



COMUNE DI
LOREO



REGIONE DEL VENETO



PROVINCIA DI
ROVIGO



IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO COMPOSTO DA DUE SEZIONI DI PRODUZIONE E SISTEMA DI ACCUMULO (STORAGE SYSTEM)

ALLEGATO		TITOLO			SCALA
REL. C		RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA			---
Data	Rev.	Descrizione	Redazione	Controllo	Approvazione
30/09/2022	00	EMISSIONE	P.C.	A.M.	E.C.

IL COMMITTENTE



Eridano S.r.l. - Via Vittorio Veneto n° 137
45100 ROVIGO p.lva 01620970291

PROGETTAZIONE
ed integrazione attività tecniche specialistiche
Arch. Enrico CAVALLARO

ATTIVITA' TECNICHE SPECIALISTICHE
Geologica e Geotecnica
Dott. Paolo CHIARION
Ing. Angelo MILAN



qualità

sistemi di gestione qualità – audit di prima e seconda parte – formazione – implementazione ISO 9001:2015



ambiente e geologia

sistemi di gestione ambientale – implementazione ISO 14001:2015 – rifiuti – VIA, AUA, AIA, emissioni in atmosfera – caratterizzazioni ambientali – analisi di rischio – due diligence – indagini geotecniche – geologia applicata – CPT, CPTU, permeabilità terreni BAT, georadar, MASW, tomografia elettrica 2D, 3D – monitoraggi ambientali



energia ed impianti

progettazione impianti elettrici – termici civili, industriali, pubblica illuminazione – verifiche – impianti ad energie alternative: fotovoltaico, geotermico, solare termico



costruzioni e strutture

progettazione civile e industriale in c.a., acciaio, legno – collaudi – direzione lavori – assunzione incarico Responsabile Lavori – verifiche strutturali



sicurezza sul lavoro e cantieri

sistemi di gestione salute e sicurezza UNI-INAIL BS OHSAS 18001:2007 – RSPP – due diligence – audit di prima e seconda parte – documenti di valutazione dei rischi – valutazioni rischi specifici – sicurezza in cantiere: incarichi di CSP, CSE, RL, documenti: PSC, PSS, POS, PIMUS, progettazione ponteggi – sicurezza degli alimenti – prevenzione incendi, CPI – formazione e addestramento – formazione e-Learning



marcatura CE

marcatura CE macchine, attrezzature, impianti, accessori di sollevamento e materiali – fascicoli tecnici, libretti di uso e manutenzione, valutazione dei rischi – assistenza macchine extra UE



acustica

valutazione impatto acustico – requisiti acustici passivi – clima acustico



miglioramento energetico

diagnosi, interventi migliorativi, progettazione involucro e impianti, APE, detrazioni fiscali – verifiche termogrammetriche – termografia

Tecnologica Group srl
Via Combattenti Alleati d'Europa, 9/S
45100 ROVIGO
t./f. 0425.475453
www.tecnologicagroup.com
info@tecnologicagroup.com

**RIFERIMENTO: IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO
COMPOSTO DA DUE SEZIONI DI
PRODUZIONE E SISTEMA DI ACCUMULO**

**OGGETTO: caratterizzazione stratigrafica, geotecnica e sismica
dei terreni di fondazione**

RELAZIONE GEOLOGICO E GEOTECNICA

L.R. 09/05/1988 n. 27
D.P.R. 380/01
O.C.M n. 3274 del 20/03/2003
D.M. 14/01/2008 Norme Tecniche sulle Costruzioni
D.M. 17/01/2018 Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni

Comuni di Loreo e Adria
Provincia di Rovigo

Località
S.P. 41

Data: 30/07/2022

Rif. Ns.: rel. geo. 2277/22

COMMITTENTE:



Eridano S.r.l. - Via Vittorio Veneto n° 137
45100 ROVIGO p.Iva 01620970291

TECNICO:

dott. PAOLO CHIARION
geologo e tecnico ambientale
Viale Combattenti Alleati d'Europa, 9/S
45100 ROVIGO



IN COLLABORAZIONE CON:
Ing. Angelo Milan
ingegnere
Via Roma, 27
45031 ARQUA' POLESINE



pats s.r.l.
engineering



società di ingegneria

INDICE

1. PREMESSE
 - 1.1. Generalità
 - 1.2. Dati identificativi dell'area
 - 1.3. Normativa di riferimento

2. ASSETTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO
 - 2.1. Assetto geologico
 - 2.2. Assetto geomorfologico
 - 2.3. Assetto idrogeologico

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE NELL'AREA DI INTERVENTO

4. MODELLO GEOTECNICO DEI TERRENI
 - 4.1. Caratterizzazione stratigrafica dei terreni
 - 4.2. Carico ammissibile sul substrato di fondazione
 - 4.3. Metodo utilizzato per i cedimenti - CEDIMENTI EDOMETRICI

5. SISMICITA' LOCALE E DATI PER LA PROGETTAZIONE SISMICA
 - 5.1. Dati per la progettazione sismica
 - 5.2. Indagine HVSR

6. STIMA DELLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

7. COMPATIBILITÀ GEOLOGICA

8. CONCLUSIONI E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

9. ALLEGATI
 - Planimetria generale
 - Prove penetrometriche statiche

1. PREMESSA

1.1. Generalità

Si redige la seguente relazione di compatibilità geologica, geotecnica, geomorfologica, idrogeologica e sismica dei terreni, siti in Comune di Loreo (RO) e Adria (RO) S.P. 41, dove lo scrivente ha eseguito indagini geognostiche per verificare le caratteristiche geotecniche e sismiche del terreno di fondazione sul quale è in progetto la realizzazione di un impianto fotovoltaico connesso con la rete elettrica costituito da Moduli Fotovoltaici Policristallini posizionati sul terreno mediante una struttura metallica costituita da pali infissi nel suolo sulla quale viene montato un telaio a supporto dei pannelli. All'interno dell'area si prevede il posizionamento di cabine di generazione prefabbricate in c.a. tipo monoblocco, di modeste dimensioni. Le superfici di appoggio delle strutture, trattandosi di un terreno agricolo, saranno rese piane attraverso esigue opere di movimento terra, riguardanti principalmente lo scortico dello strato agricolo. L'intervento edilizio necessario sarà di tipo assolutamente non invasivo e consisterà nell'affondare nel terreno i pali in acciaio di sostegno delle strutture dei moduli fotovoltaici, che potranno essere rimosse senza importanti interventi di scavo. Pertanto sono previsti limitati movimenti di terra visto l'andamento pianeggiante del terreno e anche per il posizionamento delle cabine si prevede solo lo scavo di sbancamento necessario al posizionamento delle fondazioni. La presente relazione, redatta in ottemperanza a quanto previsto dal D.M. 17.01.2018, prende in esame le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, sismiche e idrogeologiche del sito di previsto intervento.



Lo studio è stato condotto mediante l'analisi della documentazione esistente in materia di pianificazione territoriale del Comune di Loreo e Adria (RO), dall'esperienza diretta da parte del sottoscritto della zona interessata dall'intervento e dall'esecuzione di prove penetrometriche statiche CPT e sismiche HVSR nell'area di intervento.

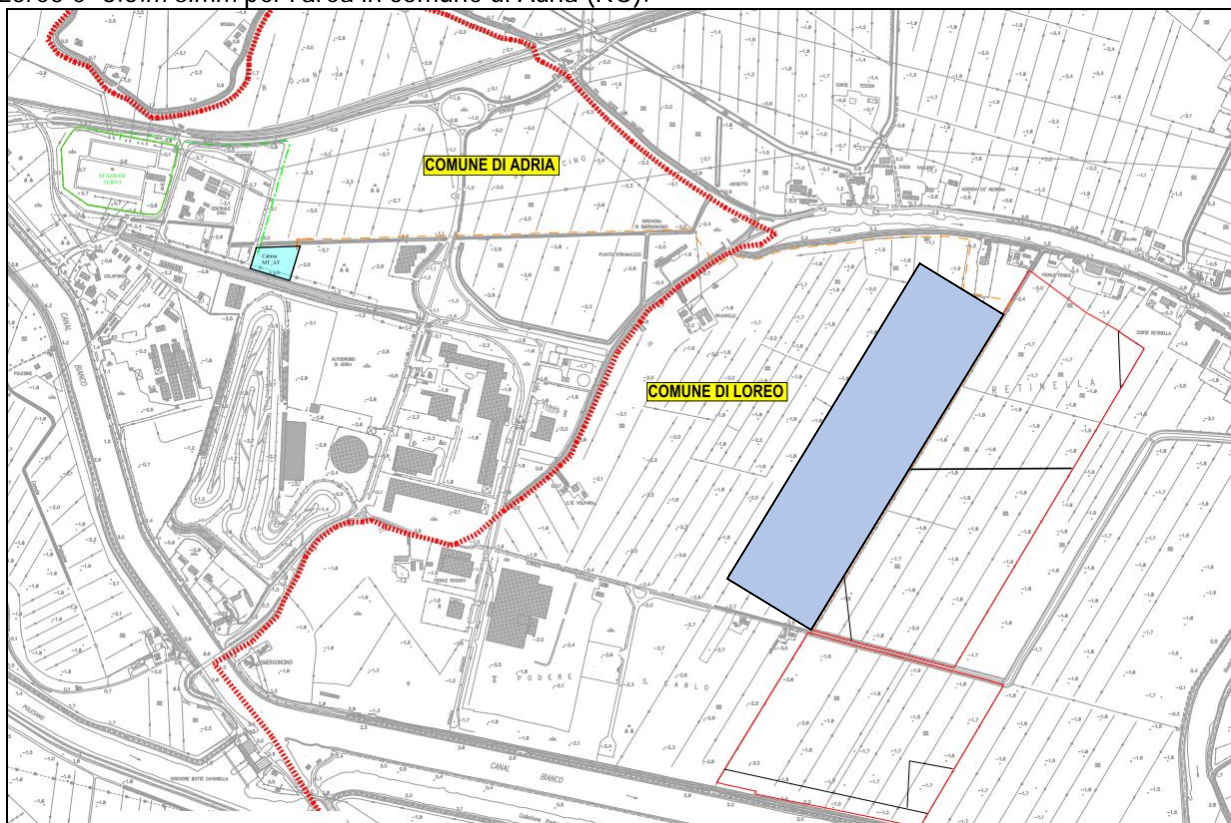
L'indagine sul terreno è stata condotta mediante l'uso di un penetrometro statico/dinamico "Pagani" modello TG63-200 e di un sismografo digitale della ditta MAE srl modello A6000SE.

