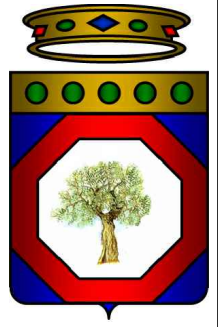


Comune di : SANT'AGATA di PUGLIA

Provincia di : FOGGIA

Regione : PUGLIA



PROPONENTE



S2SE TRE srl
Via di Selva Candida, 452 - 00166 ROMA (RM)

OPERA

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE AGRIVOLTAICA DI POTENZA NOMINALE PARI A 59.347,44 kWp CON SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE RTN

"SOLARE SANT'AGATA DI PUGLIA - S2S"

OGGETTO

TITOLO ELABORATO :

RELAZIONE GEOTECNICA

DATA : 27 novembre 2023

N°/CODICE ELABORATO :

SCALA : ---

Tipologia : REL (RELAZIONI)

REL 007

I TECNICI

PROGETTISTI:



S2S ENERGY s.r.l.
Via di Selva Candida, 452
00166 ROMA
Ing. Fernando Sonnino
Project Manager

TIMBRI E FIRME:



00	202202436	Emissione per Progetto Definitivo - Istanza di VIA e AU	S2SE TRE srl	Ing. Fernando Sonnino	Ing. Fernando Sonnino
N° REVISIONE	Cod. STMG	OGGETTO DELLA REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE

Proprietà e diritto del presente documento sono riservati - la riproduzione è vietata

1 Sommario

1	PREMESSA	2
2	INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	3
2.1	RILIEVO TOPOGRAFICO DEI PUNTI DI INDAGINE.....	3
2.2	INDAGINI SISMICHE.....	3
2.2.1	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA E ACQUISIZIONE	3
2.2.2	INDAGINI DI SISMICA A RIFRAZIONE: METODOLOGIA ED ACQUISIZIONE	4
2.2.3	INDAGINE MASW: METODOLOGIA ED ACQUISIZIONE	5
2.2.4	PROCESSING E RISULTATI DELL'INDAGINE MASW	7
2.2.5	INDAGINI PENETROMETRICHE	15
3	CARATTERI LITOSTRATIGRAFICI.....	40

1 PREMESSA

La presente Relazione geotecnica accompagna il progetto avente per la realizzazione di un impianto agrivoltaico alimentato da fonte solare, che sarà installato a terra su terreni agricoli situati in agro del comune di Sant'Agata di Puglia (FG).

L'impianto agrivoltaico denominato "SOLARE SANT'AGATA DI PUGLIA – S2S" verrà realizzato su due Lotti in un terreno agricolo di circa 130 ha, su strutture ad inseguimento solare monoassiali del tipo "2-in-portrait" (tracker), con una potenza nominale installata di 59.347,44 kWp e con una potenza in immissione pari a 57.050 kW.

Lo studio si è svolto in ottemperanza al D.M. del 11/03/1988, all'ordinanza del presidente del consiglio dei Ministri n°3274 del 20/03/2003 e alle disposizioni dettate dal nuovo Norme Tecniche sulle Costruzioni D.M. del 17/01/2018 al fine di ricostruire un modello geotecnico atto a fornire i caratteri stratigrafici, litologici del sito.

L'area interessata dall'intervento di progetto ed i territori ad essa circostanti, sono caratterizzati da una morfologia molto blanda.


Essa è inserita nelle aree a Pericolosità Geomorfologica (PG1) Media e Moderata.

I dati riportati nella presente relazione derivano dal rilevamento geologico effettuato sull'area di progetto e da indagini specifiche sia di tipo diretto che di tipo indiretto.

2 INDAGINI GEOGNOSTICHE

2.1 RILIEVO TOPOGRAFICO DEI PUNTI DI INDAGINE

Il rilievo dei punti di indagine è stato effettuato mediante sistema GPS RTK Geomax Zenith06 avente le seguenti caratteristiche tecniche.

	SPECIFICHE DEL RICEVITORE		INTERFACCE	
	Motore di misurazione	u-Blox, 184 canali, doppia frequenza, multi-costellazione	Tastiera	Pulsante On/off
	Tracciamento GPS	L1 C/A, L2C	Indicatori di stato LED	Bluetooth, RTK, posizione, batteria
	Tracciamento GLONASS	L1OF, L2OF	SPECIFICHE FISICHE	
	Tracciamento Galileo	E1 B/C, ESb	Dimensioni	139 mm x 80,6 mm x 30,6 mm
	Tracciamento BeiDou	B1I, B2I	Peso	340 g
	Tracciamento QZSS	L1 C/A, L2C	Temperatura operativa	Da -40 °C a +65°C
	Frequenza di posizionamento	10 Hz	Protezione ambientale	IP67 resistente all'acqua e alla polvere
	PRECISIONE E PRESTAZIONI DEL RICEVITORE *		Umidità	Condensa rara e lieve. ISO 9022-12-04 (+65°C, 92%, 62h)
	RTK	Hz 2 cm + 1 ppm V: 3 cm + 1 ppm	Vibrazioni	Resistente alle forti vibrazioni. ISO 9022-36-03-0
Statica	Hz 2 cm + 1 ppm V: 3 cm + 1 ppm	Urti	Resistente a cadute di 1,2 m su superfici dure	
Inizializzazione del GNSS	Avvio a freddo: 24 s Requisizione: 2 s	ALIMENTAZIONE		
COMUNICAZIONE		Batteria interna	ioni di litio 3,8 V / 6,12 Ah	
Modem 4G LTE	Disponibile sui controller Zenius	Autonomia	> 20 h	
Bluetooth®	BT4.2 LE	* La precisione, l'accuratezza e l'affidabilità di misurazione nonché il tempo di inizializzazione dipendono da vari fattori tra cui il numero di satelliti, il tempo di osservazione, le condizioni atmosferiche, il multipath, ecc. Le cifre riportate presuppongono condizioni normali o favorevoli. Una costellazione completa BeiDou e Galileo aumenterà ulteriormente le prestazioni e l'accuratezza delle misurazioni.		
Porta di comunicazione	USB di tipo C			
Protocolli dati RTK	RTCM 3.0, RTCM 3.1, RTCM 3.2, RTCM 3.3, RTCM MSM			

2.2 INDAGINI SISMICHE

Lo scopo delle indagini effettuate è la caratterizzazione dinamica del sottosuolo nelle prime decine di metri con l'individuazione delle principali unità geofisiche e delle relative proprietà meccaniche elastiche, quali velocità delle onde longitudinali P (VP) e velocità delle onde trasversali S (VS).

Sulla base dei valori di VS e del modulo di taglio (G) sarà possibile valutare la rigidità del suolo e fornire delle prime indicazioni sul comportamento dinamico della parte superficiale del sottosuolo, in applicazione alla normativa nazionale e regionale.

Per la ricostruzione del modello geofisico del sito sono state eseguite due indagini di sismica superficiale con il metodo di analisi spettrale delle onde di superficie (Rayleigh) con tecnica MASW ed un'indagine con tecnica a Rifrazione in onde P.

2.2.1 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA E ACQUISIZIONE

L'attrezzatura e la strumentazione utilizzata è costituita da:

- un sistema di energizzazione per le onde P: la sorgente è costituita da una mazza del peso di 5 Kg battente verticalmente su piastra circolare in acciaio del diametro di 25 cm posta direttamente sul p.c. per la generazione prevalentemente di onde P.

- un sistema di ricezione: costituito da 24 geofoni verticali monocomponente del tipo elettromagnetico a bobina mobile a massa sospesa con frequenza propria 4.5 Hz ovvero dei trasduttori di velocità in grado di tradurre in segnale elettrico la velocità con cui il suolo si sposta al passaggio delle onde sismiche prodotte da una specifica sorgente.
- Sistema di acquisizione PASI 16S24U + notebook.

2.2.2 INDAGINI DI SISMICA A RIFRAZIONE: METODOLOGIA ED ACQUISIZIONE

Il metodo sismico a rifrazione si basa sul concetto della bi-rifrazione delle onde elastiche a seguito del fronte d'onda conico. Data una sorgente di onde elastiche e uno stendimento di geofoni lungo un profilo giungeranno in superficie ai geofoni onde dirette, onde riflesse ed onde coniche o birifratte (head wave): le onde analizzate sono quelle birifratte, cioè quelle che giungono sulla superficie di separazione con un angolo d'incidenza critico (secondo la legge di Snell) e che quindi vengono rifratte con un angolo di 90° propagandosi parallelamente alla superficie rifrangente e venendo nuovamente rifratte verso la superficie con lo stesso angolo di incidenza.

I contrasti di proprietà possono essere legati a cause stratigrafiche, strutturali, idrogeologiche; il modello interpretativo del mezzo investigato è di tipo elastico, omogeneo, continuo ed isotropo, mentre la profondità totale di indagine è legata alla lunghezza dello stendimento di ricevitori.

