

Strumento utilizzato DPM (DL 030 SUNDA)
 Prova eseguita in data 12/11/2022
 Profondità prova 10,0 m
 Falda rilevata - 2,5 m da p.c.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	0	0,857	0,00	0,00	0,00	0,00
0,20	6	0,855	18,31	21,43	0,92	1,07
0,30	5	0,853	15,23	17,86	0,76	0,89
0,40	4	0,851	12,15	14,29	0,61	0,71
0,50	4	0,849	11,58	13,64	0,58	0,68
0,60	4	0,847	11,55	13,64	0,58	0,68
0,70	4	0,845	11,52	13,64	0,58	0,68
0,80	5	0,843	14,38	17,05	0,72	0,85
0,90	6	0,842	17,21	20,45	0,86	1,02
1,00	9	0,840	25,77	30,68	1,29	1,53
1,10	7	0,838	20,00	23,86	1,00	1,19
1,20	7	0,836	19,96	23,86	1,00	1,19
1,30	9	0,835	25,61	30,68	1,28	1,53
1,40	9	0,833	25,55	30,68	1,28	1,53
1,50	9	0,831	24,39	29,35	1,22	1,47
1,60	7	0,830	18,94	22,83	0,95	1,14
1,70	5	0,828	13,50	16,30	0,67	0,82
1,80	4	0,826	10,78	13,04	0,54	0,65
1,90	4	0,825	10,76	13,04	0,54	0,65
2,00	4	0,823	10,74	13,04	0,54	0,65
2,10	3	0,822	8,04	9,78	0,40	0,49
2,20	3	0,820	8,02	9,78	0,40	0,49
2,30	3	0,819	8,01	9,78	0,40	0,49
2,40	3	0,817	7,99	9,78	0,40	0,49
2,50	3	0,816	7,65	9,38	0,38	0,47
2,60	2	0,814	5,09	6,25	0,25	0,31
2,70	5	0,813	12,70	15,63	0,64	0,78
2,80	5	0,811	12,68	15,63	0,63	0,78
2,90	2	0,810	5,06	6,25	0,25	0,31
3,00	1	0,809	2,53	3,13	0,13	0,16
3,10	2	0,807	5,05	6,25	0,25	0,31
3,20	2	0,806	5,04	6,25	0,25	0,31
3,30	1	0,805	2,51	3,13	0,13	0,16
3,40	2	0,803	5,02	6,25	0,25	0,31
3,50	5	0,802	12,03	15,00	0,60	0,75
3,60	9	0,801	21,62	27,00	1,08	1,35
3,70	7	0,800	16,79	21,00	0,84	1,05
3,80	9	0,798	21,56	27,00	1,08	1,35
3,90	2	0,797	4,78	6,00	0,24	0,30
4,00	2	0,796	4,78	6,00	0,24	0,30
4,10	5	0,795	11,92	15,00	0,60	0,75
4,20	5	0,794	11,91	15,00	0,60	0,75
4,30	6	0,793	14,27	18,00	0,71	0,90
4,40	8	0,791	18,99	24,00	0,95	1,20
4,50	6	0,790	13,68	17,31	0,68	0,87
4,60	5	0,789	11,38	14,42	0,57	0,72
4,70	8	0,788	18,19	23,08	0,91	1,15
4,80	7	0,787	15,89	20,19	0,79	1,01
4,90	5	0,786	11,34	14,42	0,57	0,72
5,00	4	0,785	9,06	11,54	0,45	0,58
5,10	4	0,784	9,05	11,54	0,45	0,58
5,20	5	0,783	11,29	14,42	0,56	0,72

5,30	4	0,782	9,02	11,54	0,45	0,58
5,40	5	0,781	11,27	14,42	0,56	0,72
5,50	7	0,780	15,17	19,44	0,76	0,97
5,60	8	0,779	17,31	22,22	0,87	1,11
5,70	11	0,778	23,78	30,56	1,19	1,53
5,80	11	0,777	23,75	30,56	1,19	1,53
5,90	17	0,726	34,30	47,22	1,72	2,36
6,00	24	0,675	45,03	66,67	2,25	3,33
6,10	20	0,725	40,26	55,56	2,01	2,78
6,20	20	0,724	40,21	55,56	2,01	2,78
6,30	22	0,673	41,12	61,11	2,06	3,06
6,40	16	0,722	32,09	44,44	1,60	2,22
6,50	19	0,721	36,70	50,89	1,84	2,54
6,60	24	0,670	43,09	64,29	2,15	3,21
6,70	28	0,670	50,22	75,00	2,51	3,75
6,80	26	0,669	46,57	69,64	2,33	3,48
6,90	24	0,668	42,94	64,29	2,15	3,21
7,00	19	0,717	36,50	50,89	1,82	2,54
7,10	18	0,716	34,54	48,21	1,73	2,41
7,20	16	0,716	30,67	42,86	1,53	2,14
7,30	20	0,715	38,30	53,57	1,91	2,68
7,40	21	0,664	37,36	56,25	1,87	2,81
7,50	17	0,713	31,37	43,97	1,57	2,20
7,60	20	0,713	36,86	51,72	1,84	2,59
7,70	21	0,662	35,95	54,31	1,80	2,72
7,80	20	0,711	36,79	51,72	1,84	2,59
7,90	20	0,711	36,75	51,72	1,84	2,59
8,00	18	0,710	33,05	46,55	1,65	2,33
8,10	17	0,709	31,18	43,97	1,56	2,20
8,20	17	0,709	31,15	43,97	1,56	2,20
8,30	16	0,708	29,29	41,38	1,46	2,07
8,40	13	0,707	23,78	33,62	1,19	1,68
8,50	11	0,757	20,81	27,50	1,04	1,38
8,60	10	0,756	18,90	25,00	0,94	1,25
8,70	11	0,755	20,77	27,50	1,04	1,38
8,80	10	0,755	18,87	25,00	0,94	1,25
8,90	10	0,754	18,85	25,00	0,94	1,25
9,00	11	0,753	20,72	27,50	1,04	1,38
9,10	12	0,753	22,59	30,00	1,13	1,50
9,20	13	0,702	22,82	32,50	1,14	1,63
9,30	13	0,702	22,81	32,50	1,14	1,63
9,40	18	0,701	31,55	45,00	1,58	2,25
9,50	17	0,701	28,81	41,13	1,44	2,06
9,60	17	0,700	28,79	41,13	1,44	2,06
9,70	13	0,699	22,00	31,45	1,10	1,57
9,80	14	0,699	23,67	33,87	1,18	1,69
9,90	17	0,698	28,72	41,13	1,44	2,06
10,00	16	0,698	27,01	38,71	1,35	1,94

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1**TERRENI INCOERENTI**

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Strato	3,74	5,60	3,74	Gibbs & Holtz 1957	14,79
[2] - Strato	12,94	10,00	12,94	Gibbs & Holtz 1957	31,65

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	3,74	5,60	3,74	Meyerhof (1956)	21,07
[2] - Strato	12,94	10,00	12,94	Meyerhof (1956)	23,7

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
[1] - Strato	3,74	5,60	3,74	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[2] - Strato	12,94	10,00	12,94	Bowles (1982) Sabbia Media	139,70

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
[1] - Strato	3,74	5,60	3,74	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	35,15
[2] - Strato	12,94	10,00	12,94	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	54,04

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	3,74	5,60	3,74	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[2] - Strato	12,94	10,00	12,94	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[1] - Strato	3,74	5,60	3,74	Meyerhof ed altri	1,48
[2] - Strato	12,94	10,00	12,94	Meyerhof ed altri	1,82

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[1] - Strato	3,74	5,60	3,74	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
[2] - Strato	12,94	10,00	12,94	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,94

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato	3,74	5,60	3,74	(A.G.I.)	0,35
[2] - Strato	12,94	10,00	12,94	(A.G.I.)	0,33

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
[1] - Strato	3,74	5,60	3,74	Ohsaki (Sabbie pulite)	224,60
[2] - Strato	12,94	10,00	12,94	Ohsaki (Sabbie pulite)	721,33

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	3,74	5,60	3,74	Ohta & Goto (1978) Limi	104,84
[2] - Strato	12,94	10,00	12,94	Ohta & Goto (1978) Limi	158,37

Liquefazione

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs liquefazione
[1] - Strato	3,74	5,60	3,74	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Strato	12,94	10,00	12,94	Seed e Idriss (1971)	--

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Strato	3,74	5,60	3,74	Navfac 1971-1982	0,69
[2] - Strato	12,94	10,00	12,94	Navfac 1971-1982	2,71

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Strato	3,74	5,60	3,74	Robertson 1983	7,48
[2] - Strato	12,94	10,00	12,94	Robertson 1983	25,88

Stima parametri geotecnici quadro riassuntivo

Strato	Prof. Strato (m)	Tipo	γ (t/m ³)	Φ (°)
1	5,60	Incoerente	1,48	21,07
2	10,00	Incoerente	1,82	23,7

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
[1] - Strato	3,74	5,60	Terzaghi-Peck	0,23
[2] - Strato	12,94	10,00	Terzaghi-Peck	0,87

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Strato	3,74	5,60	Robertson (1983)	7,48
[2] - Strato	12,94	10,00	Robertson (1983)	25,88

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
[1] - Strato	3,74	5,60	Stroud e Butler (1975)	17,16
[2] - Strato	12,94	10,00	Stroud e Butler (1975)	59,37

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
[1] - Strato	3,74	5,60	Apollonia	37,40
[2] - Strato	12,94	10,00	Apollonia	129,40

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Strato	3,74	5,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - Strato	12,94	10,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] - Strato	3,74	5,60	Meyerhof ed altri	1,68
[2] - Strato	12,94	10,00	Meyerhof ed altri	2,04

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] - Strato	3,74	5,60	Meyerhof ed altri	1,87
[2] - Strato	12,94	10,00	Meyerhof ed altri	2,24

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	3,74	5,60	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	104,84
[2] - Strato	12,94	10,00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	158,37