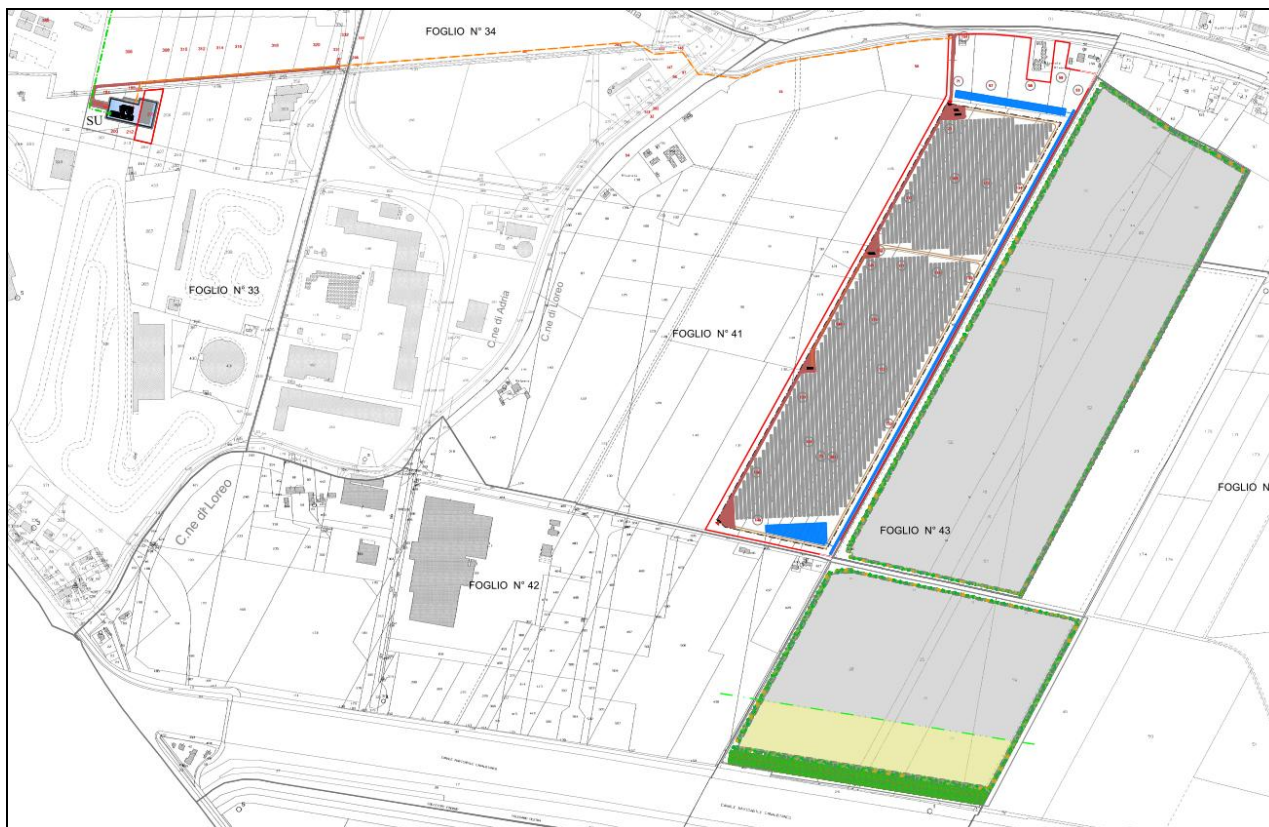
In particolare, in relazione all'attuale fase progettuale, si esamina la situazione geotecnica locale, si analizzano i dati acquisiti in sito e si illustrano:

- Modello geologico, idrogeologico e geotecnico locale del terreno interessato dal progetto;
- Resistenza del terreno investigato in relazione alle prevedibili geometrie della struttura;
- Verifiche di stabilità e Valutazioni del margine di sicurezza nei riguardi delle situazioni limite SLU, che si possono manifestare sia nelle fasi transitorie di costruzione sia nella fase definitiva per l'insieme manufatto-terreno;
- Valutazioni dei prevedibili spostamenti del complesso opera-terreno, dando un giudizio sull'ammissibilità di tali spostamenti in relazione alle condizioni di sicurezza, nonché alla funzionalità dell'edificio (SLE).

1.2. Dati identificativi dell'area

Le aree di intervento si trovano in Comune di Loreo e Adria (RO) S.P. 41. Sono identificate catastalmente – VEDI SOTTO; la quota media dei terreni è di circa -2.0m slmm per l'area in comune di Loreo e -3.5.m slmm per l'area in comune di Adria (RO).





IMPIANTO AGRO FOTOVOLTAICO		
COMUNE	FOGLIO	MAPPALE
LOREO	41	113
		383
		112
		114
		23
		57
		109
		110
		111
		71
		58
		117
		118
		145
		146
		151
		147
		148
		72
		53
59		
133		
134		
135		
136		
137		

AMPLIAMENTO STAZIONE UTENTE PER SISTEMA DI ACCUMULO		
COMUNE	FOGLIO	MAPPALE
ADRIA	33	203

OPERE CONDIVISE CON MARCO POLO SOLAR 2 - GIA' AUTORIZZATE (Decreto n. 18 del 14/04/2021)		
CONNESSIONE AT		
COMUNE	FOGLIO	MAPPALE
ADRIA	33	184
		183
		306
		305
		388
ADRIA	32	65
		63
		58
ADRIA	33	110
		195
		200
		212
		14

OPERE OGGETTO DI AUTORIZZAZIONE CONNESSIONE MT		
COMUNE	FOGLIO	MAPPALE
LOREO	41	56
		13
		54
		32
ADRIA	34	302
		313
		98
		97
		148
		147
		72
		68
		283
		282
		84
		293
		197
		198
		156
		ADRIA
332		
331		
320		
318		
316		
314		
312		
310		
308		
306		
ADRIA	33	183
		185
		14
		14

1.3. normativa di riferimento

Il lavoro è stato svolto secondo quanto previsto dalle vigenti normative in materia:

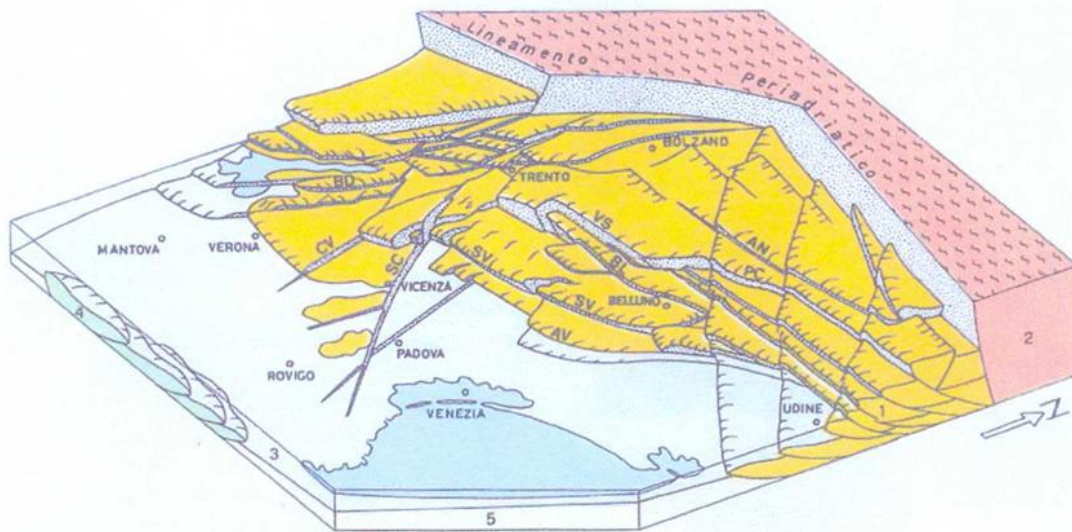
- D.M. 11.03.1988 - "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione."
- Circ. Dir. Centr. Tecn. n° 97/81 - "Istruzioni relative alle norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione."
- Circ. Min. LL.PP. 24.09.1988 - n°30483 Istruzioni applicative al D.M. 11/03/1988;
- A.G.I. Raccomandazione sulla esecuzione e programmazione delle indagini geognostiche 1977.
- O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/03 l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri che detta i primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zone sismiche.
- D.M. 14.09.2005 – Norme Tecniche sulle Costruzioni.
- Consiglio Superiore di LL.PP.: Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale – All. al voto n. 36 del 27.07.2007;
- Eurocodice 7: progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali;
- Eurocodice 8: indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", pubblicato in G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008, suppl. ord. N. 30, che entrano in vigore il 6 marzo 2008.
- Consiglio Superiore di LL.PP.: Circolare 617 del 02/02/09: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14.01.2008;
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni".

2. ASSETTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

2.1. GEOLOGIA REGIONALE

L'attuale assetto geologico del territorio polesano è sostanzialmente determinato dagli eventi alluvionali e deposizionali del fiume Adige e del fiume Po.

La struttura morfologica e tettonica del veneto era già individuata, nei suoi tratti fondamentali, già a partire dal Pliocene inferiore, circa 5 milioni di anni fa. L'orogenesi alpina aveva già sollevato le fasce prealpine e la dorsale Lessini-Berici-Euganei mentre quella appenninica aveva sollevato la dorsale ferrarese continuazione, ora sepolta, della catena appenninica.



Visione tridimensionale delle principali deformazioni Alpine: AN = Linea dell'Antelao; AV = Linea di Aviano; BD = Faglia del M. Baldo; BL = Linea di Belluno; CV = Faglia di Castelvero; FP = Fronte della Catena Appenninica; PC = Linea di Pieve di Cadore; SC = Faglia Schio-Vicenza; SV = Sovrascorrimento Schio-Valdobbiadene ("Flessura pedemontana").

La Pianura Padana veneta era in gran parte occupata dal mare in continuazione con la depressione adriatica. Emergevano gli attuali rilievi prealpini, i Berici, gli Euganei ed una fascia di pianura che circondava questi rilievi e si protendeva verso Rovigo e dal ferrarese verso l'attuale delta del Po (vedi figura pagina seguente). Nel Pliocene medio, a causa di una accentuazione dell'attività tettonica, l'intera area veneta subì un sollevamento che portò la pianura ad emergere quasi per l'intera estensione attuale con l'eccezione della fascia più occidentale verso Mantova.

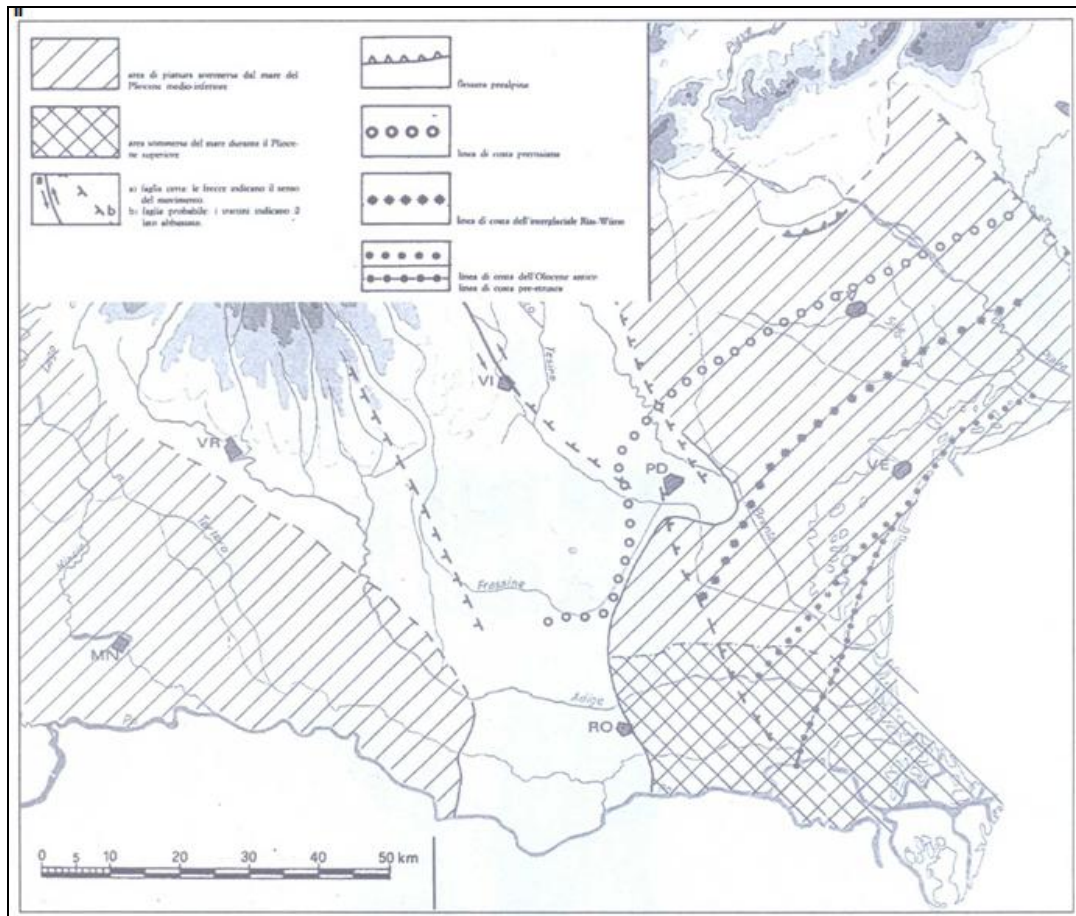
Nel Pliocene superiore troviamo aspetti paleogeografici tipici anche del quaternario con pianure emerse caratterizzate da foreste e praterie con piante attuali (quercia, carpino, olmo e ontano) ma anche con essenze, oggi esotiche, quali i cedri o le sequoie.

