

COMUNE DI ORISTANO

Provincia di Oristano



Via V. Alfieri 21, Oristano
Tel/Fax 078378797
E-mail : sa.egeria@tiscali.it
C.F./P.ta I.V.A. 01050050952

**PIANO DI LOTTIZZAZIONE IN
LOCALITA' SA RODIA**

ZONA C2ru

ELABORATO

B

I COMMITTENTI:

Feijoa Srl

TekRef Srl

**RELAZIONE
GEOLOGICA E
GEOTECNICA**

I PROGETTISTI:

- Dott. Ing. Andrea Lutz

- Dott. Ing. Alberto Lutz

COLLABORATORI:

- Dott. Ing. Mauro Atzeni

- Dott. Arch. Francesco Cuzzo

IL DIRIG. - RESP.

IL SINDACO

Oristano, lì

Comune di Oristano

Provincia di Oristano

RELAZIONE GEOLOGICO GEOTECNICA A SUPPORTO DEI

“Piano di lottizzazione in località Sa Rodia – Zona C2ru”

località Sa Cungia de Ponti Mannu, Oristano.



Committenti:

- **TEK REF SRL, OR ITALIA**
- **Feijoa SRL, OR**

Il tecnico incaricato:

Dott. Geol. Enrico Maria Paliaga
Via Cavallotti, 38 • 09072 Cabras (OR)
Cell. 349 1017705
C.F. PLGNCM84M03G113R • P.I.A. 01156610956

Cabras, dicembre '23

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA Dott. Geol. Enrico Maria Paliaga,
Via Cavallotti 38 - 09072 - Cabras (OR) P.I. 01156610956 - C.F. PLGNCM84M03G113R

Sommario

Premessa	2
Inquadramento geografico	3
Inquadramento geologico.....	4
Assetto geomorfologico.....	6
Assetto idrogeologico.....	6
Considerazioni sul rischio idraulico	8
Rilevamento geologico tecnico ed indagini geognostiche	9
Indagine Geognostica	10
Azione sismica: categoria del suolo di fondazione	14
Considerazioni conclusive.....	25
Conclusioni.....	26
Allegati	27
Allegato 1: PLANIMETRIA LOCALIZZAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE	28
29	
Allegato 2: RISULTATI DELLE PROVE PENETROMETRICHE.....	30

Premessa

Su incarico del Sig. Luca Pieri, per conto delle società Feijoa SRL, Via Tharros 98 Oristano e Tek Ref SRL Z.I. Loc. Feurredda sn, Oristano, è stato svolto uno studio volto alla caratterizzazione geologica e geotecnica dell'area interessata dal "Piano di lottizzazione in località Sa Rodia – Zona C2ru" in località Sa Cungia de Ponti Mannu.

L'indagine, che riguarda i terreni interessati dalle opere in oggetto ed un loro adeguato intorno, è consistita in un rilevamento diretto, al fine di determinare sia le caratteristiche litologiche dei terreni affioranti, sia le caratteristiche geotecniche del volume significativo di terreno coinvolto; sono state effettuate un totale di otto (8) prove penetrometriche dinamiche per conoscere le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione e i relativi carichi ammissibili ed infine è stato caratterizzato il terreno da un punto di vista sismico tramite l'esecuzione di una prova MASW.

Il presente elaborato è redatto in conformità a quanto previsto dalla normativa vigente, con particolare riferimento a:

- D.M. 11/03/88: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, sulla stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, criteri generali e prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" e sua circolare esplicativa, Circolare M. LL PP 24 settembre 1988 n°30483 e successive modifiche.
- Circolare del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 617 del 2 febbraio 2009: Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;
- Decreto ministeriale (infrastrutture) del 14 gennaio 2008: Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni;
- Decreto ministeriale 17 gennaio 2018 che dal 22 marzo 2018 sostituisce il D.M. 14 gennaio 2008 che costituiva la precedente edizione delle NTC

Nello specifico sono stati analizzati i dati relativi a:

- rilievo dei dati geologici di superficie in un ambito areale significativo;
- lineamenti geomorfologici della zona ed analisi dei processi morfogenetici in atto o potenziali;
- indagini sismiche, geognostiche e caratteristiche geotecniche del terreno.

Inquadramento geografico

Il sito di interesse occupa è ubicato nel territorio comunale di Oristano, in località “Sa Rodia / Sa Cungia de Ponti Mannu”.

I riferimenti cartografici relativi all’ubicazione del sito sono i seguenti:

Cartografia Topografica

- Foglio n° 528 (Oristano Nord) sez. I dell’I.G.M. (scala 1: 25.000);
- Foglio n° 528 (Cabras) sez. 070 della Carta Tecnica Regionale (scala 1:10.000);
-

Cartografia Catastale

- Edificio in catasto fabbricati foglio 5, mappale 664 e mappale 386, 387 e 457.



Figura 1 – Stralcio Ortofoto Consorzio TeA (2016) – R.A.S. con sovrapposizione della Carta Tecnica Regionale (Foglio n° 528 Cabras Sez. 070) e ubicazione del sito di interesse.

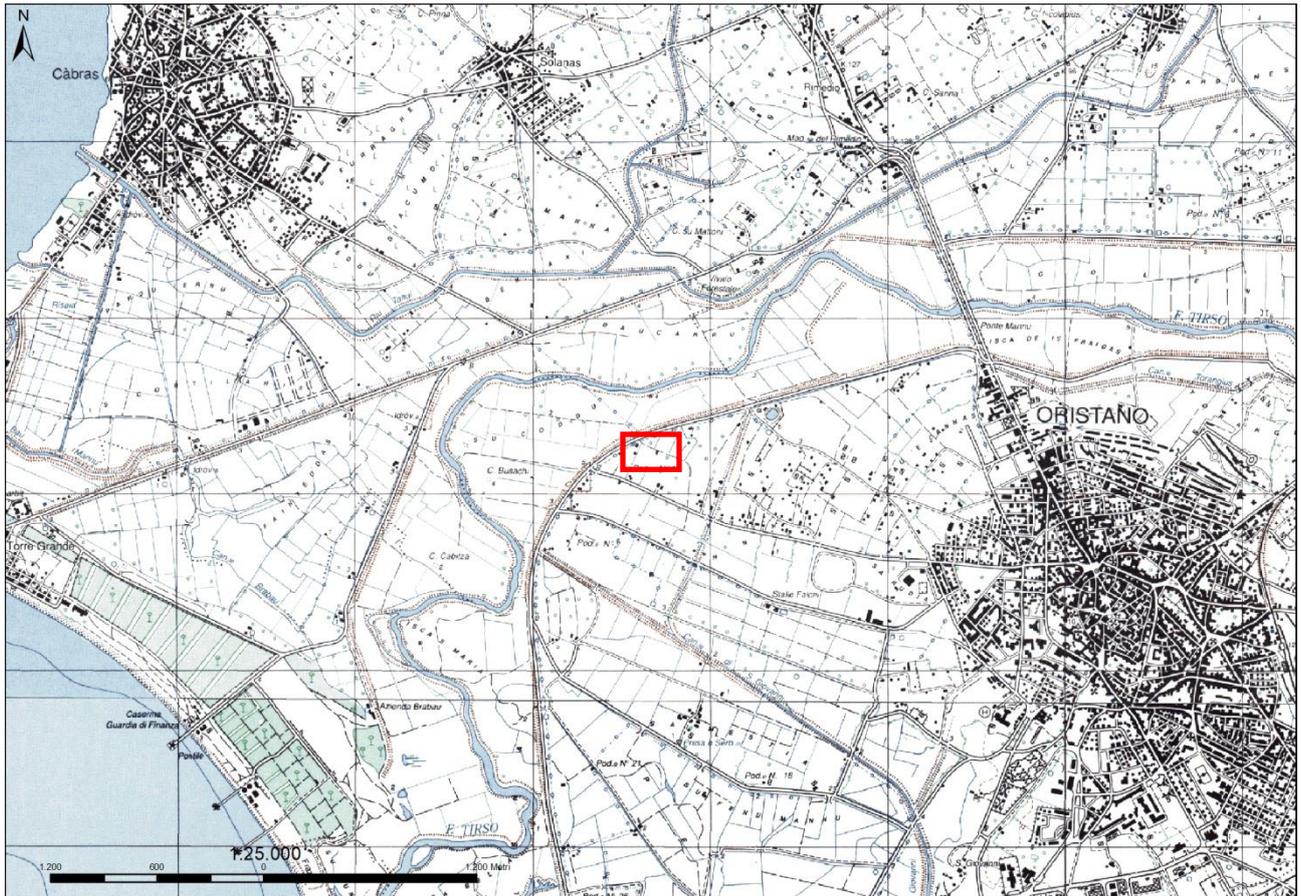


Figura 2 – Stralcio in scala 1:10.000 della cartografia IGMI scala 1: 25.000 e localizzazione sito di interesse.

Inquadramento geologico

Come strumento di base per lo studio geologico dell'area vasta sono state utilizzate: la "Carta Geologica di base della Sardegna in scala 1:25.000" (Regione Autonoma della Sardegna) di cui è riportato uno stralcio in Figura 3 ed il Foglio n° 217 "Oristano" della Carta Geologica d'Italia scala 1: 100.000 (ISPRA).

Il rilevamento geologico dell'area vasta, unitamente allo studio della documentazione bibliografica sopracitata, ha permesso di definire, a partire dal basso stratigrafico, la presente successione di "terreni" o formazioni geologiche:

Depositi alluvionali (b)

Il Foglio 528 "Oristano" è attraversato da diversi corsi d'acqua il principale dei quali è il Fiume Tirso, che è anche il più lungo dell'Isola. Il Fiume Tirso, come gran parte dei corsi d'acqua presenti nel Foglio, è delimitato da argini artificiali per la protezione delle sponde; in genere i sedimenti adiacenti agli argini appartengono al sistema fluviale di poco precedente la costruzione degli stessi argini. I depositi alluvionali attuali sono quasi sempre rappresentati da **sabbie e limi bruni, con rare ghiaie fini e scarsa matrice (bb)**, occupano in particolare la piana alluvionale del Fiume Tirso; sono anche presenti barre costituite da ghiaie subarrotondate di diametro intorno al centimetro (ba) ad elementi di rocce paleozoiche e vulcaniti cenozoiche, nell'alveo di alcuni torrenti a S del Foglio (Riu de S. Anna, Mitza S'Eucaria); limi argillosi (bc) sono diffusi in corrispondenza dei corsi d'acqua che si raccordano a grandi aree palustri, come Riu di Mare Foghe e Riu Merd'e Cani. Lo spessore osservato o noto in sondaggio è molto variabile e comunque non supera 5 m.

Olocene



Figura 3 - Stralcio della “Carta Geologica di base della Sardegna” (RAS) scala 1:25.000 (ingrandita in scala al 1:10.000.) Il riquadro rosso indica la localizzazione dell’area di interesse.



Figura 4 – Stralcio carta Geologia Tecnica – PUC Comune di Oristano, Il riquadro rosso indica la localizzazione dell’area di interesse.

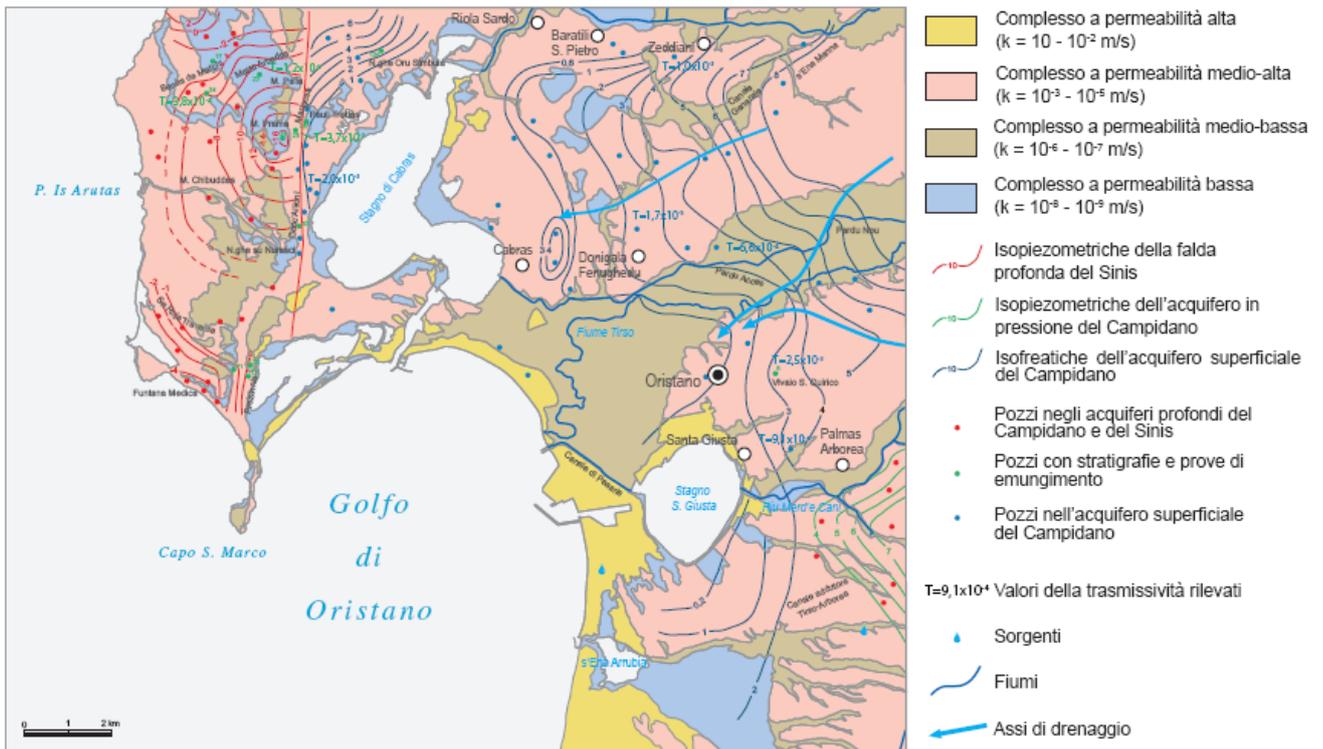
Assetto geomorfologico

Lo stagno più importante dell'area meridionale è quello di S'Ena Arrubia, che in passato si estendeva verso Est in un settore oggi bonificato per la creazione di estese aree agricole (ex Stagno di Sassu). A S di Oristano si sviluppa lo Stagno S. Giusta, di forma ellittica, con una lunghezza di circa 3,5 km ed una larghezza di 3 km. Entrambi gli stagni sono collegati al mare da canali artificiali. La loro origine è connessa alla formazione di cordoni litorali con estesi apparati dunari e alla parziale sedimentazione fluviale (Stagno S. Giusta). La presenza di sottili lembi di depositi costieri (a quota prossima al livello del mare) sulla sponda orientale dello Stagno S. Giusta indica come l'andamento della linea di costa fosse più articolato nel recente passato. L'assetto geomorfologico dell'area vasta all'interno della quale si inserisce l'area di indagine è caratterizzato dalla dominanza di un morfotipo pianeggiante e sub-pianeggiante all'interno della piana alluvionale del Fiume Tirso e dell'area di Cirras, interessato da importanti opere di bonifica, si rileva inoltre con la presenza di lembi residui di sistemi di terrazzi fluviali, per ciò che concerne i processi geomorfologici in atto si evidenzia che l'area studiata non è caratterizzata particolari situazioni di criticità.

Assetto idrogeologico

Acque superficiali

L'idrografia superficiale dell'area di interesse è poco sviluppata, se non per i canali artificiali di irrigazione e bonifica, coerentemente con il buon grado di permeabilità e di drenaggio dei terreni affioranti. L'area è comunque nelle immediate vicinanze del Fiume Tirso, la maggior asta fluviale della Sardegna. L'analisi della Carta Tecnica Regionale, delle tavole del P.U.C. del comune di Oristano, unitamente alle informazioni acquisite durante il rilievo di campagna non hanno evidenziato la presenza di corsi d'acqua rilevanti o aree di ristagno.



Acque sotterranee

L'area di studio ricade interamente all'interno di un unico complesso o unità idrogeologica caratterizzato da un proprio valore di permeabilità "K" (m/s):

Complesso a permeabilità medio-bassa Include i **depositi alluvionali con sabbie e limi (b)**, che occupano tutta la piana attuale del Fiume Tirso sviluppandosi maggiormente sulla sponda destra, le ghiaie quarzose del sistema del Faro (SIF), i basalti del Golfo di Oristano (BGF) in colate e filoni strato (permeabilità per fessurazione), i conglomerati a ciottoli di quarzo e metamorfiti della formazione di Nuraghe Casteddu (NCA), i conglomerati e arenarie della formazione di Nuraghe Baboe (NBB), infine i calcari laminati del Sinis (CLS). Permeabilità per porosità complessiva medio bassa, localmente medio alta nei livelli a matrice più grossolana. Grado di permeabilità compreso tra ($10^{-4} > K > 10^{-6}$ cm/sec).

Considerazioni sul rischio idraulico

La realizzazione delle opere in progetto non apporta modifiche sostanziali rispetto all'entità e alla direzione del deflusso idrico superficiale.