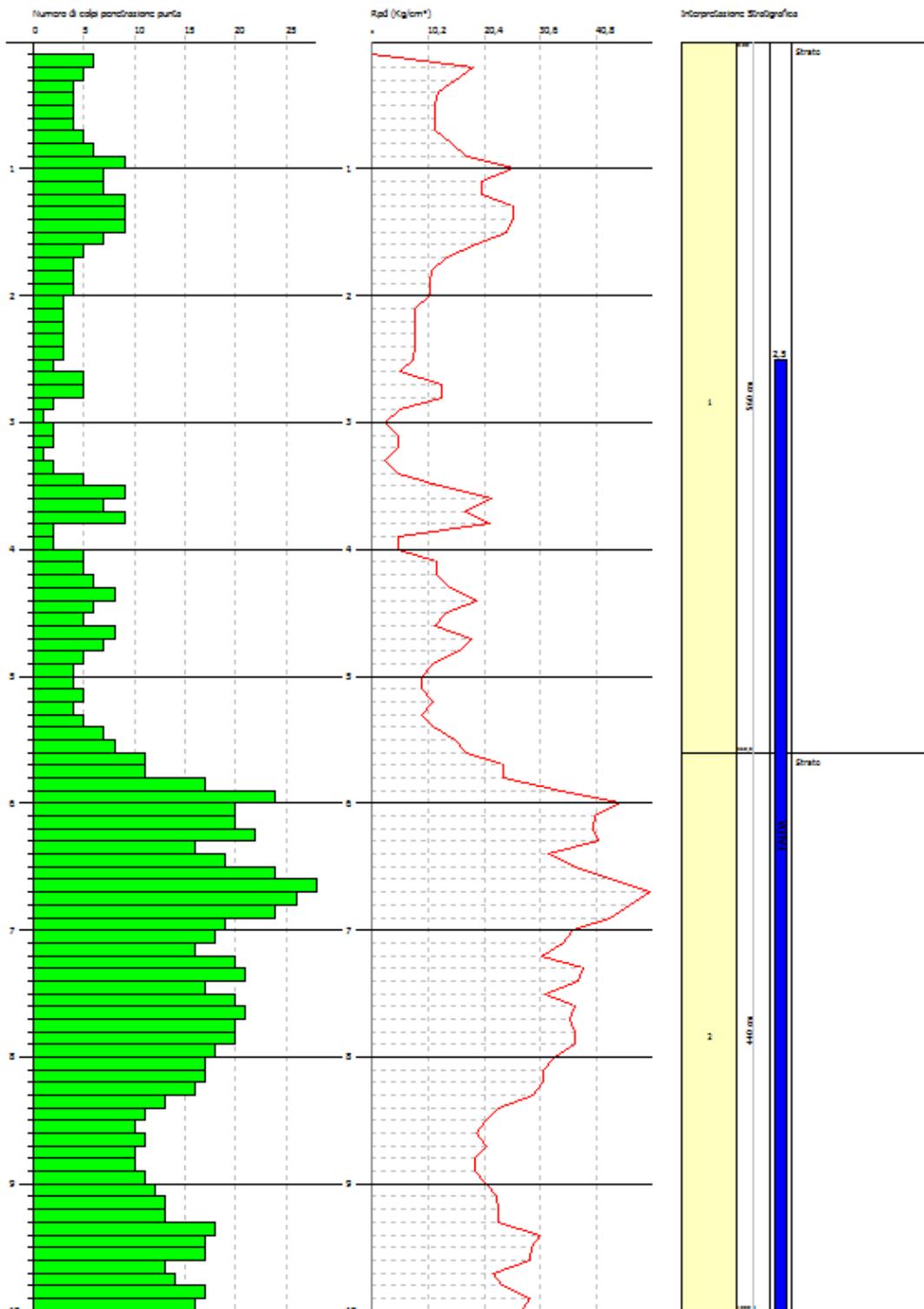
Stima parametri geotecnici quadro riassuntivo

Strato	Prof. Strato (m)	Tipo	γ (t/m ³)	Cu (Kg/cm ²)
1	5,60	Coesivo	1,68	0,23
2	10,00	Coesivo	2,04	0,87

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N.1
 Strumento utilizzato... CPT (DL 030 SUND)

Committente: Zinda Immobiliare
 Cantiera: Geom. Gianni Gasparri
 Località: Loc. Stagno, Campo Marzio

Data: 12/11/2022



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2



Foto 1: prova penetrometrica P1

PROVA Nr.2

Strumento utilizzato DPM (DL 030 SUNDA)
 Prova eseguita in data 12/11/2022
 Profondità prova 10,0 m
 Falda rilevata - 3,5 m da p.c.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	6	0,857	18,36	21,43	0,92	1,07
0,20	6	0,855	18,31	21,43	0,92	1,07
0,30	4	0,853	12,18	14,29	0,61	0,71
0,40	7	0,851	21,27	25,00	1,06	1,25
0,50	8	0,849	23,15	27,27	1,16	1,36
0,60	7	0,847	20,21	23,86	1,01	1,19
0,70	8	0,845	23,05	27,27	1,15	1,36
0,80	8	0,843	23,00	27,27	1,15	1,36
0,90	7	0,842	20,08	23,86	1,00	1,19
1,00	8	0,840	22,90	27,27	1,15	1,36
1,10	3	0,838	8,57	10,23	0,43	0,51
1,20	4	0,836	11,40	13,64	0,57	0,68
1,30	7	0,835	19,92	23,86	1,00	1,19
1,40	6	0,833	17,04	20,45	0,85	1,02
1,50	8	0,831	21,68	26,09	1,08	1,30
1,60	5	0,830	13,53	16,30	0,68	0,82
1,70	5	0,828	13,50	16,30	0,67	0,82
1,80	2	0,826	5,39	6,52	0,27	0,33
1,90	2	0,825	5,38	6,52	0,27	0,33
2,00	2	0,823	5,37	6,52	0,27	0,33
2,10	2	0,822	5,36	6,52	0,27	0,33
2,20	3	0,820	8,02	9,78	0,40	0,49
2,30	9	0,819	24,02	29,35	1,20	1,47
2,40	6	0,817	15,99	19,57	0,80	0,98
2,50	2	0,816	5,10	6,25	0,25	0,31
2,60	6	0,814	15,27	18,75	0,76	0,94
2,70	4	0,813	10,16	12,50	0,51	0,63
2,80	5	0,811	12,68	15,63	0,63	0,78
2,90	4	0,810	10,13	12,50	0,51	0,63
3,00	6	0,809	15,16	18,75	0,76	0,94
3,10	7	0,807	17,66	21,88	0,88	1,09
3,20	7	0,806	17,63	21,88	0,88	1,09
3,30	6	0,805	15,09	18,75	0,75	0,94
3,40	6	0,803	15,06	18,75	0,75	0,94
3,50	9	0,802	21,66	27,00	1,08	1,35
3,60	7	0,801	16,82	21,00	0,84	1,05
3,70	8	0,800	19,19	24,00	0,96	1,20
3,80	9	0,798	21,56	27,00	1,08	1,35
3,90	7	0,797	16,74	21,00	0,84	1,05
4,00	9	0,796	21,49	27,00	1,07	1,35
4,10	11	0,795	26,23	33,00	1,31	1,65
4,20	11	0,794	26,19	33,00	1,31	1,65
4,30	27	0,693	56,10	81,00	2,80	4,05
4,40	26	0,691	53,93	78,00	2,70	3,90
4,50	24	0,690	47,79	69,23	2,39	3,46
4,60	25	0,689	49,70	72,12	2,49	3,61
4,70	23	0,688	45,66	66,35	2,28	3,32
4,80	22	0,687	43,60	63,46	2,18	3,17
4,90	20	0,736	42,46	57,69	2,12	2,88
5,00	20	0,735	42,41	57,69	2,12	2,88
5,10	15	0,734	31,76	43,27	1,59	2,16
5,20	7	0,783	15,81	20,19	0,79	1,01

5,30	6	0,782	13,53	17,31	0,68	0,87
5,40	7	0,781	15,77	20,19	0,79	1,01
5,50	8	0,780	17,34	22,22	0,87	1,11
5,60	10	0,779	21,64	27,78	1,08	1,39
5,70	12	0,778	25,94	33,33	1,30	1,67
5,80	11	0,777	23,75	30,56	1,19	1,53
5,90	15	0,726	30,27	41,67	1,51	2,08
6,00	11	0,775	23,70	30,56	1,18	1,53
6,10	11	0,775	23,67	30,56	1,18	1,53
6,20	17	0,724	34,18	47,22	1,71	2,36
6,30	19	0,723	38,15	52,78	1,91	2,64
6,40	19	0,722	38,11	52,78	1,91	2,64
6,50	23	0,671	41,35	61,61	2,07	3,08
6,60	22	0,670	39,50	58,93	1,98	2,95
6,70	26	0,670	46,63	69,64	2,33	3,48
6,80	20	0,719	38,50	53,57	1,93	2,68
6,90	16	0,718	30,77	42,86	1,54	2,14
7,00	14	0,717	26,89	37,50	1,34	1,88
7,10	17	0,716	32,62	45,54	1,63	2,28
7,20	16	0,716	30,67	42,86	1,53	2,14
7,30	18	0,715	34,47	48,21	1,72	2,41
7,40	21	0,664	37,36	56,25	1,87	2,81
7,50	24	0,663	41,18	62,07	2,06	3,10
7,60	21	0,663	35,99	54,31	1,80	2,72
7,70	22	0,662	37,67	56,90	1,88	2,84
7,80	20	0,711	36,79	51,72	1,84	2,59
7,90	19	0,711	34,92	49,14	1,75	2,46
8,00	17	0,710	31,21	43,97	1,56	2,20
8,10	19	0,709	34,85	49,14	1,74	2,46
8,20	20	0,709	36,65	51,72	1,83	2,59
8,30	19	0,708	34,79	49,14	1,74	2,46
8,40	17	0,707	31,09	43,97	1,55	2,20
8,50	20	0,707	35,33	50,00	1,77	2,50
8,60	25	0,656	41,00	62,50	2,05	3,13
8,70	31	0,605	46,91	77,50	2,35	3,88
8,80	28	0,655	45,83	70,00	2,29	3,50
8,90	28	0,654	45,79	70,00	2,29	3,50
9,00	28	0,653	45,74	70,00	2,29	3,50
9,10	33	0,603	49,74	82,50	2,49	4,13
9,20	35	0,602	52,70	87,50	2,64	4,38
9,30	38	0,602	57,16	95,00	2,86	4,75
9,40	30	0,651	48,83	75,00	2,44	3,75
9,50	26	0,651	40,92	62,90	2,05	3,15
9,60	26	0,650	40,88	62,90	2,04	3,15
9,70	25	0,649	39,28	60,48	1,96	3,02
9,80	25	0,649	39,24	60,48	1,96	3,02
9,90	26	0,648	40,78	62,90	2,04	3,15
10,00	24	0,648	37,61	58,06	1,88	2,90

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2**TERRENI INCOERENTI**

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Strato	4,47	4,00	4,47	Gibbs & Holtz 1957	19,2
[2] - Strato	13,45	8,60	13,45	Gibbs & Holtz 1957	33,19
[3] - Strato	21,91	10,00	18,455	Gibbs & Holtz 1957	40,02

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	4,47	4,00	4,47	Meyerhof (1956)	21,28
[2] - Strato	13,45	8,60	13,45	Meyerhof (1956)	23,84
[3] - Strato	21,91	10,00	18,455	Meyerhof (1956)	25,27

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
[1] - Strato	4,47	4,00	4,47	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[2] - Strato	13,45	8,60	13,45	Bowles (1982) Sabbia Media	142,25
[3] - Strato	21,91	10,00	18,455	Bowles (1982) Sabbia Media	167,27

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
[1] - Strato	4,47	4,00	4,47	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	36,65
[2] - Strato	13,45	8,60	13,45	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	55,09
[3] - Strato	21,91	10,00	18,455	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	65,37

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	4,47	4,00	4,47	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] - Strato	13,45	8,60	13,45	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Strato	21,91	10,00	18,455	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[1] - Strato	4,47	4,00	4,47	Meyerhof ed altri	1,52
[2] - Strato	13,45	8,60	13,45	Meyerhof ed altri	1,84
[3] - Strato	21,91	10,00	18,455	Meyerhof ed altri	1,96

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[1] - Strato	4,47	4,00	4,47	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
[2] - Strato	13,45	8,60	13,45	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,94
[3] - Strato	21,91	10,00	18,455	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,97

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato	4,47	4,00	4,47	(A.G.I.)	0,34
[2] - Strato	13,45	8,60	13,45	(A.G.I.)	0,33
[3] - Strato	21,91	10,00	18,455	(A.G.I.)	0,32