Nel corso del Quaternario gli eventi più significativi sono legati alla trasgressione marina, nella quale il mare sommerge la pianura portando la linea di costa a ridosso dei rilievi prealpini e Berici-Euganei, ed a questo periodo seguono le glaciazioni.

Al passaggio verso il quaternario superiore inizia la deposizione di sequenze sedimentarie ghiaiose e sabbiose che arrivano a spessori di centinaia di metri alimentati da una consistente erosione dei rilievi retrostanti.

Nelle zone distali dei bacini deposizionali, ovviamente, potevano arrivare solo le frazioni più fini, dalle sabbie alle argille delle torbide fluviali.

E' in questo periodo, circa un milione di anni fa, che le sabbie dell'Adige e del Po arrivano per la prima volta fino all'attuale Venezia.



Con il susseguirsi degli eventi glaciali l'emersione porterà la linea di costa fino a sud di Ancona dove probabilmente andava a sfociare il fiume Po. Il clima freddo causò la scomparsa della flora ed il paesaggio, profondamente trasformato, si popolò di rade betulle e pini assumendo un aspetto di tundra.

Con lo scioglimento dei ghiacciai Wurmiani, 10-12.000 anni fa, nelle zone di pianura emerse diventano protagonisti i grandi fiumi e le loro divagazioni.

Le ricostruzioni paleogeografiche marcano il limite tra i domini del Po e dell'Adige in corrispondenza di un allineamento, detto Fossa Filistina, che rappresenta il più settentrionale dei Paleoalvei del Po in epoca post-glaciale. Esso passava per Canda, Arquà Polesine, Rovigo, Garzano, Anguillara, Agna per defluire tra Conche e Brondolo.

Anche il percorso attuale dell'Adige si è inserito in un antico ramo del Po in seguito alla rotta di Alberedo (rotta della cucca) nel Veronese.

Con la rotta di Ficarolo, nel XII secolo il Po si insedia nel corso attuale.

Da quanto esposto è evidente come la porzione di pianura tra Adige e Po sia stata coinvolta in una complessa attività dei corsi d'acqua citati che hanno frammentato la superficie morfologica in una serie di sub-unità separate da importanti dossi fluviali.

2.1. ASSETTO GEOLOGICO

L'area ricade all'interno della Pianura Padana. Da un punto di vista geologico regionale il bacino della Pianura Padana è situato all'interno del grande arco formato dalla catena alpina e dinarica da un lato e dalla catena appenninica dall'altro e corrisponde, in linee generali, ad un bacino geologico colmato da uno spessore notevole di apporti clastici (principalmente pliocenico-quadernari) provenienti dalle due catene in formazione. Il bacino sedimentario ha una storia geologica lunga e complessa. Non si hanno informazioni su basamento e sulla sedimentazione pre-Norico in questo dominio (nessun pozzo ha raggiunto una formazione più antica della Dolomia Principale), tuttavia è possibile ipotizzare che l'ambiente di sedimentazione fosse simile, e probabilmente comune, a quello del Dominio Subalpino. La sequenza sedimentaria sarebbe quindi costituita da depositi marini che nel Permiano-Triassico inferiore si depositano sul basamento ercinico e che vengono ricoperti a loro volta da depositi di piattaforma e di bacino intra-piattaforme. Questi depositi fanno parte del dominio geologico della Placca Apulo-Adriatica che è caratterizzato prevalentemente da rocce di tipo carbonatico di età che vanno dal Triassico al Paleogene. Questa successione è stata in seguito ricoperta da rocce terrigene prevalentemente di tipo flyschoidi (sin-orogeniche) deposte nell'avanfossa delle catene Appenninica (nella zona meridionale del bacino) e Alpina (nella zona settentrionale del bacino).

I depositi più antichi raggiunti dai pozzi della parte più orientale della pianura Padana hanno età Norica (pozzo Ferrara 1) e le successioni appartengono alla Dolomia Principale. La sedimentazione del Lias è differenziata tra la parte occidentale del dominio Subalpino e quella orientale. Infatti, nella parte occidentale si ha lo sviluppo di calcari depositi in ambiente di piattaforma carbonatica aperta mentre nella parte orientale l'ambiente di sedimentazione è più tipicamente bacinale.

Nella parte occidentale l'ambiente di piattaforma perdura per tutto il Giurassico ed il Cretacico inferiore mentre nella parte centro-orientale si sedimenta una serie bacinale con caratteristiche via via più profonde.

Durante il Malm il bacino raggiunge la massima profondità testimoniata dalla deposizione di formazioni a radiolariti a cui seguono i calcari con selce. Nell'Aptiano-Albiano anche in quest'area la sedimentazione diventa di tipo marnosa. Il resto del Cretacico, nella parte occidentale della piattaforma, mostra segni di emersione ed è soggetta ad erosione e carsificazione. Sopra le superfici di erosione si trovano sedimenti del Terziario, caratterizzati inizialmente da depositi carbonatici (Scaglia membro calcareo) che passano alla fine dell'Eocene a depositi di tipo clastico terrigeno. Questo rappresenta un passaggio importante in quanto si verifica un cambiamento nei caratteri deposizionali. Infatti la sedimentazione che era stata fino ad allora essenzialmente carbonatica, sempre più pelagica e priva di significativi apporti terrigeni, diviene improvvisamente clastica con potenti formazioni di torbiditi arenacei che compaiono prima nelle zone più occidentali per poi spostarsi progressivamente verso quelle orientali. Anche se alimentate longitudinalmente da rilievi relativamente lontani, il loro carattere di depositi di avanfossa in relazione con l'avanzare dell'orogenesi nell'Appennino è molto evidente.

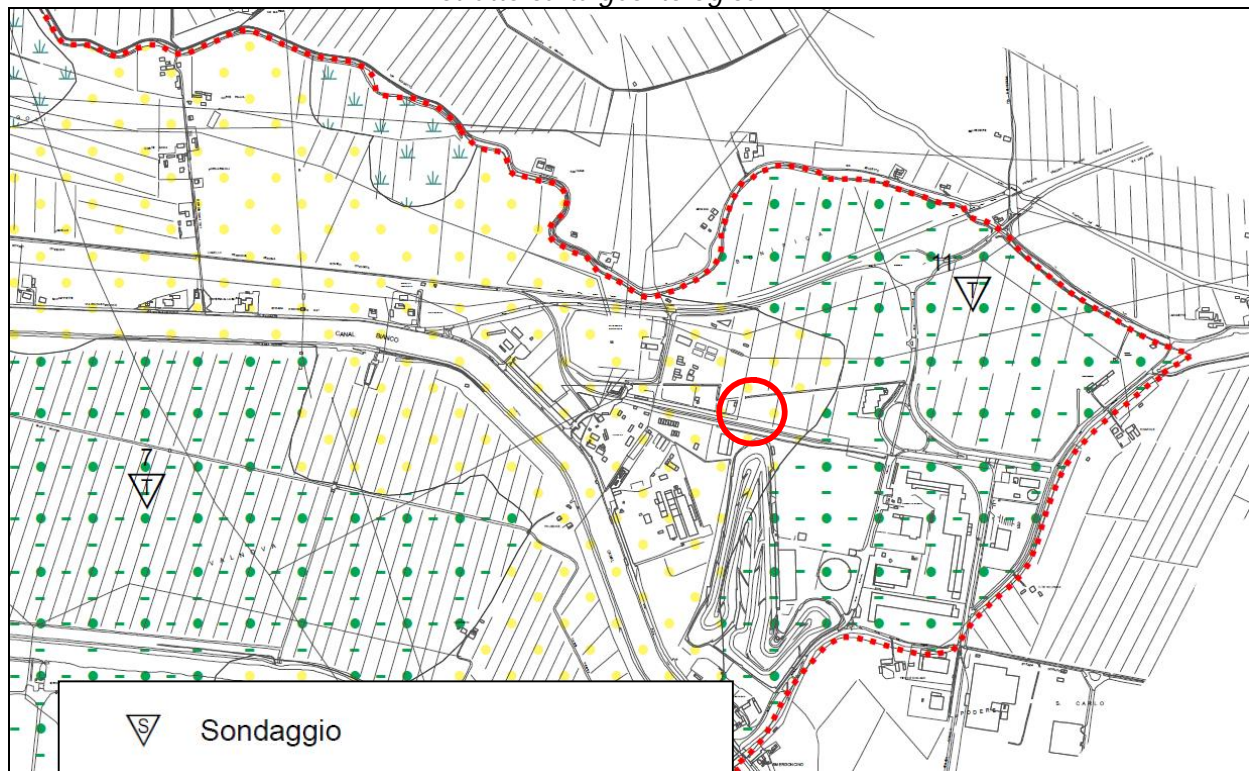
Il Paleocene ed il Miocene superiore e medio sono rappresentati quasi ovunque da sedimenti terrigeni di tipo arenaceo-argilloso. In particolare il Miocene medio-superiore è contraddistinto dalla deposizione della formazione Marnoso Arenacea. Questa formazione presenta spessori notevoli ed è caratterizzata da litologie prevalentemente sabbiose organizzate in spesse bancate depostesi in ambiente marino di avanfossa.

Durante il Miocene la fase tettonica Neoalpina che porta alla formazione della catena appenninica influenza fortemente la sedimentazione, infatti la migrazione verso NE dell'avanfossa della catena provoca la sedimentazione in "eteropia di facies" di alternanze di marne ed arenarie (nella parte meridionale) e di sole marne nella parte più distale (più settentrionale). Parte del Messiniano (Miocene superiore) è

anch'esso caratterizzato dalla deposizione di bancate di sabbie intervallate da depositi più fini (formazione di Cortemaggiore). Dopo la fase evaporitica Messiniana, l'area incomincia ad essere deformata dall'orogenesi formando alti strutturali che incanalano le correnti di torbida. Nei depocentri si depositano alternanze di sabbie e argille, mentre sugli alti la sedimentazione è solo pelitica. Infine durante il Pleistocene la sedimentazione torna prevalentemente clastica.

L'area è caratterizzata da depositi sedimentari risalenti al Quaternario. Il territorio in esame è delimitato a sud dal Fiume Po e a nord dal Fiume Adige; le successive divagazioni dei corsi dei due fiumi hanno depositato tali sedimenti alluvionali che caratterizzavano il territorio prima della regimazione e arginatura dei corsi d'acqua.