L'interpretazione dei segnali rilevati e la conseguente stima del profilo di velocità delle onde P è articolata nelle seguenti fasi fondamentali:

- Individuazione dei primi arrivi attraverso l'osservazione dei sismogrammi e l'operazione di picking, previa elaborazione dei segnali ed operazioni di filtraggio anche consecutivo con diverse tipologie di filtro digitale;
- Ricostruzione delle dromocrone in P e scelta del modello di sottosuolo da utilizzare nell'interpretazione;
- Linearizzazione delle dromocrone e calcolo delle velocità di propagazione delle onde elastiche analizzate e dei relativi tempi di intercetta;
- Ricostruzione del modello del sottosuolo con calcolo della profondità di ciascun strato omogeneo, continuo ed isotropo tramite il metodo del tempo di intercetta applicabile a ciascun punto di scoppio (metodo a griglia shot-point); questo metodo è applicabile in situazioni litostratigrafiche approssimabili a modelli stratificati a strati piani orizzontali e/o inclinati.

I dati acquisiti, con gli opportuni stacking, sono stati elaborati con il Software Front End della Geogiga ed interpretati con il software Rayfract della Intelligent Resources Inc.

Le indagini sono state eseguite con le configurazioni riportate nella seguente tabella:

Sismica a rifrazione				
Stendimento	numero geofoni	distanza intergeofonica (m)	distanza end-shot (m)	numero minimo energizzazioni
Base Sismica 1	24	2.00	± 2.00	5
Base Sismica 2	24	2.00	± 2.00	5
Base Sismica 3	24	2.00	± 2.00	5
Base Sismica 4	24	2.00	± 2.00	5

L'ubicazione degli stendimenti sismici ed i risultati delle elaborazioni sono riportati in allegato.

2.2.3 INDAGINE MASW: METODOLOGIA ED ACQUISIZIONE

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio VS, sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive (fenomeno della dispersione geometrica), cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

Il metodo di indagine MASW utilizzato è di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del suolo (tramite energizzazione con mazza battente parallelamente all'array) e misurate da uno stendimento lineare di sensori. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5-10Hz e 70-100Hz, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del suolo, generalmente compresa nei primi 30m-50m, in funzione della rigidità del suolo e delle caratteristiche della sorgente.

I fondamenti teorici del metodo MASW fanno riferimento ad un semispazio stratificato con strati paralleli e orizzontali, quindi una limitazione alla sua applicabilità potrebbe essere rappresentata dalla presenza di pendenze significative superiori a 20°, sia della topografia sia delle diverse discontinuità elastiche.

La metodologia utilizzata consiste in tre fasi:

- calcolo della curva di dispersione sperimentale dal campo di moto acquisito nel dominio spazio-tempo lungo lo stendimento, energizzando alternativamente ai due estremi dello stendimento;
- calcolo della curva di dispersione apparente numerica mediante il metodo Roma (2001)
- calcolo della curva di dispersione effettiva numerica mediante il metodo Lai-Rix (1998)
- individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali VSV, modificando opportunamente lo spessore h , le velocità delle onde di taglio VSV e di compressione VP (o in alternativa il coefficiente di Poisson ν), la densità di massa ρ degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato;

L'affidabilità del profilo di velocità VS trovato durante il processo di inversione è valutata tramite la definizione dell'errore relativo tra le due curve.

L'elaborazione è stata eseguita tramite il software WINMASW della Eliosoft.

Sulla base di valutazioni incrociate sull'attendibilità dei risultati ottenuti dalle ricostruzioni sismiche è possibile scegliere il modello ritenuto più conforme alla situazione litostratigrafica presente

nell'area e di cui è sempre preferibile avere a disposizione informazioni dirette di tipo geologico, geotecnico e/o idrogeologico.

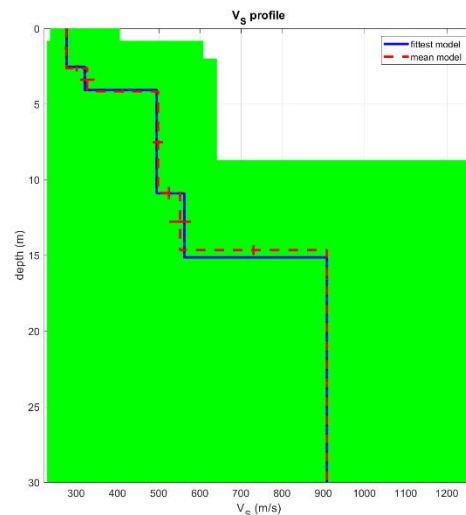
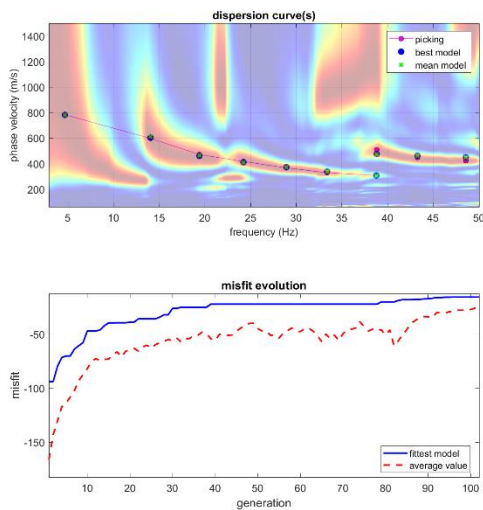
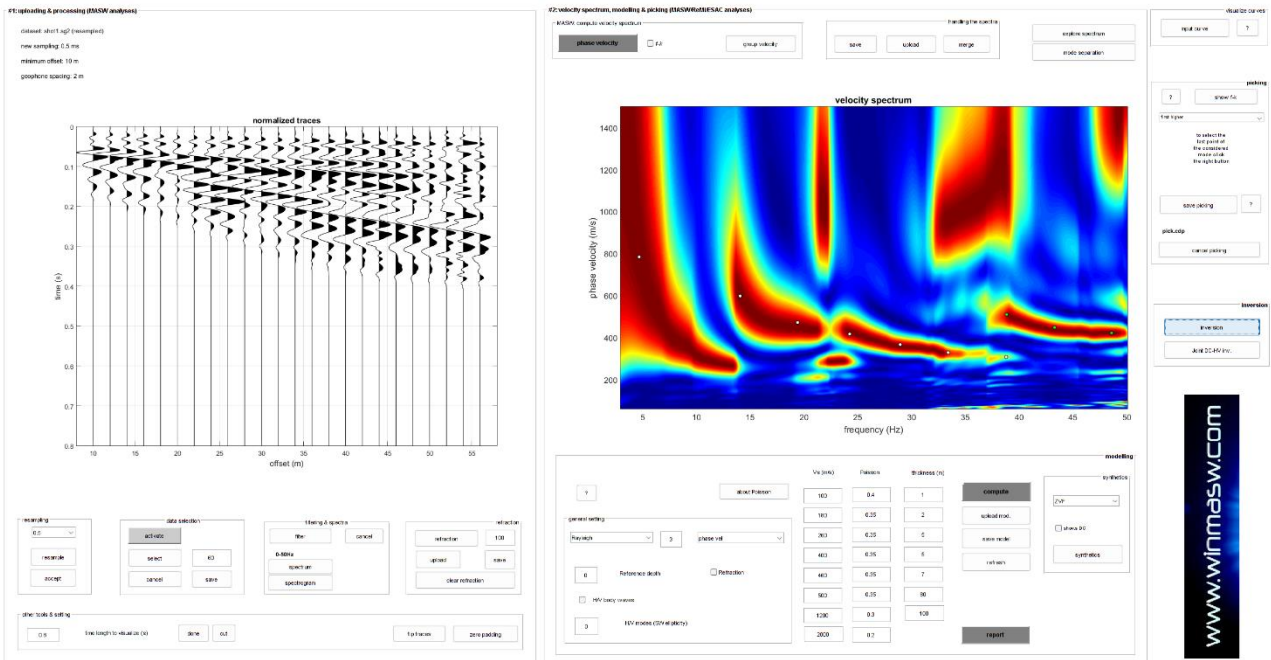
In funzione del modello scelto viene individuato l'insieme di situazioni monodimensionali in grado di rappresentare l'area di studio: tali modelli sono utilizzabili ai fini di valutazioni semiquantitative della risposta sismica locale, ricordando che gli andamenti dei rifrattori individuati possono non essere coincidenti con quelli reali in quanto valutati tramite un solo stendimento lineare; al fine di individuare le reali geometrie dei sismostrati sarebbe necessario eseguire più stendimenti disposti tra loro ortogonalmente.