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
[1] - Strato	4,47	4,00	4,47	Ohsaki (Sabbie pulite)	265,58
[2] - Strato	13,45	8,60	13,45	Ohsaki (Sabbie pulite)	748,02
[3] - Strato	21,91	10,00	18,455	Ohsaki (Sabbie pulite)	1007,07

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	4,47	4,00	4,47	Ohta & Goto (1978) Limi	101,33
[2] - Strato	13,45	8,60	13,45	Ohta & Goto (1978) Limi	152,99
[3] - Strato	21,91	10,00	18,455	Ohta & Goto (1978) Limi	174,21

Liquefazione

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs liquefazione
[1] - Strato	4,47	4,00	4,47	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Strato	13,45	8,60	13,45	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - Strato	21,91	10,00	18,455	Seed e Idriss (1971)	--

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Strato	4,47	4,00	4,47	Navfac 1971-1982	0,86
[2] - Strato	13,45	8,60	13,45	Navfac 1971-1982	2,82
[3] - Strato	21,91	10,00	18,455	Navfac 1971-1982	3,77

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Strato	4,47	4,00	4,47	Robertson 1983	8,94
[2] - Strato	13,45	8,60	13,45	Robertson 1983	26,90
[3] - Strato	21,91	10,00	18,455	Robertson 1983	36,91

Stima parametri geotecnici quadro riassuntivo

Strato	Prof. Strato (m)	Tipo	γ (t/m ³)	Φ (°)
1	4,00	Incoerente	1,52	21,28
2	8,60	Incoerente	1,84	23,84
3	10,00	Incoerente	1,96	25,27

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2**TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
[1] - Strato	4,47	4,00	Terzaghi-Peck	0,28
[2] - Strato	13,45	8,60	Terzaghi-Peck	0,91
[3] - Strato	21,91	10,00	Terzaghi-Peck	1,48

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Strato	4,47	4,00	Robertson (1983)	8,94
[2] - Strato	13,45	8,60	Robertson (1983)	26,90
[3] - Strato	21,91	10,00	Robertson (1983)	43,82

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
[1] - Strato	4,47	4,00	Stroud e Butler (1975)	20,51
[2] - Strato	13,45	8,60	Stroud e Butler (1975)	61,71
[3] - Strato	21,91	10,00	Stroud e Butler (1975)	100,52

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
[1] - Strato	4,47	4,00	Apollonia	44,70
[2] - Strato	13,45	8,60	Apollonia	134,50
[3] - Strato	21,91	10,00	Apollonia	219,10

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Strato	4,47	4,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] - Strato	13,45	8,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[3] - Strato	21,91	10,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] - Strato	4,47	4,00	Meyerhof ed altri	1,73
[2] - Strato	13,45	8,60	Meyerhof ed altri	2,04
[3] - Strato	21,91	10,00	Meyerhof ed altri	2,11

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] - Strato	4,47	4,00	Meyerhof ed altri	1,87
[2] - Strato	13,45	8,60	Meyerhof ed altri	2,24
[3] - Strato	21,91	10,00	Meyerhof ed altri	2,14

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	4,47	4,00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	101,33
[2] - Strato	13,45	8,60	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	152,99
[3] - Strato	21,91	10,00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	174,21

Stima parametri geotecnici quadro riassuntivo

Strato	Prof. Strato (m)	Tipo	γ (t/m ³)	Cu (Kg/cm ²)
1	4,00	Coesivo	1,73	0,28
2	8,60	Coesivo	2,04	0,91
3	10,00	Coesivo	2,11	1,48

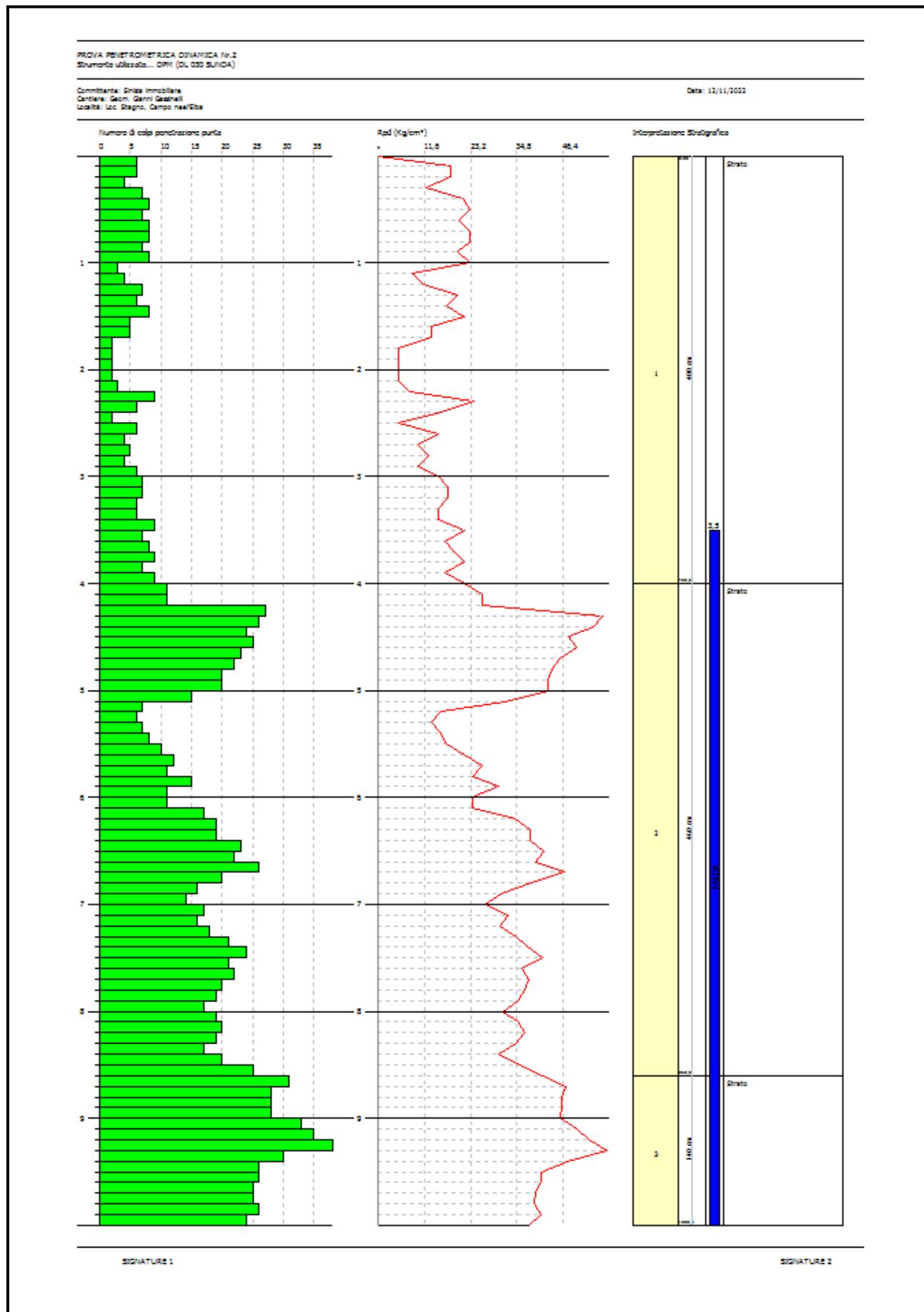




Foto 2: prova penetrometrica P2

PROVA Nr.3

Strumento utilizzato
 Prova eseguita in data
 Profondità prova
 Falda rilevata

DPM (DL 030 SUNDA)
 12/11/2022
 10,0 m
 - 3,0 m da p.c.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	4	0,857	12,24	14,29	0,61	0,71
0,20	9	0,855	27,47	32,14	1,37	1,61
0,30	6	0,853	18,27	21,43	0,91	1,07
0,40	2	0,851	6,08	7,14	0,30	0,36
0,50	1	0,849	2,89	3,41	0,14	0,17
0,60	1	0,847	2,89	3,41	0,14	0,17
0,70	3	0,845	8,64	10,23	0,43	0,51
0,80	5	0,843	14,38	17,05	0,72	0,85
0,90	6	0,842	17,21	20,45	0,86	1,02
1,00	1	0,840	2,86	3,41	0,14	0,17
1,10	8	0,838	22,85	27,27	1,14	1,36
1,20	6	0,836	17,11	20,45	0,86	1,02
1,30	6	0,835	17,07	20,45	0,85	1,02
1,40	6	0,833	17,04	20,45	0,85	1,02
1,50	7	0,831	18,97	22,83	0,95	1,14
1,60	5	0,830	13,53	16,30	0,68	0,82
1,70	5	0,828	13,50	16,30	0,67	0,82
1,80	3	0,826	8,08	9,78	0,40	0,49
1,90	3	0,825	8,07	9,78	0,40	0,49
2,00	3	0,823	8,05	9,78	0,40	0,49
2,10	1	0,822	2,68	3,26	0,13	0,16
2,20	1	0,820	2,67	3,26	0,13	0,16
2,30	1	0,819	2,67	3,26	0,13	0,16
2,40	2	0,817	5,33	6,52	0,27	0,33
2,50	3	0,816	7,65	9,38	0,38	0,47
2,60	4	0,814	10,18	12,50	0,51	0,63
2,70	4	0,813	10,16	12,50	0,51	0,63
2,80	3	0,811	7,61	9,38	0,38	0,47
2,90	4	0,810	10,13	12,50	0,51	0,63
3,00	5	0,809	12,64	15,63	0,63	0,78
3,10	4	0,807	10,09	12,50	0,50	0,63
3,20	5	0,806	12,59	15,63	0,63	0,78
3,30	5	0,805	12,57	15,63	0,63	0,78
3,40	6	0,803	15,06	18,75	0,75	0,94
3,50	6	0,802	14,44	18,00	0,72	0,90
3,60	7	0,801	16,82	21,00	0,84	1,05
3,70	6	0,800	14,39	18,00	0,72	0,90
3,80	7	0,798	16,77	21,00	0,84	1,05
3,90	8	0,797	19,13	24,00	0,96	1,20
4,00	7	0,796	16,72	21,00	0,84	1,05
4,10	8	0,795	19,08	24,00	0,95	1,20
4,20	8	0,794	19,05	24,00	0,95	1,20
4,30	6	0,793	14,27	18,00	0,71	0,90
4,40	20	0,741	44,49	60,00	2,22	3,00
4,50	27	0,690	53,77	77,88	2,69	3,89
4,60	25	0,689	49,70	72,12	2,49	3,61
4,70	25	0,688	49,63	72,12	2,48	3,61
4,80	25	0,687	49,55	72,12	2,48	3,61
4,90	23	0,686	45,52	66,35	2,28	3,32
5,00	22	0,685	43,47	63,46	2,17	3,17
5,10	21	0,684	41,44	60,58	2,07	3,03
5,20	25	0,683	49,26	72,12	2,46	3,61