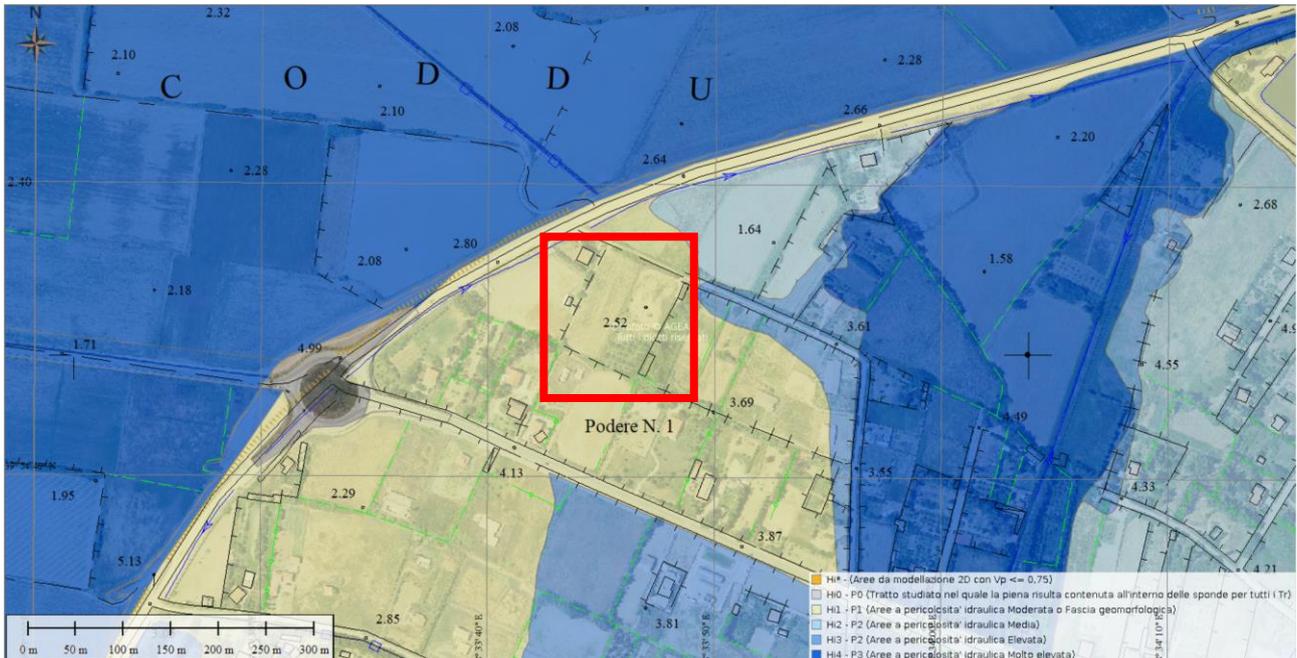


Figura 5 – Stralcio cartografia vincoli idrogeologici aggiornamento Dicembre 2022 estratta dal WMS della RAS, Il riquadro rosso indica la localizzazione dell'area di interesse.

Secondo l'aggiornamento a Dic.'22 del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico - Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia - (Legge 267 del 3-08-1998), il sito di interesse ricade in aree soggette a rischio o pericolosità idraulica e di categoria H11, ovvero aree a pericolosità idraulica Moderata / Fascia Geomorfologica.

Dall'analisi della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10000 e da un'attenta valutazione durante i sopralluoghi effettuati è emerso che nell'area non si rilevano fenomeni di dissesto attivi o potenziali che possano interferire con la realizzazione delle opere in progetto.

Rilevamento geologico tecnico ed indagini geognostiche

Lo studio delle caratteristiche geologico - tecniche dei terreni di fondazione è stato condotto attraverso:

- Indagine geognostica *in situ* composta da:
 - Campagna di indagini geognostiche costituita da n°2 prove penetrometriche dinamiche e prova geofisica MASW eseguita a Settembre 2021;
 - Campagna di indagini geognostiche integrative costituita da n°6 prove penetrometriche dinamiche eseguita a Dicembre 2023.
- Ricostruzione dell'assetto stratigrafico locale;
- Parametrizzazione geotecnica dei terreni di fondazione.

In Figura 6 è riportata la planimetria del lotto interessato dalla realizzazione delle opere in progetto con la localizzazione dei punti in cui sono state eseguite le indagini.

I risultati delle prove penetrometriche sono riportati in allegato (Allegato 2).



Figura 6 – Planimetria del lotto oggetto di intervento con localizzazione delle prove geognostiche.

Indagine Geognostica

Le indagini sono state svolte con la **finalità di riconoscere i litotipi presenti e di individuare i parametri di resistenza meccanica dei terreni attraversati.**

Prove penetrometriche

Le indagini sono state eseguite con un penetrometro dinamico medio-leggero (mod. DM 30 – Deep Drill), in continuo sino al raggiungimento della profondità presunta del volume geotecnico significativo o alla profondità alla quale si è registrato il rifiuto strumentale connesso con la presenza di livelli eccessivamente compatti. Sono state eseguite due prove penetrometriche a settembre 2021 (DIN_1_2021 e DIN_2_2021, la cui ubicazione è illustrata nella Carta delle prove geognostiche in Figura 6), successivamente integrate con l'esecuzione di ulteriori 6 prove eseguite a dicembre 2023.



Figura 7 – Esecuzione prova DIN_06

Tabella 1 - Caratteristiche tecniche penetrometro dinamico impiegato.

Modello	Deep Drill DM30
Tipo	DMP (medio)
Peso massa battente	M = kg 30
Altezza caduta libera	H = cm 20
Peso sistema di battuta	Pp = kg 13
Diametro punta conica	D = mm 35,70
Area base punta conica	A = cmq 10,00
Angolo apertura punta	$\alpha = 60^\circ$
Lunghezza aste	L = m 1,00
Peso aste per metro	P = kg 3
Lunghezza tratto di infissione	$\delta = \text{cm } 10$

La prova penetrometrica consiste nell'infissione, mediante una massa battente, di una batteria di aste munita all'estremità di una punta conica e nella registrazione del numero di colpi necessari all'approfondimento di tratti consecutivi di 10 cm (N10). Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica. La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno. L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona. Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α)
- avanzamento (penetrazione) δ
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente):

- tipo LEGGERO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof.max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

Penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente $M = 30$ kg, altezza di caduta $H = 0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha=60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10$ cm² rivestimento / fango bentonitico: talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente $M = 20$ kg, altezza di caduta $H=0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha= 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10$ cm² rivestimento / fango bentonitico: talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)

massa battente $M = 73$ kg, altezza di caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro $D = 50.8$ mm, area base cono $A=20.27$ cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)

massa battente $M=63.5$ kg, altezza caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=20-30$ cm, punta conica conica ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) diametro $D = 50.5$ mm, area base cono $A = 20$ cm², rivestimento / fango bentonitico: talora previsto.

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 Rpd

Formula Olandesi

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

- Rpd = 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 della resistenza 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.

Azione sismica: categoria del suolo di fondazione

Indagine Sismica MASW

Ai sensi dell'O.P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003 e succ. modifiche (aggiornamento 15/01/2005) e dell'O.P.C.M. n°3519 del 20/04/2006, il numero di zone sismiche è fissato pari a 4, corrispondenti ai 4 valori di accelerazione orizzontale (a_g / g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico. Il **Comune di Quartu Sant'Elena** (come tutta la Sardegna) ricade in **zona sismica 4**.

L'O.P.C.M. n°3274 del 20/03/2003 prevede ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto la definizione della categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione, basata sulla velocità delle onde sismiche di taglio V_s . Ma la novità delle N.T.C. 2018 (Art. 3.2.2.) è l'introduzione della V_{seq} , che costituisce un parametro correlato alla velocità delle onde di taglio V_s degli strati di terreno nei primi 30 m di sottosuolo al di sotto del piano di posa delle fondazioni;

$V_{s,eq}$, che rappresenta una velocità equivalente, è espressa dalla seguente formula:

$$V_{s,eq} = H / \sum_{i=1,N} (h_i/V_{s,i})$$

dove H risulta essere la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Sulla base di quanto esposto, si è proceduto alla ricostruzione del profilo stratigrafico correlando i dati ricavati dalla prova sismica a rifrazione e dalle conoscenze geologiche bibliografiche. Attraverso un'indagine geofisica *in situ* è stato possibile definire dati sulle velocità delle onde di taglio V_s .

Prospezione geofisica MASW

L'indagine sismica di tipo MASW (Multi Channel Analysis of Surface Waves) attivo e passivo sfrutta le onde di superficie (onde di Rayleigh) e il fenomeno della dispersione delle stesse (variazione della velocità di fase con il variare della frequenza).

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali.

Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga: questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.

L'intero processo comprende tre passi successivi: l'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s .

Per ottenere un profilo V_s bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati. Dei valori approssimati per il rapporto di Poisson e per la densità sono necessari per ottenere il profilo verticale V_s dalla curva di dispersione e vengono solitamente stimati utilizzando misure prese in loco o valutando le tipologie dei materiali.

Quando si generano le onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh, vengono generate anche una molteplicità di tipi diversi di onde. Fra queste le onde di corpo, le onde superficiali non piane, le onde riverberate (back scattered) dalle disomogeneità superficiali, il rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane.

Le onde di corpo sono in vario modo riconoscibili in un sismogramma multicanale. Quelle rifratte e riflesse sono il risultato dell'interazione fra le onde e l'impedenza acustica (il contrasto di velocità) fra le superfici di discontinuità, mentre le onde di corpo dirette viaggiano, come è implicito nel nome, direttamente dalla sorgente ai ricevitori (geofoni).

Le onde che si propagano a breve distanza dalla sorgente sono sempre onde superficiali. Queste onde, in prossimità della sorgente, seguono un complicato comportamento non lineare e non possono essere trattate come onde piane.

Le onde superficiali riverberate (back scattered) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente. Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza in funzione della distanza dalla sorgente. La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione. La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale. Una volta scomposto il sismogramma, una opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di

fase rispetto alla frequenza. La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili (x ; y), il cui legame costituisce la curva di dispersione. È anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma: in questo caso la MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N.

Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo V_s di inversione.

Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali quale la MASW può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde S (V_s) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

Il principale vantaggio di un metodo di registrazione multicanale è la capacità di riconoscimento dei diversi comportamenti, che consente di identificare ed estrarre il segnale utile dall'insieme di vari e differenti tipi di onde sismiche. Quando un impatto è applicato sulla superficie del terreno, tutte queste onde vengono simultaneamente generate con differenti proprietà di attenuazione, velocità e contenuti spettrali. Queste proprietà sono individualmente identificabili in una registrazione multicanale e lo stadio successivo del processo fornisce grande versatilità nell'estrazione delle informazioni utili.

Strumentazione utilizzata e stendimento effettuato

L'acquisizione è stata effettuata con un sismografo 16S-U della PASI dotato di convertitore analogico/digitale integrato con un computer portatile su cui è installato un apposito programma che gestisce la visualizzazione, l'analisi e la memorizzazione delle forme d'onda registrate.

I geofoni utilizzati possiedono una frequenza di risonanza pari 4.5 Hz con distorsione inferiore allo 0.2%.

L'energizzazione è stata ottenuta con massa battente da 8 Kg su piastra metallica in alluminio; per l'innesco (trigger) si è utilizzato uno "shock sensor" collegato alla mazza battente e connesso via cavo al sismografo.

Per l'acquisizione dei dati di campo è stato realizzato uno stendimento geofonico di lunghezza pari a 22 m, posizionando n°12 geofoni con un interasse di 2 m. È stato individuato il punto di energizzazione all'estremità dello stendimento corrispondente al geofono numero 12; allo scopo di ottimizzare il rapporto segnale disturbo sono stati generati 6 impulsi sismici.

Risultati dell'indagine MASW

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

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

I dati acquisiti in campagna sono stati quindi elaborati ed è stato possibile ricostruire un modello V_s /profondità attendibile.

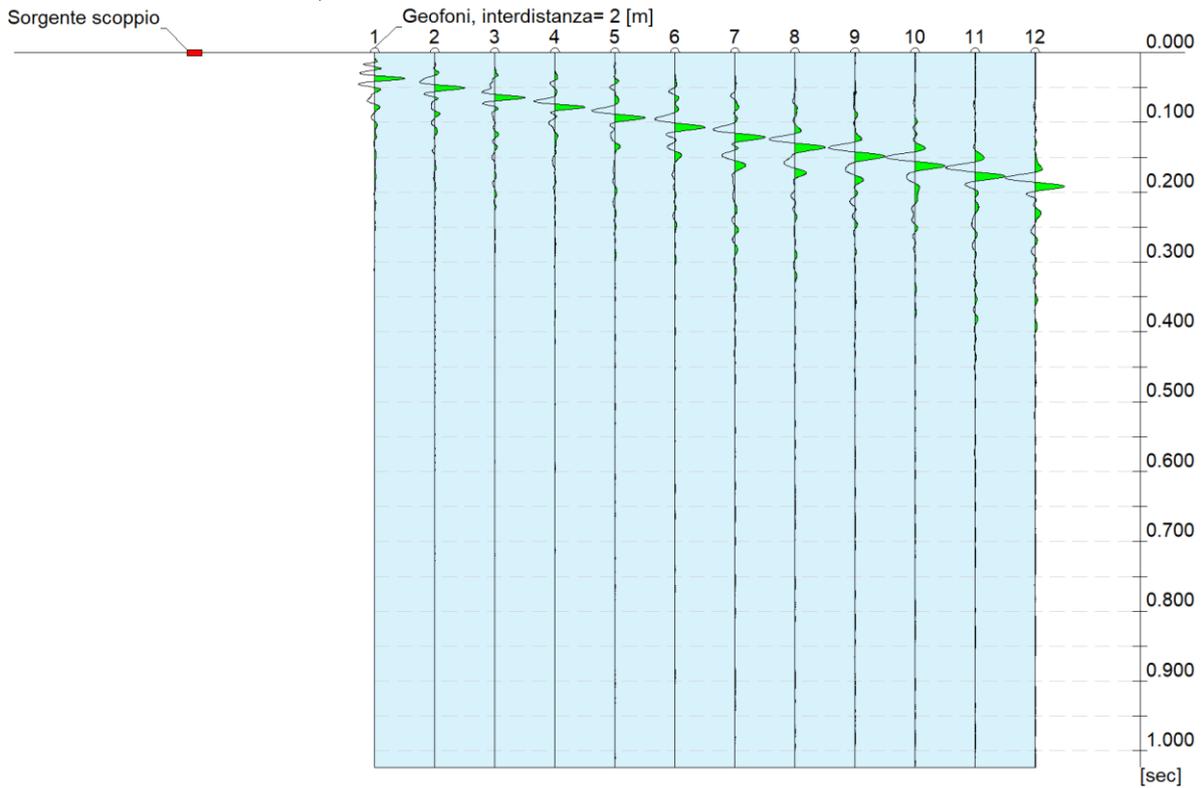
L'indagine eseguita ha permesso la determinazione dell'andamento della velocità delle V_s fino a circa 30 m di profondità, con il locale substrato rigido che non è stato rilevato fino alla profondità massima di indagine. In seguito sono riportati i risultati della prova MASW elaborata tramite il software della Geostru Easy MASW.

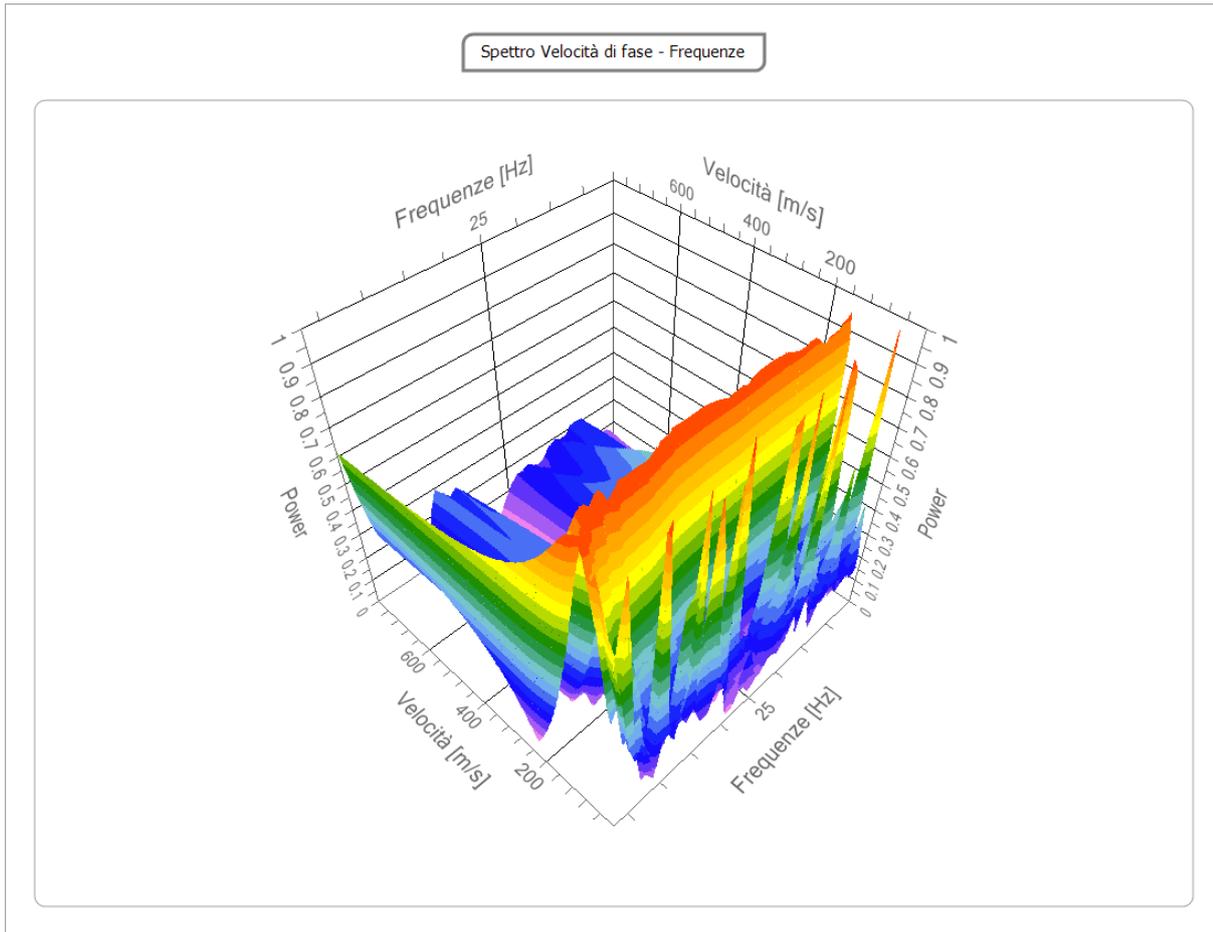
Dati generali

Committente	TEK REF SRL / Feijoa SRL
Cantiere	
Località	Sa Rodia
Operatore	Dott. Geol. Enrico Paliaga
Responsabile	Dott. Geol. Enrico Paliaga
Data	26/08/2021 18:12

Tracce

N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	1024.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.25