Le indagini sono state eseguite con le configurazioni riportate nella seguente tabella:

Sismica MASW			
Stendimento	numero geofoni	distanza intergeofonica (m)	Shot offset (m)
Base Sismica 1	24	2.00	10.00
Base Sismica 2	24	2.00	5.00
Base Sismica 3	24	2.00	5.00
Base Sismica 4	24	2.00	5.00

2.2.4 PROCESSING E RISULTATI DELL'INDAGINE MASW

Base Sismica 1



dataset: shot1.sg2
 dispersion curve: pick.cdip
 Vs30 & VsE (best model): 580 428 m/s
 Vs30 & VsE (mean model): 583 424 m/s

half-space

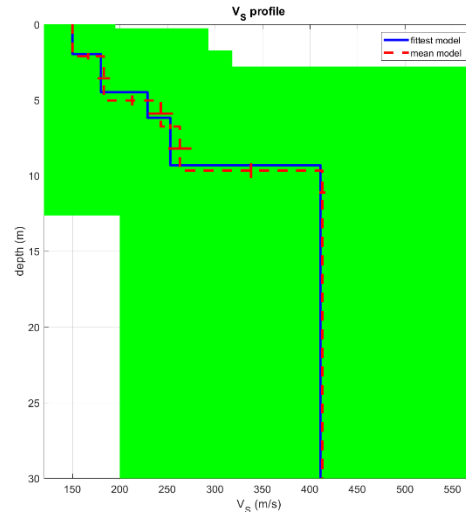
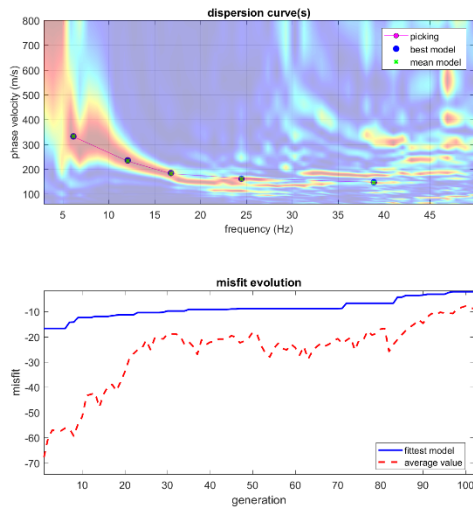
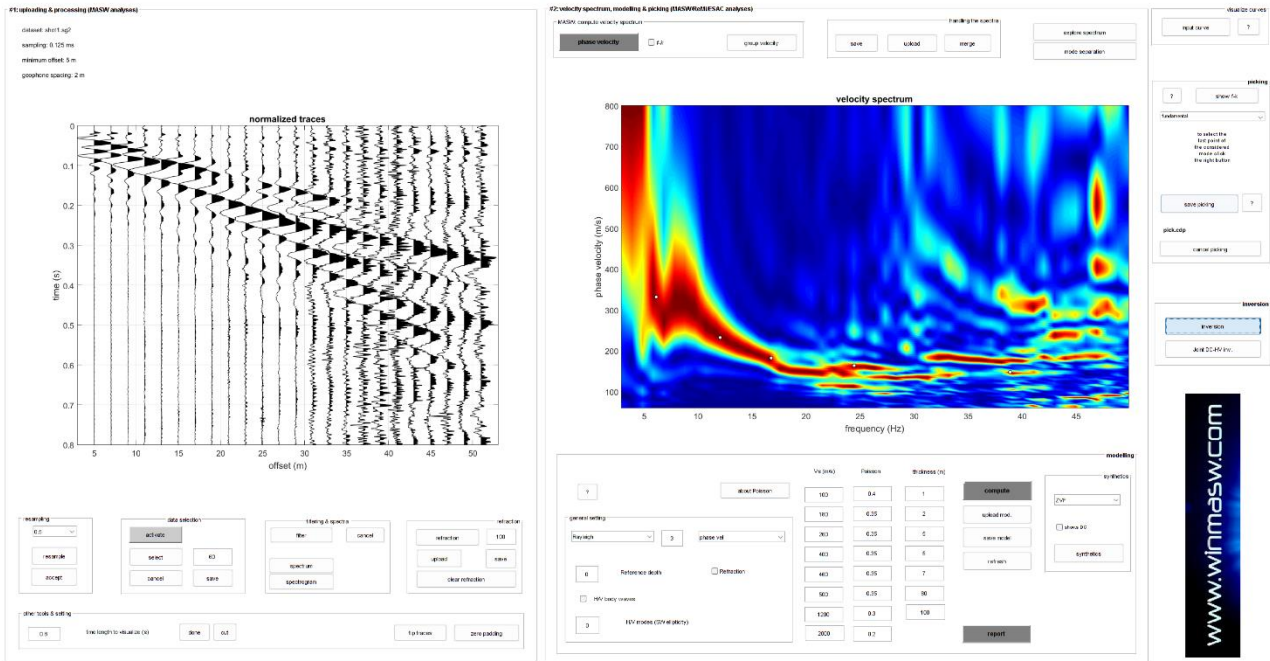
www.winmasw.com

VSEq (m/s)= 428



Figura 1 - Stendimento Sismico 1

Base Sismica 2



dataset: shot1.sg2
 dispersion curve: pick.cdp
 Vs30 & VsE (best model): 309 309 m/s
 Vs30 & VsE (mean model): 308 308 m/s



VSeq (m/s)= 308

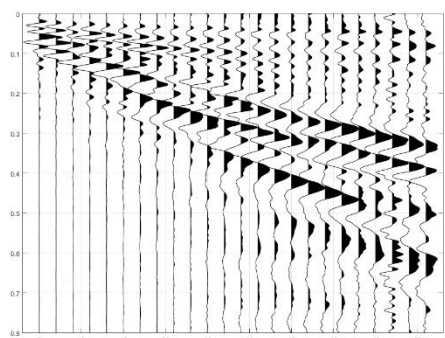


Figura 2 - Stendimento Sismico 2

Base Sismica 3

#1: updating & processing (EMSW analysis)

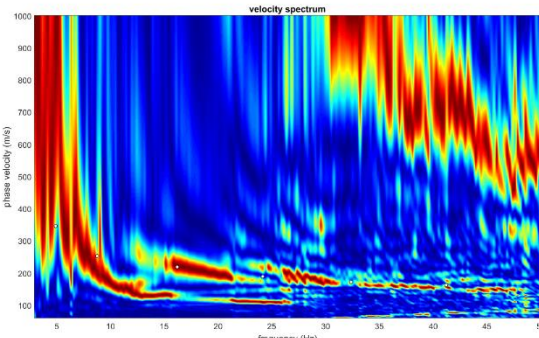
dataset: Agata3003.sg2
 sampling: 0.5 ms
 minimum offset: 5 m
 geophone casing: 2 m



retaining: 0.5
 data selection: auto auto
 picking: 0.5
 other tools & settings: 0.5

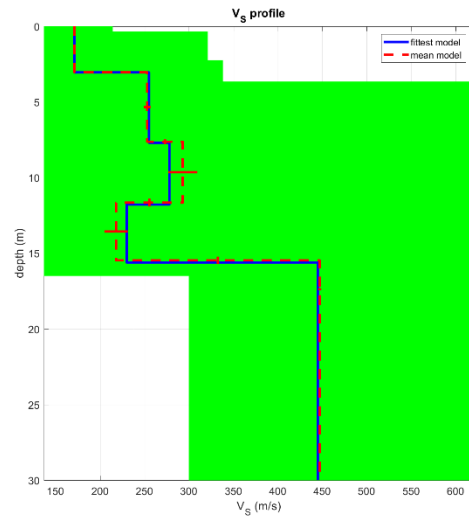
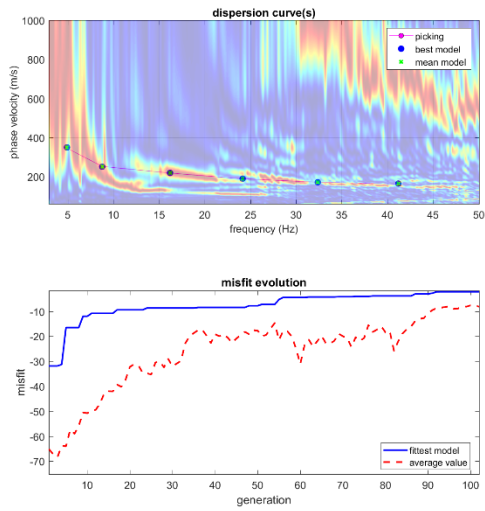
#2: velocity spectrum, modeling & picking (EMSW/WinMASW analysis)

phase velocity: fit



Vs (m/s)	Phase	Stress (%)
100	0.4	1
150	0.25	2
200	0.25	5
400	0.35	6
400	0.35	7
500	0.35	10
1300	0.3	100
2000	0.7	

modeling: 1
 Vs30 & VsE: 301 m/s



www.winmasw.com

dataset: Agata3003.sg2
 dispersion curve: pick.cdp
 Vs30 & VsE (best model): 301 301 m/s
 Vs30 & VsE (mean model): 301 301 m/s

VSeq (m/s)= 301

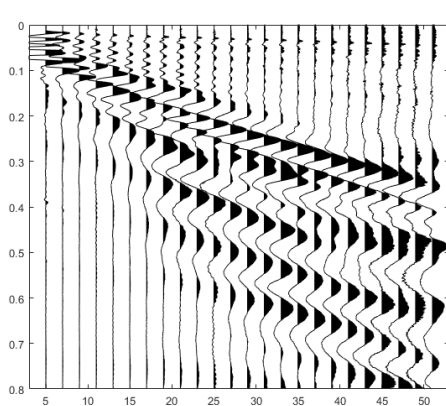


Figura 3 - Stendimento Sismico 3

Base Sismica 4

#1: uploading & processing (MASW analyses)

dataset: Agata4002.sg2
 sampling: 0.5 ms
 minimum offset: 5 m
 geophone spacing: 2 m