5,30	28	0,682	55,09	80,77	2,75	4,04
5,40	21	0,681	41,26	60,58	2,06	3,03
5,50	14	0,730	28,39	38,89	1,42	1,94
5,60	19	0,729	38,48	52,78	1,92	2,64
5,70	11	0,778	23,78	30,56	1,19	1,53
5,80	9	0,777	19,43	25,00	0,97	1,25
5,90	9	0,776	19,41	25,00	0,97	1,25
6,00	10	0,775	21,54	27,78	1,08	1,39
6,10	9	0,775	19,36	25,00	0,97	1,25
6,20	11	0,774	23,64	30,56	1,18	1,53
6,30	11	0,773	23,62	30,56	1,18	1,53
6,40	11	0,772	23,59	30,56	1,18	1,53
6,50	12	0,771	24,79	32,14	1,24	1,61
6,60	12	0,770	24,76	32,14	1,24	1,61
6,70	13	0,720	25,06	34,82	1,25	1,74
6,80	16	0,719	30,80	42,86	1,54	2,14
6,90	16	0,718	30,77	42,86	1,54	2,14
7,00	16	0,717	30,74	42,86	1,54	2,14
7,10	18	0,716	34,54	48,21	1,73	2,41
7,20	17	0,716	32,59	45,54	1,63	2,28
7,30	18	0,715	34,47	48,21	1,72	2,41
7,40	20	0,714	38,26	53,57	1,91	2,68
7,50	20	0,713	36,90	51,72	1,85	2,59
7,60	22	0,663	37,71	56,90	1,89	2,84
7,70	22	0,662	37,67	56,90	1,88	2,84
7,80	23	0,661	39,34	59,48	1,97	2,97
7,90	24	0,661	41,00	62,07	2,05	3,10
8,00	24	0,660	40,96	62,07	2,05	3,10
8,10	23	0,659	39,21	59,48	1,96	2,97
8,20	23	0,659	39,17	59,48	1,96	2,97
8,30	22	0,658	37,43	56,90	1,87	2,84
8,40	21	0,657	35,70	54,31	1,78	2,72
8,50	23	0,657	37,75	57,50	1,89	2,88
8,60	22	0,656	36,08	55,00	1,80	2,75
8,70	23	0,655	37,68	57,50	1,88	2,88
8,80	27	0,655	44,19	67,50	2,21	3,38
8,90	24	0,654	39,25	60,00	1,96	3,00
9,00	29	0,653	47,38	72,50	2,37	3,63
9,10	30	0,653	48,97	75,00	2,45	3,75
9,20	29	0,652	47,29	72,50	2,36	3,63
9,30	32	0,602	48,14	80,00	2,41	4,00
9,40	32	0,601	48,09	80,00	2,40	4,00
9,50	33	0,601	47,95	79,84	2,40	3,99
9,60	33	0,600	47,90	79,84	2,39	3,99
9,70	34	0,599	49,30	82,26	2,47	4,11
9,80	31	0,599	44,91	75,00	2,25	3,75
9,90	34	0,598	49,21	82,26	2,46	4,11
10,00	33	0,598	47,72	79,84	2,39	3,99

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3**TERRENI INCOERENTI**

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Strato	3,55	4,30	3,55	Gibbs & Holtz 1957	15,07
[2] - Strato	18,13	5,40	16,565	Gibbs & Holtz 1957	42,38
[3] - Strato	10,09	7,30	10,09	Gibbs & Holtz 1957	27,97
[4] - Strato	20,1	10,00	17,55	Gibbs & Holtz 1957	39,49

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	3,55	4,30	3,55	Meyerhof (1956)	21,01
[2] - Strato	18,13	5,40	16,565	Meyerhof (1956)	24,73
[3] - Strato	10,09	7,30	10,09	Meyerhof (1956)	22,88
[4] - Strato	20,1	10,00	17,55	Meyerhof (1956)	25,01

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
[1] - Strato	3,55	4,30	3,55	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[2] - Strato	18,13	5,40	16,565	Bowles (1982) Sabbia Media	157,82
[3] - Strato	10,09	7,30	10,09	Bowles (1982) Sabbia Media	125,45
[4] - Strato	20,1	10,00	17,55	Bowles (1982) Sabbia Media	162,75

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
[1] - Strato	3,55	4,30	3,55	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	34,76
[2] - Strato	18,13	5,40	16,565	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	61,49
[3] - Strato	10,09	7,30	10,09	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	48,19
[4] - Strato	20,1	10,00	17,55	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	63,51

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	3,55	4,30	3,55	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[2] - Strato	18,13	5,40	16,565	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Strato	10,09	7,30	10,09	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] - Strato	20,1	10,00	17,55	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[1] - Strato	3,55	4,30	3,55	Meyerhof ed altri	1,47
[2] - Strato	18,13	5,40	16,565	Meyerhof ed altri	1,92
[3] - Strato	10,09	7,30	10,09	Meyerhof ed altri	1,73
[4] - Strato	20,1	10,00	17,55	Meyerhof ed altri	1,94

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[1] - Strato	3,55	4,30	3,55	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
[2] - Strato	18,13	5,40	16,565	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,96
[3] - Strato	10,09	7,30	10,09	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92
[4] - Strato	20,1	10,00	17,55	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,96

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato	3,55	4,30	3,55	(A.G.I.)	0,35
[2] - Strato	18,13	5,40	16,565	(A.G.I.)	0,32
[3] - Strato	10,09	7,30	10,09	(A.G.I.)	0,33
[4] - Strato	20,1	10,00	17,55	(A.G.I.)	0,32

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
[1] - Strato	3,55	4,30	3,55	Ohsaki (Sabbie pulite)	213,86
[2] - Strato	18,13	5,40	16,565	Ohsaki (Sabbie pulite)	909,82
[3] - Strato	10,09	7,30	10,09	Ohsaki (Sabbie pulite)	570,91
[4] - Strato	20,1	10,00	17,55	Ohsaki (Sabbie pulite)	960,58

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	3,55	4,30	3,55	Ohta & Goto (1978) Limi	98,74
[2] - Strato	18,13	5,40	16,565	Ohta & Goto (1978) Limi	150,8
[3] - Strato	10,09	7,30	10,09	Ohta & Goto (1978) Limi	145,79
[4] - Strato	20,1	10,00	17,55	Ohta & Goto (1978) Limi	170,3

Liquefazione

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs liquefazione
[1] - Strato	3,55	4,30	3,55	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Strato	18,13	5,40	16,565	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - Strato	10,09	7,30	10,09	Seed e Idriss (1971)	--
[4] - Strato	20,1	10,00	17,55	Seed e Idriss (1971)	--

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Strato	3,55	4,30	3,55	Navfac 1971-1982	0,64
[2] - Strato	18,13	5,40	16,565	Navfac 1971-1982	3,42
[3] - Strato	10,09	7,30	10,09	Navfac 1971-1982	2,12
[4] - Strato	20,1	10,00	17,55	Navfac 1971-1982	3,61

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Strato	3,55	4,30	3,55	Robertson 1983	7,10
[2] - Strato	18,13	5,40	16,565	Robertson 1983	33,13
[3] - Strato	10,09	7,30	10,09	Robertson 1983	20,18
[4] - Strato	20,1	10,00	17,55	Robertson 1983	35,10

Stima parametri geotecnici quadro riassuntivo

Strato	Prof. Strato (m)	Tipo	γ (t/m ³)	Φ (°)
1	4,30	Incoerente	1,47	21,01
2	5,40	Incoerente	1,92	24,73
3	7,30	Incoerente	1,73	22,88
4	10,00	Incoerente	1,94	25,01

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3**TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
[1] - Strato	3,55	4,30	Terzaghi-Peck	0,22
[2] - Strato	18,13	5,40	Terzaghi-Peck	1,22
[3] - Strato	10,09	7,30	Terzaghi-Peck	0,68
[4] - Strato	20,1	10,00	Terzaghi-Peck	1,36

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Strato	3,55	4,30	Robertson (1983)	7,10
[2] - Strato	18,13	5,40	Robertson (1983)	36,26
[3] - Strato	10,09	7,30	Robertson (1983)	20,18
[4] - Strato	20,1	10,00	Robertson (1983)	40,20

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
[1] - Strato	3,55	4,30	Stroud e Butler (1975)	16,29
[2] - Strato	18,13	5,40	Stroud e Butler (1975)	83,18
[3] - Strato	10,09	7,30	Stroud e Butler (1975)	46,29
[4] - Strato	20,1	10,00	Stroud e Butler (1975)	92,22

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
[1] - Strato	3,55	4,30	Apollonia	35,50
[2] - Strato	18,13	5,40	Apollonia	181,30
[3] - Strato	10,09	7,30	Apollonia	100,90
[4] - Strato	20,1	10,00	Apollonia	201,00

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Strato	3,55	4,30	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - Strato	18,13	5,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[3] - Strato	10,09	7,30	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[4] - Strato	20,1	10,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] - Strato	3,55	4,30	Meyerhof ed altri	1,67
[2] - Strato	18,13	5,40	Meyerhof ed altri	2,09
[3] - Strato	10,09	7,30	Meyerhof ed altri	1,97
[4] - Strato	20,1	10,00	Meyerhof ed altri	2,10

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] - Strato	3,55	4,30	Meyerhof ed altri	1,87
[2] - Strato	18,13	5,40	Meyerhof ed altri	2,30
[3] - Strato	10,09	7,30	Meyerhof ed altri	2,17
[4] - Strato	20,1	10,00	Meyerhof ed altri	2,31

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	3,55	4,30	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	98,74
[2] - Strato	18,13	5,40	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	150,8
[3] - Strato	10,09	7,30	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	145,79
[4] - Strato	20,1	10,00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	170,3

Stima parametri geotecnici quadro riassuntivo

Strato	Prof. Strato (m)	Tipo	γ (t/m ³)	Cu (Kg/cm ²)
1	4,30	Coesivo	1,67	0,22
2	5,40	Coesivo	2,09	1,22
3	7,30	Coesivo	1,97	0,68
4	10,00	Coesivo	2,10	1,36