Estratto carta geolitologica PAT ADRIA



▽ S Sondaggio

▽ T Trincea

▽ P Prova penetrometrica

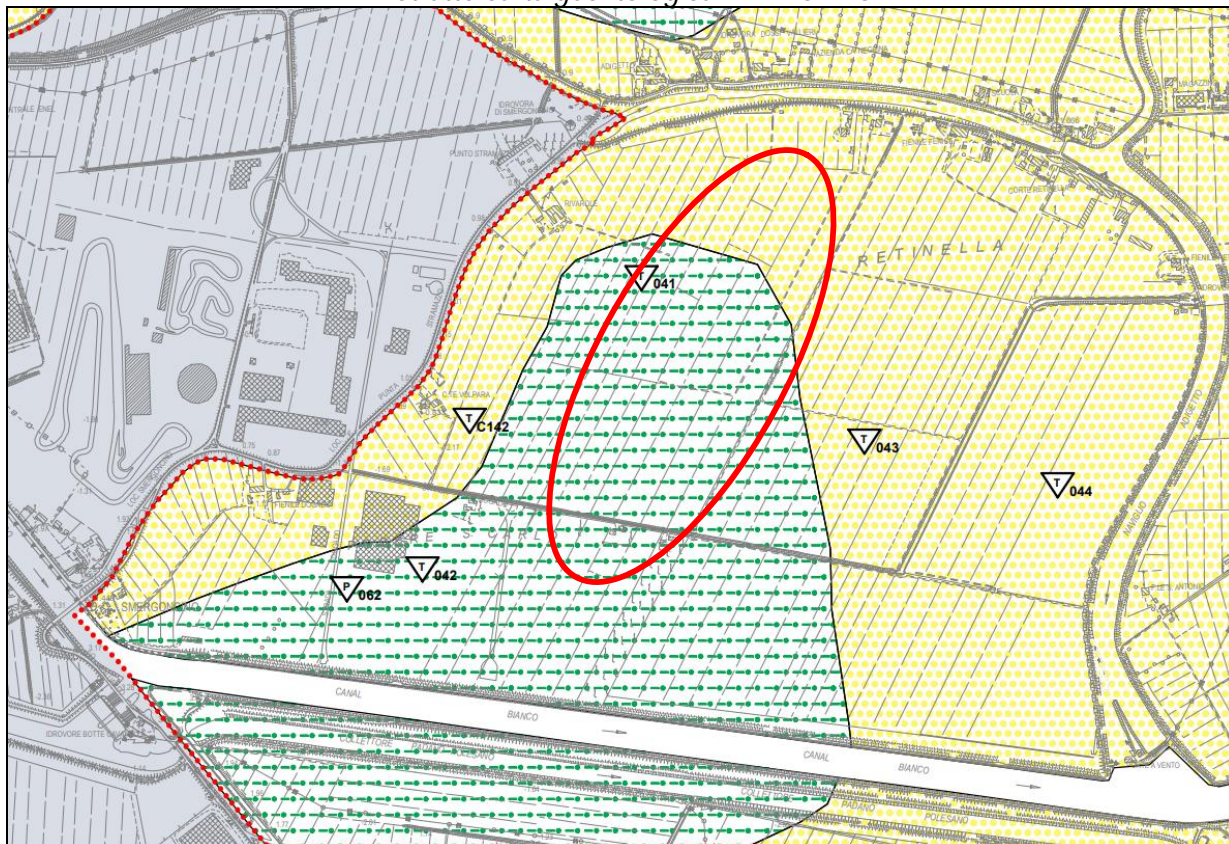
Materiali alluvionali a tessitura prevalentemente limo-argillosa

Materiali alluvionali a tessitura prevalentemente sabbiosa

Materiali di deposito palustre a tessitura fine e torbiere

Confine comunale

Estratto carta geolitologica PAT LOREO



Escavazione ripristinata mediante riporto



Materiali sciolti di deposito recente ed attuale dell'alveo mobile e delle aree di esondazione recente



Materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente limoso argillosa



Materiali alluvionali a tessitura prevalentemente sabbiosa



Materiali di deposito palustre a tessitura fine e torbiera














L'area di interesse è costituita da depositi in genere sciolti di natura argillo-limosa con rari livelli di natura limo-sabbiosa di potenza decimetrica e metrica.

2.2. ASSETTO GEOMORFOLOGICO

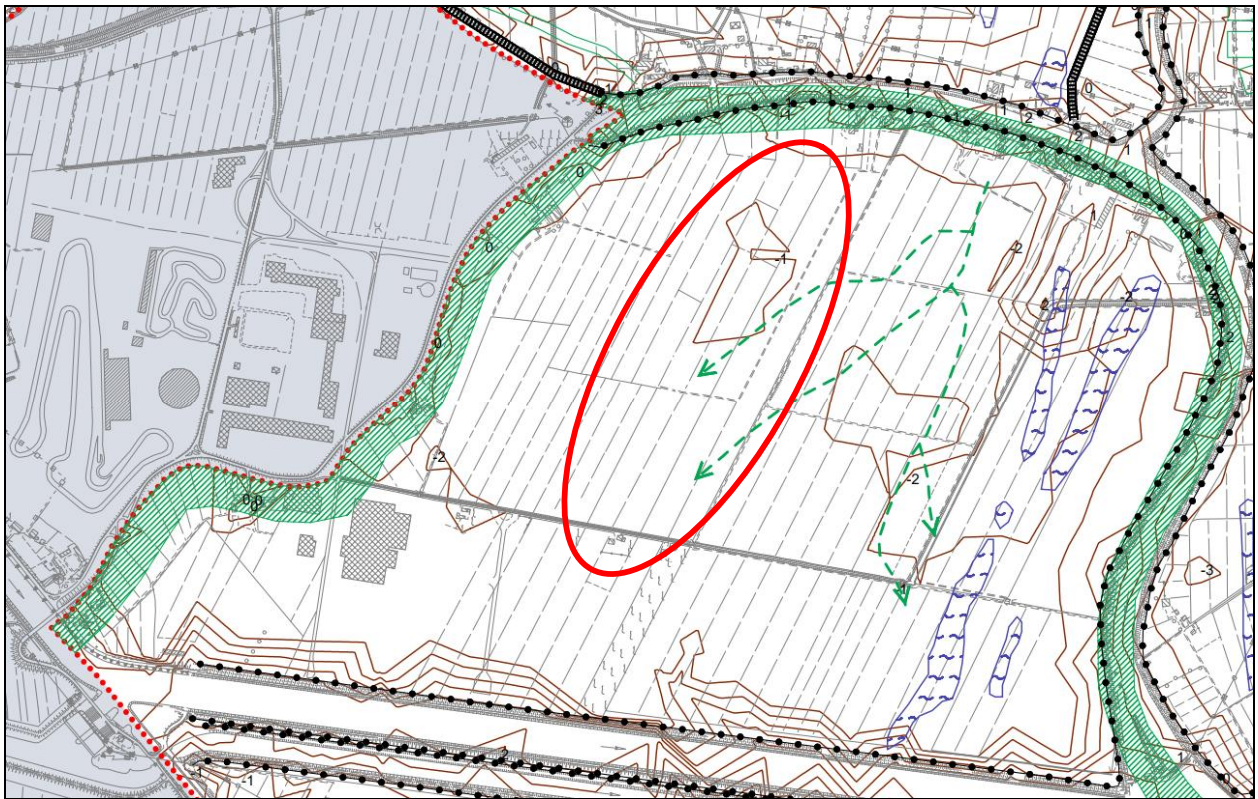
Da un punto di vista geomorfologico l'area si presenta pianeggiante.

Estratto carta geomorfologica PAT ADRIA







-  Cava di piccole dimensioni abbandonata o dismessa (vecchio macero)
-  Scarpata di sbancamento
-  Alveo di corso d'acqua pensile
-  Argini principali
-  Rilevato stradale o ferroviario
-  Traccia di corso fluviale estinto, a livello di pianura o leggermente incassato
-  Traccia incerta di corso fluviale estinto, a livello di pianura o leggermente incassato
-  Traccia di antica esondazione
-  Isoipse del microrilievo con indicazione della quota (m slm)
-  Discarica (inerti)
-  Ventaglio di esondazione
-  Area depressa in pianura alluvionale; conca di decantazione
-  Dosso fluviale






Estratto carta geomorfologica PAT LOREO



FORME FLUVIALI

-  Dosso fluviale
-  Traccia di corso fluviale estinto a livello di pianura o leggermente incassato
-  Traccia di antica esondazione
-  Area depressa in pianura alluvionale; conca di decantazione

FORME ARTIFICIALI

-  Argini principali
-  Rilevato stradale o ferroviario
-  Alveo di corso d'acqua pensile
-  Cava di piccole dimensioni abbandonata o dismessa
-  Escavazione ripristinata mediante riporto

FORME ED ELEMENTI DI ORIGINE MARINA, LAGUNARE E LACUSTRE

-  Cordone litoraneo o lido non rilevato

2.3. ASSETTO IDROGEOLOGICO

Da un punto di vista idrogeologico i litotipi presenti nel sottosuolo dell'area indagata possono essere inquadrati nelle seguenti unità idrogeologiche:

- Depositi a granulometria fine, prevalentemente argilloso-limosi, a permeabilità medio-bassa (litotipo A) in cui ha sede il 1° acquifero della serie idrogeologica locale.
- Depositi a granulometria media, prevalentemente sabbioso-limosi, a permeabilità media (litotipo B). Il livello della falda freatica si attesta ad una profondità media di circa -1.5/-2.0m da p.c. ed è variabile in funzione dell'alimentazione.

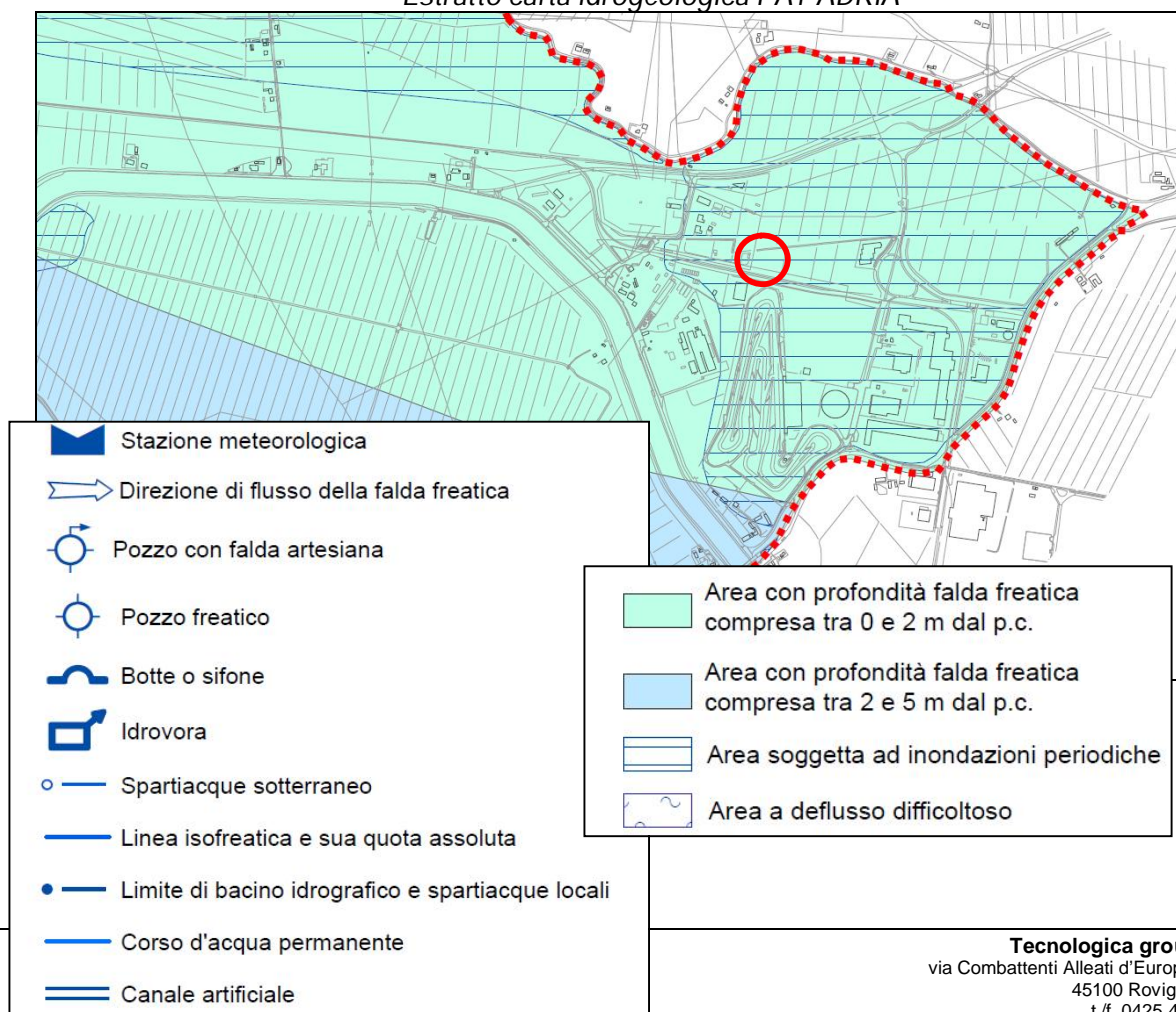
La falda freatica, ovvero il più superficiale regime idrologico sotterraneo, risulta funzione diretta della piovosità locale (precipitazioni palesi - pioggia, neve, grandine - ed occulte - fenomeni di condensazione al suolo) anche se appare pesantemente influenzata dalle acque cedute o prelevate al terreno attraverso i canali artificiali della rete di scolo e di irrigazione della bonifica.