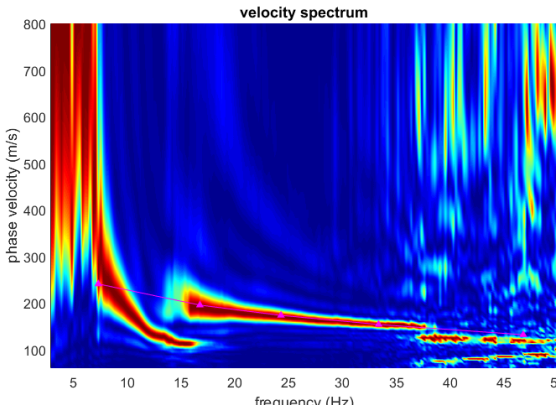


resampling: 0.5, data selection: activate, filter, spectrum, spectrogram, refraction: 100, other tools & setting: 0.8, time length to visualize (s), done, cut, flip traces, zero padding

#2: velocity spectrum, modelling & picking (MASWReMESAC analyses)

MASW compute velocity spectrum: phase velocity, f-k, group velocity

handling the spectra: save, upload, merge, explore spectrum, mode separation



velocity spectrum: phase velocity (m/s) vs frequency (Hz)

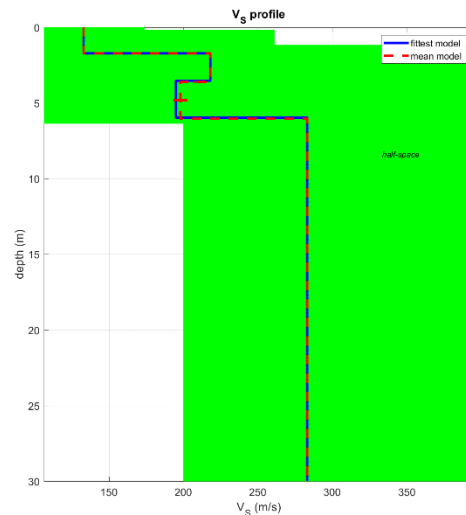
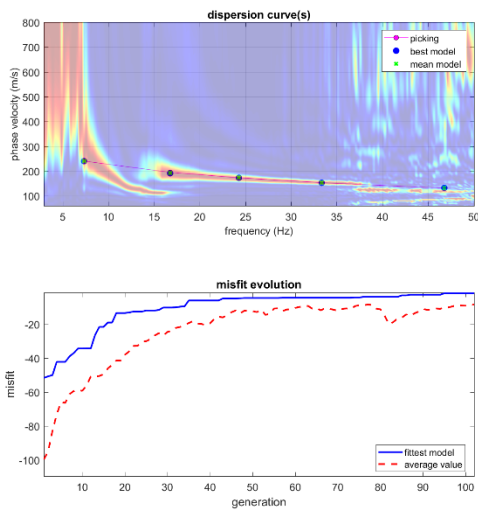
modelling: V_s (m/s), Poisson, thickness (m), compute, report, general setting, Rayleigh, Reference depth, HV body waves, HV modes (SW ellipticity), synthetics, ZVF, shows DC

visualize curves: input curve

picking: select mode, save picking, cancel picking

inversion: inversion, Joint DC-HV inv.

www.winmasw.com



dataset: Agata4002.sg2
 dispersion curve: pick.cdp
 Vs30 & VsE (best model): 253 253 m/s
 Vs30 & VsE (mean model): 253 253 m/s



VSeq (m/s)= 253



Figura 4 - Stendimento Sismico 4

2.2.5 INDAGINI PENETROMETRICHE

Sulle aree interessate dal progetto sono state eseguite 4 prove penetrometriche con Penetrometro Superpesante (DPSH) fino alla profondità di circa 10 metri dal piano campagna.

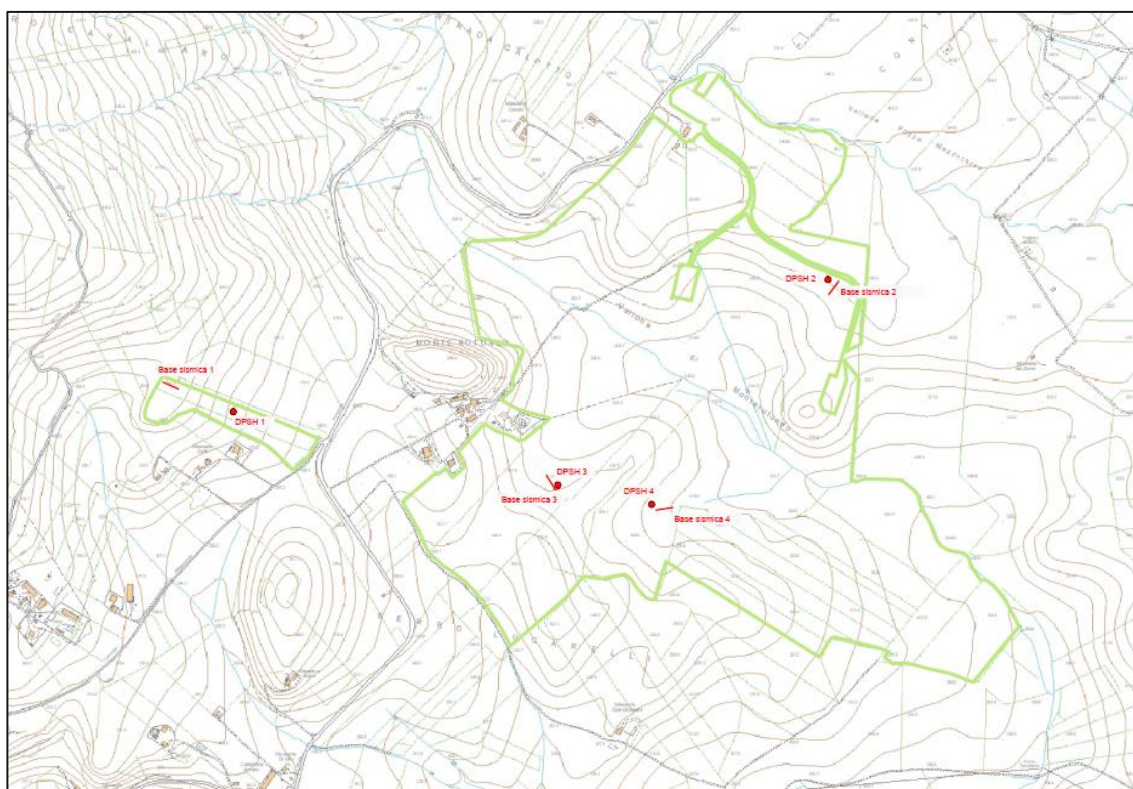


Figura 5 - Ubicazione delle indagini

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,504
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

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 riportare 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 Olandese

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

- 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.

Calcolo di (N₁)₆₀

(N₁)₆₀ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = C_N \times N_{60} \text{ con } C_N = \sqrt{(Pa/\sigma'_{v0})} \quad C_N < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \times (ER/60) \times C_s \times C_f \times C_d$$

ER/60: Rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.

C_s: Parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).

C_d: Funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).

C_f: Parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

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.

Distribuzione normale R.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove s_{Nspt} è la deviazione standard di N_{spt}

Distribuzione normale R.N.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{spt} distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{Nspt}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

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 immorsamento $d = 1$ 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) $\square > 5$ 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 D_r %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (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 NATIONALE 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 D_r 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 D_r % 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 D_r % 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
- Buismann-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

- Terzaghi-Peck 1948-1967

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 σ_d 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 Vs (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 $N_{spt} < 8$, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). *Cu 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 Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille** e **limi argillosi** con $N_c=20$ e $Q_c/N_{spt}=2$.
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata Cu (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 medio-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

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

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.

PROVA Nr.1

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 16/11/2023
 Profondità prova 10,20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	3	0,855	2,44	2,86	122,17	142,95
0,40	5	0,851	4,05	4,76	202,69	238,25
0,60	5	0,847	4,04	4,76	201,80	238,25
0,80	5	0,843	4,02	4,76	200,92	238,25
1,00	5	0,840	3,70	4,41	185,08	220,40
1,20	6	0,836	4,42	5,29	221,18	264,48
1,40	4	0,833	2,94	3,53	146,85	176,32
1,60	4	0,830	2,93	3,53	146,27	176,32
1,80	4	0,826	2,91	3,53	145,70	176,32
2,00	5	0,823	3,38	4,10	168,79	205,04
2,20	4	0,820	2,69	3,28	134,53	164,03
2,40	5	0,817	3,35	4,10	167,55	205,04
2,60	5	0,814	3,34	4,10	166,95	205,04
2,80	5	0,811	3,33	4,10	166,37	205,04
3,00	7	0,809	4,34	5,37	217,01	268,36
3,20	7	0,806	4,33	5,37	216,30	268,36
3,40	5	0,803	3,08	3,83	154,00	191,68
3,60	5	0,801	3,07	3,83	153,51	191,68
3,80	6	0,798	3,67	4,60	183,65	230,02
4,00	5	0,796	2,87	3,60	143,25	179,96
4,20	6	0,794	3,43	4,32	171,40	215,95
4,40	6	0,791	3,42	4,32	170,91	215,95
4,60	7	0,789	3,98	5,04	198,84	251,94
4,80	7	0,787	3,97	5,04	198,30	251,94
5,00	7	0,785	3,73	4,75	186,38	237,42
5,20	7	0,783	3,72	4,75	185,90	237,42
5,40	7	0,781	3,71	4,75	185,44	237,42
5,60	9	0,779	4,76	6,11	237,83	305,25
5,80	7	0,777	3,69	4,75	184,54	237,42
6,00	7	0,775	3,48	4,49	174,08	224,48
6,20	11	0,774	5,46	7,06	272,93	352,76
6,40	15	0,722	6,95	9,62	347,31	481,03
6,60	17	0,720	7,85	10,90	392,72	545,17
6,80	10	0,769	4,93	6,41	246,53	320,69
7,00	8	0,767	3,73	4,87	186,65	243,29
7,20	8	0,766	3,73	4,87	186,27	243,29
7,40	9	0,764	4,18	5,47	209,15	273,70
7,60	9	0,763	4,18	5,47	208,75	273,70
7,80	8	0,761	3,70	4,87	185,21	243,29
8,00	7	0,760	3,08	4,05	153,82	202,42
8,20	9	0,759	3,95	5,21	197,42	260,25
8,40	9	0,757	3,94	5,21	197,08	260,25
8,60	5	0,756	2,19	2,89	109,30	144,58
8,80	6	0,755	2,62	3,47	130,94	173,50
9,00	7	0,753	2,91	3,86	145,38	192,94
9,20	7	0,752	2,90	3,86	145,14	192,94
9,40	7	0,751	2,90	3,86	144,92	192,94
9,60	9	0,750	3,72	4,96	186,03	248,06