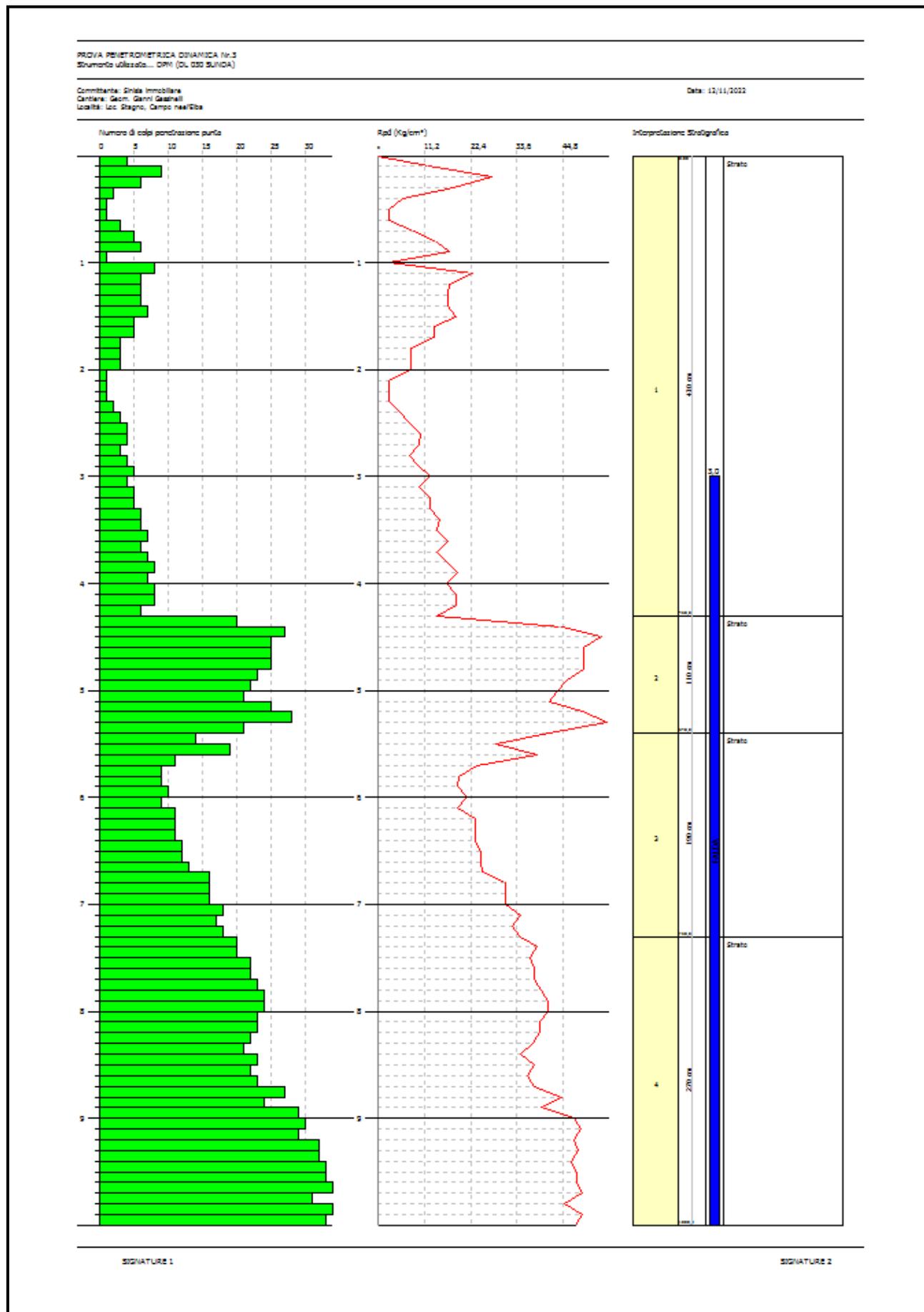




Foto 3: prova penetrometrica P3

PROVA Nr.4

Strumento utilizzato DPM (DL 030 SUNDA)
 Prova eseguita in data 12/11/2022
 Profondità prova 10,0 m
 Falda rilevata - 3,5 m da p.c.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	6	0,857	18,36	21,43	0,92	1,07
0,20	2	0,855	6,10	7,14	0,31	0,36
0,30	1	0,853	3,05	3,57	0,15	0,18
0,40	6	0,851	18,23	21,43	0,91	1,07
0,50	9	0,849	26,05	30,68	1,30	1,53
0,60	9	0,847	25,99	30,68	1,30	1,53
0,70	6	0,845	17,29	20,45	0,86	1,02
0,80	3	0,843	8,63	10,23	0,43	0,51
0,90	6	0,842	17,21	20,45	0,86	1,02
1,00	9	0,840	25,77	30,68	1,29	1,53
1,10	6	0,838	17,14	20,45	0,86	1,02
1,20	7	0,836	19,96	23,86	1,00	1,19
1,30	5	0,835	14,23	17,05	0,71	0,85
1,40	8	0,833	22,71	27,27	1,14	1,36
1,50	10	0,831	27,10	32,61	1,36	1,63
1,60	9	0,830	24,35	29,35	1,22	1,47
1,70	8	0,828	21,60	26,09	1,08	1,30
1,80	4	0,826	10,78	13,04	0,54	0,65
1,90	4	0,825	10,76	13,04	0,54	0,65
2,00	3	0,823	8,05	9,78	0,40	0,49
2,10	3	0,822	8,04	9,78	0,40	0,49
2,20	5	0,820	13,37	16,30	0,67	0,82
2,30	3	0,819	8,01	9,78	0,40	0,49
2,40	3	0,817	7,99	9,78	0,40	0,49
2,50	4	0,816	10,20	12,50	0,51	0,63
2,60	4	0,814	10,18	12,50	0,51	0,63
2,70	6	0,813	15,24	18,75	0,76	0,94
2,80	4	0,811	10,14	12,50	0,51	0,63
2,90	3	0,810	7,59	9,38	0,38	0,47
3,00	4	0,809	10,11	12,50	0,51	0,63
3,10	2	0,807	5,05	6,25	0,25	0,31
3,20	3	0,806	7,56	9,38	0,38	0,47
3,30	5	0,805	12,57	15,63	0,63	0,78
3,40	6	0,803	15,06	18,75	0,75	0,94
3,50	7	0,802	16,84	21,00	0,84	1,05
3,60	3	0,801	7,21	9,00	0,36	0,45
3,70	5	0,800	11,99	15,00	0,60	0,75
3,80	4	0,798	9,58	12,00	0,48	0,60
3,90	4	0,797	9,57	12,00	0,48	0,60
4,00	4	0,796	9,55	12,00	0,48	0,60
4,10	4	0,795	9,54	12,00	0,48	0,60
4,20	5	0,794	11,91	15,00	0,60	0,75
4,30	5	0,793	11,89	15,00	0,59	0,75
4,40	5	0,791	11,87	15,00	0,59	0,75
4,50	6	0,790	13,68	17,31	0,68	0,87
4,60	6	0,789	13,66	17,31	0,68	0,87
4,70	6	0,788	13,64	17,31	0,68	0,87
4,80	8	0,787	18,16	23,08	0,91	1,15
4,90	6	0,786	13,60	17,31	0,68	0,87
5,00	4	0,785	9,06	11,54	0,45	0,58

5,10	13	0,734	27,53	37,50	1,38	1,88
5,20	18	0,733	38,06	51,92	1,90	2,60
5,30	18	0,732	38,01	51,92	1,90	2,60
5,40	12	0,781	27,04	34,62	1,35	1,73
5,50	9	0,780	19,50	25,00	0,98	1,25
5,60	8	0,779	17,31	22,22	0,87	1,11
5,70	7	0,778	15,13	19,44	0,76	0,97
5,80	8	0,777	17,27	22,22	0,86	1,11
5,90	9	0,776	19,41	25,00	0,97	1,25
6,00	10	0,775	21,54	27,78	1,08	1,39
6,10	11	0,775	23,67	30,56	1,18	1,53
6,20	12	0,774	25,79	33,33	1,29	1,67
6,30	10	0,773	21,47	27,78	1,07	1,39
6,40	11	0,772	23,59	30,56	1,18	1,53
6,50	9	0,771	18,59	24,11	0,93	1,21
6,60	10	0,770	20,63	26,79	1,03	1,34
6,70	11	0,770	22,67	29,46	1,13	1,47
6,80	11	0,769	22,65	29,46	1,13	1,47
6,90	13	0,718	25,00	34,82	1,25	1,74
7,00	13	0,717	24,97	34,82	1,25	1,74
7,10	13	0,716	24,95	34,82	1,25	1,74
7,20	12	0,766	24,61	32,14	1,23	1,61
7,30	12	0,765	24,59	32,14	1,23	1,61
7,40	12	0,764	24,56	32,14	1,23	1,61
7,50	14	0,713	25,83	36,21	1,29	1,81
7,60	12	0,763	23,67	31,03	1,18	1,55
7,70	14	0,712	25,78	36,21	1,29	1,81
7,80	21	0,661	35,91	54,31	1,80	2,72
7,90	16	0,711	29,40	41,38	1,47	2,07
8,00	13	0,710	23,87	33,62	1,19	1,68
8,10	13	0,709	23,84	33,62	1,19	1,68
8,20	13	0,709	23,82	33,62	1,19	1,68
8,30	12	0,758	23,52	31,03	1,18	1,55
8,40	12	0,757	23,50	31,03	1,18	1,55
8,50	15	0,707	26,50	37,50	1,32	1,88
8,60	17	0,706	30,00	42,50	1,50	2,13
8,70	13	0,705	22,92	32,50	1,15	1,63
8,80	12	0,755	22,64	30,00	1,13	1,50
8,90	13	0,704	22,88	32,50	1,14	1,63
9,00	13	0,703	22,86	32,50	1,14	1,63
9,10	13	0,703	22,84	32,50	1,14	1,63
9,20	14	0,702	24,58	35,00	1,23	1,75
9,30	11	0,752	20,67	27,50	1,03	1,38
9,40	12	0,751	22,53	30,00	1,13	1,50
9,50	12	0,751	21,79	29,03	1,09	1,45
9,60	12	0,750	21,77	29,03	1,09	1,45
9,70	12	0,749	21,76	29,03	1,09	1,45
9,80	13	0,699	21,98	31,45	1,10	1,57
9,90	15	0,698	25,34	36,29	1,27	1,81
10,00	18	0,698	30,38	43,55	1,52	2,18

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4**TERRENI INCOERENTI**

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Strato	3,93	5,00	3,93	Gibbs & Holtz 1957	15,95
[2] - Strato	9,54	10,00	9,54	Gibbs & Holtz 1957	25,23

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	3,93	5,00	3,93	Meyerhof (1956)	21,12
[2] - Strato	9,54	10,00	9,54	Meyerhof (1956)	22,73

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
[1] - Strato	3,93	5,00	3,93	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[2] - Strato	9,54	10,00	9,54	Bowles (1982) Sabbia Media	---

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
[1] - Strato	3,93	5,00	3,93	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	35,54
[2] - Strato	9,54	10,00	9,54	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	47,06

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	3,93	5,00	3,93	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[2] - Strato	9,54	10,00	9,54	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[1] - Strato	3,93	5,00	3,93	Meyerhof ed altri	1,49
[2] - Strato	9,54	10,00	9,54	Meyerhof ed altri	1,71

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[1] - Strato	3,93	5,00	3,93	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
[2] - Strato	9,54	10,00	9,54	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato	3,93	5,00	3,93	(A.G.I.)	0,35
[2] - Strato	9,54	10,00	9,54	(A.G.I.)	0,34

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
[1] - Strato	3,93	5,00	3,93	Ohsaki (Sabbie pulite)	235,31
[2] - Strato	9,54	10,00	9,54	Ohsaki (Sabbie pulite)	541,61

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	3,93	5,00	3,93	Ohta & Goto (1978) Limi	103,46
[2] - Strato	9,54	10,00	9,54	Ohta & Goto (1978) Limi	149,1

Liquefazione

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs liquefazione
[1] - Strato	3,93	5,00	3,93	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Strato	9,54	10,00	9,54	Seed e Idriss (1971)	--

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Strato	3,93	5,00	3,93	Navfac 1971-1982	0,74
[2] - Strato	9,54	10,00	9,54	Navfac 1971-1982	2,00

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Strato	3,93	5,00	3,93	Robertson 1983	7,86
[2] - Strato	9,54	10,00	9,54	Robertson 1983	19,08

Stima parametri geotecnici quadro riassuntivo

Strato	Prof. Strato (m)	Tipo	γ (t/m ³)	Φ (°)
1	5,00	Incoerente	1,49	21,12
2	10,00	Incoerente	1,71	22,73

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
[1] - Strato	3,93	5,00	Terzaghi-Peck	0,25
[2] - Strato	9,54	10,00	Terzaghi-Peck	0,64