In particolare ciascun bacino idraulico, attraverso il drenaggio eseguito sulla falda dalla sua rete di scolo crea una propria falda, anche se interconnessa a quella dei bacini vicini, dotata di direzione di deflusso, gradienti e regimi propri.

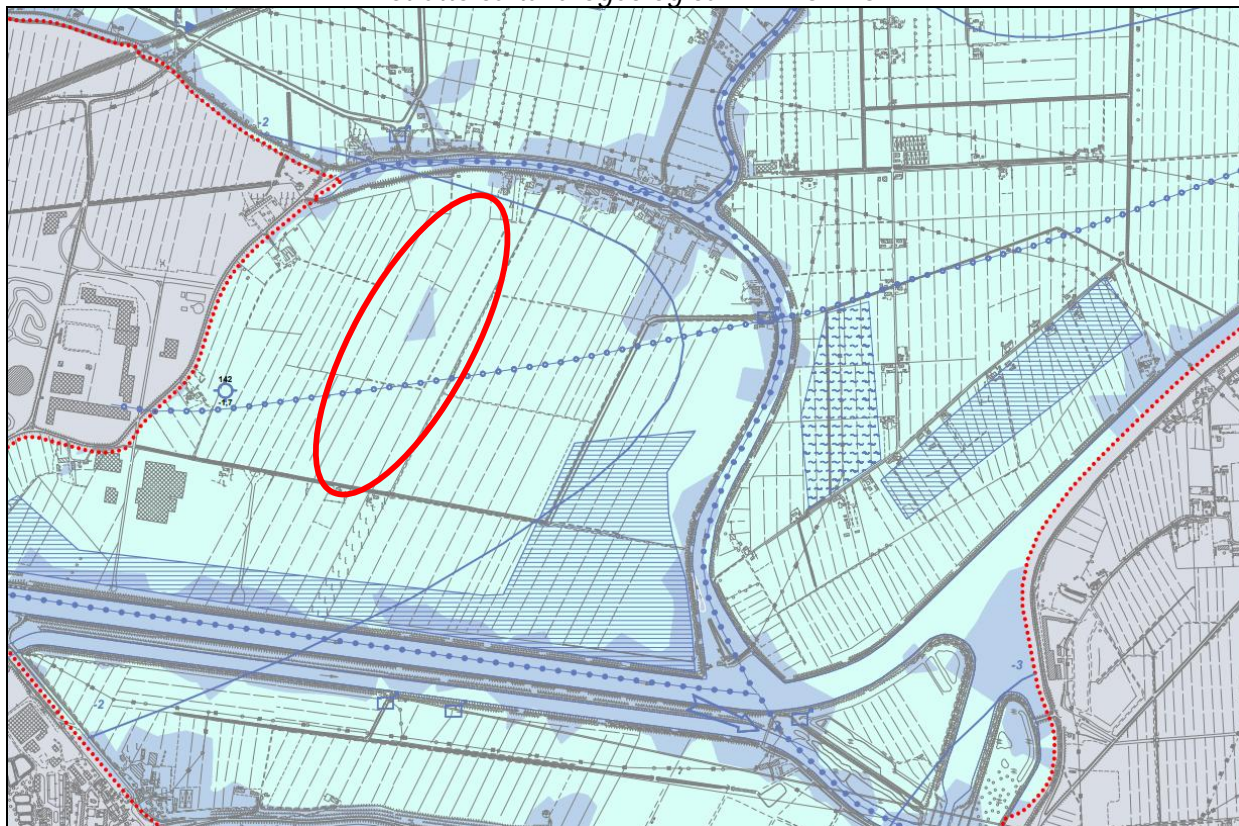
Quest'ultimo aspetto mancando di dati completi meteorologici (piovosità), idrologici (altezza dei canali di bonifica), geologici di dettaglio (litologia di superficie, paleoalvei, corpi sedimentari ad elevata permeabilità) e da piezometri disposti regolarmente all'interno dei bacini non consente un'interpretazione esaustiva su direzioni di deflusso e gradienti dettagliati per ogni bacino idraulico.

La direzione di deflusso generale dell'acqua sotterranea ha prevalenza verso est con gradiente idraulico di pochi gradi.

Estratto carta idrogeologica PAT ADRIA



Estratto carta idrogeologica PAT LOREO



ACQUE SUPERFICIALI

- Corso d'acqua permanente (principali)
- Canale artificiale
- Area a deflusso difficoltoso
- Area soggetta a inondazioni periodiche
- Limite di bacino idrografico e spartiacque locali
- Vasca o serbatoio
- Idrovora
- Botte o sifone
- Derivazione da corso d'acqua

ACQUE SOTTERRANEE

- Linea isofreatica e sua quota assoluta (media)
- Direzione di flusso della falda freatica
- Pozzo freatico
- Spartiacque sotterraneo
- Area con profondità falda freatica compresa tra 0 e 2 m dal p.c.
- Area con profondità falda freatica compresa tra 2 e 5 m dal p.c.

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE NELL'AREA DI INTERVENTO

Considerata la modestia dell'impatto sul terreno in termini di carichi (strutture porta pannelli ancorate al terreno tramite dei paletti infissi nel suolo sino a profondità di circa 1.5/2.0mt e cabine di trasformazione di ridotte dimensioni) per la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo si fa riferimento ai dati acquisiti con le prove penetrometriche statiche effettuate sull'intera area di intervento in corrispondenza della zona di appoggio delle cabine e dei pali porta pannelli.

Le indagini sono consistite in n. 12 (dodici) prove penetrometriche statiche CPT (Cone Penetration Test) mediante un penetrometro Pagani TG63-200 spinte fino alla profondità massima di 20 metri da p.c. per l'area occupata dalle cabine elettriche (comune di Adria) e di 4.0m da p.c. per la zona occupata dai moduli fotovoltaici.

Caratteristiche Strumentali PAGANI TG 63 (200 kN)

Rif. Norme ASTM D3441-86	
Diametro Punta conica meccanica 35.7	Angolo di apertura punta 60
Area punta 10	Superficie manicotto 150
Passo letture (cm)20	Costante di trasformazione Ct 10

PROVE CPT - METODOLOGIA DELL'INDAGINE

La prova penetrometrica statica CPT (di tipo meccanico) consiste essenzialmente nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ($v = 2\text{cm/sec} \pm 0,5 \text{cm/sec}$).

La penetrazione viene effettuata tramite un dispositivo di spinta (martinetto idraulico), opportunamente ancorato al suolo con coppie di coclee ad infissione, che agisce su una batteria doppia di aste (aste coassiali esterne cave e interne piene), alla cui estremità è collegata la punta.

Lo sforzo necessario per l'infissione è misurato per mezzo di manometri, collegati al martinetto mediante una testa di misura idraulica.

La punta conica (del tipo telescopico) è dotata di un manicotto sovrastante, per la misura dell'attrito laterale : punta / manicotto tipo "Begemann".

Le dimensioni della punta / manicotto sono standardizzate, e precisamente :

- diametro Punta Conica meccanica $\varnothing = 35,7 \text{ mm}$
- area di punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- angolo di apertura del cono $\alpha = 60^\circ$
- superficie laterale del manicotto $A_m = 150 \text{ cm}^2$

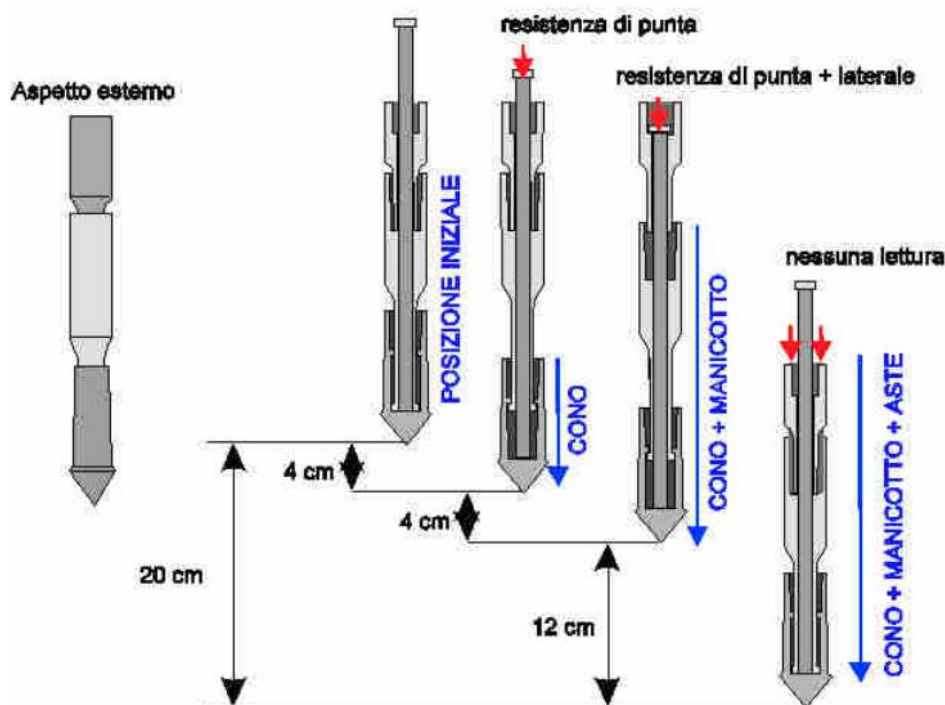


Fig.3 - Punta Begemann: caratteristiche e schema d'avanzamento La punta Begemann è probabilmente la più diffusa. E' dotata di manicotto d'attrito e viene impiegata in prove discontinue. La procedura, partendo dalla posizione di riposo, è la seguente: 1) avanzamento di 4 cm del solo cono, con spinta proveniente dalla batteria di aste interne: lettura della R_p 2) avanzamento di 4 cm di cono + manicotto, spinta dalle aste interne: lettura della R_t 3) avanzamento di 12 cm dell'intera punta, con spinta da parte della batteria di aste esterne, fino al ritorno alla posizione iniziale: nessuna lettura. IndicePiezocono (Prove CPTU):

Sulla batteria di aste esterne è stato installato un anello allargatore per diminuire l'attrito sulle aste, facilitandone l'infissione.

REGISTRAZIONE DATI.

Una cella di carico, che rileva gli sforzi di infissione, è montata all'interno di un'unità rimovibile, chiamata "selettore", che preme alternativamente sull'asta interna e su quella esterna.

Durante la fase di spinta le aste sono azionate automaticamente da un comando idraulico. L'operatore deve solamente controllare i movimenti di spinta per l'infissione delle aste.

I valori acquisiti dalla cella di carico sono visualizzati sul display di una Sistema Acquisizione Automatico.

Le letture di campagna (rilevate dal sistema di acquisizione in Kg/cm^2) durante l'infissione sono le seguenti:

- Lettura alla punta LP = prima lettura di campagna durante l'infissione relativa all'infissione della sola punta.
- Lettura laterale LT = seconda lettura di campagna relativa all'infissione della punta+manicotto.
- Lettura totale $LLTT$ = terza lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (tale lettura non sempre viene rilevata in quanto non è influente metodologicamente ai fini interpretativi).

METODOLOGIA DI ELABORAZIONE

I dati rilevati della prova sono quindi una coppia di valori per ogni intervallo di lettura costituiti da LP (Lettura alla punta) e LT (Lettura della punta + manicotto), le relative resistenze vengono quindi desunte per differenza, inoltre la resistenza laterale viene conteggiata 20cm sotto (alla quota della prima lettura della punta).

Trasferiti i dati ad un PC vengono elaborati da un programma di calcolo "STATIC PROBING" della GeoStru.