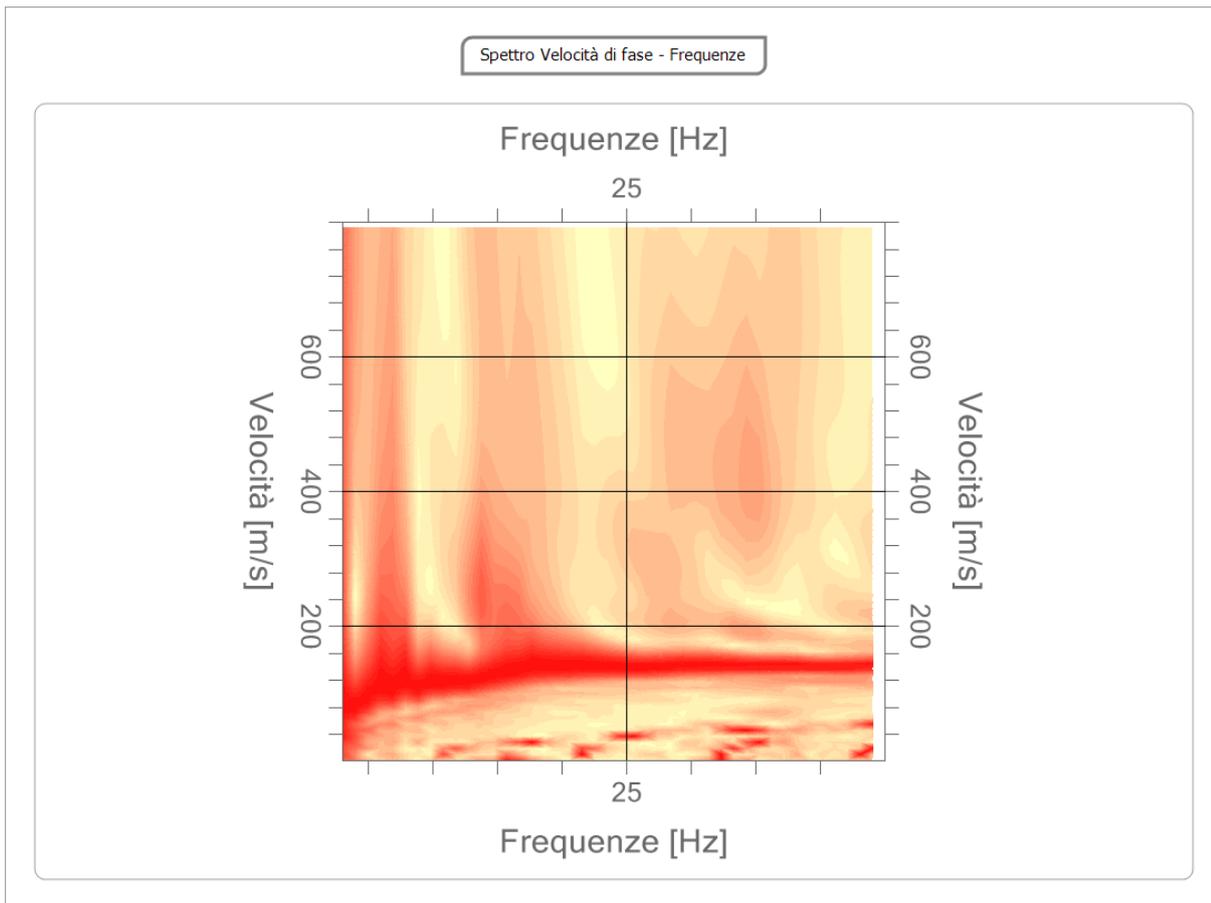




Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	7.0	176.6	0
2	7.2	153.6	0
3	7.6	133.9	0
4	8.4	119.1	0
5	9.5	112.6	0
6	11.5	115.8	0
7	13.2	120.8	0
8	14.6	127.3	0
9	15.6	129.0	0
10	15.6	234.0	1
11	15.9	206.1	1
12	16.2	181.5	1
13	16.6	171.6	1
14	16.7	133.9	0
15	17.5	155.2	1
16	17.8	145.4	1
17	19.3	143.7	1
18	21.4	140.5	1
19	23.0	142.1	1
20	24.1	142.1	1

21	25.8	140.5	1
22	27.9	140.5	1
23	27.9	242.2	2
24	28.5	220.8	2
25	29.1	212.6	2
26	29.3	143.7	1
27	30.4	201.2	2
28	31.2	142.1	1
29	32.6	194.6	2
30	33.0	142.1	1
31	34.3	191.3	2
32	35.4	142.1	1
33	36.0	189.7	2
34	36.8	137.2	1
35	37.3	184.8	2
36	37.9	140.5	1
37	38.7	181.5	2
38	39.0	142.1	1
39	40.1	140.5	1
40	40.5	174.9	2
41	41.5	174.9	2
42	42.7	174.9	2



Inversione

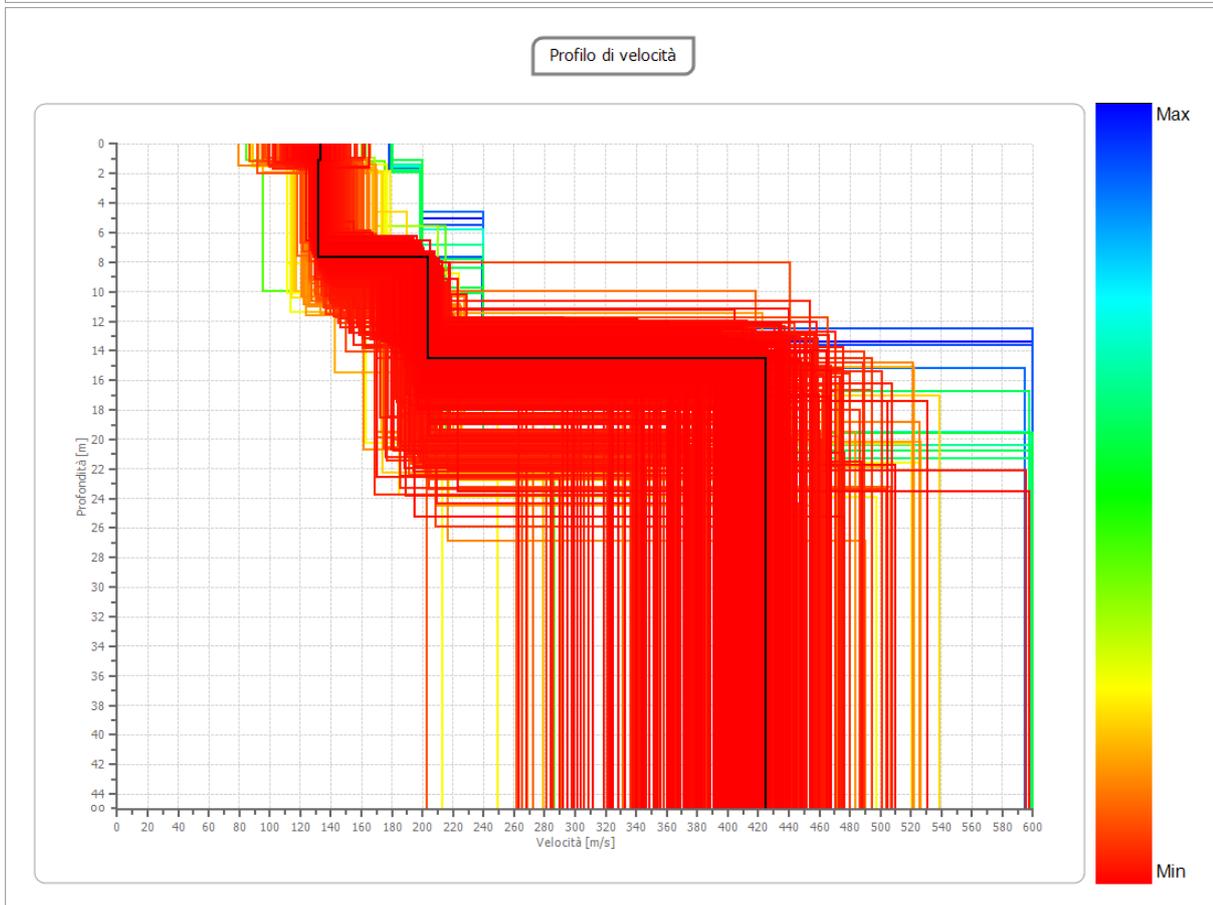
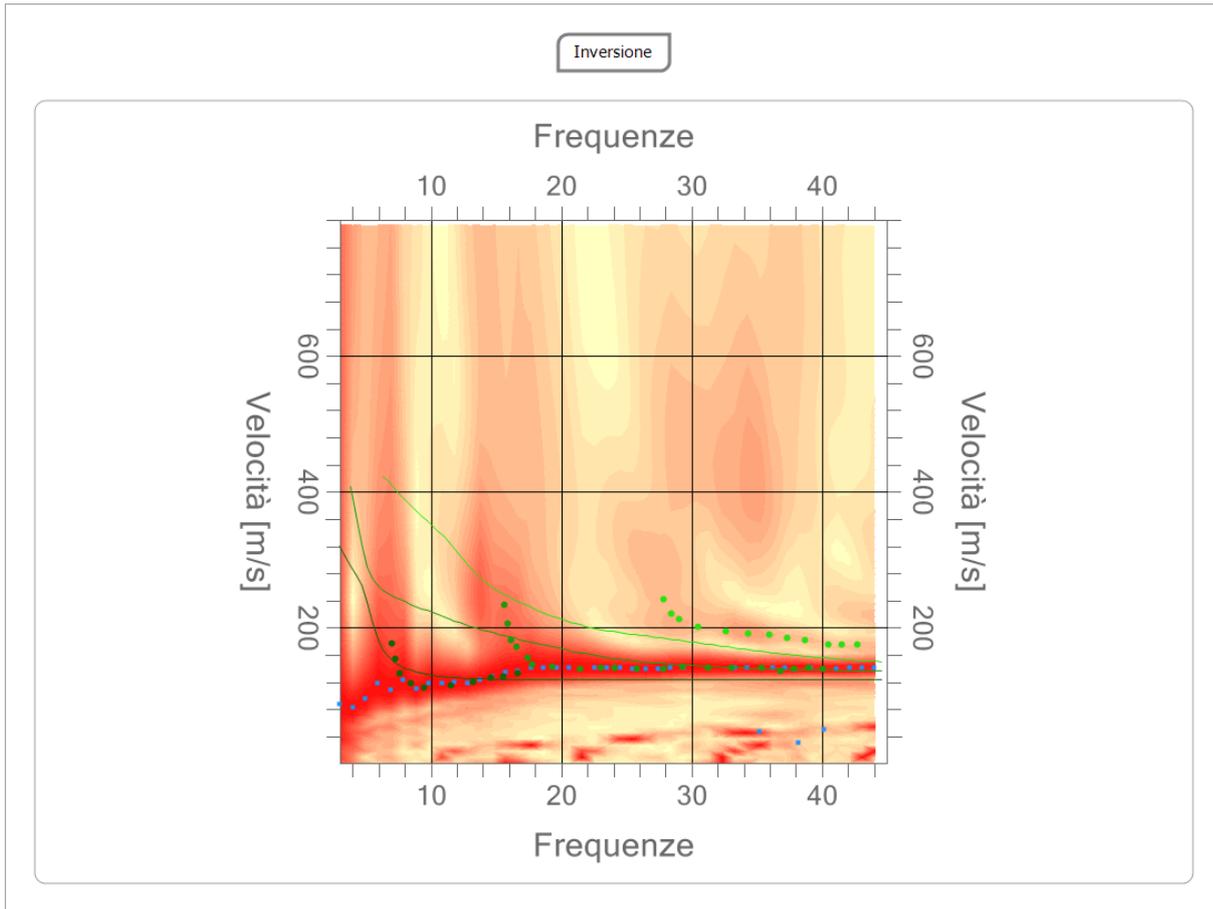
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		1.12	1.12	1800.0	0.3	No	248.9	133.0
2		7.64	6.52	1800.0	0.3	No	247.0	132.0
3		14.51	6.87	1800.0	0.3	No	381.0	203.6
4		oo	oo	1800.0	0.3	No	795.1	425.0

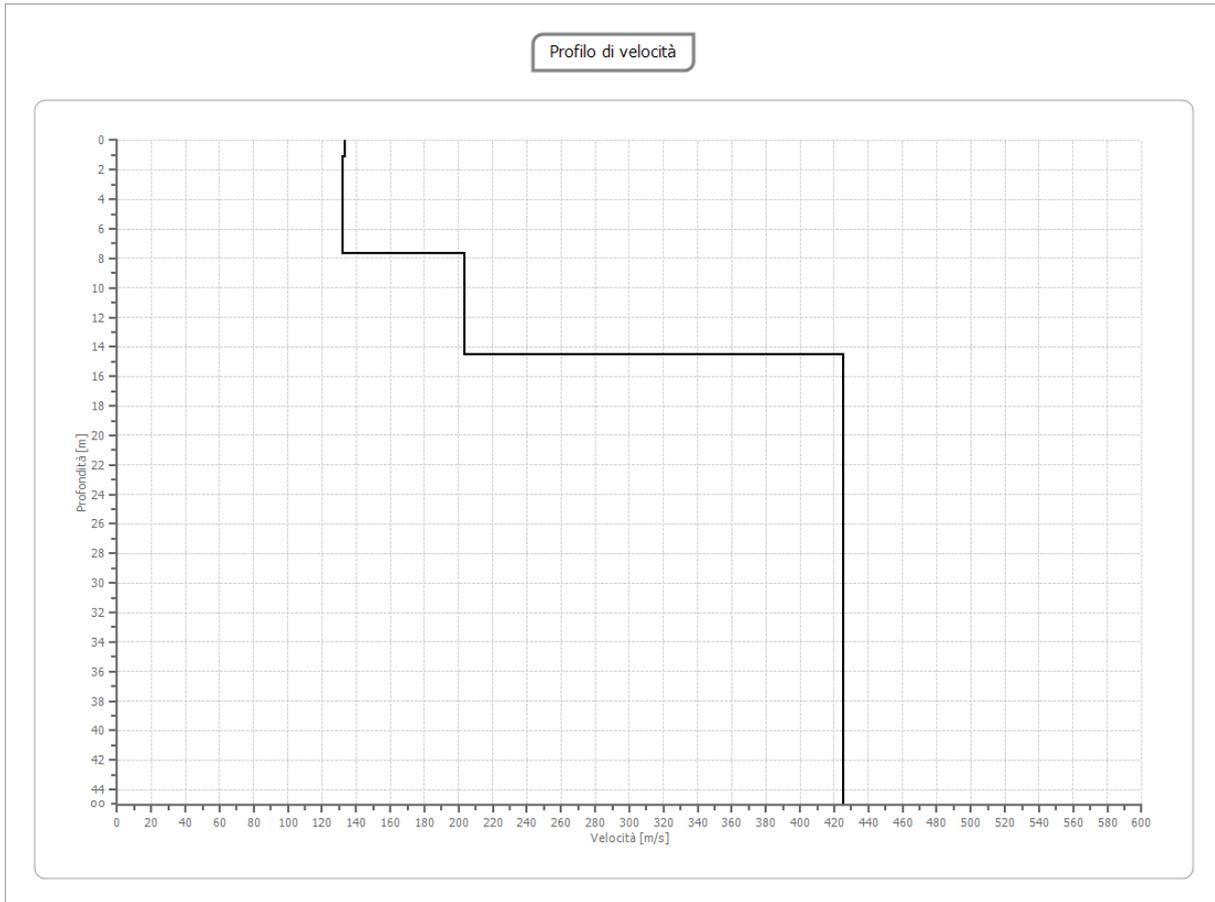
Percentuale di errore

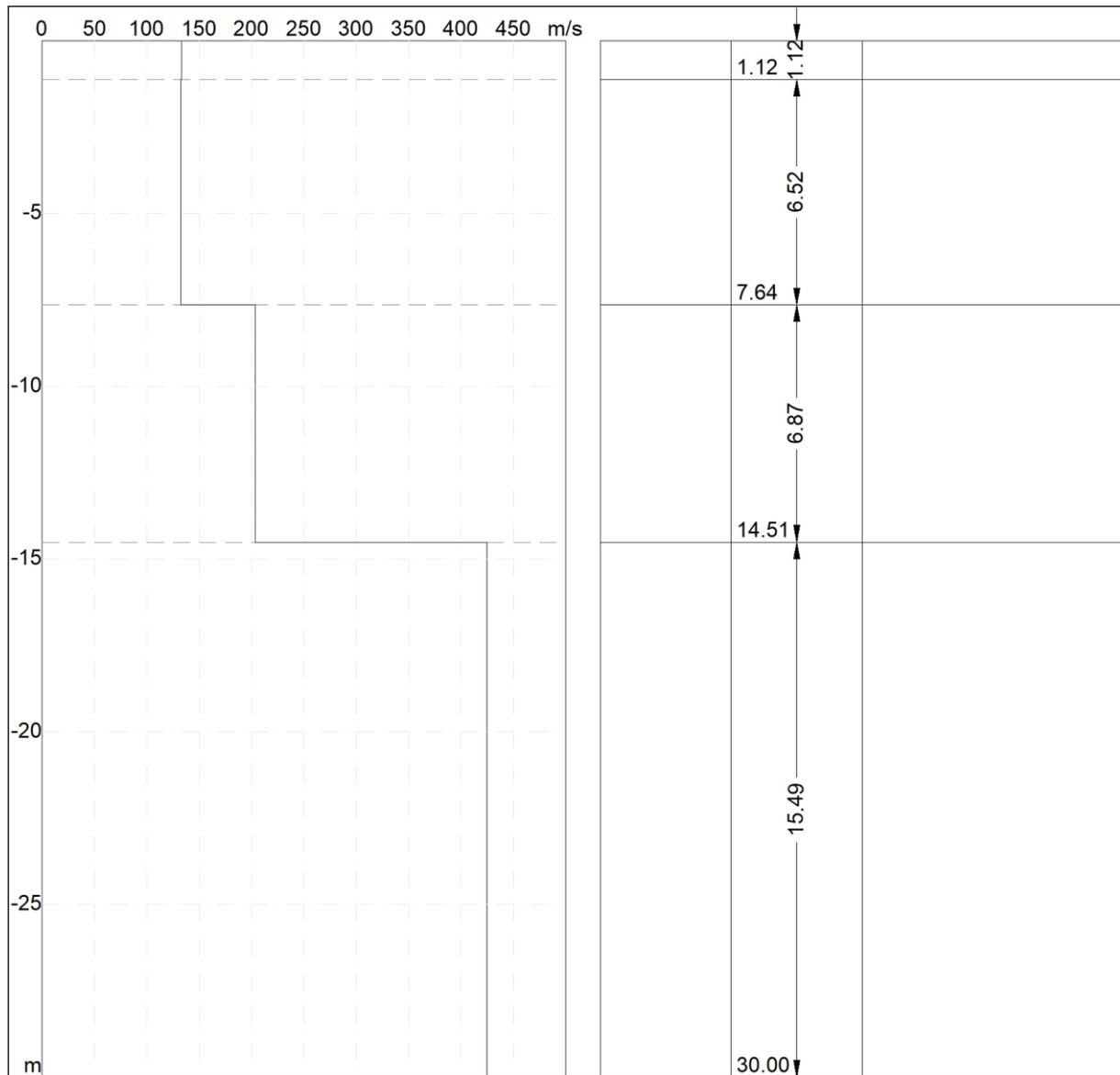
1.642 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.117







Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	1.12	1.12	133.04	248.90	1800.0	0.30	31.86	111.51	69.03	82.84	89	98.05
2	7.64	6.52	132.04	247.03	1800.0	0.30	31.38	109.84	68.00	81.60	9	94.40
3	14.51	6.87	203.63	380.96	1800.0	0.30	74.64	261.23	161.72	194.06	37	832.44
4	oo	oo	425.00	795.10	1800.0	0.30	325.12	1137.93	704.43	845.32	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

Nella fattispecie, il sondaggio ha accertato la presenza di quattro strati e ad ognuno di essi, mediante l'ausilio dell'apposito programma di calcolo Easy MASW, è stata attribuita la velocità delle onde di taglio S (Vs) ed il rispettivo spessore (d) (cf. tabelle e diagrammi proposti in allegato).