9,80	10	0,749	4,13	5,51	206,39	275,62
10,00	9	0,748	3,54	4,74	177,18	236,96
10,20	9	0,747	3,54	4,74	176,92	236,96

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt
0,2	3	2,86	Incoerente - coesivo	16,97	18,34	1,7	1,5	4,51
6	5,76	4,45	Incoerente - coesivo	18,83	20,69	58,0	1,5	8,66
6,8	13,25	8,5	Incoerente - coesivo	20,59	22,65	120,84	1,5	19,93
10,2	8	4,58	Incoerente - coesivo	19,81	21,77	162,76	1,5	12,03

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1
TERRENI COESIVI
Coesione non drenata (KPa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman	De Beer
[1] -	4,51	0,20	27,65	55,31	24,52	17,95	42,95	85,81	40,01	75,41	22,16	76,59	55,31
[2] -	8,66	6,00	57,37	106,11	49,03	34,13	83,16	133,47	75,61	106,99	42,46	71,00	106,11
[3] -	19,93	6,80	131,90	244,28	98,07	75,71	193,39	254,97	165,83	203,49	97,77	248,99	244,28
[4] -	12,03	10,20	79,63	147,49	49,03	46,88	116,01	137,39	103,56	134,16	58,94	66,29	147,49

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	4,51	0,20	Robertson (1983)	0,88
[2] -	8,66	6,00	Robertson (1983)	1,70
[3] -	19,93	6,80	Robertson (1983)	3,91
[4] -	12,03	10,20	Robertson (1983)	2,36

Modulo Edometrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	4,51	0,20	2,03	6,63	4,69	5,53
[2] -	8,66	6,00	3,90	--	8,84	10,62
[3] -	19,93	6,80	8,97	--	20,11	19,54
[4] -	12,03	10,20	5,41	--	12,21	11,80

Modulo di Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	4,51	0,20	3,09	4,42
[2] -	8,66	6,00	7,77	8,49
[3] -	19,93	6,80	20,48	19,54
[4] -	12,03	10,20	11,57	11,80

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	4,51	0,20	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] -	8,66	6,00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[3] -	19,93	6,80	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

[4] -	12,03	10,20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
-------	-------	-------	---------------	-------------

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
[1] -	4,51	0,20	Meyerhof ed altri	16,97
[2] -	8,66	6,00	Meyerhof ed altri	18,83
[3] -	19,93	6,80	Meyerhof ed altri	20,59
[4] -	12,03	10,20	Meyerhof ed altri	19,81

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
[1] -	4,51	0,20	Meyerhof ed altri	18,34
[2] -	8,66	6,00	Meyerhof ed altri	20,69
[3] -	19,93	6,80	Meyerhof ed altri	22,65
[4] -	12,03	10,20	Meyerhof ed altri	21,77

TERRENI INCOERENTI
Densità relativa

	Intestazione NSPTS	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	4,51	0,20	24,7	52,66	100	19,52
[2] -	8,66	6,00	27,13	54,38	55,12	29,95
[3] -	19,93	6,80	36,14	67,44	67,73	51,13
[4] -	12,03	10,20	22,18	47,42	49,22	37,3

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof of 1956	Meyerhof of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof of (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	4,51	0,20	4,51	28,29	21,29	29,26	36,25	31,46	0	<30	23,22	28,35	32,08	24,5
[2] -	8,66	6,00	8,66	29,47	22,47	30,42	29,64	33,15	0	<30	26,4	29,6	35,6	28,16
[3] -	19,93	6,80	19,93	32,69	25,69	33,58	29,39	37,05	37,44	30-32	32,29	32,98	40,44	34,96
[4] -	12,03	10,20	12,03	30,44	23,44	31,37	27,93	34,42	34,64	30-32	28,43	30,61	34,41	30,51

Modulo di Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	4,51	0,20	4,51	---	3,54	---	---	---
[2] -	8,66	6,00	8,66	---	6,79	10,09	---	---
[3] -	19,93	6,80	19,93	31,25	15,64	23,13	32,31	17,13
[4] -	12,03	10,20	12,03	24,28	9,44	13,99	26,50	13,25

Modulo Edometrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	4,51	0,20	4,51	---	3,60	3,14	5,70
[2] -	8,66	6,00	8,66	---	4,44	6,03	7,51
[3] -	19,93	6,80	19,93	11,73	6,71	13,88	12,44
[4] -	12,03	10,20	12,03	7,08	5,12	8,38	8,99

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	4,51	0,20	4,51	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] -	8,66	6,00	8,66	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

[3] -	19,93	6,80	19,93	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] -	12,03	10,20	12,03	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m ³)
[1] -	4,51	0,20	4,51	Meyerhof ed altri	14,91
[2] -	8,66	6,00	8,66	Meyerhof ed altri	16,48
[3] -	19,93	6,80	19,93	Meyerhof ed altri	19,52
[4] -	12,03	10,20	12,03	Meyerhof ed altri	17,65

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m ³)
[1] -	4,51	0,20	4,51	Terzaghi-Peck 1948- 1967	18,44
[2] -	8,66	6,00	8,66	Terzaghi-Peck 1948- 1967	18,73
[3] -	19,93	6,80	19,93	Terzaghi-Peck 1948- 1967	23,44
[4] -	12,03	10,20	12,03	Terzaghi-Peck 1948- 1967	18,93

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	4,51	0,20	4,51	(A.G.I.)	0,34
[2] -	8,66	6,00	8,66	(A.G.I.)	0,34
[3] -	19,93	6,80	19,93	(A.G.I.)	0,32
[4] -	12,03	10,20	12,03	(A.G.I.)	0,33

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	4,51	0,20	4,51	26,26	30,77
[2] -	8,66	6,00	8,66	48,50	45,84
[3] -	19,93	6,80	19,93	106,16	76,28
[4] -	12,03	10,20	12,03	66,05	56,04