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Strato	3,93	5,00	Robertson (1983)	7,86
[2] - Strato	9,54	10,00	Robertson (1983)	19,08

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
[1] - Strato	3,93	5,00	Stroud e Butler (1975)	18,03
[2] - Strato	9,54	10,00	Stroud e Butler (1975)	43,77

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
[1] - Strato	3,93	5,00	Apollonia	39,30
[2] - Strato	9,54	10,00	Apollonia	95,40

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Strato	3,93	5,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - Strato	9,54	10,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] - Strato	3,93	5,00	Meyerhof ed altri	1,70
[2] - Strato	9,54	10,00	Meyerhof ed altri	1,95

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] - Strato	3,93	5,00	Meyerhof ed altri	1,87
[2] - Strato	9,54	10,00	Meyerhof ed altri	2,14

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	3,93	5,00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	103,46
[2] - Strato	9,54	10,00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	149,1

Stima parametri geotecnici quadro riassuntivo

Strato	Prof. Strato (m)	Tipo	γ (t/m ³)	Cu (Kg/cm ²)
1	5,00	Coesivo	1,70	0,25
2	10,00	Coesivo	1,95	0,64

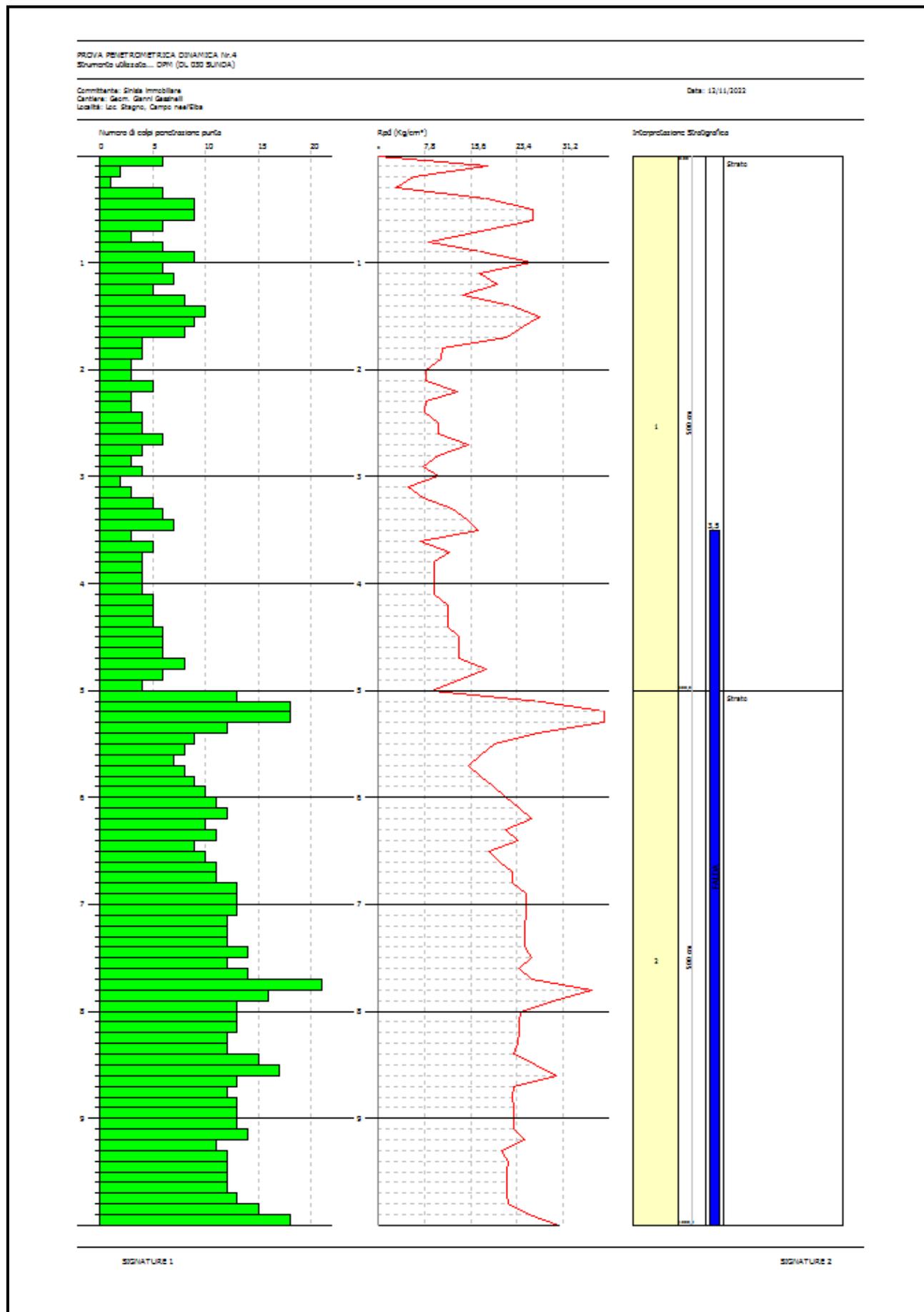




Foto 4: prova penetrometrica P4

CORRELAZIONI UTILIZZATE DAL PROGRAMMA DI CALCOLO

GeoStru Dynamic Probing

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt}. Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

- M = peso massa battente;
- M' = peso aste;
- H = altezza di caduta;
- A = area base punta conica;
- δ = passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta R_{pd}

Formula Olandesi

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

- R_{pd} = resistenza dinamica punta (area A);
- e = infissione media per colpo (δ/ N);
- M = peso massa battente (altezza caduta H);
- P = peso totale aste e sistema battuta.

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenze alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media + s

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media - s

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 mt. ed immersione $d = 1$ mt..

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati N_{spt} il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N_{spt} dello strato considerato risulta inferiore a N_{spt} critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

$$N_{spt} \text{ corretto} = 15 + 0.5 \times (N_{spt} - 15)$$

N_{spt} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers 1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda) $\sigma > 5$ t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltsosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONAL RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose .
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $s > 15$ t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC , metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .
- Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970) , correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia
- Buisman-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume Gamma

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlazione valida per peso specifico del materiale pari a circa $\gamma = 2,65$ t/mc e per peso di volume secco variabile da 1,33 (Nspt = 0) a 1,99 (Nspt = 95)

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

- Seed-Idriss 1978-1981 . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio τ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio V_s (m/sec)

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione (Ko)

- Navfac 1971-1982 - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso .

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)

- Robertson 1983 Qc

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA 1983.
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con Nspt <8 , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). C_u min-max.
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5, per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (Cu-Nspt-grado di plasticità).
- Schmertmann 1975 C_u (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con $N_c=20$ e $Q_c/N_{spt}=2$.
- Schmertmann 1975 C_u (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata C_u (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità .
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni 1982 , valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson 1983 Q_c

Modulo Edometrico-Confinato (M_o)

- Stroud e Butler (1975) - per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970) correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - M_o (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte ($N_{spt} < 30$) medie e molli ($N_{spt} < 4$) e argille sabbiose ($N_{spt}=6-12$).

Modulo Di Young (E_Y)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15
- D'Appollonia ed altri (1983) - correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

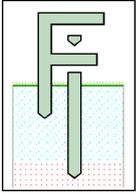
- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume Gamma

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Correlazione Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948-1967), valida per condizioni specifiche: peso specifico del materiale pari a circa $G=2,70$ (t/mc) e per indici dei vuoti variabili da 1,833 ($N_{spt}=0$) a 0,545 ($N_{spt}=28$)



**Studio Geologico
Iacopo Franchetti**
Indagini geognostiche:
Prove penetrometriche
MASW

Nota di cantiere relativa ad una campagna geognostica costituita da indagine sismica con metodo MASW su un terreno ubicato in Via della Costa nel Comune di Campo nell'Elba



Portoferraio 16.11.2022

Via Carpani 255
57037 Portoferraio LI
Cell.: 339 – 3912004
E-mail: iacopofranchetti@libero.it
iacopofranchetti@gmail.com

NOTA DI CANTIERE

In data 10.11.2022 è stata eseguita un'indagine sismica con metodo MASW (multichannel analysis of surfaces waves) in Via della Costa nel Comune di Campo nell'Elba in nome e per conto della Sinisia Immobiliare S.r.l.

Lo strumento utilizzato è un sismografo avente le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sismografo Sara electronic instruments: DoReMi

Interfaccia DoReMi digitale	RS232
n. 24 geofono verticali	4,5 Hz
n. 24 canali digitali per sismica	16 bit
Sensore di start	
Piattello di battuta	22 cm Ø
Mazza di battuta	6 Kg
Peso aste a metro	2,9 Kg/m

Personal computer con software DoReMi di acquisizione dati

Software utilizzato: GeoStru Easy MASW

Il tecnico

Dott. Geol. Iacopo Franchetti

Portoferraio 16.11.2022

Easy MASW

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P**-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- **S**-Trasversale: onda profonda di taglio;
- **L**-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R**-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

Onde di Rayleigh – "R"

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Profondità di indagine

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

1 ACQUISIZIONE E ELABORAZIONE DATI

Per l'acquisizione dati è stato effettuato uno stendimento di 23 geofoni con distanza intergeofonica di 1,5 m, quindi di complessivi m 33, si sono posizionati 4 punti di battuta rispettivamente a m 3 e a m 5 sia dal capo che dalla coda dello stendimento.

Si è proceduto con diverse energizzazioni per ogni punto di battuta fino alla restituzione di sismogrammi con rumore ambientale accettabile.

I dati registrati su personal computer sono stati sommati dal software DoReMi in modo da attenuare il rumore ambientale residuo.