Per gli strati sono stati rispettivamente ottenuti i seguenti valori:

1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO	4° STRATO
VS = 133.04 m/sec d = 1,12 m	Vs = 132.04 m/sec d = 6,52 m	Vs=203.63 m/sec d = 6,87 m	Vs=425.00 m/sec d > 30 m

Categoria di sottosuolo

Secondo il D.M. 17/1/2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche delle Costruzioni”, in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori delle velocità equivalenti di propagazione delle onde di taglio, mediate sui primi 30 metri di terreno (VS30), o fino alla profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/sec (Vs,eq), vengono individuate cinque categorie (A – B – C – D – E).

La valutazione del valore Vs,eq viene quindi ottenuta mediante l'utilizzo della seguente relazione:

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

Con:

hi = spessore dello strato i-esimo;

Vs,i = Velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N = numero di strati;

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/sec.

ottenendo:

$$V_{S,eq} = V_{s30} = 234,39 \text{ m/sec}$$

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, il profilo stratigrafico dell'area in esame risulta compreso nella categoria di sottosuolo C, in quanto lo strato di terreno caratterizzato da velocità di propagazione delle onde di taglio inferiori agli 800 m/s ha una potenza complessiva maggiore di 30 m.

Categoria	Descrizione
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>

Condizioni topografiche

L'area direttamente interessata dalla realizzazione delle opere è caratterizzata da una superficie pianeggiante, per cui, in base alla classificazione prevista dal D.M. 17.01.2018, essa ricade in categoria T1, ovvero:

Categoria	Descrizione
T1	<i>Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$</i>

Considerazioni conclusive caratterizzazione sismica.

Nel sito direttamente interessato dallo studio i terreni, secondo il modello proposto, sono caratterizzati da quattro strati principali correlabili con le alternanze sedimentologiche tipiche di un ambiente transizionale. In base alle risultanze di un'apposita indagine geofisica MASW, si sono misurate velocità di propagazione delle onde sismiche "s" variabili da 130 m/s a 425 m/s.

Le velocità più basse sono da mettere in relazione a un'alternanza di depositi recenti poco compatti di origine continentale e marina. La velocità di 425 m/s rilevata alla profondità di 14,51 m è da mettere in relazione a depositi continentali riferibili ai depositi alluvionali terrazzati.

In ottemperanza con quanto prescritto dalla normativa, viste le caratteristiche del primo sottosuolo che presenta uno spessore massimo maggiore di 30 m sopra al substrato rigido, il terreno di fondazione può essere pertanto assimilato alla **categoria C di azione sismica**: *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*

Conclusioni

Le indagini geologiche-geotecniche non hanno evidenziato particolari controindicazioni che possano ostacolare la realizzazione delle opere in progetto.

Nel sito di interesse il substrato geologico è costituito dai depositi alluvionali attuali, rappresentati da **sabbie e limi bruni**, con rare ghiaie fini e scarsa matrice.

Nel dettaglio, dall'alto al basso, si riconoscono:

1. Uno strato di suolo/riporto dal p.c. a -0,4m
2. Uno strato limo sabbioso competente, con buone caratteristiche geotecniche da -0,4m a circa -1,3/1,7m
3. Una serie di stratificazioni di argille e limi con caratteristiche geotecniche più scarse, da circa -1,3/1,7m fino a -3,7/3,9m
4. Ultima unità rilevata è un corpo limo argilloso con caratteristiche geotecniche intermedie.

Durante la campagna indagini di settembre 2021 la falda è stata rilevata con una soggiacenza di -3,5m rispetto al p.c., mentre durante la recente campagna di dicembre 2023 è stata rilevata a -2,5m, è presumibile che questo intervallo possa essere assunto come frangia di oscillazione di cui tenere conto sia in fase progettuale che durante l'esecuzione dei lavori.

Sulla base delle precedenti considerazioni e dall'analisi dei risultati delle indagini geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche nel sito e nelle immediate vicinanze, l'area interessata dalle opere in progetto non risulta soggetta a potenziali fenomeni di rischio.

In riferimento ai parametri geotecnici dei terreni di fondazioni si rimanda ai certificati delle schede in allegato. Si evidenzia quindi che il sito è compatibile per gli aspetti geologici, idrogeologici e geostatici con le indicazioni ed indirizzi progettuali previsti.

Cabras, 07 Dicembre 2023

Il Tecnico



Allegati

- Allegato 1: Planimetria con localizzazione delle indagini geognostiche
- Allegato 2: Risultati delle prove penetrometriche.

Allegato 1: PLANIMETRIA LOCALIZZAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE



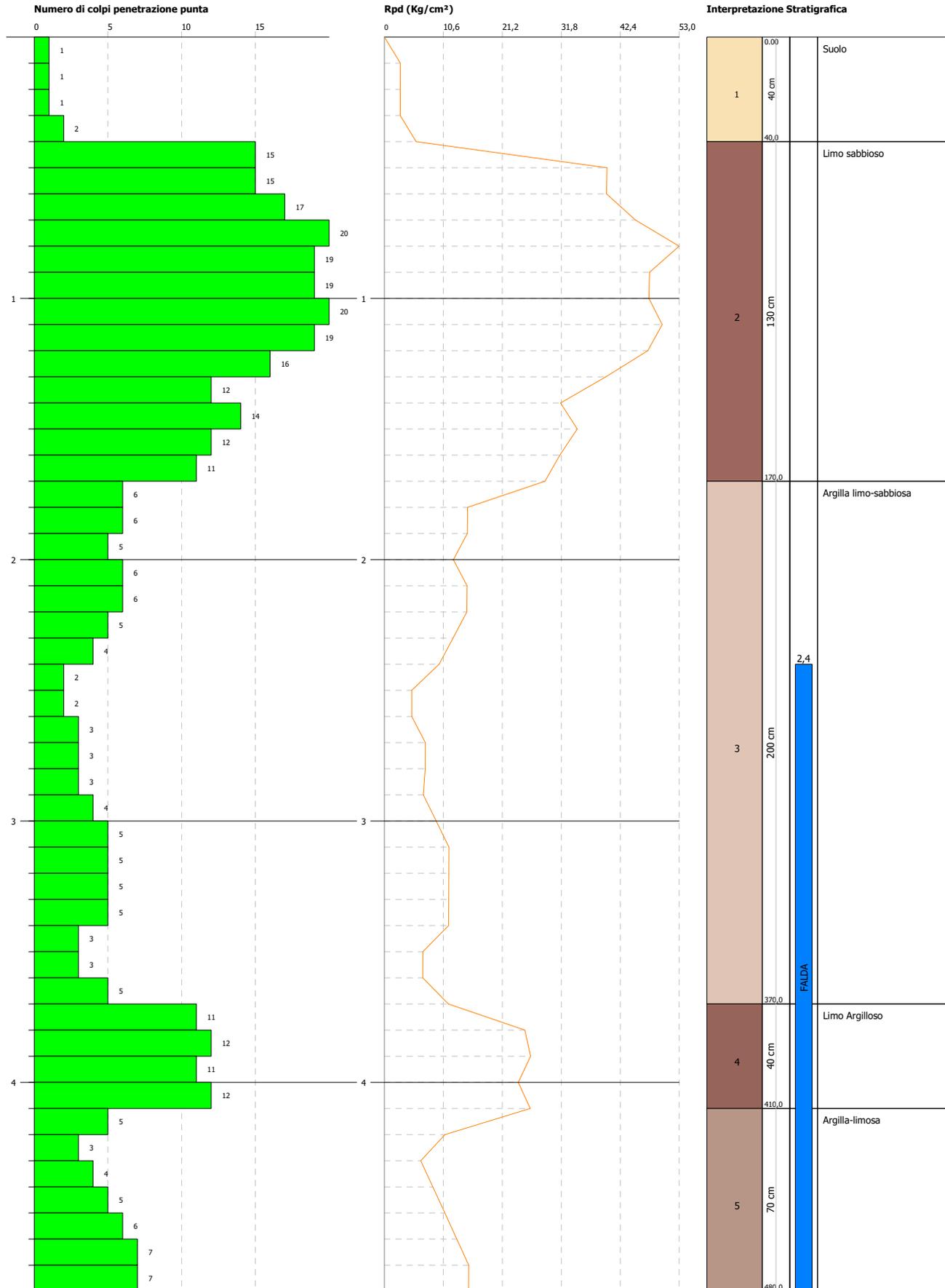
Allegato 2: RISULTATI DELLE PROVE PENETROMETRICHE

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 1
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Tek Ref srl / Feijoa srl
 Cantiere :
 Località : Sa Cungia de Ponti Mannu

Data : 29/11/2023

Scala 1:21

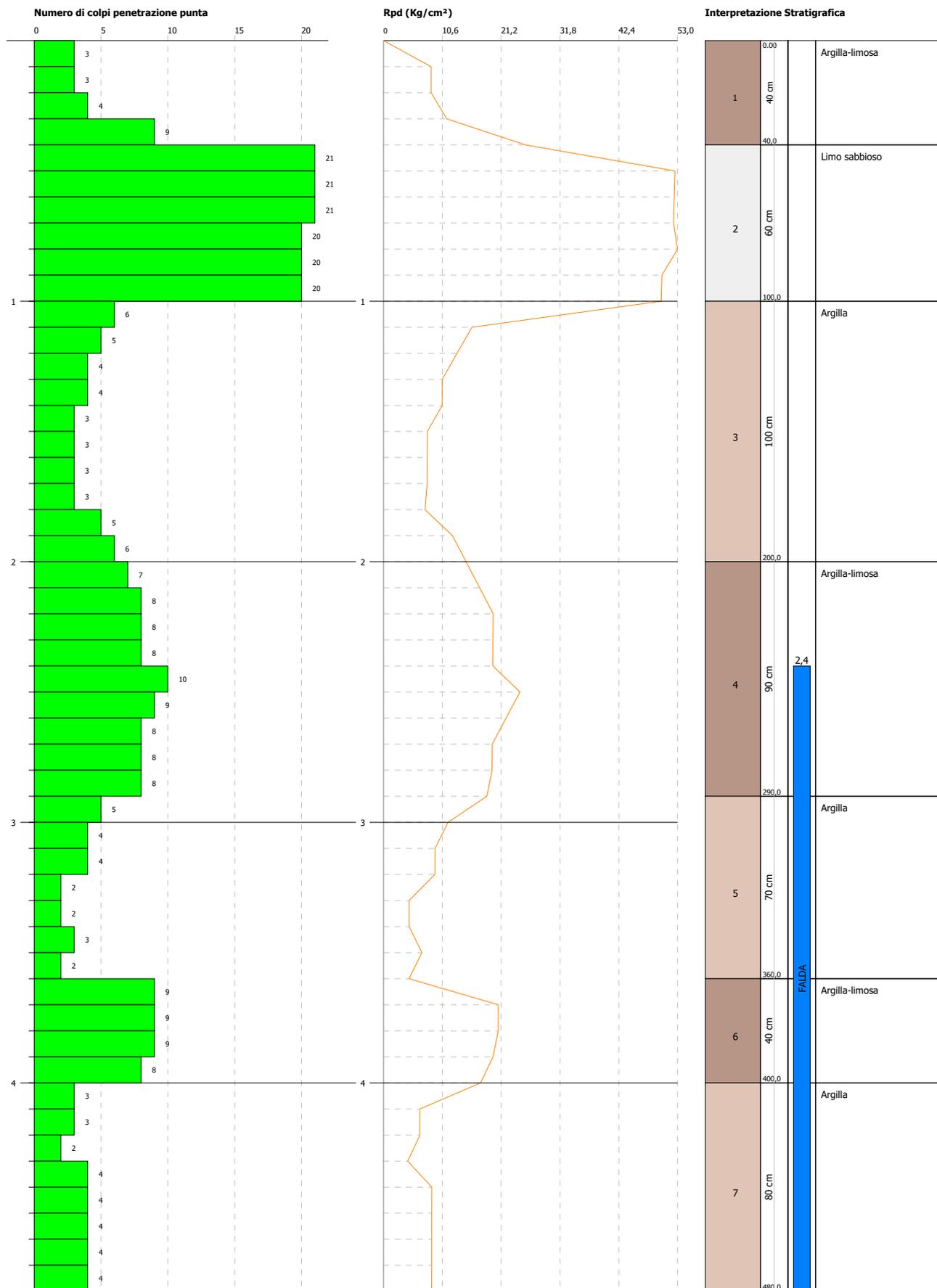


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 2
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente :Tek Ref srl / Feijoa srl
 Cantiere :
 Località :Sa Cungia de Ponti Mannu

Data :29/11/2023

Scala 1:21

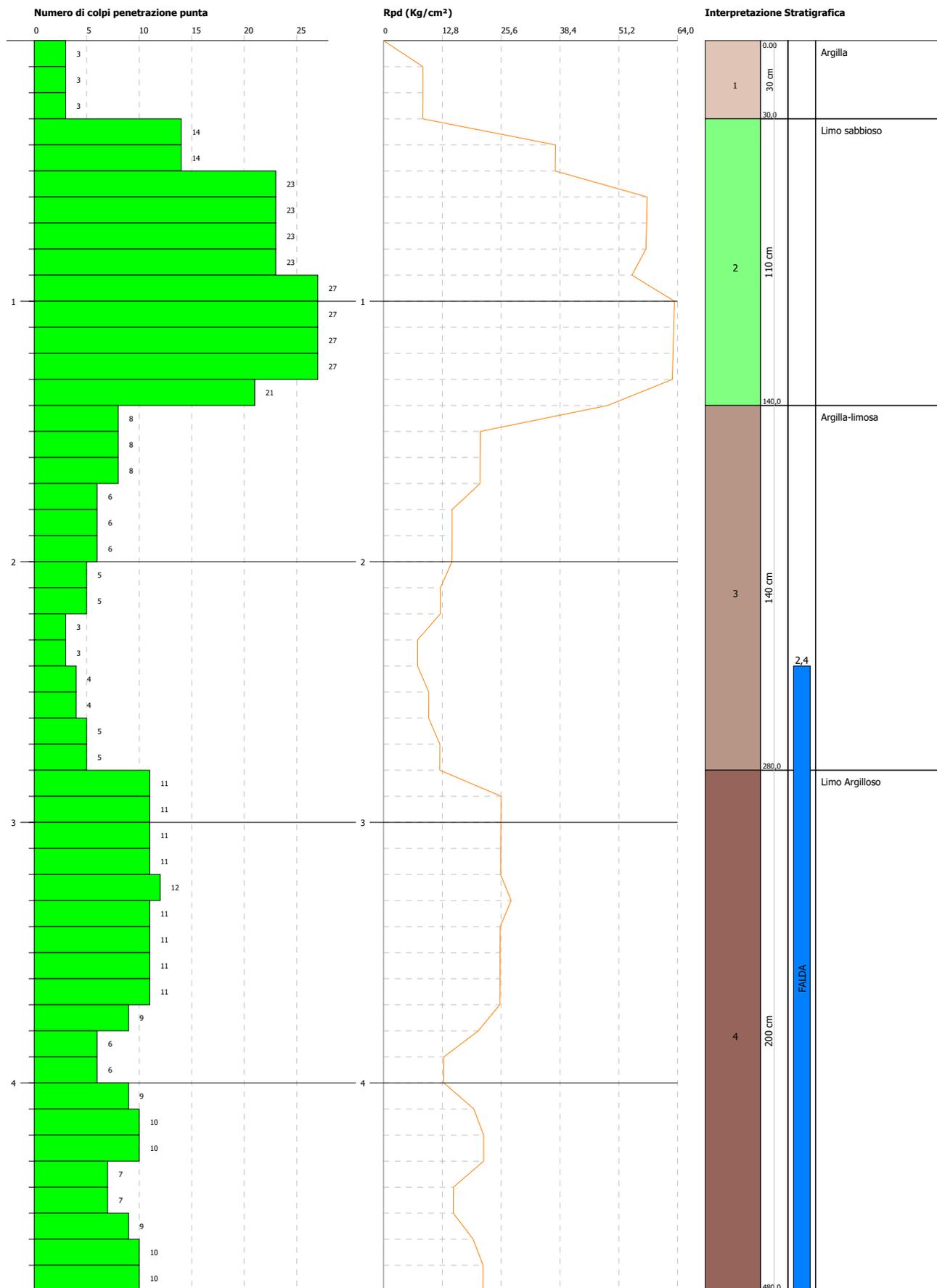


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 3
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente :Tek Ref srl / Feijoa srl
 Cantiere :
 Località :Sa Cungia de Ponti Mannu