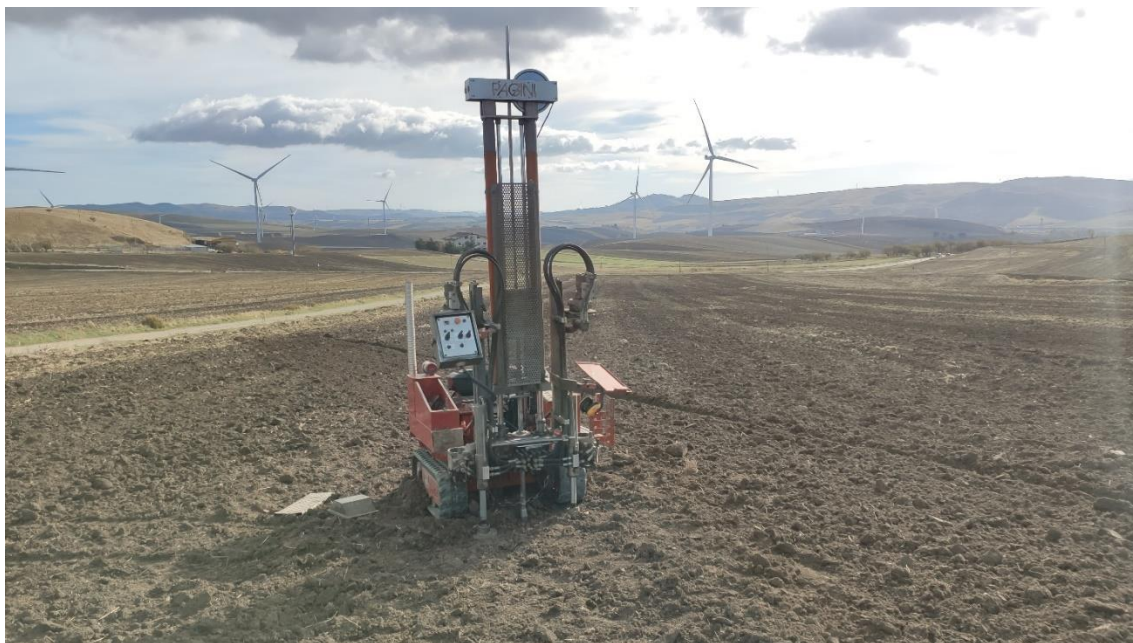


Figura 6 - Esecuzione della Prova penetrometrica DPHS 1

PROVA Nr.2

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 16/11/2023
 Profondità prova 10,20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	3	0,855	2,44	2,86	122,17	142,95
0,40	4	0,851	3,24	3,81	162,16	190,60
0,60	7	0,847	5,65	6,67	282,52	333,55
0,80	6	0,843	4,82	5,72	241,11	285,90
1,00	6	0,840	4,44	5,29	222,10	264,48
1,20	11	0,836	8,11	9,70	405,49	484,88
1,40	21	0,733	13,57	18,51	678,40	925,68
1,60	23	0,730	14,79	20,28	739,65	1013,84
1,80	6	0,826	4,37	5,29	218,55	264,48
2,00	4	0,823	2,70	3,28	135,03	164,03
2,20	4	0,820	2,69	3,28	134,53	164,03
2,40	6	0,817	4,02	4,92	201,06	246,05
2,60	7	0,814	4,67	5,74	233,73	287,06
2,80	6	0,811	3,99	4,92	199,65	246,05
3,00	7	0,809	4,34	5,37	217,01	268,36
3,20	7	0,806	4,33	5,37	216,30	268,36
3,40	7	0,803	4,31	5,37	215,60	268,36
3,60	7	0,801	4,30	5,37	214,92	268,36
3,80	6	0,798	3,67	4,60	183,65	230,02
4,00	7	0,796	4,01	5,04	200,55	251,94
4,20	6	0,794	3,43	4,32	171,40	215,95
4,40	7	0,791	3,99	5,04	199,40	251,94
4,60	6	0,789	3,41	4,32	170,44	215,95
4,80	10	0,787	5,67	7,20	283,29	359,92
5,00	11	0,785	5,86	7,46	292,88	373,09
5,20	12	0,783	6,37	8,14	318,69	407,01
5,40	11	0,781	5,83	7,46	291,40	373,09
5,60	11	0,779	5,81	7,46	290,69	373,09
5,80	11	0,777	5,80	7,46	289,99	373,09
6,00	12	0,775	5,97	7,70	298,42	384,82
6,20	14	0,724	6,50	8,98	324,92	448,96
6,40	15	0,722	6,95	9,62	347,31	481,03
6,60	15	0,720	6,93	9,62	346,51	481,03
6,80	12	0,769	5,92	7,70	295,83	384,82
7,00	12	0,767	5,60	7,30	279,97	364,94
7,20	11	0,766	5,12	6,69	256,13	334,52
7,40	14	0,714	6,08	8,52	304,06	425,76
7,60	15	0,713	6,50	9,12	325,11	456,17
7,80	16	0,711	6,92	9,73	346,10	486,58
8,00	16	0,710	6,57	9,25	328,45	462,67
8,20	16	0,709	6,56	9,25	327,83	462,67
8,40	16	0,707	6,54	9,25	327,22	462,67
8,60	17	0,706	6,94	9,83	347,05	491,59
8,80	16	0,705	6,52	9,25	326,05	462,67
9,00	18	0,703	6,98	9,92	349,02	496,12
9,20	22	0,652	7,91	12,13	395,53	606,37
9,40	23	0,651	8,26	12,68	412,76	633,94
9,60	20	0,700	7,72	11,02	385,85	551,25
9,80	19	0,699	7,32	10,47	365,96	523,69
10,00	19	0,698	6,98	10,01	349,03	500,25
10,20	23	0,647	7,83	12,11	391,56	605,57

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Peso unità di volume (KN/m ³)	Peso unità di volume saturo (KN/m ³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt
0,4	3,5	3,34	Incoerente - coesivo	17,36	18,44	3,47	1,5	5,26
1	6,33	5,89	Incoerente - coesivo	19,12	20,99	12,68	1,5	9,52
1,6	18,33	16,16	Incoerente - coesivo	20,89	22,56	24,68	1,5	27,57
4,6	6,2	4,81	Incoerente - coesivo	19,12	20,99	59,63	1,5	9,32
9	13,68	8,5	Incoerente - coesivo	20,59	20,69	133,61	1,5	20,57
10,2	21	11,4	Incoerente - coesivo	21,48	23,73	191,79	1,5	31,58

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2
TERRENI COESIVI
Coesione non drenata (KPa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman n	De Beer
[1] -	5,26	0,40	32,26	64,53	24,52	20,99	50,21	100,22	46,58	81,00	25,79	87,18	64,53
[2] -	9,52	1,00	63,06	116,70	49,03	37,36	91,59	176,72	82,77	113,86	46,68	153,08	116,70
[3] -	27,57	1,60	182,50	337,94	98,07	102,19	268,60	484,84	221,73	277,82	135,14	458,95	337,94
[4] -	9,32	4,60	61,68	114,25	49,03	36,68	89,63	144,26	81,10	112,19	45,70	100,42	114,25
[5] -	20,57	9,00	136,12	252,13	98,07	78,06	199,66	254,97	170,64	209,37	100,81	227,81	252,13
[6] -	31,58	10,20	209,08	387,07	0,00	115,52	308,12	341,96	249,38	319,70	154,85	396,48	387,07

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	5,26	0,40	Robertson (1983)	1,03
[2] -	9,52	1,00	Robertson (1983)	1,87
[3] -	27,57	1,60	Robertson (1983)	5,41
[4] -	9,32	4,60	Robertson (1983)	1,83
[5] -	20,57	9,00	Robertson (1983)	4,03
[6] -	31,58	10,20	Robertson (1983)	6,19

Modulo Edometrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	5,26	0,40	2,37	7,74	5,44	6,45
[2] -	9,52	1,00	4,28	--	9,70	11,67
[3] -	27,57	1,60	12,40	--	27,75	27,04
[4] -	9,32	4,60	4,19	--	9,50	11,42
[5] -	20,57	9,00	9,26	--	20,75	20,17
[6] -	31,58	10,20	14,21	--	31,76	30,97

Modulo di Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	5,26	0,40	3,93	5,16
[2] -	9,52	1,00	8,74	9,34
[3] -	27,57	1,60	29,09	27,04
[4] -	9,32	4,60	8,51	9,14
[5] -	20,57	9,00	21,20	20,17
[6] -	31,58	10,20	33,61	30,97

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	5,26	0,40	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

[2] -	9,52	1,00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[3] -	27,57	1,60	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[4] -	9,32	4,60	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[5] -	20,57	9,00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[6] -	31,58	10,20	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
[1] -	5,26	0,40	Meyerhof ed altri	17,36
[2] -	9,52	1,00	Meyerhof ed altri	19,12
[3] -	27,57	1,60	Meyerhof ed altri	20,89
[4] -	9,32	4,60	Meyerhof ed altri	19,12
[5] -	20,57	9,00	Meyerhof ed altri	20,59
[6] -	31,58	10,20	Meyerhof ed altri	21,48

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
[1] -	5,26	0,40	Meyerhof ed altri	18,44
[2] -	9,52	1,00	Meyerhof ed altri	20,99
[3] -	27,57	1,60	Meyerhof ed altri	22,56
[4] -	9,32	4,60	Meyerhof ed altri	20,99
[5] -	20,57	9,00	Meyerhof ed altri	20,69
[6] -	31,58	10,20	Meyerhof ed altri	23,73

TERRENI INCOERENTI
Densità relativa

	Intestazione NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	5,26	0,40	27,24	56,16	90,82	21,52
[2] -	9,52	1,00	37,26	71,15	85,89	31,92
[3] -	27,57	1,60	59,89	100	100	60,94
[4] -	9,32	4,60	28,32	56,05	56,67	31,47
[5] -	20,57	9,00	35,43	66,32	66,98	52,07
[6] -	31,58	10,20	39,1	72,42	74,78	65,07

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	5,26	0,40	5,26	28,5	21,5	29,47	34,94	31,78	0	<30	23,88	28,58	33,36	25,26
[2] -	9,52	1,00	9,52	29,72	22,72	30,67	33,09	33,49	0	<30	26,95	29,86	38,18	28,8
[3] -	27,57	1,60	27,57	34,88	27,88	35,72	33,37	39,11	42	32-35	35,34	35,27	47	38,48
[4] -	9,32	4,60	9,32	29,66	22,66	30,61	29,7	33,41	0	<30	26,82	29,8	36,18	28,65
[5] -	20,57	9,00	20,57	32,88	25,88	33,76	29,23	37,24	37,28	30-32	32,57	33,17	40,22	35,28
[6] -	31,58	10,20	31,58	36,02	29,02	36,84	29,14	40,01	38,14	32-35	36,76	36,47	41,71	40,13

Modulo di Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	5,26	0,40	5,26	---	4,13	---	---	---
[2] -	9,52	1,00	9,52	---	7,47	11,09	---	---
[3] -	27,57	1,60	27,57	36,75	21,63	31,97	37,93	20,87
[4] -	9,32	4,60	9,32	---	7,31	10,85	---	---
[5] -	20,57	9,00	20,57	31,75	16,14	23,87	32,78	17,44
[6] -	31,58	10,20	31,58	39,34	24,78	36,61	40,88	22,84