La resistenze specifiche Q_c (Resistenza alla punta RP) e Q_l (Resistenza Laterale RL o f_s attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione) vengono desunte tramite opportune costanti e sulla base dei valori specifici dell'area di base della punta e dell'area del manicotto di frizione laterale tenendo in debito conto che:

$$A_p = \text{l'area punta (base del cono punta tipo "Begemann")} = 10 \text{ cm}^2$$

$$A_m = \text{area del manicotto di frizione} = 150 \text{ cm}^2$$

$$C_t = \text{costante di trasformazione} = 10$$

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. I dati di uscita principali sono RP (Resistenza alla punta) e RL (Resistenza laterale o f_s , attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione) che il programma calcola automaticamente; inoltre viene calcolato il Rapporto RP/RL (Rapporto Begemann 1965) e il Rapporto RL/RP (Rapporto Schmertmann 1978 – FR %-).

I valori sono calcolati con queste formule:

$$Q_c (RP) = (LP \times C_t) / 10 \text{ cm}^2. \quad \text{Resistenza alla punta}$$

$$Q_l (RL) (f_s) = [(LT - LP) \times C_t] / 150 \text{ cm}^2. \quad \text{Resistenza laterale}$$

$$Q_c (RP) = \text{Lettura alla punta } LP \times \text{Costante di Trasformazione } C_t / \text{Superficie Punta } A_p$$

$$Q_l (RL) (f_s) = \text{Lettura laterale } LT - \text{Lettura alla punta } LP \times \text{Costante di Trasformazione } C_t / A_m \text{ area del manicotto di frizione}$$

$$\text{N.B. - } A_p = 10 \text{ cm}^2 \quad \text{e} \quad A_m = 150 \text{ cm}^2$$

- la resistenza laterale viene conteggiata 20 cm sotto (alla quota della prima lettura della punta)

CORRELAZIONI GEOTECNICHE

Scegliendo il tipo di interpretazione litologica si ha in automatico la stratigrafia con il passo dello strumento ed interpolazione automatica degli strati.

Ad ogni strato mediato il programma calcola la Q_c media, la f_s media, il peso di volume naturale medio, il comportamento geotecnico (coesivo, incoerente o coesivo-incoerente), ed applica una texture.

I parametri ottenuti per i terreni investigati e adottati poi nelle verifiche, sono ricavati mediante correlazioni empiriche con le resistenze penetrometriche Q_c delle indagini condotte. Si veda tabella sottostante.

Metodi assunti per il calcolo dei parametri geotecnici

Terreni incoerenti	Formula	Autore	Note
Resistenza al taglio (φ)	$\varphi = 17.4 + 4.49R_p$	Meyerhof	R_p (kg/cm ²) è la resistenza di punta media misurata nello strato
Densità relativa (Dr %)	$Dr = 34.36 \ln\left(\frac{R_p}{12.3\sigma^{0.7}}\right)$	Harman	σ è la pressione litostatica efficace a metà strato in kg/cm ² e R_p (kg/cm ²) la resistenza di punta media misurata nello strato
Modulo Deformazione (Es) in Kg/cm ²	$E = 2.5R_p$	Schmertmann	R_p (kg/cm ²) è la resistenza di punta media misurata nello strato
Modulo Edometrico (Edi) in Kg/cm ²	$M = 0.03R_p + 11.7\sigma + 0.79Dr\%$	Robertson - Campanella	σ è la pressione litostatica efficace a metà strato in kg/cm ² , R_p (kg/cm ²) la resistenza di punta media misurata nello strato e Dr la densità relativa in percentuale
Modulo Deformazione di Taglio (G_0) in Kg/cm ²	$G_0 = 28R_p^{0.611}$	Imai - Tomauchi	R_p è la resistenza di punta media nello strato.
Velocità onde Vs (m/s)	$V_s = \alpha + \beta R_p$	Barrow e Stockoe	$\alpha = 50,6$ e $\beta = 2.1$, valida per ogni terreno
Terreni coesivi	Formula	Autore	Note
Coesione non drenata (c_u) in Kg/cm ²	$c_u = \frac{R_p - \sigma}{20.7 - 0.18IP}$	Lunne e Eide	R_p (kg/cm ²) è la Resistenza alla punta media dello strato; IP è l'Indice di plasticità medio dello strato; σ (kg/cm ²) è la Pressione litostatica efficace a metà strato.
Modulo edometrico (Ed) in Kg/cm ²	$E_d = \alpha R_p$	Mitchell e Gardner	R_p è la resistenza alla punta media dello strato e α è un coefficiente variabile in funzione del tipo di terreno
Modulo Deformazione di Taglio (G_0) in Kg/cm ²	$G_0 = 28R_p^{0.611}$	Imai - Tomauchi	R_p è la resistenza di punta media nello strato.
Indice di Compressione Cc	$Cc = 0.09 - 0.055 \log\left(\frac{2c_u}{\sigma}\right)$	Schmertmann	c_u è la coesione non drenata media dello strato e σ la pressione litostatica efficace media a metà strato

4. MODELLO GEOTECNICO DEI TERRENI
4.1 Caratterizzazione stratigrafica dei terreni

La zona di studio risulta interessata dalla presenza di una coltre di depositi alluvionali caratterizzati, in questa zona, da una prevalenza di sedimenti fini limo-argillosi e sabbiosi. Le prove hanno evidenziato una situazione litotecnica pressoché omogenea riportata in dettaglio di seguito:

UNITÀ A – orizzonte superficiale di potenza di circa 0.8/1.0m m costituito da limi argillosi e sabbiosi coesivi e mediamente addensati;

UNITÀ B – orizzonte da -1.0m da p.c. fino alla profondità di circa 4.0 costituito da argille debolmente limose poco coesive.

PARAMETRI GEOTECNICI MEDI DATI ANALITICI PROVE CPT			
DESCRIZIONE LITOLOGICA	Peso di Volume γ – Kg/dm ³	Angolo attrito ϕ (°)	Coesione non drenata C_u - Kg/cm ²
Limi argillosi e sabbiosi p.c. – 0.8/1.0m Litologia A	1.9	26-28	0.8-1.0
Limi argillosi e sabbiosi 1.0m-4.0m Litologia B	1.8	0	0.2-0.3

I grafici mostrano nel suo complesso un andamento tipico di un terreno a componente principalmente coesiva (depositi alluvionali argillosi con una discreta/bassa aliquota di coesione non drenata). La struttura portante dei pannelli fotovoltaici sarà fondata ad una profondità intorno ai 1.5/1.8 metri; in corrispondenza di questa profondità le caratteristiche del sottosuolo presentano discreti parametri geotecnici. I risultati dell'indagine geognostica hanno evidenziato, quindi che il terreno oggetto di studio è costituito prevalentemente da litotipi alluvionali argillosi all'interno dei quali sono intercalati sporadici livelli limo-sabbiosi. In conclusione possiamo affermare che l'area oggetto di studio è caratterizzata da terreni alluvionali di bassa energia ovvero argille, argille limose con sporadici livelli di limi sabbiosi.

STRATIGRAFIA TERRENO - CPT01 – cabine elettriche ADRIA

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m ³]	Peso unità di volume saturo [kN/m ³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m ²]	Coesione non drenata [kN/m ²]	Modulo Elastico [kN/m ²]	Modulo Edometrico [kN/m ²]	Poisson	Coeff. consolidazione primaria [cmq/s]	Coeff. consolidazione secondaria
0.8	19.24	20.02	0.0	0.0	92.18	0.0	4377.77	0.0	0.0	0.0
1.4	16.37	17.16	0.0	0.0	17.65	0.0	2032.7	0.0	0.0	0.0
0.6	18.5	19.28	30.82	0.0	60.8	2418.91	4630.03	0.0	0.0	0.0
2.2	16.61	17.39	0.0	0.0	20.59	0.0	2365.94	0.0	0.0	0.0
0.8	19.87	20.65	33.29	0.0	137.29	5491.72	5491.64	0.0	0.0	0.0
4.2	20.72	21.51	34.62	0.0	229.48	9190.2	9190.06	0.0	0.0	0.0
1.6	20.94	21.72	34.19	0.0	262.82	10517.63	10517.46	0.0	0.0	0.0
0.4	20.99	21.78	34.03	0.0	272.62	10885.38	10885.21	0.0	0.0	0.0
1.2	19.13	19.91	0.0	0.0	92.18	0.0	4362.57	0.0	0.0	0.0
0.6	21.34	22.12	34.62	0.0	335.39	13402.36	13402.14	0.0	0.0	0.0
1.2	19.44	20.23	0.0	0.0	110.82	0.0	4445.68	0.0	0.0	0.0

4.2. Carico ammissibile sul substrato di fondazione CABINE e INVERTER.

Nel caso in questione, fondazioni a platea con piano di imposta a -0.3m da p.c., la stabilità è regolata da terreni a comportamento coesivo.

DATI GENERALI

Normativa	NTC 2018
Larghezza fondazione	10.0 m
Lunghezza fondazione	15.0 m
Profondità piano di posa	0.3 m
Profondità falda	1.5
Correzione parametri	

SISMA

Accelerazione massima (amax/g)	0.039
Effetto sismico secondo	Paolucci, Pecker (1997)
Coefficiente sismico orizzontale	0.0078

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe I
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	35.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.255	2.501	0.21
S.L.D.	35.0	0.265	2.499	0.222
S.L.V.	332.0	0.52	2.687	0.345
S.L.C.	682.0	0.618	2.785	0.367

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.3825	0.2	0.0078	0.0039
S.L.D.	0.3975	0.2	0.0081	0.0041
S.L.V.	0.78	0.2	0.0159	0.008
S.L.C.	0.927	0.2	0.0189	0.0095

Le verifiche si sono fatte assumendo tali configurazioni per valutare il grado di stabilità globale. Non conoscendo i carichi di progetto né di esercizio, né gli eventuali momenti o sforzi laterali cui può essere soggetta la struttura e le fondazioni, si dà solo la pressione di progetto calcolata per i vari SL.

Si sono eseguite le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) e alle condizioni di esercizio (SLE) nel rispetto dei principi e delle procedure citate nel paragrafo 6.2.3 delle NTC.

Per le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU) si è utilizzato il metodo dei coefficienti parziali che le NTC indicano, per ogni stato limite ultimo, nella condizione:

$$Ed \leq Rd$$

Dove Ed è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione normale alla base della fondazione e dove Rd è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici.

Nel calcolo di Ed e Rd è necessario moltiplicare le azioni di progetto per il coefficiente parziale γ_F e dividere i parametri di progetto per il coefficiente parziale γ_M , secondo le combinazioni fornite dalla normativa in relazione a ciascuna opera geotecnica.

Al paragrafo 6.2.3.1 delle NTC è scritto che "la verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni ($A1$ e $A2$), per i parametri geotecnici ($M1$ e $M2$) e per le resistenze ($R1$, $R2$ e $R3$). I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi".

Per le verifiche della suddetta condizione si è utilizzato l'Approccio progettuale 2 con la Combinazione 1 (A1+M1+R3) come prevedono le NTC 2018. Si sono anche utilizzati gli approcci progettuali sisma, SLE e SLD forniti dal software Loadcap che permettono di ricavare i carichi di servizio ed i conseguenti cedimenti del sistema "terreno-fondazioni" tenendo conto dell'azioni del sisma di progetto precedentemente calcolate.

Il valore di progetto della resistenza R_d è stato determinato in modo analitico, con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno, diviso per il valore del coefficiente parziale γ_M specificato nella Tab. 6.2.11 delle NTC (vedi tabella sottostante) e tenendo conto dei coefficienti parziali γ_R specificati nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera.

Il coefficiente γ_R che opera direttamente sulla resistenza del sistema è riportato nella tabella sottostante (da Tab. 6.4.1 NCT).

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
A1+M1+R3	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
Sisma	Si	1	1	1	1	1	2.3	1.1
SLE	No	1	1	1	1	1	1	1
SLD	No	1	1	1	1	1	1	1

Inoltre, il sistema geotecnico relativo all'opera in progetto è stato verificato anche nei confronti degli stati limite di esercizio (SLE). Infatti, "il progetto deve esplicitare le prescrizioni relative agli spostamenti compatibili e le prestazioni attese per l'opera stessa. Il grado d'approfondimento dell'analisi di interazioni terreno-struttura è funzione dell'importanza dell'opera (par. 6.2.3.3 NTC). Per ciascun stato limite di esercizio la condizione da rispettare è

$$Ed \leq Cd$$

Dove Ed è il valore di progetto dell'effetto delle azioni e Cd è il valore limite dell'effetto delle azioni stabilito in funzione del comportamento della struttura in elevazione.