Data :29/11/2023

Scala 1:21

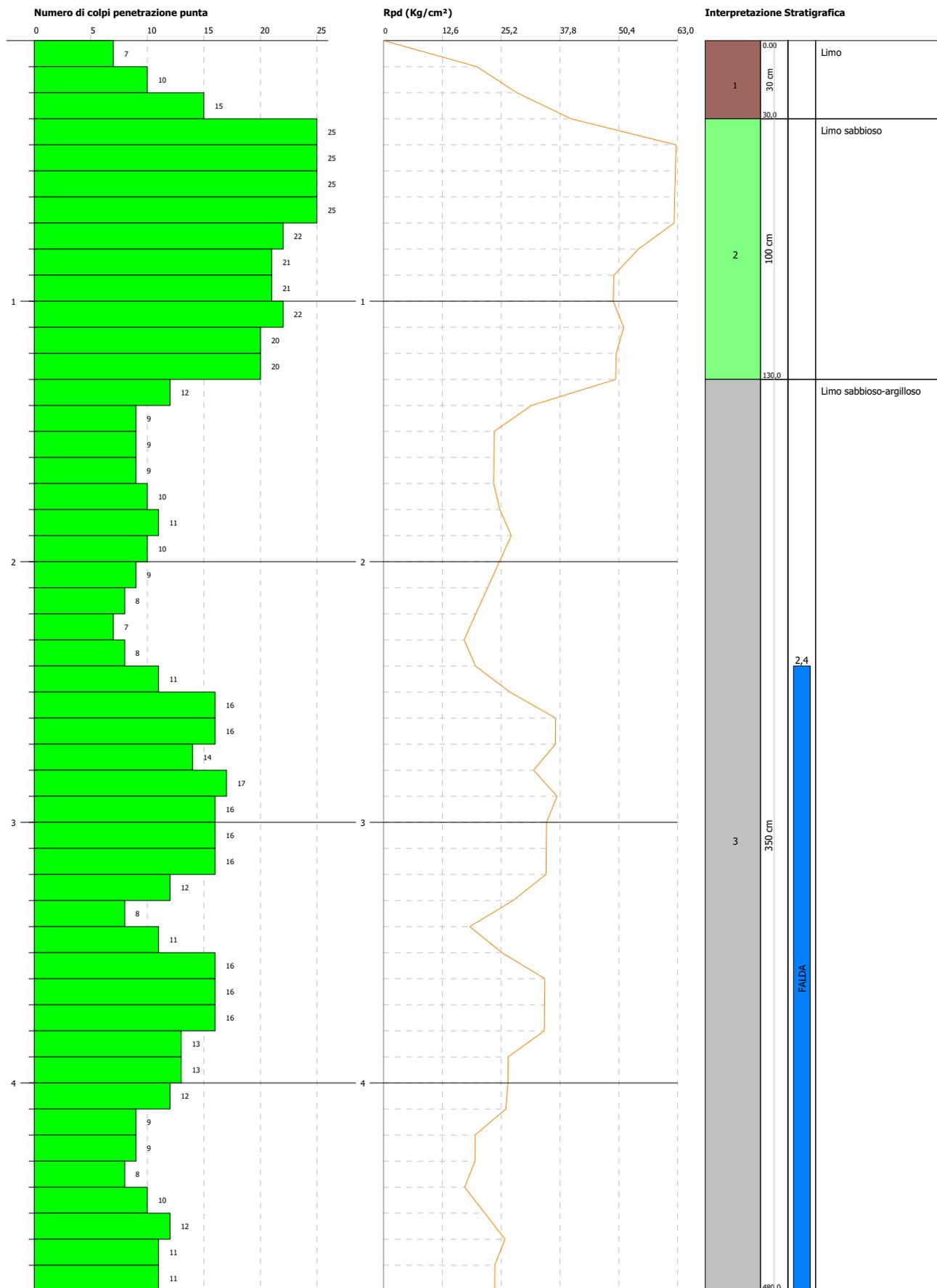


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 4
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente :Tek Ref srl / Feijoa srl
 Cantiere :
 Località :Sa Cungia de Ponti Mannu

Data :29/11/2023

Scala 1:21

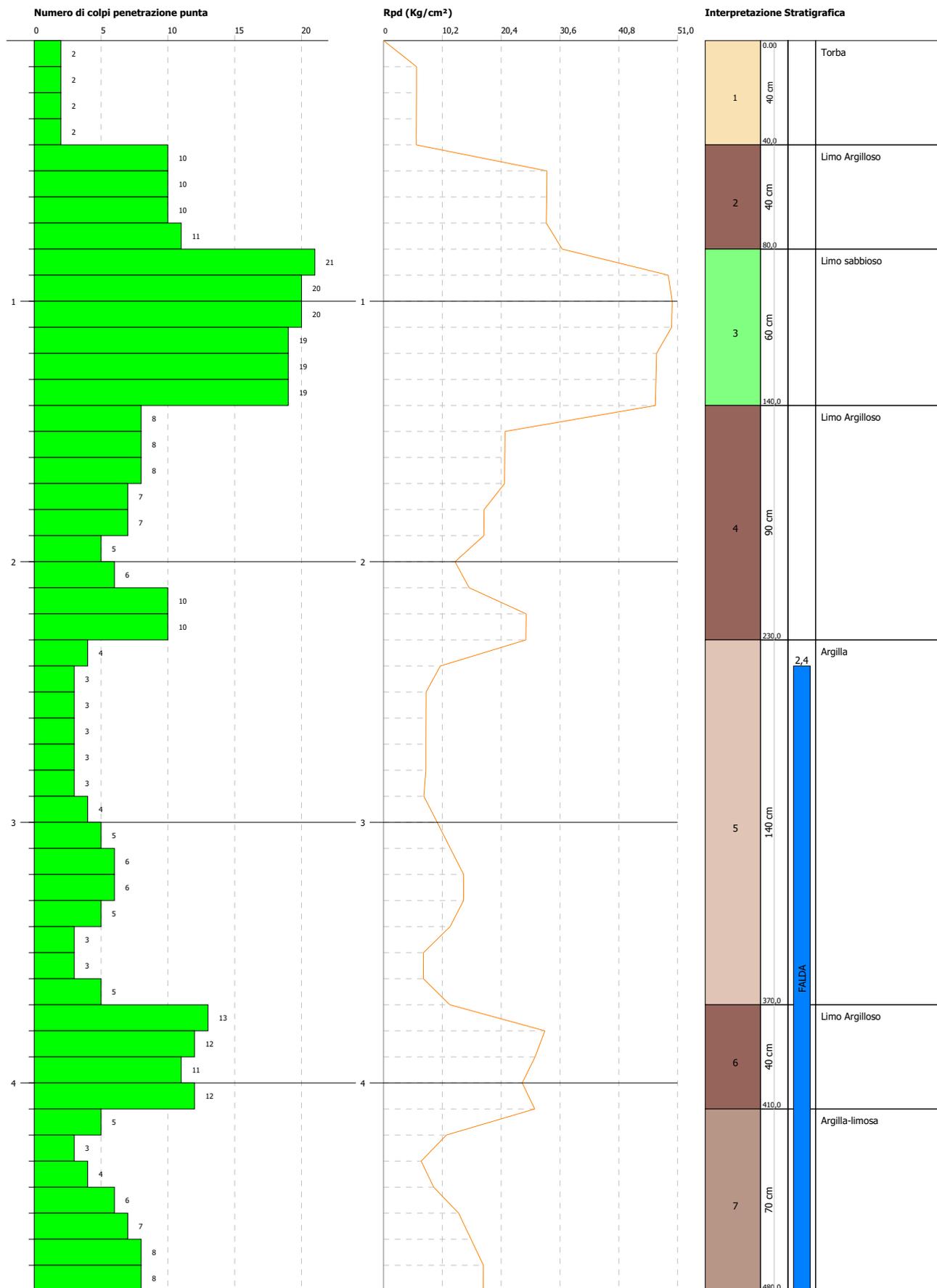


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 5
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente :Tek Ref srl / Feijoa srl
 Cantiere :
 Località :Sa Cungia de Ponti Mannu

Data :29/11/2023

Scala 1:21

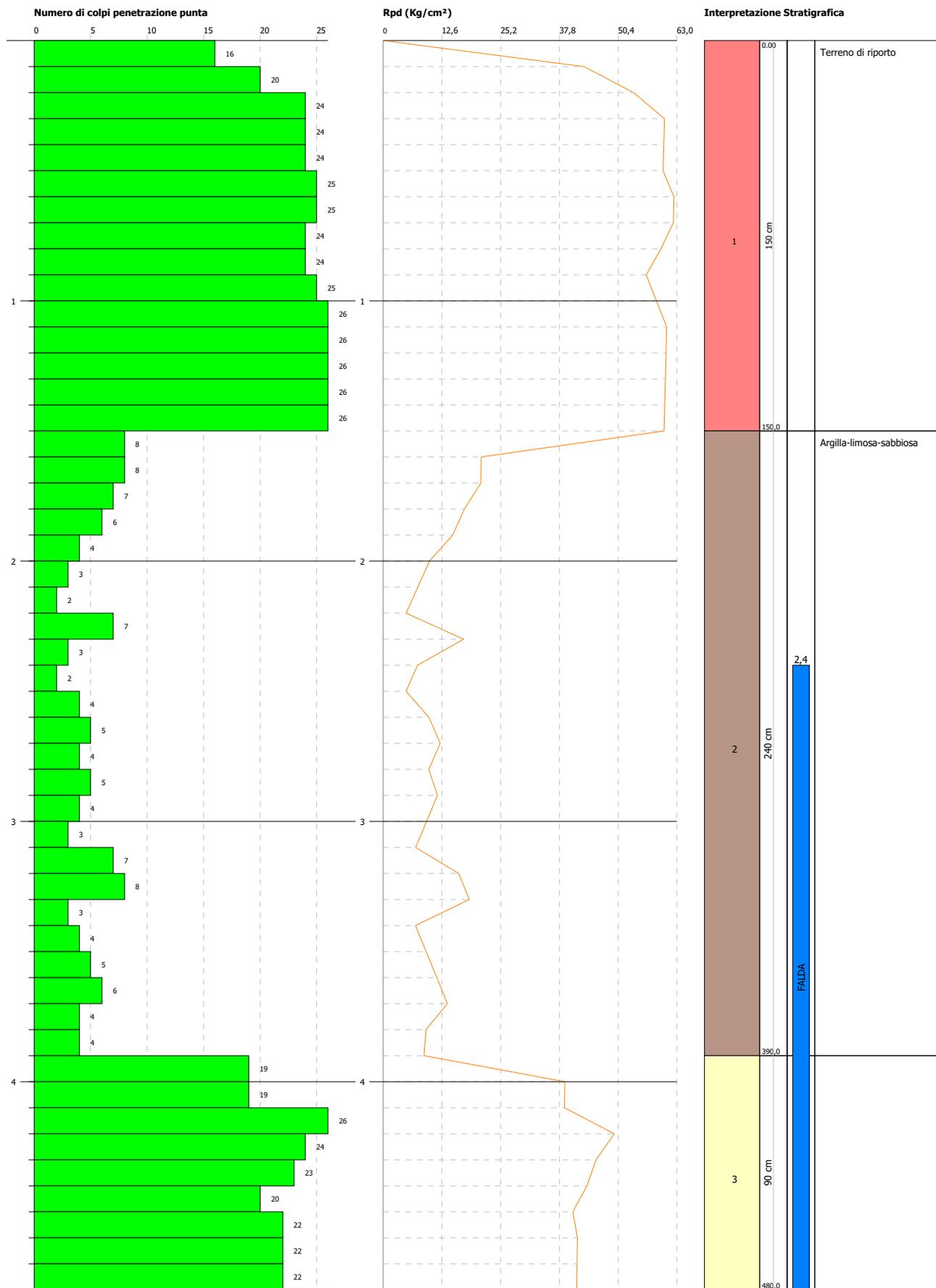


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 6
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente :Tek Ref srl / Feijoa srl
 Cantiere :
 Località :Sa Cungia de Ponti Mannu

Data :29/11/2023

Scala 1:21



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: **Fejoa s.r.l. / Tek Ref s.r.l.**
Cantiere:
Località: **Sa Cungia de Ponti Mannu**

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPM (DL030 10) (Medium)

Rif. Norme	DIN 4094
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
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

OPERATORE

Enrico Maria Paliaga

RESPONSABILE

Enrico Maria Paliaga

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE
(DYNAMIC PROBING)
DPSH – DPM (... scpt ecc.)

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α)
- avanzamento (penetrazione) δ
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof.max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento δ = 10 cm, punta conica

($\alpha=60-90^\circ$), diametro D 35.7 mm, area base cono $A=10 \text{ cm}^2$ rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente $M = 20 \text{ kg}$, altezza di caduta $H=0.20 \text{ m}$, avanzamento $\delta = 10 \text{ cm}$, punta conica ($\alpha= 60-90^\circ$), diametro D 35.7 mm, area base cono $A=10 \text{ cm}^2$ rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)
massa battente $M = 73 \text{ kg}$, altezza di caduta $H=0.75 \text{ m}$, avanzamento $\delta=30 \text{ cm}$, punta conica ($\alpha = 60^\circ$),
diametro $D = 50.8 \text{ mm}$, area base cono $A=20.27 \text{ cm}^2$ rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
massa battente $M=63.5 \text{ kg}$, altezza caduta $H=0.75 \text{ m}$, avanzamento $\delta=20-30 \text{ cm}$, punta conica conica ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) diametro $D = 50.5 \text{ mm}$, area base cono $A = 20 \text{ cm}^2$, rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

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} 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 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 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) $\sigma > 15$ 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
- Buissmann-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 (K₀)

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

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson 1983 Q_c

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). *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 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 ($N_{spt}=28$)



Figura 1 – Localizzazione della prova DIN_01_2023

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DIN 1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	1,28	0,40	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	0,21
Strato 2	14,57	1,70	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	2,63
Strato 3	4,27	3,70	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	0,64
Strato 4	9,13	4,10	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	1,57
Strato 5	5,08	4,80	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	0,72

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	1,28	0,40	Robertson (1983)	2,56
Strato 2	14,57	1,70	Robertson (1983)	29,14
Strato 3	4,27	3,70	Robertson (1983)	8,54
Strato 4	9,13	4,10	Robertson (1983)	18,26
Strato 5	5,08	4,80	Robertson (1983)	10,16

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	1,28	0,40	Stroud e Butler (1975)	5,87
Strato 2	14,57	1,70	Stroud e Butler (1975)	66,85
Strato 3	4,27	3,70	Stroud e Butler (1975)	19,59
Strato 4	9,13	4,10	Stroud e Butler (1975)	41,89
Strato 5	5,08	4,80	Stroud e Butler (1975)	23,31

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato 1	1,28	0,40	Schultze	-5,68
Strato 2	14,57	1,70	Schultze	147,16
Strato 3	4,27	3,70	Schultze	28,71
Strato 4	9,13	4,10	Schultze	84,60
Strato 5	5,08	4,80	Schultze	38,02

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	1,28	0,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
Strato 2	14,57	1,70	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 3	4,27	3,70	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato 4	9,13	4,10	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 5	5,08	4,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1,28	0,40	Meyerhof ed altri	1,50
Strato 2	14,57	1,70	Meyerhof ed altri	2,06
Strato 3	4,27	3,70	Meyerhof ed altri	1,72
Strato 4	9,13	4,10	Meyerhof ed altri	1,94
Strato 5	5,08	4,80	Meyerhof ed altri	1,76

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1,28	0,40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,85
Strato 2	14,57	1,70	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2,09
Strato 3	4,27	3,70	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,87
Strato 4	9,13	4,10	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2,01
Strato 5	5,08	4,80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,88

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	1,28	0,40	1,28	Skempton 1986	10,22
Strato 2	14,57	1,70	14,57	Skempton 1986	42,23
Strato 3	4,27	3,70	4,27	Skempton 1986	18,86
Strato 4	9,13	4,10	9,13	Skempton 1986	31,04
Strato 5	5,08	4,80	5,08	Skempton 1986	21,05

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	1,28	0,40	1,28	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	27,37
Strato 2	14,57	1,70	14,57	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	31,16
Strato 3	4,27	3,70	4,27	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	28,22
Strato 4	9,13	4,10	9,13	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	29,61
Strato 5	5,08	4,80	5,08	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	28,45

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	1,28	0,40	1,28	Schmertmann (1978) Limi	6,24
Strato 2	14,57	1,70	14,57	Schmertmann (1978) Limi	89,94
Strato 3	4,27	3,70	4,27	Schmertmann (1978) Limi	25,07
Strato 4	9,13	4,10	9,13	Schmertmann (1978) Limi	55,68
Strato 5	5,08	4,80	5,08	Schmertmann (1978) Limi	30,17

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	1,28	0,40	1,28	Buisman-Sanglerat	10,24
Strato 2	14,57	1,70	14,57	Buisman-Sanglerat	116,56
Strato 3	4,27	3,70	4,27	Buisman-Sanglerat	34,16
Strato 4	9,13	4,10	9,13	Buisman-Sanglerat	73,04
Strato 5	5,08	4,80	5,08	Buisman-Sanglerat	40,64

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	1,28	0,40	1,28	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	14,57	1,70	14,57	Classificazione	MODERATAME

					A.G.I. 1977	NTE ADDENSATO
Strato 3	4,27	3,70	4,27	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO	
Strato 4	9,13	4,10	9,13	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO	
Strato 5	5,08	4,80	5,08	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO	

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 1	1,28	0,40	1,28	Meyerhof ed altri	1,37
Strato 2	14,57	1,70	14,57	Meyerhof ed altri	1,87
Strato 3	4,27	3,70	4,27	Meyerhof ed altri	1,51
Strato 4	9,13	4,10	9,13	Meyerhof ed altri	1,70
Strato 5	5,08	4,80	5,08	Meyerhof ed altri	1,54

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	1,28	0,40	1,28	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,86
Strato 2	14,57	1,70	14,57	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95
Strato 3	4,27	3,70	4,27	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 4	9,13	4,10	9,13	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91
Strato 5	5,08	4,80	5,08	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	1,28	0,40	1,28	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	14,57	1,70	14,57	(A.G.I.)	0,33
Strato 3	4,27	3,70	4,27	(A.G.I.)	0,35
Strato 4	9,13	4,10	9,13	(A.G.I.)	0,34
Strato 5	5,08	4,80	5,08	(A.G.I.)	0,34