Modulo Edometrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	5,26	0,40	5,26	---	3,75	3,66	6,03
[2] -	9,52	1,00	9,52	---	4,61	6,63	7,89
[3] -	27,57	1,60	27,57	16,22	8,25	19,20	15,78
[4] -	9,32	4,60	9,32	---	4,57	6,49	7,80
[5] -	20,57	9,00	20,57	12,10	6,84	14,32	12,72
[6] -	31,58	10,20	31,58	18,58	9,05	21,99	17,54

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	5,26	0,40	5,26	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] -	9,52	1,00	9,52	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[3] -	27,57	1,60	27,57	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] -	9,32	4,60	9,32	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[5] -	20,57	9,00	20,57	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[6] -	31,58	10,20	31,58	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m ³)
[1] -	5,26	0,40	5,26	Meyerhof ed altri	15,20
[2] -	9,52	1,00	9,52	Meyerhof ed altri	16,77
[3] -	27,57	1,60	27,57	Meyerhof ed altri	20,69
[4] -	9,32	4,60	9,32	Meyerhof ed altri	16,77
[5] -	20,57	9,00	20,57	Meyerhof ed altri	19,61
[6] -	31,58	10,20	31,58	Meyerhof ed altri	21,08

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m ³)
[1] -	5,26	0,40	5,26	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,53
[2] -	9,52	1,00	9,52	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,73
[3] -	27,57	1,60	27,57	Terzaghi-Peck 1948-1967	24,52
[4] -	9,32	4,60	9,32	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,73
[5] -	20,57	9,00	20,57	Terzaghi-Peck 1948-1967	23,54
[6] -	31,58	10,20	31,58	Terzaghi-Peck 1948-1967	24,52

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	5,26	0,40	5,26	(A.G.I.)	0,34
[2] -	9,52	1,00	9,52	(A.G.I.)	0,34
[3] -	27,57	1,60	27,57	(A.G.I.)	0,3
[4] -	9,32	4,60	9,32	(A.G.I.)	0,34
[5] -	20,57	9,00	20,57	(A.G.I.)	0,31
[6] -	31,58	10,20	31,58	(A.G.I.)	0,29

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	5,26	0,40	5,26	30,35	33,80
[2] -	9,52	1,00	9,52	53,01	48,57
[3] -	27,57	1,60	27,57	144,03	93,01
[4] -	9,32	4,60	9,32	51,96	47,94

[5] -	20,57	9,00	20,57	109,36	77,77
[6] -	31,58	10,20	31,58	163,64	101,06



Figura 7 Esecuzione della Prova penetrometrica DPSH 2

PROVA Nr.3

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 16/11/2023
 Profondità prova 10,20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	3	0,855	2,44	2,86	122,17	142,95
0,40	4	0,851	3,24	3,81	162,16	190,60
0,60	4	0,847	3,23	3,81	161,44	190,60
0,80	4	0,843	3,21	3,81	160,74	190,60
1,00	4	0,840	2,96	3,53	148,07	176,32
1,20	4	0,836	2,95	3,53	147,45	176,32
1,40	4	0,833	2,94	3,53	146,85	176,32
1,60	3	0,830	2,19	2,64	109,70	132,24
1,80	3	0,826	2,19	2,64	109,27	132,24
2,00	4	0,823	2,70	3,28	135,03	164,03
2,20	3	0,820	2,02	2,46	100,90	123,02
2,40	4	0,817	2,68	3,28	134,04	164,03
2,60	4	0,814	2,67	3,28	133,56	164,03
2,80	4	0,811	2,66	3,28	133,10	164,03
3,00	5	0,809	3,10	3,83	155,01	191,68
3,20	6	0,806	3,71	4,60	185,40	230,02
3,40	5	0,803	3,08	3,83	154,00	191,68
3,60	5	0,801	3,07	3,83	153,51	191,68
3,80	5	0,798	3,06	3,83	153,04	191,68
4,00	5	0,796	2,87	3,60	143,25	179,96
4,20	7	0,794	4,00	5,04	199,97	251,94
4,40	7	0,791	3,99	5,04	199,40	251,94
4,60	9	0,789	5,11	6,48	255,65	323,93
4,80	9	0,787	5,10	6,48	254,96	323,93
5,00	9	0,785	4,79	6,11	239,63	305,25
5,20	9	0,783	4,78	6,11	239,02	305,25
5,40	9	0,781	4,77	6,11	238,42	305,25
5,60	11	0,779	5,81	7,46	290,69	373,09
5,80	11	0,777	5,80	7,46	289,99	373,09
6,00	14	0,725	6,51	8,98	325,71	448,96
6,20	17	0,724	7,89	10,90	394,55	545,17
6,40	18	0,722	8,34	11,54	416,77	577,24
6,60	17	0,720	7,85	10,90	392,72	545,17
6,80	16	0,719	7,38	10,26	368,79	513,10
7,00	18	0,717	7,85	10,95	392,58	547,40
7,20	17	0,716	7,40	10,34	369,98	516,99
7,40	16	0,714	6,95	9,73	347,49	486,58
7,60	17	0,713	7,37	10,34	368,46	516,99
7,80	18	0,711	7,79	10,95	389,36	547,40
8,00	21	0,660	8,01	12,15	400,73	607,25
8,20	22	0,659	8,38	12,72	418,96	636,17
8,40	19	0,707	7,77	10,99	388,58	549,42
8,60	17	0,706	6,94	9,83	347,05	491,59
8,80	18	0,705	7,34	10,41	366,81	520,50
9,00	19	0,703	7,37	10,47	368,41	523,69
9,20	20	0,702	7,74	11,02	387,13	551,25
9,40	21	0,651	7,54	11,58	376,87	578,81
9,60	19	0,700	7,33	10,47	366,55	523,69
9,80	21	0,649	7,51	11,58	375,54	578,81
10,00	20	0,698	7,35	10,53	367,40	526,58
10,20	19	0,697	6,97	10,01	348,48	500,25

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt
4	4,15	3,46	Incoerente - coesivo	17,55	18,44	35,1	1,5	6,24
5,8	9	6,25	Incoerente - coesivo	19,91	21,87	88,12	1,5	13,54
10,2	18,36	10,76	Incoerente - coesivo	20,89	22,56	152,0	1,5	27,61

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3
TERRENI COESIVI
Coesione non drenata (KPa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman	De Beer
[1] -	6,24	4,00	38,25	76,49	24,52	24,81	59,72	103,75	55,02	88,36	30,60	59,13	76,49
[2] -	13,54	5,80	89,63	165,93	49,03	52,56	130,82	187,50	115,82	146,81	66,39	154,65	165,93
[3] -	27,61	10,20	182,80	338,43	98,07	102,38	269,00	322,83	222,02	278,21	135,43	331,27	338,43

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	6,24	4,00	Robertson (1983)	1,22
[2] -	13,54	5,80	Robertson (1983)	2,66
[3] -	27,61	10,20	Robertson (1983)	5,42

Modulo Edometrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	6,24	4,00	2,81	--	6,42	7,65
[2] -	13,54	5,80	6,09	--	13,72	13,28
[3] -	27,61	10,20	12,42	--	27,79	27,08

Modulo di Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	6,24	4,00	5,04	6,12
[2] -	13,54	5,80	13,27	13,28
[3] -	27,61	10,20	29,14	27,08

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	6,24	4,00	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] -	13,54	5,80	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[3] -	27,61	10,20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
[1] -	6,24	4,00	Meyerhof ed altri	17,85
[2] -	13,54	5,80	Meyerhof ed altri	20,10
[3] -	27,61	10,20	Meyerhof ed altri	20,89

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
[1] -	6,24	4,00	Meyerhof ed altri	18,53
[2] -	13,54	5,80	Meyerhof ed altri	22,06
[3] -	27,61	10,20	Meyerhof ed altri	22,56

TERRENI INCOERENTI
Densità relativa

	Intestazione NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	6,24	4,00	24,4	51	53,75	24,06
[2] -	13,54	5,80	31,96	61,12	61,16	40,29
[3] -	27,61	10,20	39,9	73,56	74,54	60,98

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	6,24	4,00	6,24	28,78	21,78	29,75	30,2	32,18	0	<30	24,67	28,87	33,62	26,17
[2] -	13,54	5,80	13,54	30,87	23,87	31,79	29,45	34,97	36,56	30-32	29,25	31,06	38,33	31,46
[3] -	27,61	10,20	27,61	34,89	27,89	35,73	29,42	39,12	38,3	32-35	35,35	35,28	42,08	38,5

Modulo di Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	6,24	4,00	6,24	---	4,90	---	---	---
[2] -	13,54	5,80	13,54	25,76	10,62	15,74	27,61	13,99
[3] -	27,61	10,20	27,61	36,78	21,66	32,02	37,96	20,89

Modulo Edometrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	6,24	4,00	6,24	---	3,95	4,34	6,46
[2] -	13,54	5,80	13,54	7,97	5,42	9,43	9,65
[3] -	27,61	10,20	27,61	16,25	8,26	19,22	15,80

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	6,24	4,00	6,24	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] -	13,54	5,80	13,54	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] -	27,61	10,20	27,61	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
[1] -	6,24	4,00	6,24	Meyerhof ed altri	15,59
[2] -	13,54	5,80	13,54	Meyerhof ed altri	18,04
[3] -	27,61	10,20	27,61	Meyerhof ed altri	20,69