Le NTC – par. 6.4.2.2 – indicano che "si devono calcolare i valori degli spostamenti e delle distorsioni per verificarne la compatibilità con i requisiti prestazionali della struttura in elevazione (2.2.2 e 2.6.2), nel rispetto della condizione (6.2.7). Analogamente, forma, dimensioni e rigidità della struttura di fondazione devono essere stabilite nel rispetto dei summenzionati requisiti prestazionali, tenendo presente che le verifiche agli stati limite di esercizio possono risultare più restrittive di quelle agli stati limite ultimi.

Metodo utilizzato per il carico limite

Formula Brich-Hansen (EC 7 – EC 8)

Affinché una fondazione possa resistere il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura generale, per tutte le combinazioni di carico relative allo SLU (stato limite ultimo), deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$V_d \leq R_d$$

Dove V_d è il carico di progetto allo SLU, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso della fondazione stessa; mentre R_d è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici. Nella valutazione analitica

del carico limite di progetto Rd si devono considerare le situazioni a breve e a lungo termine nei terreni a grana fine.

Il carico limite di progetto in condizioni non drenate si calcola come:

$$R/A' = (2 + \pi) c_u s_c i_c + q$$

Dove:

$A' = B' L'$ area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

c_u Coesione non drenata.

q pressione litostatica totale sul piano di posa.

s_c Fattore di forma

$$s_c = 1 + 0,2 (B'/L') \quad \text{per fondazioni rettangolari}$$

$$s_c = 1,2 \quad \text{Per fondazioni quadrate o circolari.}$$

i_c Fattore correttivo per l'inclinazione del carico dovuta ad un carico H.

$$i_c = 0,5 \left(1 + \sqrt{1 - H / A' c_u} \right)$$

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$R/A' = c' N_c s_c i_c + q' N_q s_q i_q + 0,5 \gamma' B' N_\gamma s_\gamma i_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi'} \tan^2 (45 + \phi' / 2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \tan \phi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + (B' / L') \cdot \sin \phi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_q = 1 + \sin \phi' \quad \text{per forma quadrata o circolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3 (B' / L') \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 0,7 \quad \text{per forma quadrata o circolare}$$

$$s_c = (s_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1) \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare.}$$

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H

$$i_q = [1 - H / (V + A' \cdot c' \cdot \cot \phi')]^m$$

$$i_\gamma = [1 - H / (V + A' \cdot c' \cdot \cot \phi')]^{m+1}$$

$$i_c = (i_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1)$$

Dove:

$$m = m_B = \frac{2 + \left(\frac{B'}{L'}\right)}{1 + \left(\frac{B'}{L'}\right)} \quad \text{con } H/B'$$

$$m = m_L = \frac{2 + \left(\frac{L'}{B'}\right)}{1 + \left(\frac{L'}{B'}\right)} \quad \text{con } H/L'$$

Se H forma un angolo θ con la direzione di L' , l'esponente "m" viene calcolato con la seguente espressione:

$$m = m_\theta = m_L \cos^2 \theta + m_B \sin^2 \theta$$

Oltre ai fattori correttivi di cui sopra sono considerati quelli complementari della profondità del piano di posa e dell'inclinazione del piano di posa e del piano campagna (Hansen).

VERIFICHE SLU e SLE

Si è adottata la condizione non drenata non essendo disponibile la definizione delle resistenze drenate ottenibili da analisi di laboratorio per i terreni fini.

Assumendo le combinazioni di calcolo sopra citate si è ricavato il carico agente sul sottosuolo con *fondazione a platea* per la struttura in progetto.

La tabella sottostante indica i risultati mentre di seguito vengono riportati il Carico limite (Q), la resistenza di progetto (Rd – paragonabile alla vecchia q_{amm}), il Fattore di sicurezza (F) tra il Carico Limite e la Pressione normale di progetto e la verifica o meno del rapporto $Ed \leq Rd$.

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m ²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	51.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	Sisma	51.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
3	S.L.E.	51.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
4	S.L.D.	51.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3

Autore: TERZAGHI (1955)

Carico limite [Qult]	153.77 kN/m ²
Resistenza di progetto[Rd]	66.86 kN/m ²
Tensione [Ed]	51.26 kN/m ²
Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	3
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 6150.81 kN/m³

A1+M1+R3

Autore: *Brinch - Hansen 1970* (Condizione non drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume	17.23 kN/m ³
Peso unità di volume saturo	18.01 kN/m ³
Angolo di attrito	0.0 °
Coesione	38.7532 kN/m ²

Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14
Fattore forma [Sc]	1.13
Fattore profondità [Dc]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	157.02 kN/m ²
Resistenza di progetto	68.27 kN/m ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Sisma

Autore: *Brinch - Hansen 1970* (Condizione non drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume	17.23 kN/m ³
Peso unità di volume saturo	18.01 kN/m ³
Angolo di attrito	0.0 °
Coesione	38.7532 kN/m ²

Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14
Fattore forma [Sc]	1.13
Fattore profondità [Dc]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0

Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	157.02 kN/m ²
Resistenza di progetto	87.24 kN/m ²
=====	
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata
=====	

4.3. Metodo utilizzato per i cedimenti - CEDIMENTI EDOMETRICI

I parametri di deformabilità dei terreni sono stati ricavati mediante correlazioni empiriche con qc delle prove condotte. Il tempo di calcolo per i cedimenti di consolidazione è stato preso pari a 15. Nel calcolo si è tenuto conto dello spessore di terreno asportato, fattore questo che riduce l'effettivo carico imposto. Il metodo usato è stato il metodo di consolidazione monodimensionale di Terzaghi.

Il calcolo dei cedimenti con l'approccio edometrico consente di valutare un cedimento di consolidazione di tipo monodimensionale, prodotto dalle tensioni indotte da un carico applicato in condizioni di espansione laterale impedita. Pertanto la stima effettuata con questo metodo va considerata come empirica, piuttosto che teorica.

Tuttavia la semplicità d'uso e la facilità di controllare l'influenza dei vari parametri che intervengono nel calcolo, ne fanno un metodo molto diffuso.

L'approccio edometrico nel calcolo dei cedimenti passa essenzialmente attraverso due fasi:

- il calcolo delle tensioni verticali indotte alle varie profondità con l'applicazione della teoria dell'elasticità;
- la valutazione dei parametri di compressibilità attraverso la prova edometrica.

In riferimento ai risultati della prova edometrica, il cedimento è valutato come:

$$\Delta H = H_0 \cdot RR \cdot \log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v}{\sigma'_{v0}}$$

se si tratta di un terreno sovraconsolidato ($OCR > 1$), ossia se l'incremento di tensione dovuto all'applicazione del carico non fa superare la pressione di preconsolidazione σ'_p ($\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v < \sigma'_p$).

Se invece il terreno è normalconsolidato ($\sigma'_{v0} = \sigma'_p$) le deformazioni avvengono nel tratto di compressione e il cedimento è valutato come:

$$\Delta H = H_0 \cdot CR \cdot \log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v}{\sigma'_{v0}}$$

dove:

RR Rapporto di ricompressione;

CR Rapporto di compressione;

H_0 Spessore iniziale dello strato;

σ'_{v0} Tensione verticale efficace prima dell'applicazione del carico;

$\Delta\sigma_v$ Incremento di tensione verticale dovuto all'applicazione del carico.

In alternativa ai parametri RR e CR si fa riferimento al modulo edometrico M ; in tal caso però occorre scegliere opportunamente il valore del modulo da utilizzare, tenendo conto dell'intervallo tensionale ($\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v$) significativo per il problema in esame.

L'applicazione corretta di questo tipo di approccio richiede:

- la suddivisione degli strati compressibili in una serie di piccoli strati di modesto spessore (< 2.00 m);
- la stima del modulo edometrico nell'ambito di ciascuno strato;
- il calcolo del cedimento come somma dei contributi valutati per ogni piccolo strato in cui è stato suddiviso il banco compressibile.

Molti usano le espressioni sopra riportate per il calcolo del cedimento di consolidazione tanto per le argille quanto per le sabbie di granulometria da fina a media, perché il modulo di elasticità impiegato è ricavato direttamente da prove di consolidazione. Tuttavia, per terreni a grana più grossa le dimensioni dei provini edometrici sono poco significative del comportamento globale dello strato e, per le sabbie, risulta preferibile impiegare prove penetrometriche statiche e dinamiche.

Cedimento secondario

Il cedimento secondario è calcolato facendo riferimento alla relazione:

$$\Delta H_s = H_c \cdot C_\alpha \cdot \log \frac{T}{T_{100}}$$

in cui:

H_c E' l'altezza dello strato in fase di consolidazione;

C_α E' il coefficiente di consolidazione secondaria come pendenza nel tratto secondario della curva *cedimento-logaritmo tempo*;

T Tempo in cui si vuole il cedimento secondario;

T_{100} Tempo necessario all'esaurimento del processo di consolidazione primaria.

CEDIMENTI PER OGNI STRATO

Cedimento edometrico calcolato con il Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi
Pressione normale di progetto 40 kN/m²
Cedimento dopo T anni 15.0
Cedimento totale al centro 8.11cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento consolidazione; Ws: Cedimento secondario; Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (kN/m ²)	Dp (kN/m ²)	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
1	0.55	10.582	34.226	Edometrico	0.3909	--	0.3909
2	1.5	26.851	34.005	Edometrico	2.3421	--	2.3421
3	2.5	34.84	33.03	Edometrico	0.428	--	0.428
4	3.9	46.023	30.246	Edometrico	2.8125	--	2.8125
5	5.4	58.702	26.233	Edometrico	0.3822	--	0.3822
6	7.9	87.615	19.621	Edometrico	0.8967	--	0.8967
7	10.8	121.722	13.812	Edometrico	0.2101	--	0.2101
8	11.8	133.647	12.286	Edometrico	0.0451	--	0.0451
9	12.6	142.103	11.214	Edometrico	0.3085	--	0.3085
10	13.5	151.859	10.147	Edometrico	0.0454	--	0.0454
11	14.4	161.807	9.21	Edometrico	0.2486	--	0.2486

I cedimenti calcolati riguardano fondazioni flessibili. Per ottenere il cedimento teorico totale con fondazioni rigide bisogna moltiplicare il valore ricavato per 0.75.

Per fondazioni a platea, Wilum e Starzewski (1974) fissano in 80÷100mm i cedimenti totali massimi ammissibili ed in 0.003 ($\delta/L \approx 1/300$) e 0.005 ($\delta/L \approx 1/200$) il rapporto tra il cedimento differenziale di due punti e la loro distanza ossia la distorsione angolare.

Altri autori (Bowles, 1994) indicano, invece, in 50mm il cedimento totale atteso ed in 20mm quello differenziale per fondazioni a platea; mentre i valori di β (distorsione angolare) vengono fissati tra 0.002 ($\delta/L \approx 1/500$) e 0.003 ($\delta/L \approx 1/300$), cioè tra il limite di sicurezza, per non avere fessurazioni, ed il limite inferiore, quando queste iniziano (Bjerrum, 1963).

Dall'analisi dei risultati emerge che con una pressione di progetto di 40kN/m² (SLE) i valori del cedimento fissati in termini di cedimenti totali, sia come fondazione flessibile che rigida, vengono rispettati.

La fondazione, al fine di contenere al minimo i cedimenti differenziali, deve essere adeguatamente irrigidita.

L'irrigidimento del sistema fondale deve avvenire sull'intero orizzonte fondale, per evitare che si creino zone di cerniera con conseguente richiamo delle distorsioni. Il grado di irrigidimento deve essere proporzionale non solo all'entità dei carichi totali, ma anche al grado della loro disomogeneità.