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	1,28	0,40	1,28	Ohsaki (Sabbie pulite)	81,98
Strato 2	14,57	1,70	14,57	Ohsaki (Sabbie pulite)	806,43
Strato 3	4,27	3,70	4,27	Ohsaki (Sabbie pulite)	254,40
Strato 4	9,13	4,10	9,13	Ohsaki (Sabbie pulite)	519,70
Strato 5	5,08	4,80	5,08	Ohsaki (Sabbie pulite)	299,52

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	1,28	0,40	1,28		62,23
Strato 2	14,57	1,70	14,57		209,94

Strato 3	4,27	3,70	4,27		113,65
Strato 4	9,13	4,10	9,13		166,19
Strato 5	5,08	4,80	5,08		123,96

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	1,28	0,40	1,28	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 2	14,57	1,70	14,57	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 3	4,27	3,70	4,27	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 4	9,13	4,10	9,13	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 5	5,08	4,80	5,08	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	1,28	0,40	1,28	Navfac 1971-1982	0,09
Strato 2	14,57	1,70	14,57	Navfac 1971-1982	3,04
Strato 3	4,27	3,70	4,27	Navfac 1971-1982	0,82
Strato 4	9,13	4,10	9,13	Navfac 1971-1982	1,92
Strato 5	5,08	4,80	5,08	Navfac 1971-1982	1,01

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	1,28	0,40	1,28	Robertson 1983	2,56
Strato 2	14,57	1,70	14,57	Robertson 1983	29,14
Strato 3	4,27	3,70	4,27	Robertson 1983	8,54
Strato 4	9,13	4,10	9,13	Robertson 1983	18,26
Strato 5	5,08	4,80	5,08	Robertson 1983	10,16



Figura 2 - Localizzazione prova DIN_02_2023

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DIN 2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	5,51	0,40	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	0,82
Strato 2	15,98	1,00	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	3,42
Strato 3	4,09	2,00	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	0,67
Strato 4	6,86	2,90	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	1,23
Strato 5	3,25	3,60	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	0,45
Strato 6	6,99	4,00	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	1,22
Strato 7	3,2	4,80	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	0,47

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	5,51	0,40	Robertson (1983)	11,02
Strato 2	15,98	1,00	Robertson (1983)	31,96
Strato 3	4,09	2,00	Robertson (1983)	8,18
Strato 4	6,86	2,90	Robertson (1983)	13,72
Strato 5	3,25	3,60	Robertson (1983)	6,50
Strato 6	6,99	4,00	Robertson (1983)	13,98
Strato 7	3,2	4,80	Robertson (1983)	6,40

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	5,51	0,40	Stroud e Butler (1975)	25,28
Strato 2	15,98	1,00	Stroud e Butler (1975)	73,32
Strato 3	4,09	2,00	Stroud e Butler (1975)	18,77
Strato 4	6,86	2,90	Stroud e Butler (1975)	31,47
Strato 5	3,25	3,60	Stroud e Butler (1975)	14,91
Strato 6	6,99	4,00	Stroud e Butler (1975)	32,07
Strato 7	3,2	4,80	Stroud e Butler (1975)	14,68

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato 1	5,51	0,40	Schultze-Menzenbach	42,97
Strato 2	15,98	1,00	Schultze-Menzenbach	163,37
Strato 3	4,09	2,00	Schultze-Menzenbach	26,64
Strato 4	6,86	2,90	Schultze-Menzenbach	58,49
Strato 5	3,25	3,60	Schultze-Menzenbach	16,98
Strato 6	6,99	4,00	Schultze-Menzenbach	59,99
Strato 7	3,2	4,80	Schultze-Menzenbach	16,4

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	5,51	0,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato 2	15,98	1,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato 3	4,09	2,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato 4	6,86	2,90	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato 5	3,25	3,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato 6	6,99	4,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato 7	3,2	4,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	5,51	0,40	Meyerhof ed altri	1,79
Strato 2	15,98	1,00	Meyerhof ed altri	2,08
Strato 3	4,09	2,00	Meyerhof ed altri	1,71
Strato 4	6,86	2,90	Meyerhof ed altri	1,85
Strato 5	3,25	3,60	Meyerhof ed altri	1,65
Strato 6	6,99	4,00	Meyerhof ed altri	1,86
Strato 7	3,2	4,80	Meyerhof ed altri	1,65

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	5,51	0,40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,88
Strato 2	15,98	1,00	Bowles 1982, Terzaghi-Peck	2,10

			1948/1967	
Strato 3	4,09	2,00	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,87
Strato 4	6,86	2,90	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,89
Strato 5	3,25	3,60	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,86
Strato 6	6,99	4,00	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,90
Strato 7	3,2	4,80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,86

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 2	15,98	1,00	15,98	Skempton 1986	44,76
Strato 4	6,86	2,90	6,86	Skempton 1986	25,62
Strato 5	3,25	3,60	3,25	Skempton 1986	16,02
Strato 6	6,99	4,00	6,99	Skempton 1986	25,95
Strato 7	3,2	4,80	3,2	Skempton 1986	15,87

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	15,98	1,00	15,98	Peck-Hanson- Thornburn- Meyerhof 1956	31,57
Strato 4	6,86	2,90	6,86	Peck-Hanson- Thornburn- Meyerhof 1956	28,96
Strato 5	3,25	3,60	3,25	Peck-Hanson- Thornburn- Meyerhof 1956	27,93
Strato 6	6,99	4,00	6,99	Peck-Hanson- Thornburn- Meyerhof 1956	29
Strato 7	3,2	4,80	3,2	Peck-Hanson- Thornburn- Meyerhof 1956	27,91

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 2	15,98	1,00	15,98	Schmertmann (1978) Limi	98,82
Strato 4	6,86	2,90	6,86	Schmertmann (1978) Limi	41,38
Strato 5	3,25	3,60	3,25	Schmertmann (1978) Limi	18,64
Strato 6	6,99	4,00	6,99	Schmertmann (1978) Limi	42,2
Strato 7	3,2	4,80	3,2	Schmertmann (1978) Limi	18,33

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 2	15,98	1,00	15,98	Buisman-Sanglerat	127,84
Strato 4	6,86	2,90	6,86	Buisman-Sanglerat	54,88
Strato 5	3,25	3,60	3,25	Buisman-Sanglerat	26,0
Strato 6	6,99	4,00	6,99	Buisman-Sanglerat	55,92
Strato 7	3,2	4,80	3,2	Buisman-Sanglerat	25,6

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 2	15,98	1,00	15,98	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 4	6,86	2,90	6,86	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 5	3,25	3,60	3,25	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 6	6,99	4,00	6,99	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 7	3,2	4,80	3,2	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 2	15,98	1,00	15,98	Meyerhof ed altri	1,90
Strato 4	6,86	2,90	6,86	Meyerhof ed altri	1,62
Strato 5	3,25	3,60	3,25	Meyerhof ed altri	1,46
Strato 6	6,99	4,00	6,99	Meyerhof ed altri	1,62
Strato 7	3,2	4,80	3,2	Meyerhof ed altri	1,46

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 2	15,98	1,00	15,98	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95
Strato 4	6,86	2,90	6,86	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
Strato 5	3,25	3,60	3,25	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 6	6,99	4,00	6,99	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
Strato 7	3,2	4,80	3,2	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 2	15,98	1,00	15,98	(A.G.I.)	0,32
Strato 4	6,86	2,90	6,86	(A.G.I.)	0,34
Strato 5	3,25	3,60	3,25	(A.G.I.)	0,35
Strato 6	6,99	4,00	6,99	(A.G.I.)	0,34
Strato 7	3,2	4,80	3,2	(A.G.I.)	0,35

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
--	------	------------------	----------------------------------	--------------	-------------------------

Strato 2	15,98	1,00	15,98	Ohsaki (Sabbie pulite)	879,58
Strato 4	6,86	2,90	6,86	Ohsaki (Sabbie pulite)	397,24
Strato 5	3,25	3,60	3,25	Ohsaki (Sabbie pulite)	196,83
Strato 6	6,99	4,00	6,99	Ohsaki (Sabbie pulite)	404,32
Strato 7	3,2	4,80	3,2	Ohsaki (Sabbie pulite)	193,98

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 2	15,98	1,00	15,98		219,86
Strato 4	6,86	2,90	6,86		144,05
Strato 5	3,25	3,60	3,25		99,15
Strato 6	6,99	4,00	6,99		145,41
Strato 7	3,2	4,80	3,2		98,39

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 2	15,98	1,00	15,98	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 4	6,86	2,90	6,86	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 5	3,25	3,60	3,25	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 6	6,99	4,00	6,99	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 7	3,2	4,80	3,2	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 2	15,98	1,00	15,98	Navfac 1971-1982	3,31
Strato 4	6,86	2,90	6,86	Navfac 1971-1982	1,41
Strato 5	3,25	3,60	3,25	Navfac 1971-1982	0,57
Strato 6	6,99	4,00	6,99	Navfac 1971-1982	1,44
Strato 7	3,2	4,80	3,2	Navfac 1971-1982	0,56

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 2	15,98	1,00	15,98	Robertson 1983	31,96
Strato 4	6,86	2,90	6,86	Robertson 1983	13,72
Strato 5	3,25	3,60	3,25	Robertson 1983	6,50
Strato 6	6,99	4,00	6,99	Robertson 1983	13,98
Strato 7	3,2	4,80	3,2	Robertson 1983	6,40

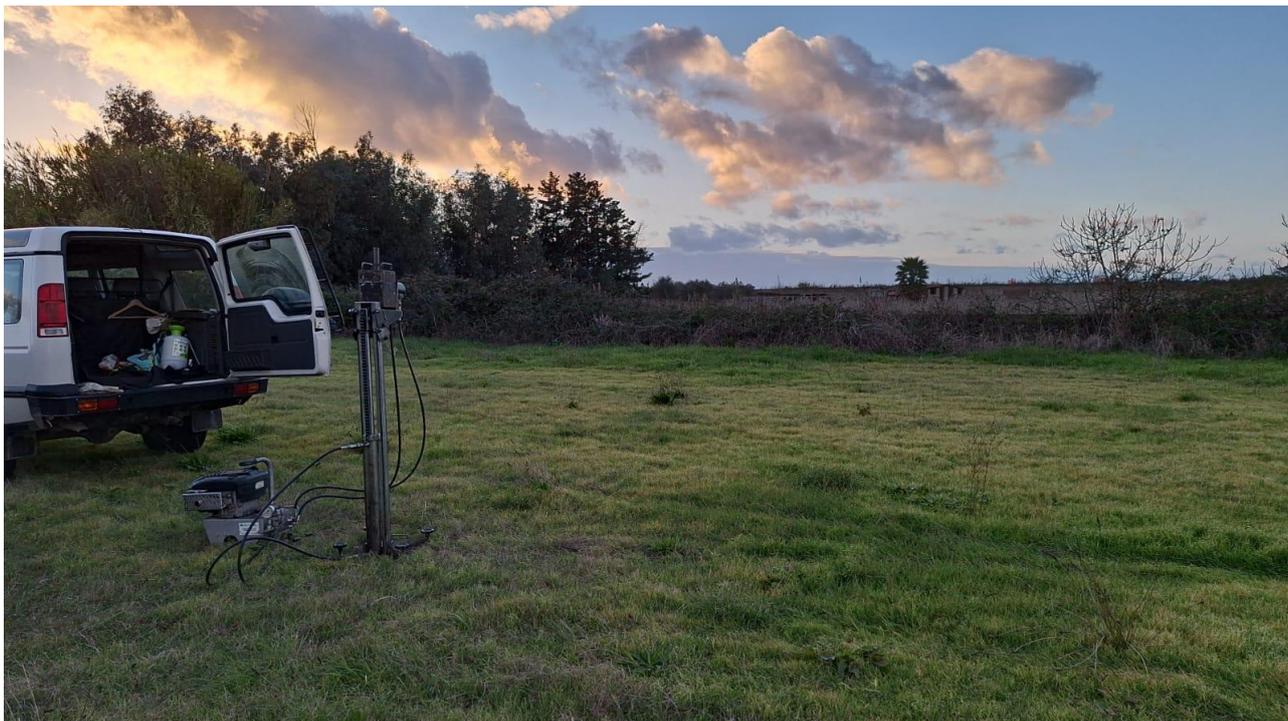


Figura 3 - Localizzazione prova DIN_03_2023

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DIN 3

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	2,28	0,30	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	0,51
Strato 2	20,69	1,40	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	3,72
Strato 3	5,37	2,80	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	0,84
Strato 4	8,69	4,80	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	1,35

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	2,28	0,30	Robertson (1983)	4,56
Strato 2	20,69	1,40	Robertson (1983)	41,38
Strato 3	5,37	2,80	Robertson (1983)	10,74
Strato 4	8,69	4,80	Robertson (1983)	17,38

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	2,28	0,30	Stroud e Butler (1975)	10,46
Strato 2	20,69	1,40	Stroud e Butler (1975)	94,93
Strato 3	5,37	2,80	Stroud e Butler (1975)	24,64
Strato 4	8,69	4,80	Stroud e Butler (1975)	39,87

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato	Correlazione	Ey
--	------	--------------	--------------	----

		(m)		(Kg/cm ²)
Strato 1	2,28	0,30	Schultze	5,82
Strato 2	20,69	1,40	Schultze	217,54
Strato 3	5,37	2,80	Schultze	41,36
Strato 4	8,69	4,80	Schultze	79,54

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	2,28	0,30	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato 2	20,69	1,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato 3	5,37	2,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato 4	8,69	4,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	2,28	0,30	Meyerhof ed altri	1,58
Strato 2	20,69	1,40	Meyerhof ed altri	2,10
Strato 3	5,37	2,80	Meyerhof ed altri	1,78
Strato 4	8,69	4,80	Meyerhof ed altri	1,93

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	2,28	0,30	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,85
Strato 2	20,69	1,40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2,11
Strato 3	5,37	2,80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,88
Strato 4	8,69	4,80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,99

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	2,28	0,30	2,28	Skempton 1986	13,21
Strato 2	20,69	1,40	20,69	Skempton 1986	52,24
Strato 3	5,37	2,80	5,37	Skempton 1986	21,81
Strato 4	8,69	4,80	8,69	Skempton 1986	30,02

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	2,28	0,30	2,28	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	27,65
Strato 2	20,69	1,40	20,69	Peck-Hanson-Thornburn-	32,91

				Meyerhof 1956	
Strato 3	5,37	2,80	5,37	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	28,53
Strato 4	8,69	4,80	8,69	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	29,48

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	2,28	0,30	2,28	Schmertmann (1978) Limi	12,54
Strato 2	20,69	1,40	20,69	Schmertmann (1978) Limi	128,48
Strato 3	5,37	2,80	5,37	Schmertmann (1978) Limi	32,0
Strato 4	8,69	4,80	8,69	Schmertmann (1978) Limi	52,9

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	2,28	0,30	2,28	Buisman-Sanglerat	18,24
Strato 2	20,69	1,40	20,69	Buisman-Sanglerat	165,52
Strato 3	5,37	2,80	5,37	Buisman-Sanglerat	42,96
Strato 4	8,69	4,80	8,69	Buisman-Sanglerat	69,52

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	2,28	0,30	2,28	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	20,69	1,40	20,69	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	5,37	2,80	5,37	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 4	8,69	4,80	8,69	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 1	2,28	0,30	2,28	Meyerhof ed altri	1,41
Strato 2	20,69	1,40	20,69	Meyerhof ed altri	2,01
Strato 3	5,37	2,80	5,37	Meyerhof ed altri	1,55
Strato 4	8,69	4,80	8,69	Meyerhof ed altri	1,68

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	2,28	0,30	2,28	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
Strato 2	20,69	1,40	20,69	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,11
Strato 3	5,37	2,80	5,37	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
Strato 4	8,69	4,80	8,69	Terzaghi-Peck	1,91

				1948-1967	
--	--	--	--	-----------	--

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	2,28	0,30	2,28	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	20,69	1,40	20,69	(A.G.I.)	0,31
Strato 3	5,37	2,80	5,37	(A.G.I.)	0,34
Strato 4	8,69	4,80	8,69	(A.G.I.)	0,34

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	2,28	0,30	2,28	Ohsaki (Sabbie pulite)	141,05
Strato 2	20,69	1,40	20,69	Ohsaki (Sabbie pulite)	1121,32
Strato 3	5,37	2,80	5,37	Ohsaki (Sabbie pulite)	315,57
Strato 4	8,69	4,80	8,69	Ohsaki (Sabbie pulite)	496,13

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	2,28	0,30	2,28		83,05
Strato 2	20,69	1,40	20,69		250,17
Strato 3	5,37	2,80	5,37		127,45
Strato 4	8,69	4,80	8,69		162,13

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	2,28	0,30	2,28	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 2	20,69	1,40	20,69	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 3	5,37	2,80	5,37	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 4	8,69	4,80	8,69	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	2,28	0,30	2,28	Navfac 1971-1982	0,34
Strato 2	20,69	1,40	20,69	Navfac 1971-1982	4,17
Strato 3	5,37	2,80	5,37	Navfac 1971-1982	1,07
Strato 4	8,69	4,80	8,69	Navfac 1971-1982	1,82

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	2,28	0,30	2,28	Robertson 1983	4,56
Strato 2	20,69	1,40	20,69	Robertson 1983	41,38
Strato 3	5,37	2,80	5,37	Robertson 1983	10,74
Strato 4	8,69	4,80	8,69	Robertson 1983	17,38



Figura 4 – Localizzazione prova DIN_04_2023

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DIN 4

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	10,63	0,30	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	1,82
Strato 2	18,77	1,30	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	3,75
Strato 3	11,22	4,80	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	1,71

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	10,63	0,30	Robertson (1983)	21,26
Strato 2	18,77	1,30	Robertson (1983)	37,54
Strato 3	11,22	4,80	Robertson (1983)	22,44

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	10,63	0,30	Stroud e Butler (1975)	48,77
Strato 2	18,77	1,30	Stroud e Butler (1975)	86,12
Strato 3	11,22	4,80	Stroud e Butler (1975)	51,48

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato 1	10,63	0,30	Schultze	101,85
Strato 2	18,77	1,30	Schultze	195,46
Strato 3	11,22	4,80	Schultze	108,63

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	10,63	0,30	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 2	18,77	1,30	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato 3	11,22	4,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	10,63	0,30	Meyerhof ed altri	1,99
Strato 2	18,77	1,30	Meyerhof ed altri	2,09
Strato 3	11,22	4,80	Meyerhof ed altri	2,00