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
[1] -	6,24	4,00	6,24	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,53
[2] -	13,54	5,80	13,54	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,02
[3] -	27,61	10,20	27,61	Terzaghi-Peck 1948-1967	24,52

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	6,24	4,00	6,24	(A.G.L.)	0,34
[2] -	13,54	5,80	13,54	(A.G.L.)	0,33
[3] -	27,61	10,20	27,61	(A.G.L.)	0,3

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	6,24	4,00	6,24	35,64	37,52
[2] -	13,54	5,80	13,54	73,82	60,24
[3] -	27,61	10,20	27,61	144,22	93,09



Figura 8 - Esecuzione della Prova penetrometrica DPSH 3

PROVA Nr.4

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 16/11/2023
 Profondità prova 10,20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	5	0,855	4,07	4,76	203,61	238,25
0,40	6	0,851	4,86	5,72	243,23	285,90
0,60	5	0,847	4,04	4,76	201,80	238,25
0,80	5	0,843	4,02	4,76	200,92	238,25
1,00	5	0,840	3,70	4,41	185,08	220,40
1,20	5	0,836	3,69	4,41	184,31	220,40
1,40	3	0,833	2,20	2,64	110,14	132,24
1,60	3	0,830	2,19	2,64	109,70	132,24
1,80	3	0,826	2,19	2,64	109,27	132,24
2,00	3	0,823	2,03	2,46	101,27	123,02
2,20	3	0,820	2,02	2,46	100,90	123,02
2,40	3	0,817	2,01	2,46	100,53	123,02
2,60	4	0,814	2,67	3,28	133,56	164,03
2,80	2	0,811	1,33	1,64	66,55	82,02
3,00	3	0,809	1,86	2,30	93,01	115,01
3,20	4	0,806	2,47	3,07	123,60	153,35
3,40	4	0,803	2,46	3,07	123,20	153,35
3,60	4	0,801	2,46	3,07	122,81	153,35
3,80	3	0,798	1,84	2,30	91,83	115,01
4,00	3	0,796	1,72	2,16	85,95	107,98
4,20	4	0,794	2,29	2,88	114,27	143,97
4,40	3	0,791	1,71	2,16	85,46	107,98
4,60	3	0,789	1,70	2,16	85,22	107,98
4,80	3	0,787	1,70	2,16	84,99	107,98
5,00	4	0,785	2,13	2,71	106,50	135,67
5,20	4	0,783	2,12	2,71	106,23	135,67
5,40	4	0,781	2,12	2,71	105,96	135,67
5,60	4	0,779	2,11	2,71	105,70	135,67
5,80	3	0,777	1,58	2,04	79,09	101,75
6,00	3	0,775	1,49	1,92	74,61	96,21
6,20	4	0,774	1,98	2,57	99,25	128,27
6,40	4	0,772	1,98	2,57	99,03	128,27
6,60	4	0,770	1,98	2,57	98,82	128,27
6,80	4	0,769	1,97	2,57	98,61	128,27
7,00	4	0,767	1,87	2,43	93,32	121,65
7,20	4	0,766	1,86	2,43	93,14	121,65
7,40	5	0,764	2,32	3,04	116,19	152,06
7,60	6	0,763	2,78	3,65	139,17	182,47
7,80	6	0,761	2,78	3,65	138,91	182,47
8,00	6	0,760	2,64	3,47	131,85	173,50
8,20	9	0,759	3,95	5,21	197,42	260,25
8,40	11	0,757	4,82	6,36	240,87	318,09
8,60	14	0,706	5,72	8,10	285,80	404,84
8,80	16	0,705	6,52	9,25	326,05	462,67
9,00	16	0,703	6,20	8,82	310,24	441,00
9,20	18	0,702	6,97	9,92	348,42	496,12
9,40	16	0,701	6,18	8,82	309,19	441,00
9,60	16	0,700	6,17	8,82	308,68	441,00
9,80	14	0,699	5,39	7,72	269,65	385,87
10,00	17	0,698	6,25	8,95	312,29	447,60
10,20	18	0,697	6,60	9,48	330,14	473,92

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Peso unità di volume (KN/m ³)	Peso unità di volume saturo (KN/m ³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt
1,2	5,17	4,8	Incoerente - coesivo	18,53	18,63	11,12	1,5	7,78
8	3,74	2,63	Incoerente - coesivo	17,36	18,44	81,26	1,5	5,62
10,2	15	8,31	Incoerente - coesivo	18,83	20,69	161,0	1,5	22,56

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4
TERRENI COESIVI
Coesione non drenata (KPa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman	De Beer
[1] -	7,78	1,20	47,66	95,42	24,52	30,69	74,63	143,96	68,16	100,13	38,15	120,33	95,42
[2] -	5,62	8,00	34,42	68,84	24,52	22,36	53,74	78,94	49,72	83,65	27,56	0,00	68,84
[3] -	22,56	10,20	149,36	276,55	98,07	85,02	219,28	249,29	185,54	228,20	110,62	257,91	276,55

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	7,78	1,20	Robertson (1983)	1,53
[2] -	5,62	8,00	Robertson (1983)	1,10
[3] -	22,56	10,20	Robertson (1983)	4,42

Modulo Edometrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	7,78	1,20	3,50	--	7,96	9,54
[2] -	5,62	8,00	2,53	8,27	5,80	6,89
[3] -	22,56	10,20	10,15	--	22,74	22,12

Modulo di Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	7,78	1,20	6,77	7,63
[2] -	5,62	8,00	4,34	5,51
[3] -	22,56	10,20	23,44	22,12

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	7,78	1,20	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] -	5,62	8,00	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[3] -	22,56	10,20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m ³)
[1] -	7,78	1,20	Meyerhof ed altri	18,53
[2] -	5,62	8,00	Meyerhof ed altri	17,55
[3] -	22,56	10,20	Meyerhof ed altri	20,69

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m ³)
[1] -	7,78	1,20	Meyerhof ed altri	18,63
[2] -	5,62	8,00	Meyerhof ed altri	18,44
[3] -	22,56	10,20	Meyerhof ed altri	21,18

TERRENI INCOERENTI
Densità relativa

	Intestazione NSPTS	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	7,78	1,20	33,35	64,95	80,72	27,87
[2] -	5,62	8,00	16,39	40,27	41,04	22,47
[3] -	22,56	10,20	34,66	65,18	66,66	54,84

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	7,78	1,20	7,78	29,22	22,22	30,18	33,05	32,81	0	<30	25,8	29,33	36,48	27,47
[2] -	5,62	8,00	5,62	28,61	21,61	29,57	28,2	31,93	0	<30	24,18	28,69	30,92	25,6
[3] -	22,56	10,20	22,56	33,45	26,45	34,32	28,97	37,81	37,13	30-32	33,4	33,77	39,97	36,24

Modulo di Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	7,78	1,20	7,78	---	6,10	---	---	---
[2] -	5,62	8,00	5,62	---	4,41	---	---	---
[3] -	22,56	10,20	22,56	33,25	17,70	26,17	34,24	18,42

Modulo Edometrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	7,78	1,20	7,78	---	4,26	5,42	7,13
[2] -	5,62	8,00	5,62	---	3,83	3,91	6,19
[3] -	22,56	10,20	22,56	13,27	7,24	15,71	13,59

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	7,78	1,20	7,78	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] -	5,62	8,00	5,62	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[3] -	22,56	10,20	22,56	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
[1] -	7,78	1,20	7,78	Meyerhof ed altri	16,18
[2] -	5,62	8,00	5,62	Meyerhof ed altri	15,30
[3] -	22,56	10,20	22,56	Meyerhof ed altri	20,01

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
[1] -	7,78	1,20	7,78	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,63
[2] -	5,62	8,00	5,62	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,53
[3] -	22,56	10,20	22,56	Terzaghi-Peck 1948-1967	24,03

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	7,78	1,20	7,78	(A.G.I.)	0,34
[2] -	5,62	8,00	5,62	(A.G.I.)	0,34
[3] -	22,56	10,20	22,56	(A.G.I.)	0,31

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	7,78	1,20	7,78	43,85	42,94
[2] -	5,62	8,00	5,62	32,30	35,20
[3] -	22,56	10,20	22,56	119,28	82,28



Figura 9 - Esecuzione della Prova penetrometrica DPSH 4

3 CARATTERI LITOSTRATIGRAFICI

Sulla base del rilevamento geologico di superficie, delle fonti cartografiche e accademiche disponibili ed in maniera specifica delle indagini dirette ed indirette effettuate sono stati ricostruiti i caratteri litostratigrafici medi dell'area in esame.

I parametri geotecnici caratteristici utilizzati per il seguente studio sono di seguito riassunti.

Terreno vegetale (da p.c. a 2,00 metri circa)

- un angolo di attrito interno di $\Phi = 23^\circ$;
- peso di volume 1,85 Kg/cm³
- coesione pari a 0,03 Kg/cm²

Limi con argilla debolmente sabbioso (da 2,00 metri a 6,00 circa)

- un angolo di attrito interno di $\Phi = 24^\circ$;
- peso di volume 1,95 Kg/cm³
- coesione pari a 0,30 Kg/cm²

Limo argilloso di colore grigio verde (da 6,00 metri a 10,00 circa)

- un angolo di attrito interno di $\Phi = 23^\circ$;
- peso di volume 2,00 Kg/cm³
- coesione pari a 0,35 Kg/cm²