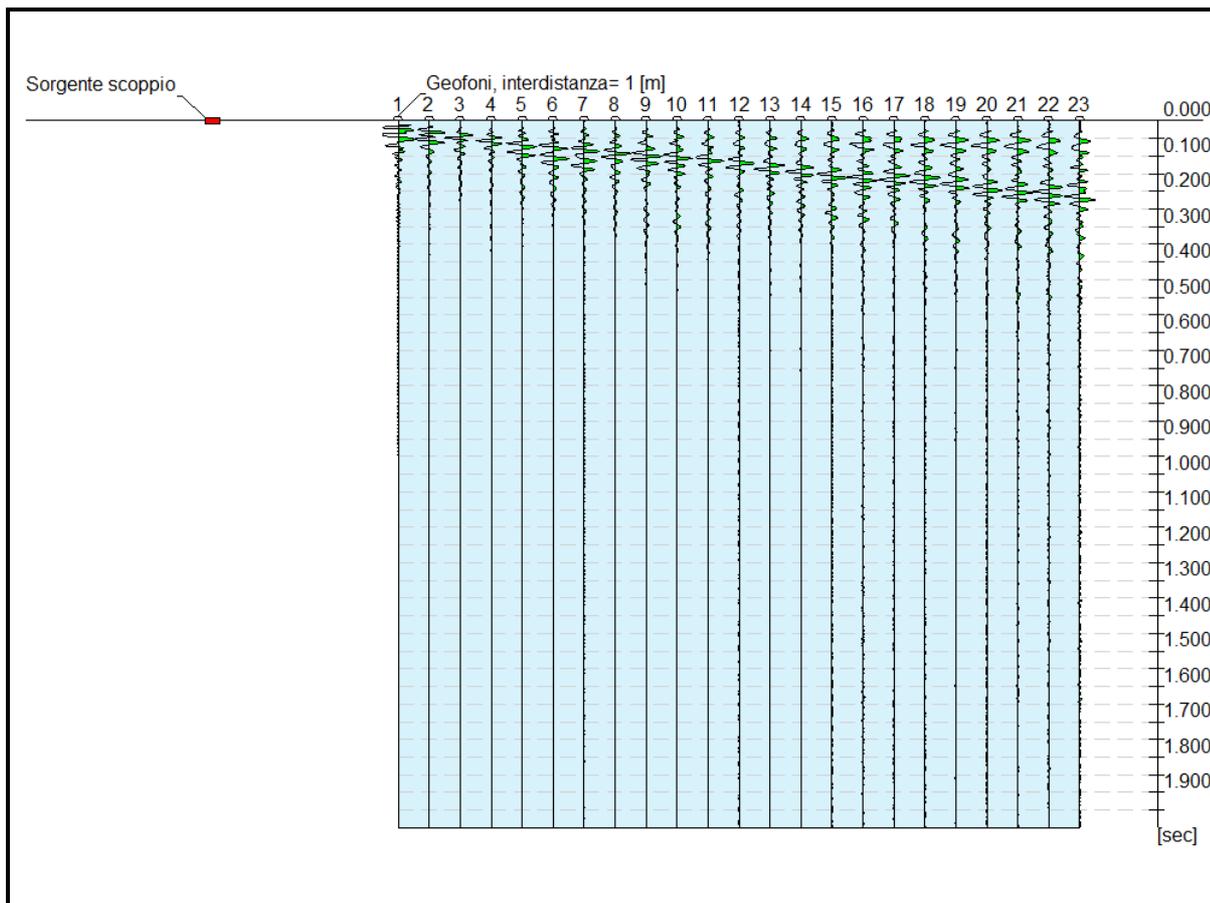
I dati così ottenuti sono stati elaborati con software EasyMASW della GeoStru secondo i seguenti passaggi:

- Inserimento traccia in formato Seg2
- Analisi spettrale (velocità di fase frequenze, curva di dispersione)
- Inversione
- Definizione del profilo stratigrafico e determinazione del parametro Vs30

2 RESTITUZIONE DATI

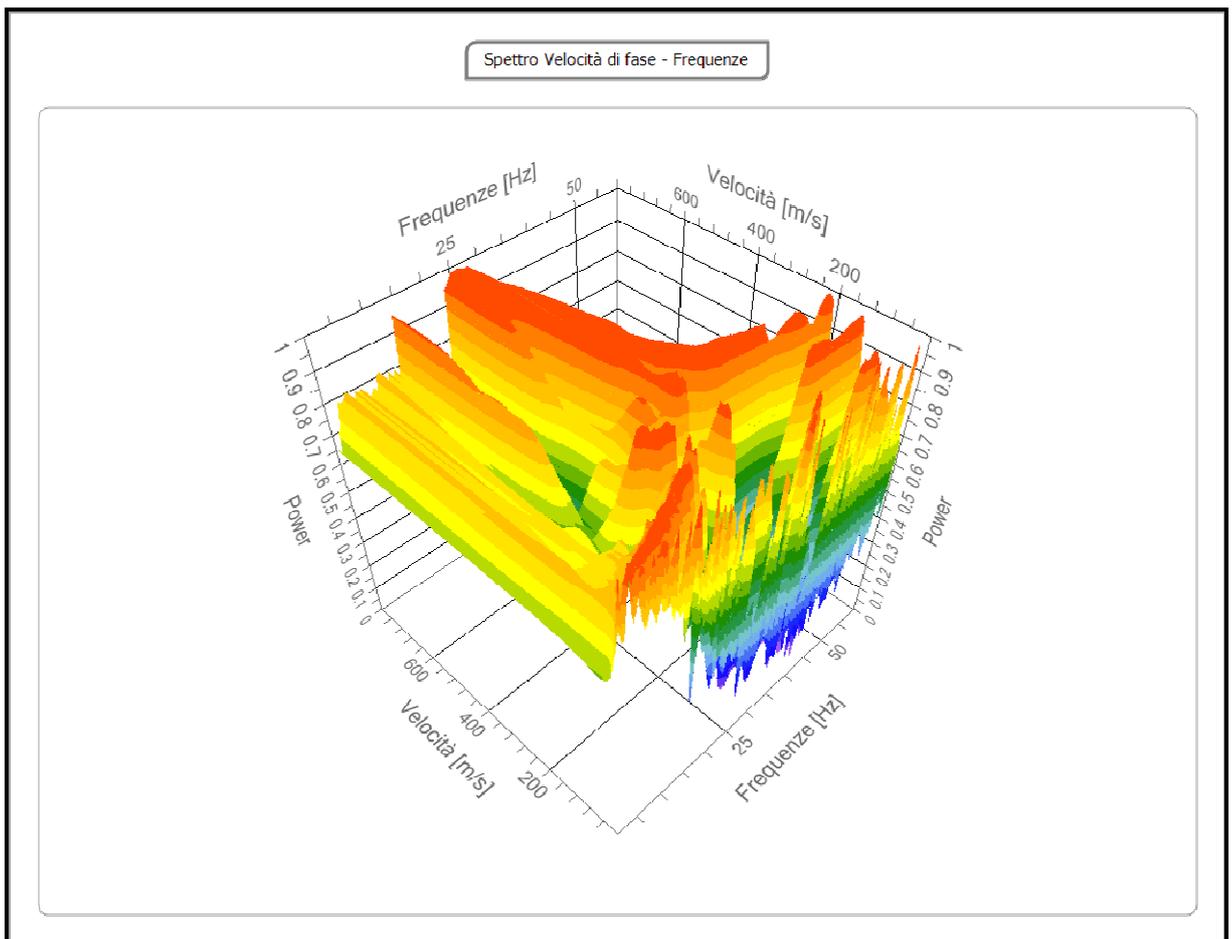
Tracce:

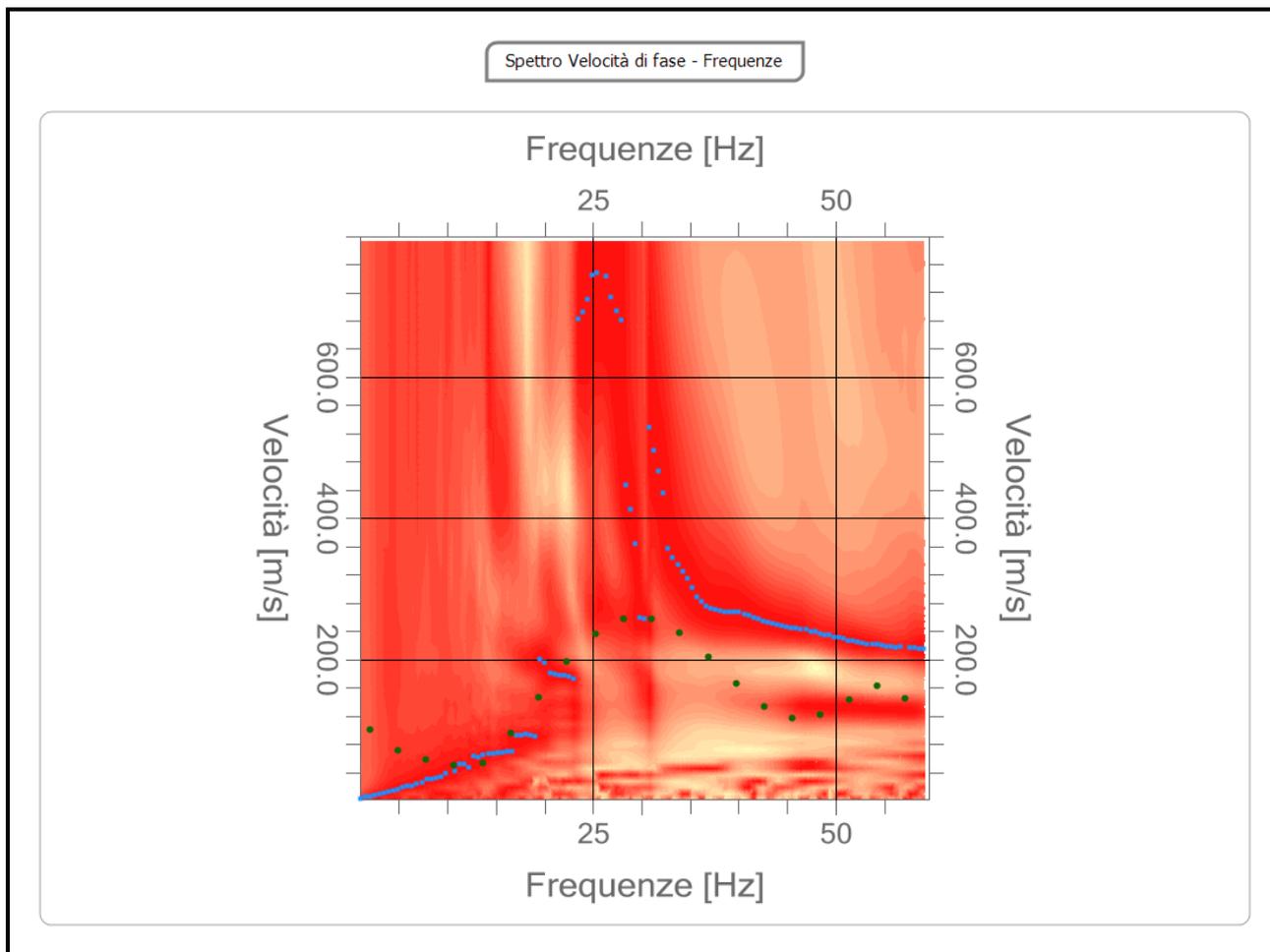
- N. tracce 23
- Durata acquisizione (msec) 2000
- Interdistanza geofoni (m) 1,50
- Periodo di campionamento (msec) 1



Analisi spettrale:

- Frequenza minima di elaborazione (Hz) 5
- Frequenza massima di elaborazione (Hz) 60
- Velocità minima di elaborazione (m/sec) 1
- Velocità massima di elaborazione (m/sec) 800
- Intervallo di velocità (m/sec) 1