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	10,63	0,30	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2,10
Strato 2	18,77	1,30	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2,25
Strato 3	11,22	4,80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2,14

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	10,63	0,30	10,63	Skempton 1986	34,36
Strato 2	18,77	1,30	18,77	Skempton 1986	49,36
Strato 3	11,22	4,80	11,22	Skempton 1986	35,62

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	10,63	0,30	10,63	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	30,04
Strato 2	18,77	1,30	18,77	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	32,36
Strato 3	11,22	4,80	11,22	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	30,21

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	10,63	0,30	10,63	Bowles (1982) Sabbia Media	128,15
Strato 2	18,77	1,30	18,77	Bowles (1982) Sabbia Media	168,85
Strato 3	11,22	4,80	11,22	Bowles (1982)	131,10

				Sabbia Media	
--	--	--	--	--------------	--

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	10,63	0,30	10,63	Buisman-Sanglerat (sabbie)	63,78
Strato 2	18,77	1,30	18,77	Buisman-Sanglerat (sabbie)	112,62
Strato 3	11,22	4,80	11,22	Buisman-Sanglerat (sabbie)	67,32

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	10,63	0,30	10,63	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAME NTE ADDENSATO
Strato 2	18,77	1,30	18,77	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAME NTE ADDENSATO
Strato 3	11,22	4,80	11,22	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAME NTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 1	10,63	0,30	10,63	Meyerhof ed altri	1,75
Strato 2	18,77	1,30	18,77	Meyerhof ed altri	1,97
Strato 3	11,22	4,80	11,22	Meyerhof ed altri	1,77

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	10,63	0,30	10,63	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92
Strato 2	18,77	1,30	18,77	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,97
Strato 3	11,22	4,80	11,22	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,93

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	10,63	0,30	10,63	(A.G.I.)	0,33
Strato 2	18,77	1,30	18,77	(A.G.I.)	0,32
Strato 3	11,22	4,80	11,22	(A.G.I.)	0,33

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	10,63	0,30	10,63	Ohsaki (Sabbie pulite)	599,59
Strato 2	18,77	1,30	18,77	Ohsaki (Sabbie pulite)	1023,22
Strato 3	11,22	4,80	11,22	Ohsaki (Sabbie pulite)	630,82

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	10,63	0,30	10,63		179,32
Strato 2	18,77	1,30	18,77		238,28
Strato 3	11,22	4,80	11,22		184,23

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	10,63	0,30	10,63	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 2	18,77	1,30	18,77	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 3	11,22	4,80	11,22	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	10,63	0,30	10,63	Navfac 1971-1982	2,24
Strato 2	18,77	1,30	18,77	Navfac 1971-1982	3,83
Strato 3	11,22	4,80	11,22	Navfac 1971-1982	2,36

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	10,63	0,30	10,63	Robertson 1983	21,26
Strato 2	18,77	1,30	18,77	Robertson 1983	37,54
Strato 3	11,22	4,80	11,22	Robertson 1983	22,44



Figura 5 - Localizzazione prova DIN_05_2023

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DIN 5

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	1,52	0,40	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	0,34
Strato 2	8,13	0,80	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	1,75
Strato 3	15,53	1,40	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	3,15
Strato 4	7,02	2,30	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	1,19
Strato 5	3,9	3,70	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	0,58
Strato 6	9,67	4,10	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	1,64
Strato 7	5,83	4,80	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	0,80

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	1,52	0,40	Robertson (1983)	3,04
Strato 2	8,13	0,80	Robertson (1983)	16,26
Strato 3	15,53	1,40	Robertson (1983)	31,06
Strato 4	7,02	2,30	Robertson (1983)	14,04
Strato 5	3,9	3,70	Robertson (1983)	7,80
Strato 6	9,67	4,10	Robertson (1983)	19,34
Strato 7	5,83	4,80	Robertson (1983)	11,66

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	1,52	0,40	Stroud e Butler (1975)	6,97
Strato 2	8,13	0,80	Stroud e Butler (1975)	37,30
Strato 3	15,53	1,40	Stroud e Butler (1975)	71,25
Strato 4	7,02	2,30	Stroud e Butler (1975)	32,21
Strato 5	3,9	3,70	Stroud e Butler (1975)	17,89
Strato 6	9,67	4,10	Stroud e Butler (1975)	44,37
Strato 7	5,83	4,80	Stroud e Butler (1975)	26,75

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato 1	1,52	0,40	Schultze	-2,92
Strato 2	8,13	0,80	Schultze	73,10
Strato 3	15,53	1,40	Schultze	158,20
Strato 4	7,02	2,30	Schultze	60,33
Strato 5	3,9	3,70	Schultze	24,45
Strato 6	9,67	4,10	Schultze	90,81
Strato 7	5,83	4,80	Schultze	46,65

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	1,52	0,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
Strato 2	8,13	0,80	Classificaz. A.G.I.	CONSISTENTE

				(1977)	
Strato 3	15,53	1,40	Classificaz. A.G.I.	(1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato 4	7,02	2,30	Classificaz. A.G.I.	(1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato 5	3,9	3,70	Classificaz. A.G.I.	(1977)	POCO CONSISTENTE
Strato 6	9,67	4,10	Classificaz. A.G.I.	(1977)	CONSISTENTE
Strato 7	5,83	4,80	Classificaz. A.G.I.	(1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1,52	0,40	Meyerhof ed altri	1,52
Strato 2	8,13	0,80	Meyerhof ed altri	1,90
Strato 3	15,53	1,40	Meyerhof ed altri	2,07
Strato 4	7,02	2,30	Meyerhof ed altri	1,86
Strato 5	3,9	3,70	Meyerhof ed altri	1,69
Strato 6	9,67	4,10	Meyerhof ed altri	1,96
Strato 7	5,83	4,80	Meyerhof ed altri	1,80

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1,52	0,40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,85
Strato 2	8,13	0,80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,91
Strato 3	15,53	1,40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2,08
Strato 4	7,02	2,30	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,90
Strato 5	3,9	3,70	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,87
Strato 6	9,67	4,10	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2,03
Strato 7	5,83	4,80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,89

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	1,52	0,40	1,52	Skempton 1986	10,95
Strato 2	8,13	0,80	8,13	Skempton 1986	28,71
Strato 3	15,53	1,40	15,53	Skempton 1986	43,97
Strato 4	7,02	2,30	7,02	Skempton 1986	26,02
Strato 5	3,9	3,70	3,9	Skempton 1986	17,84
Strato 6	9,67	4,10	9,67	Skempton 1986	32,26
Strato 7	5,83	4,80	5,83	Skempton 1986	23,01

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	1,52	0,40	1,52	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	27,43
Strato 2	8,13	0,80	8,13	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	29,32
Strato 3	15,53	1,40	15,53	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	31,44
Strato 4	7,02	2,30	7,02	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	29,01
Strato 5	3,9	3,70	3,9	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	28,11
Strato 6	9,67	4,10	9,67	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	29,76
Strato 7	5,83	4,80	5,83	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	28,67

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	1,52	0,40	1,52	Schmertmann (1978) Limi	7,75
Strato 2	8,13	0,80	8,13	Schmertmann (1978) Limi	49,38
Strato 3	15,53	1,40	15,53	Schmertmann (1978) Limi	95,98
Strato 4	7,02	2,30	7,02	Schmertmann (1978) Limi	42,39
Strato 5	3,9	3,70	3,9	Schmertmann (1978) Limi	22,74
Strato 6	9,67	4,10	9,67	Schmertmann (1978) Limi	59,08
Strato 7	5,83	4,80	5,83	Schmertmann (1978) Limi	34,89

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	1,52	0,40	1,52	Buisman-Sanglerat	12,16
Strato 2	8,13	0,80	8,13	Buisman-Sanglerat	65,04
Strato 3	15,53	1,40	15,53	Buisman-Sanglerat	124,24
Strato 4	7,02	2,30	7,02	Buisman-Sanglerat	56,16
Strato 5	3,9	3,70	3,9	Buisman-Sanglerat	31,2
Strato 6	9,67	4,10	9,67	Buisman-Sanglerat	77,36
Strato 7	5,83	4,80	5,83	Buisman-Sanglerat	46,64

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	1,52	0,40	1,52	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO

Strato 2	8,13	0,80	8,13	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 3	15,53	1,40	15,53	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAME NTE ADDENSATO
Strato 4	7,02	2,30	7,02	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 5	3,9	3,70	3,9	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 6	9,67	4,10	9,67	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 7	5,83	4,80	5,83	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 1	1,52	0,40	1,52	Meyerhof ed altri	1,38
Strato 2	8,13	0,80	8,13	Meyerhof ed altri	1,66
Strato 3	15,53	1,40	15,53	Meyerhof ed altri	1,89
Strato 4	7,02	2,30	7,02	Meyerhof ed altri	1,62
Strato 5	3,9	3,70	3,9	Meyerhof ed altri	1,49
Strato 6	9,67	4,10	9,67	Meyerhof ed altri	1,72
Strato 7	5,83	4,80	5,83	Meyerhof ed altri	1,57

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	1,52	0,40	1,52	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
Strato 2	8,13	0,80	8,13	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91
Strato 3	15,53	1,40	15,53	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95
Strato 4	7,02	2,30	7,02	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
Strato 5	3,9	3,70	3,9	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 6	9,67	4,10	9,67	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92
Strato 7	5,83	4,80	5,83	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	1,52	0,40	1,52	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	8,13	0,80	8,13	(A.G.I.)	0,34
Strato 3	15,53	1,40	15,53	(A.G.I.)	0,32
Strato 4	7,02	2,30	7,02	(A.G.I.)	0,34
Strato 5	3,9	3,70	3,9	(A.G.I.)	0,35
Strato 6	9,67	4,10	9,67	(A.G.I.)	0,33
Strato 7	5,83	4,80	5,83	(A.G.I.)	0,34

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	1,52	0,40	1,52	Ohsaki (Sabbie pulite)	96,35
Strato 2	8,13	0,80	8,13	Ohsaki (Sabbie	466,01

					pulite)	
Strato 3	15,53	1,40	15,53	Ohsaki (Sabbie pulite)	856,28	
Strato 4	7,02	2,30	7,02	Ohsaki (Sabbie pulite)	405,95	
Strato 5	3,9	3,70	3,9	Ohsaki (Sabbie pulite)	233,62	
Strato 6	9,67	4,10	9,67	Ohsaki (Sabbie pulite)	548,55	
Strato 7	5,83	4,80	5,83	Ohsaki (Sabbie pulite)	340,91	

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	1,52	0,40	1,52		67,81
Strato 2	8,13	0,80	8,13		156,82
Strato 3	15,53	1,40	15,53		216,74
Strato 4	7,02	2,30	7,02		145,72
Strato 5	3,9	3,70	3,9		108,62
Strato 6	9,67	4,10	9,67		171,03
Strato 7	5,83	4,80	5,83		132,8

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	1,52	0,40	1,52	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 2	8,13	0,80	8,13	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 3	15,53	1,40	15,53	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 4	7,02	2,30	7,02	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 5	3,9	3,70	3,9	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 6	9,67	4,10	9,67	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 7	5,83	4,80	5,83	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	1,52	0,40	1,52	Navfac 1971-1982	0,15
Strato 2	8,13	0,80	8,13	Navfac 1971-1982	1,70
Strato 3	15,53	1,40	15,53	Navfac 1971-1982	3,23
Strato 4	7,02	2,30	7,02	Navfac 1971-1982	1,45
Strato 5	3,9	3,70	3,9	Navfac 1971-1982	0,73
Strato 6	9,67	4,10	9,67	Navfac 1971-1982	2,03
Strato 7	5,83	4,80	5,83	Navfac 1971-1982	1,18

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	1,52	0,40	1,52	Robertson 1983	3,04
Strato 2	8,13	0,80	8,13	Robertson 1983	16,26
Strato 3	15,53	1,40	15,53	Robertson 1983	31,06
Strato 4	7,02	2,30	7,02	Robertson 1983	14,04

Strato 5	3,9	3,70	3,9	Robertson 1983	7,80
Strato 6	9,67	4,10	9,67	Robertson 1983	19,34
Strato 7	5,83	4,80	5,83	Robertson 1983	11,66



Figura 6 - Localizzazione prova DIN_06_2023

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DIN 6

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	20,31	1,50	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	3,98
Strato 2	5,08	3,90	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	0,72
Strato 3	18,32	4,80	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	2,95

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	20,31	1,50	Robertson (1983)	40,62
Strato 2	5,08	3,90	Robertson (1983)	10,16
Strato 3	18,32	4,80	Robertson (1983)	36,64

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	20,31	1,50	Stroud e Butler (1975)	93,18
Strato 2	5,08	3,90	Stroud e Butler (1975)	23,31
Strato 3	18,32	4,80	Stroud e Butler (1975)	84,05

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato 1	20,31	1,50	Schultze	213,17
Strato 2	5,08	3,90	D'Appollonia ed altri 1983	50,8
Strato 3	18,32	4,80	Schultze	190,28

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	20,31	1,50	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato 2	5,08	3,90	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato 3	18,32	4,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	20,31	1,50	Meyerhof ed altri	2,10
Strato 2	5,08	3,90	Meyerhof ed altri	1,76
Strato 3	18,32	4,80	Meyerhof ed altri	2,09

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	20,31	1,50	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2,10
Strato 2	5,08	3,90	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,88
Strato 3	18,32	4,80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2,11

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	20,31	1,50	20,31	Skempton 1986	51,69
Strato 2	5,08	3,90	5,08	Skempton 1986	21,05
Strato 3	18,32	4,80	16,66	Skempton 1986	45,93

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	20,31	1,50	20,31	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	32,8
Strato 2	5,08	3,90	5,08	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	28,45
Strato 3	18,32	4,80	16,66	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	31,76

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	20,31	1,50	20,31	Schmertmann (1978) Limi	126,09
Strato 2	5,08	3,90	5,08	Schmertmann (1978) Limi	30,17
Strato 3	18,32	4,80	16,66	Schmertmann (1978) Limi	103,1

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	20,31	1,50	20,31	Buisman-Sanglerat	162,48
Strato 2	5,08	3,90	5,08	Buisman-Sanglerat	40,64
Strato 3	18,32	4,80	16,66	Buisman-Sanglerat	133,28

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	20,31	1,50	20,31	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 2	5,08	3,90	5,08	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 3	18,32	4,80	16,66	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 1	20,31	1,50	20,31	Meyerhof ed altri	2,00
Strato 2	5,08	3,90	5,08	Meyerhof ed altri	1,54
Strato 3	18,32	4,80	16,66	Meyerhof ed altri	1,92

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	20,31	1,50	20,31	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,10
Strato 2	5,08	3,90	5,08	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
Strato 3	18,32	4,80	16,66	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,96

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	20,31	1,50	20,31	(A.G.I.)	0,31
Strato 2	5,08	3,90	5,08	(A.G.I.)	0,34
Strato 3	18,32	4,80	16,66	(A.G.I.)	0,32

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	20,31	1,50	20,31	Ohsaki (Sabbie pulite)	1101,95
Strato 2	5,08	3,90	5,08	Ohsaki (Sabbie pulite)	299,52

Strato 3	18,32	4,80	16,66	Ohsaki (Sabbie pulite)	914,72
----------	-------	------	-------	------------------------	--------

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	20,31	1,50	20,31		247,87
Strato 2	5,08	3,90	5,08		123,96
Strato 3	18,32	4,80	16,66		224,49

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	20,31	1,50	20,31	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 2	5,08	3,90	5,08	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 3	18,32	4,80	16,66	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	20,31	1,50	20,31	Navfac 1971-1982	4,10
Strato 2	5,08	3,90	5,08	Navfac 1971-1982	1,01
Strato 3	18,32	4,80	16,66	Navfac 1971-1982	3,44

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	20,31	1,50	20,31	Robertson 1983	40,62
Strato 2	5,08	3,90	5,08	Robertson 1983	10,16
Strato 3	18,32	4,80	16,66	Robertson 1983	33,32

PROVA DIN 01 2021

Strumento utilizzato...

DPM (DL030 16) (Medium)

Prova eseguita in data

26/08/2021

Profondità prova

4,90 mt

Falda rilevata

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	1	0,857	1,79	2,09	0,09	0,10
0,20	24	0,755	37,80	50,09	1,89	2,50
0,30	25	0,753	39,28	52,18	1,96	2,61
0,40	22	0,751	34,47	45,92	1,72	2,30
0,50	24	0,749	37,51	50,09	1,88	2,50
0,60	24	0,747	37,42	50,09	1,87	2,50
0,70	25	0,745	38,88	52,18	1,94	2,61
0,80	26	0,743	40,34	54,27	2,02	2,71
0,90	27	0,742	39,66	53,48	1,98	2,67
1,00	21	0,740	30,77	41,59	1,54	2,08
1,10	17	0,788	26,53	33,67	1,33	1,68
1,20	16	0,786	24,92	31,69	1,25	1,58
1,30	13	0,785	20,20	25,75	1,01	1,29
1,40	12	0,833	19,80	23,77	0,99	1,19
1,50	15	0,781	23,21	29,71	1,16	1,49
1,60	12	0,830	19,72	23,77	0,99	1,19
1,70	9	0,828	14,76	17,83	0,74	0,89
1,80	6	0,826	9,82	11,88	0,49	0,59
1,90	7	0,825	10,88	13,19	0,54	0,66
2,00	5	0,823	7,76	9,42	0,39	0,47
2,10	4	0,822	6,19	7,54	0,31	0,38
2,20	4	0,820	6,18	7,54	0,31	0,38
2,30	3	0,819	4,63	5,65	0,23	0,28
2,40	3	0,817	4,62	5,65	0,23	0,28
2,50	4	0,816	6,15	7,54	0,31	0,38
2,60	5	0,814	7,67	9,42	0,38	0,47
2,70	4	0,813	6,13	7,54	0,31	0,38
2,80	6	0,811	9,17	11,31	0,46	0,57
2,90	6	0,810	8,73	10,78	0,44	0,54
3,00	7	0,809	10,17	12,58	0,51	0,63
3,10	5	0,807	7,25	8,99	0,36	0,45
3,20	5	0,806	7,24	8,99	0,36	0,45
3,30	5	0,805	7,23	8,99	0,36	0,45
3,40	5	0,803	7,22	8,99	0,36	0,45
3,50	4	0,802	5,77	7,19	0,29	0,36
3,60	8	0,801	11,51	14,38	0,58	0,72
3,70	11	0,800	15,81	19,77	0,79	0,99
3,80	10	0,798	14,35	17,97	0,72	0,90
3,90	9	0,797	12,32	15,46	0,62	0,77
4,00	6	0,796	8,20	10,31	0,41	0,52
4,10	5	0,795	6,83	8,59	0,34	0,43
4,20	5	0,794	6,82	8,59	0,34	0,43
4,30	5	0,793	6,81	8,59	0,34	0,43
4,40	5	0,791	6,80	8,59	0,34	0,43
4,50	10	0,790	13,57	17,18	0,68	0,86
4,60	8	0,789	10,84	13,74	0,54	0,69
4,70	9	0,788	12,18	15,46	0,61	0,77
4,80	10	0,787	13,52	17,18	0,68	0,86
4,90	9	0,786	11,64	14,80	0,58	0,74

Liquefazione Metodo di Shi-Ming (1982)

Strato	VII Nspt critico	VIII Nspt critico	IX Nspt critico	X Nspt critico	Condizione

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1**TERRENI COESIVI****Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	13,66	1,00	Terzaghi-Peck	0,92
Strato 2	7,51	1,70	Terzaghi-Peck	0,47
Strato 3	2,84	3,50	Terzaghi-Peck	0,18
Strato 4	4,94	4,00	Terzaghi-Peck	0,31
Strato 5	2,35	4,40	Terzaghi-Peck	0,15
Strato 6	4,68	4,90	Terzaghi-Peck	0,29

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	13,66	1,00	Robertson (1983)	27,32
Strato 2	7,51	1,70	Robertson (1983)	15,02
Strato 3	2,84	3,50	Robertson (1983)	5,68
Strato 4	4,94	4,00	Robertson (1983)	9,88
Strato 5	2,35	4,40	Robertson (1983)	4,70
Strato 6	4,68	4,90	Robertson (1983)	9,36

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	13,66	1,00	Stroud e Butler (1975)	62,67
Strato 2	7,51	1,70	Stroud e Butler (1975)	34,46
Strato 3	2,84	3,50	Stroud e Butler (1975)	13,03
Strato 4	4,94	4,00	Stroud e Butler (1975)	22,67
Strato 5	2,35	4,40	Stroud e Butler (1975)	10,78
Strato 6	4,68	4,90	Stroud e Butler (1975)	21,47

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato 1	13,66	1,00	Schultze	136,69
Strato 2	7,51	1,70	Schultze	65,97
Strato 3	2,84	3,50	Schultze	12,26
Strato 4	4,94	4,00	Schultze	36,41
Strato 5	2,35	4,40	Schultze	6,63
Strato 6	4,68	4,90	Schultze	33,42

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	13,66	1,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 2	7,51	1,70	Classificaz. A.G.I.	MODERAT.

				(1977)	CONSISTENTE
Strato 3	2,84	3,50	Classificaz. A.G.I.	(1977)	POCO CONSISTENTE
Strato 4	4,94	4,00	Classificaz. A.G.I.	(1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato 5	2,35	4,40	Classificaz. A.G.I.	(1977)	POCO CONSISTENTE
Strato 6	4,68	4,90	Classificaz. A.G.I.	(1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	13,66	1,00	Meyerhof ed altri	2,05
Strato 2	7,51	1,70	Meyerhof ed altri	1,88
Strato 3	2,84	3,50	Meyerhof ed altri	1,62
Strato 4	4,94	4,00	Meyerhof ed altri	1,76
Strato 5	2,35	4,40	Meyerhof ed altri	1,59
Strato 6	4,68	4,90	Meyerhof ed altri	1,74

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	13,66	1,00	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	---
Strato 2	7,51	1,70	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,90
Strato 3	2,84	3,50	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,86
Strato 4	4,94	4,00	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,88
Strato 5	2,35	4,40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,86
Strato 6	4,68	4,90	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,88

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	13,66	1,00	13,66	Gibbs & Holtz 1957	88,48
Strato 2	7,51	1,70	7,51	Gibbs & Holtz 1957	60,5
Strato 3	2,84	3,50	2,84	Gibbs & Holtz 1957	33,39
Strato 4	4,94	4,00	4,94	Gibbs & Holtz 1957	40,93
Strato 5	2,35	4,40	2,35	Gibbs & Holtz 1957	27,9
Strato 6	4,68	4,90	4,68	Gibbs & Holtz 1957	38,93

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	13,66	1,00	13,66	Meyerhof (1965)	30,37
Strato 2	7,51	1,70	7,51	Meyerhof (1965)	27,64
Strato 3	2,84	3,50	2,84	Meyerhof (1965)	25,27
Strato 4	4,94	4,00	4,94	Meyerhof (1965)	26,37
Strato 5	2,35	4,40	2,35	Meyerhof (1965)	25,01
Strato 6	4,68	4,90	4,68	Meyerhof (1965)	26,24

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	13,66	1,00	13,66	Schmertmann (1978) (Sabbie)	109,28
Strato 2	7,51	1,70	7,51	Schmertmann (1978) (Sabbie)	60,08
Strato 3	2,84	3,50	2,84	Schmertmann (1978) (Sabbie)	22,72
Strato 4	4,94	4,00	4,94	Schmertmann (1978) (Sabbie)	39,52
Strato 5	2,35	4,40	2,35	Schmertmann (1978) (Sabbie)	18,80
Strato 6	4,68	4,90	4,68	Schmertmann (1978) (Sabbie)	37,44

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	13,66	1,00	13,66	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	55,52
Strato 2	7,51	1,70	7,51	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	42,89
Strato 3	2,84	3,50	2,84	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	33,30
Strato 4	4,94	4,00	4,94	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	37,61
Strato 5	2,35	4,40	2,35	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	32,29
Strato 6	4,68	4,90	4,68	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	37,08

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	13,66	1,00	13,66	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 2	7,51	1,70	7,51	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 3	2,84	3,50	2,84	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 4	4,94	4,00	4,94	Classificazione	POCO

					A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 5	2,35	4,40	2,35		Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 6	4,68	4,90	4,68		Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 1	13,66	1,00	13,66	Meyerhof ed altri	1,84
Strato 2	7,51	1,70	7,51	Meyerhof ed altri	1,64
Strato 3	2,84	3,50	2,84	Meyerhof ed altri	1,44
Strato 4	4,94	4,00	4,94	Meyerhof ed altri	1,54
Strato 5	2,35	4,40	2,35	Meyerhof ed altri	1,42
Strato 6	4,68	4,90	4,68	Meyerhof ed altri	1,52

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	13,66	1,00	13,66	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,94
Strato 2	7,51	1,70	7,51	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
Strato 3	2,84	3,50	2,84	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
Strato 4	4,94	4,00	4,94	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
Strato 5	2,35	4,40	2,35	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
Strato 6	4,68	4,90	4,68	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	13,66	1,00	13,66	(A.G.I.)	0,33
Strato 2	7,51	1,70	7,51	(A.G.I.)	0,34
Strato 3	2,84	3,50	2,84	(A.G.I.)	0,35
Strato 4	4,94	4,00	4,94	(A.G.I.)	0,34
Strato 5	2,35	4,40	2,35	(A.G.I.)	0,35
Strato 6	4,68	4,90	4,68	(A.G.I.)	0,34

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	13,66	1,00	13,66	Ohsaki (Sabbie pulite)	758,99
Strato 2	7,51	1,70	7,51	Ohsaki (Sabbie pulite)	432,53
Strato 3	2,84	3,50	2,84	Ohsaki (Sabbie pulite)	173,39
Strato 4	4,94	4,00	4,94	Ohsaki (Sabbie pulite)	291,75
Strato 5	2,35	4,40	2,35	Ohsaki (Sabbie pulite)	145,12
Strato 6	4,68	4,90	4,68	Ohsaki (Sabbie pulite)	277,30

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato	Nspt corretto per	Correlazione	Velocità onde
--	------	--------------	-------------------	--------------	---------------

		(m)	presenza falda		m/s
Strato 1	13,66	1,00	13,66		203,28
Strato 2	7,51	1,70	7,51		150,72
Strato 3	2,84	3,50	2,84		92,69
Strato 4	4,94	4,00	4,94		122,24
Strato 5	2,35	4,40	2,35		84,31
Strato 6	4,68	4,90	4,68		118,98

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	13,66	1,00	13,66	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 2	7,51	1,70	7,51	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 3	2,84	3,50	2,84	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 4	4,94	4,00	4,94	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 5	2,35	4,40	2,35	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 6	4,68	4,90	4,68	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	13,66	1,00	13,66	Navfac 1971-1982	2,86
Strato 2	7,51	1,70	7,51	Navfac 1971-1982	1,56
Strato 3	2,84	3,50	2,84	Navfac 1971-1982	0,47
Strato 4	4,94	4,00	4,94	Navfac 1971-1982	0,97
Strato 5	2,35	4,40	2,35	Navfac 1971-1982	0,36
Strato 6	4,68	4,90	4,68	Navfac 1971-1982	0,91

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	13,66	1,00	13,66	Robertson 1983	27,32
Strato 2	7,51	1,70	7,51	Robertson 1983	15,02
Strato 3	2,84	3,50	2,84	Robertson 1983	5,68
Strato 4	4,94	4,00	4,94	Robertson 1983	9,88
Strato 5	2,35	4,40	2,35	Robertson 1983	4,70
Strato 6	4,68	4,90	4,68	Robertson 1983	9,36

PROVA DIN 02 2021

Strumento utilizzato... DPM (DL030 16) (Medium)
 Prova eseguita in data 26/08/2021
 Profondità prova 4,90 mt
 Falda rilevata

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	1	0,857	1,79	2,09	0,09	0,10

0,20	26	0,755	40,95	54,27	2,05	2,71
0,30	45	0,653	61,30	93,92	3,07	4,70
0,40	49	0,651	66,56	102,27	3,33	5,11
0,50	37	0,699	53,97	77,23	2,70	3,86
0,60	38	0,697	55,28	79,31	2,76	3,97
0,70	37	0,695	53,68	77,23	2,68	3,86
0,80	35	0,693	50,65	73,05	2,53	3,65
0,90	36	0,692	49,31	71,30	2,47	3,57
1,00	29	0,740	42,49	57,44	2,12	2,87
1,10	36	0,688	49,06	71,30	2,45	3,57
1,20	23	0,736	33,54	45,55	1,68	2,28
1,30	16	0,785	24,86	31,69	1,24	1,58
1,40	10	0,833	16,50	19,81	0,82	0,99
1,50	7	0,831	11,52	13,86	0,58	0,69
1,60	6	0,830	9,86	11,88	0,49	0,59
1,70	5	0,828	8,20	9,90	0,41	0,50
1,80	4	0,826	6,55	7,92	0,33	0,40
1,90	4	0,825	6,22	7,54	0,31	0,38
2,00	5	0,823	7,76	9,42	0,39	0,47
2,10	4	0,822	6,19	7,54	0,31	0,38
2,20	4	0,820	6,18	7,54	0,31	0,38
2,30	3	0,819	4,63	5,65	0,23	0,28
2,40	2	0,817	3,08	3,77	0,15	0,19
2,50	2	0,816	3,07	3,77	0,15	0,19
2,60	3	0,814	4,60	5,65	0,23	0,28
2,70	4	0,813	6,13	7,54	0,31	0,38
2,80	3	0,811	4,59	5,65	0,23	0,28
2,90	4	0,810	5,82	7,19	0,29	0,36
3,00	4	0,809	5,81	7,19	0,29	0,36
3,10	4	0,807	5,80	7,19	0,29	0,36
3,20	4	0,806	5,79	7,19	0,29	0,36
3,30	9	0,805	13,02	16,17	0,65	0,81
3,40	21	0,703	26,55	37,74	1,33	1,89
3,50	19	0,752	25,68	34,15	1,28	1,71
3,60	15	0,751	20,24	26,96	1,01	1,35
3,70	13	0,750	17,51	23,36	0,88	1,17
3,80	13	0,748	17,48	23,36	0,87	1,17
3,90	8	0,797	10,95	13,74	0,55	0,69
4,00	6	0,796	8,20	10,31	0,41	0,52
4,10	4	0,795	5,46	6,87	0,27	0,34
4,20	3	0,794	4,09	5,15	0,20	0,26
4,30	4	0,793	5,45	6,87	0,27	0,34
4,40	6	0,791	8,16	10,31	0,41	0,52
4,50	7	0,790	9,50	12,02	0,48	0,60
4,60	7	0,789	9,49	12,02	0,47	0,60
4,70	8	0,788	10,83	13,74	0,54	0,69
4,80	7	0,787	9,46	12,02	0,47	0,60
4,90	6	0,786	7,76	9,87	0,39	0,49

Liquefazione Metodo di Shi-Ming (1982)

Strato	VII Nspt critico	VIII Nspt critico	IX Nspt critico	X Nspt critico	Condizione

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 2	10,18	1,40	Terzaghi-Peck	0,69
Strato 3	2,44	3,20	Terzaghi-Peck	0,15
Strato 4	8,93	3,80	Terzaghi-Peck	0,60
Strato 5	3,57	4,90	Terzaghi-Peck	0,22

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 2	10,18	1,40	Robertson (1983)	20,36
Strato 3	2,44	3,20	Robertson (1983)	4,88
Strato 4	8,93	3,80	Robertson (1983)	17,86
Strato 5	3,57	4,90	Robertson (1983)	7,14

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 2	10,18	1,40	Stroud e Butler (1975)	46,71
Strato 3	2,44	3,20	Stroud e Butler (1975)	11,20
Strato 4	8,93	3,80	Stroud e Butler (1975)	40,97
Strato 5	3,57	4,90	Stroud e Butler (1975)	16,38

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato 2	10,18	1,40	Schultze	96,67
Strato 3	2,44	3,20	Schultze	7,66
Strato 4	8,93	3,80	Schultze	82,30
Strato 5	3,57	4,90	Schultze	20,66

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 2	10,18	1,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 3	2,44	3,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato 4	8,93	3,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 5	3,57	4,90	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 2	10,18	1,40	Meyerhof ed altri	1,97
Strato 3	2,44	3,20	Meyerhof ed altri	1,59
Strato 4	8,93	3,80	Meyerhof ed altri	1,93
Strato 5	3,57	4,90	Meyerhof ed altri	1,67

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo
--	------	------------------	--------------	-----------------------------

				(t/m ³)
Strato 2	10,18	1,40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	---
Strato 3	2,44	3,20	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,86
Strato 4	8,93	3,80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	---
Strato 5	3,57	4,90	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,87

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 2	10,18	1,40	10,18	Gibbs & Holtz 1957	78,45
Strato 3	2,44	3,20	2,44	Gibbs & Holtz 1957	34,54
Strato 4	8,93	3,80	8,93	Gibbs & Holtz 1957	59,76
Strato 5	3,57	4,90	3,57	Gibbs & Holtz 1957	36,65

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	10,18	1,40	10,18	Meyerhof (1965)	28,88
Strato 3	2,44	3,20	2,44	Meyerhof (1965)	25,06
Strato 4	8,93	3,80	8,93	Meyerhof (1965)	28,31
Strato 5	3,57	4,90	3,57	Meyerhof (1965)	25,66

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 2	10,18	1,40	10,18	Schmertmann (1978) (Sabbie)	81,44
Strato 3	2,44	3,20	2,44	Schmertmann (1978) (Sabbie)	19,52
Strato 4	8,93	3,80	8,93	Schmertmann (1978) (Sabbie)	71,44
Strato 5	3,57	4,90	3,57	Schmertmann (1978) (Sabbie)	28,56

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 2	10,18	1,40	10,18	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	48,37
Strato 3	2,44	3,20	2,44	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	32,48
Strato 4	8,93	3,80	8,93	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	45,81

Strato 5	3,57	4,90	3,57	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	34,80
----------	------	------	------	---	-------

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 2	10,18	1,40	10,18	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAME NTE ADDENSATO
Strato 3	2,44	3,20	2,44	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 4	8,93	3,80	8,93	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 5	3,57	4,90	3,57	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 2	10,18	1,40	10,18	Meyerhof ed altri	1,74
Strato 3	2,44	3,20	2,44	Meyerhof ed altri	1,42
Strato 4	8,93	3,80	8,93	Meyerhof ed altri	1,69
Strato 5	3,57	4,90	3,57	Meyerhof ed altri	1,48

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 2	10,18	1,40	10,18	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92
Strato 3	2,44	3,20	2,44	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
Strato 4	8,93	3,80	8,93	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91
Strato 5	3,57	4,90	3,57	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 2	10,18	1,40	10,18	(A.G.I.)	0,33
Strato 3	2,44	3,20	2,44	(A.G.I.)	0,35
Strato 4	8,93	3,80	8,93	(A.G.I.)	0,34
Strato 5	3,57	4,90	3,57	(A.G.I.)	0,35

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 2	10,18	1,40	10,18	Ohsaki (Sabbie pulite)	575,70
Strato 3	2,44	3,20	2,44	Ohsaki (Sabbie pulite)	150,33
Strato 4	8,93	3,80	8,93	Ohsaki (Sabbie pulite)	509,00
Strato 5	3,57	4,90	3,57	Ohsaki (Sabbie pulite)	214,99

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
--	------	---------------------	-------------------------------------	--------------	----------------------

Strato 2	10,18	1,40	10,18		175,48
Strato 3	2,44	3,20	2,44		85,91
Strato 4	8,93	3,80	8,93		164,36
Strato 5	3,57	4,90	3,57		103,92

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 2	10,18	1,40	10,18	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0,04
Strato 3	2,44	3,20	2,44	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0,04
Strato 4	8,93	3,80	8,93	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0,04
Strato 5	3,57	4,90	3,57	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0,04

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 2	10,18	1,40	10,18	Navfac 1971-1982	2,14
Strato 3	2,44	3,20	2,44	Navfac 1971-1982	0,38
Strato 4	8,93	3,80	8,93	Navfac 1971-1982	1,87
Strato 5	3,57	4,90	3,57	Navfac 1971-1982	0,65

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 2	10,18	1,40	10,18	Robertson 1983	20,36
Strato 3	2,44	3,20	2,44	Robertson 1983	4,88
Strato 4	8,93	3,80	8,93	Robertson 1983	17,86
Strato 5	3,57	4,90	3,57	Robertson 1983	7,14