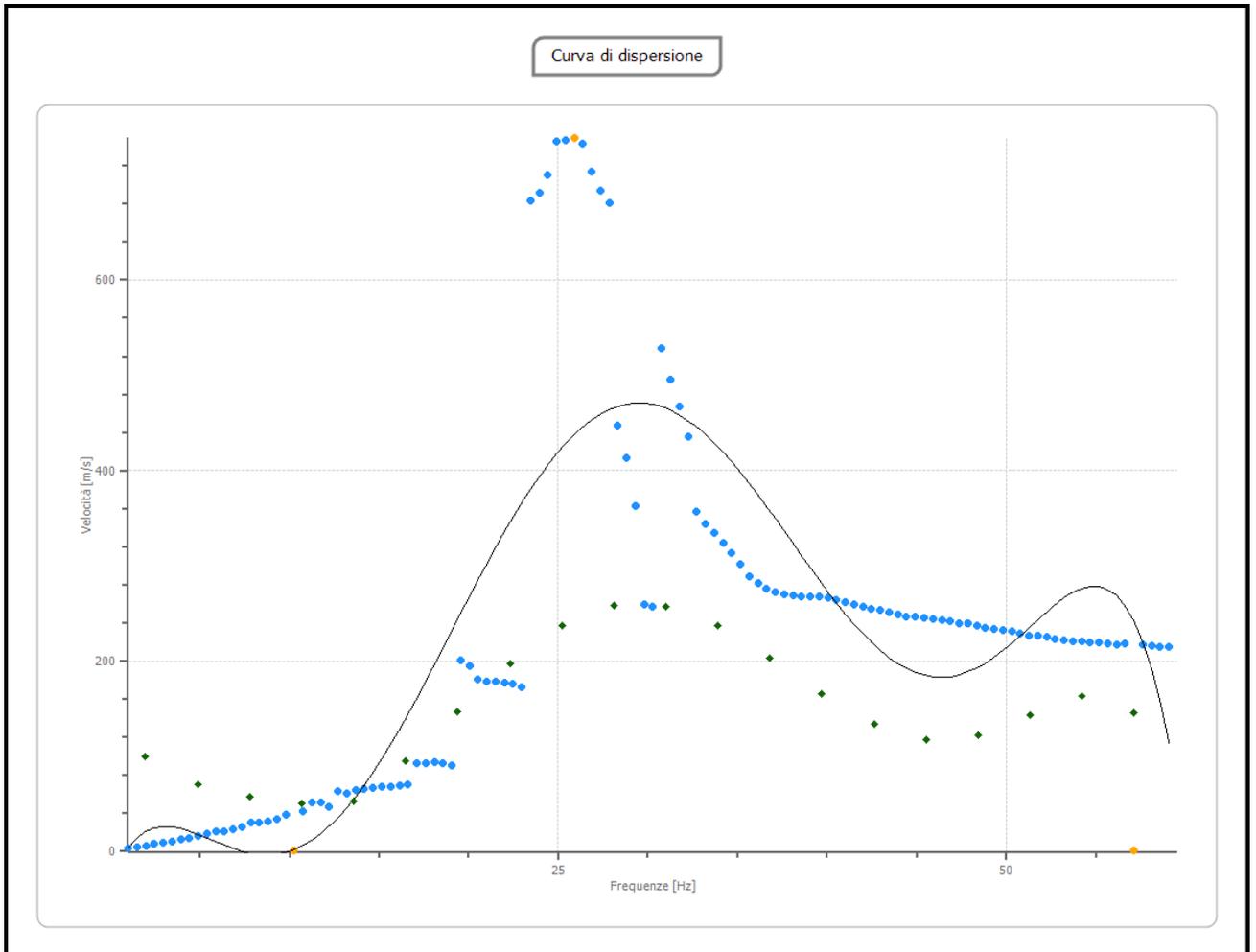




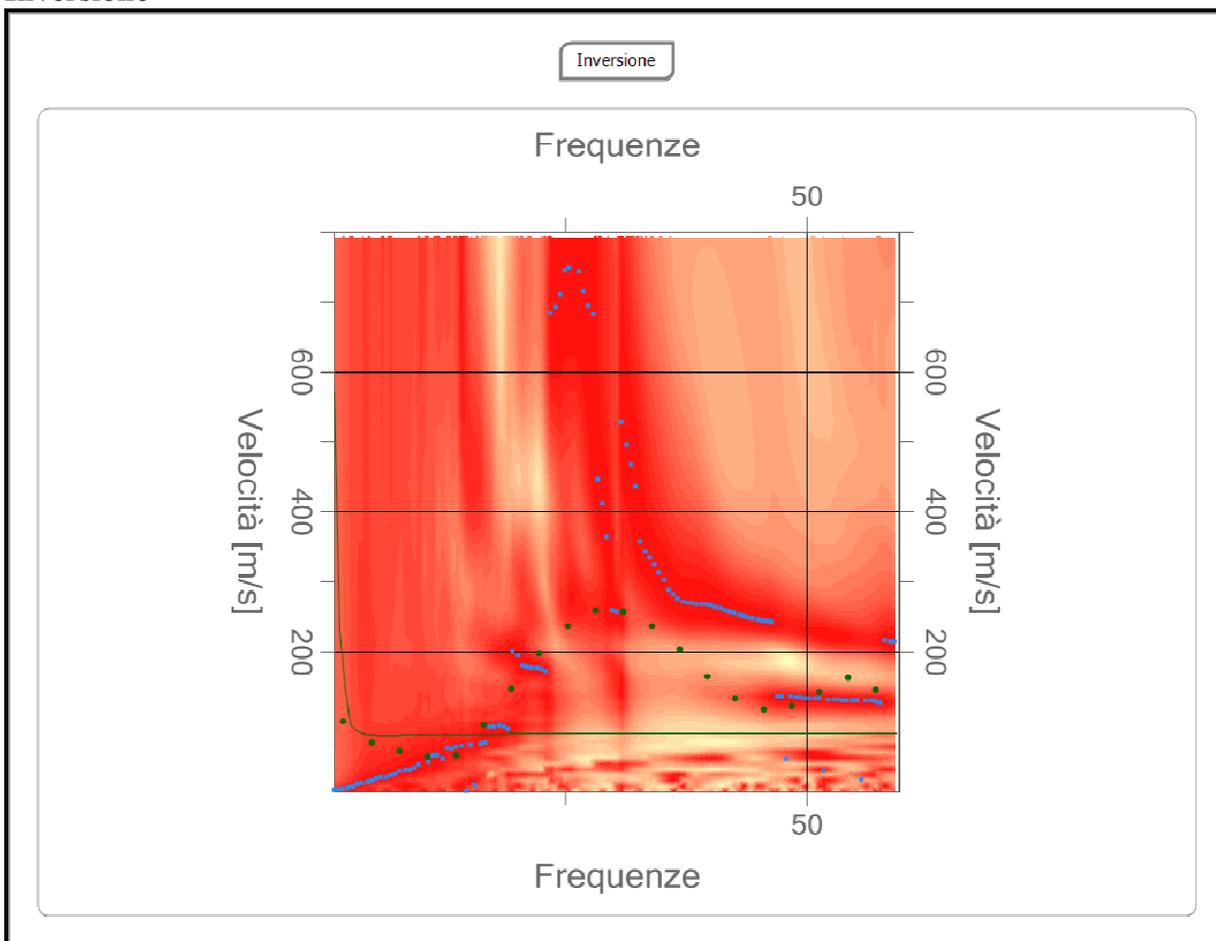
Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]
1	2.0	100.0
2	4.9	70.7
3	7.8	57.7
4	10.7	50.0
5	13.6	52.4
6	16.5	95.1
7	19.4	147.0
8	22.3	197.7
9	25.2	237.0
10	28.1	258.0
11	31.0	257.6
12	33.9	237.5
13	36.8	203.7
14	39.7	165.4
15	42.6	133.4
16	45.5	117.2
17	48.5	121.7

18	51.4	143.0
19	54.3	163.3
20	57.2	145.4

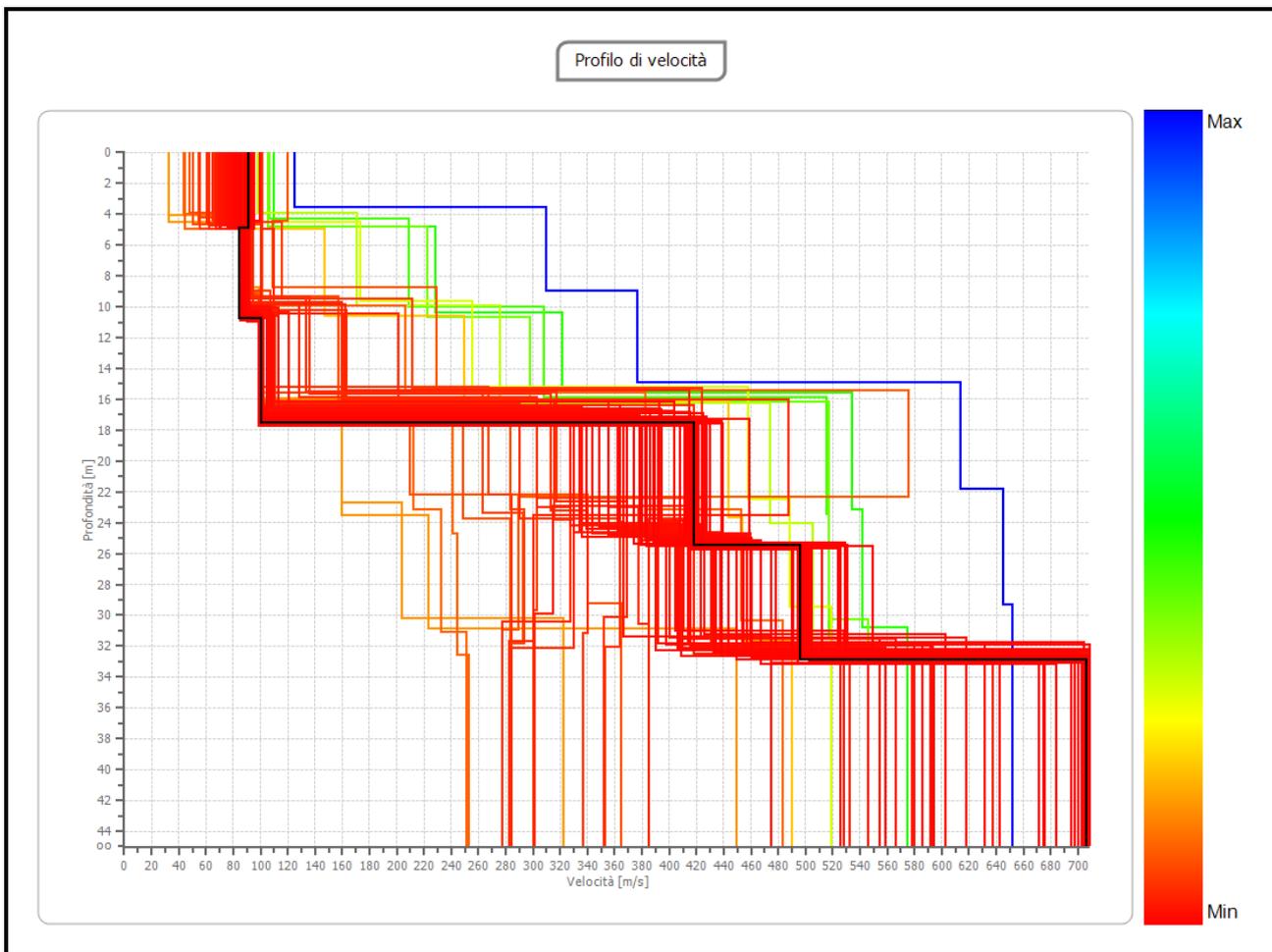


Inversione



n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso saturo per unità di volume [kg/mc]	Poisson	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		4.89	4.89	1800.0	0.20	148.1	90.7
2		10.80	5.91	1800.0	0.20	137.4	84.1
3		17.53	6.74	1800.0	0.20	163.3	100.0
4		25.49	7.96	1800.0	0.20	683.3	418.4
5		32.87	7.38	1800.0	0.20	809.9	496.0
6		oo	oo	1800.0	0.20	1152.8	706.0

Risultato:



➤ $V_s, eq = 136,59 \text{ m/s}$

Suolo di tipo D: Depositi di terreno a grana grossa scarsamente addensati o 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 m/s e 180 m/s.



Foto 1: stendimento