5. SISMICITA' LOCALE E DATI PER LA PROGETTAZIONE SISMICA

Il calcolo dell'azione sismica di progetto, secondo l'Ordinanza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 30/03/2003 e NTC2018, è in relazione alla zonazione sismica ed alle categorie di suolo di fondazione.

I Comuni di Loreo e Adria (RO) sono inseriti in Classe 3.

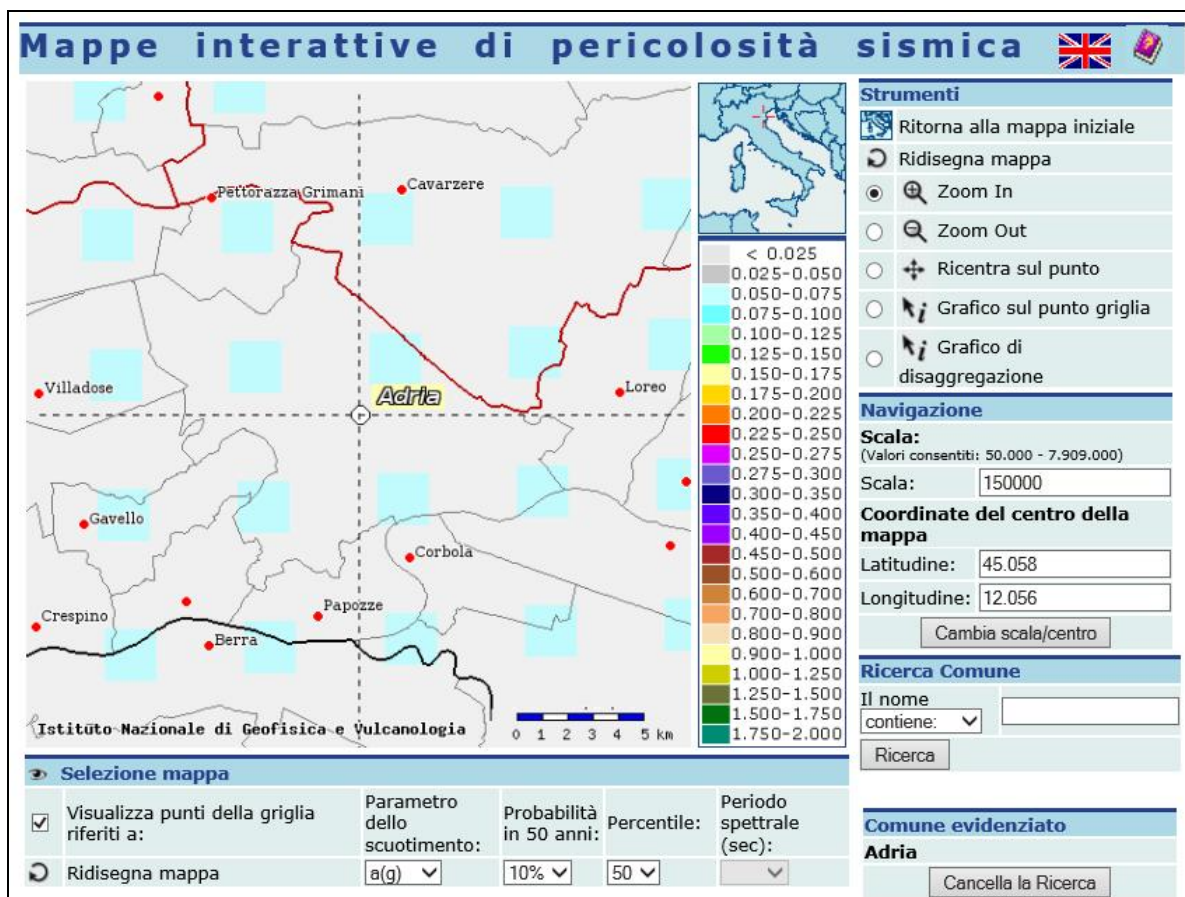
L'analisi del profilo stratigrafico del suolo di fondazione permette di inserirlo in Categoria C.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositati 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>
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

5.1. Dati per la progettazione sismica

La classificazione sismica introdotta dall'O.P.C.M. 3519/2006 - " Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone"- recepita dal D.M. 14/01/2008 e D.M. 17/01/2018, attribuisce al Comune di Polesella (RO) un valore di accelerazione massima orizzontale di picco al suolo di 0.050-0.75g con T=0, su suolo rigido con $180 < V_{seq} < 360$ m/s e con probabilità di superamento del 10% in 50 anni. Secondo il vigente D.M., gli spettri di risposta rappresentano delle componenti (orizzontale e verticale) delle azioni sismiche di progetto di un generico sito del territorio nazionale. Nella figura seguente si riporta un particolare della mappa di pericolosità sismica redatta dall'INGV, secondo la Tabella 1, allegata alle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.



Per la scelta della strategia di progettazione, il progettista procede in funzione delle caratteristiche dell'opera progettata e definisce lo spettro di risposta. Ai fini della normativa, le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento ne periodo di riferimento P_{vr} a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g = accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T^*C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

In allegato alla norma per tutti i siti italiani, sono forniti i valori di a_g , F_0 e T^*C necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

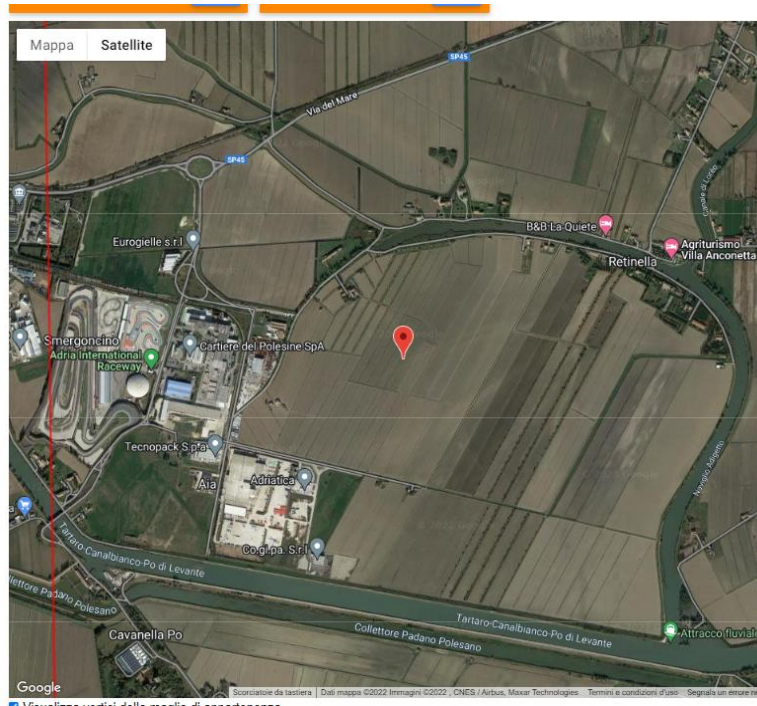
Nella Tabella che segue si riportano i valori di probabilità di superamento per i diversi stati limiti a cui si può spingere la progettazione.

Stati Limite	P_{vr} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento T_R	
Stati limite di esercizio	SLD	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Di seguito si riportano i parametri sismici calcolati secondo un approccio "sito indipendente". Come indicato nel D.M. 17 gennaio 2018, si possono ottenere i valori dei suddetti parametri spettrali (a_g , F_0 e T^*c) del sito in esame utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento.

Si valutano i parametri spettrali a_g , F_0 e T^*C per il sito di progetto (approccio "sito-dipendente") considerando l'amplificazione stratigrafica e topografica (T1) la categoria del sottosuolo C e la classe d'uso della costruzione (I).

Si ricava:



Stati limite

Classe Edificio

I. Presenza occasionale di persone, edifici agricoli...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 0.7

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T^*C [s]
Operatività (SLO)	30	0.026	2.501	0.210
Danno (SLD)	35	0.027	2.499	0.222
Salvaguardia vita (SLV)	332	0.053	2.687	0.345
Prevenzione collasso (SLC)	682	0.063	2.785	0.367

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 35

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m): 1 us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: C

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,50
CC Coeff. funz categoria	1,76	1,73	1,49	1,46
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.008	0.008	0.016	0.019
kv	0.004	0.004	0.008	0.010
Amax [m/s²]	0.378	0.400	0.782	0.932
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

5.2. INDAGINE HVSR

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo V_{seq} attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

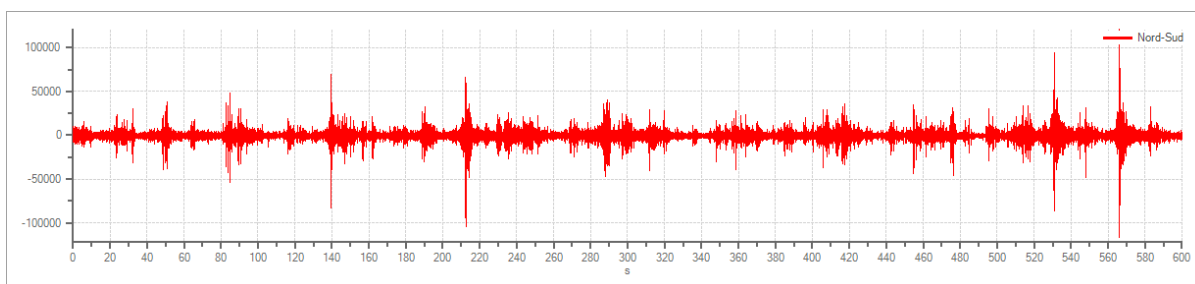
Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo V_{seq} .

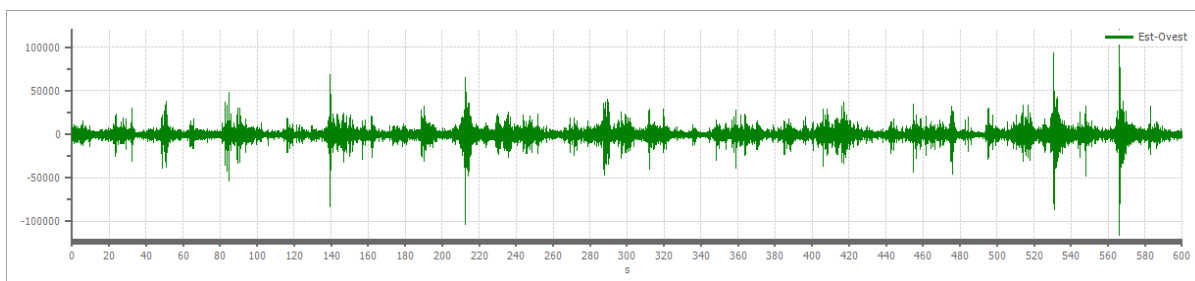
Tracce in input

Dati riepilogativi:

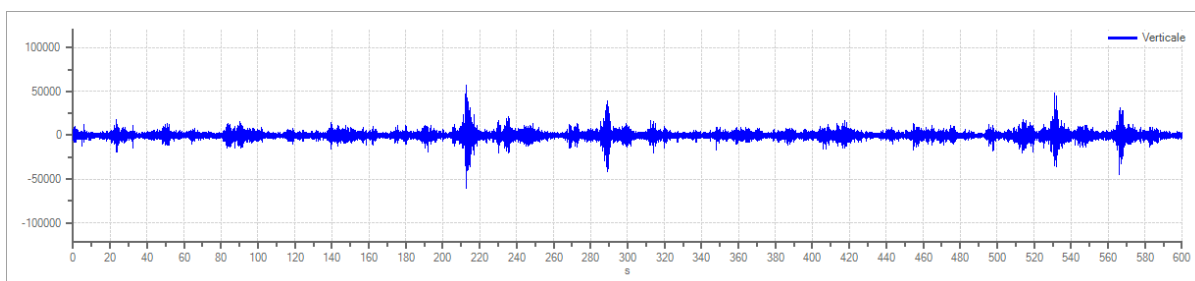
Numero tracce: 3
Durata registrazione: 600 s
Frequenza di campionamento: 125.00 Hz
Numero campioni: 75000
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

Grafici tracce:

Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest

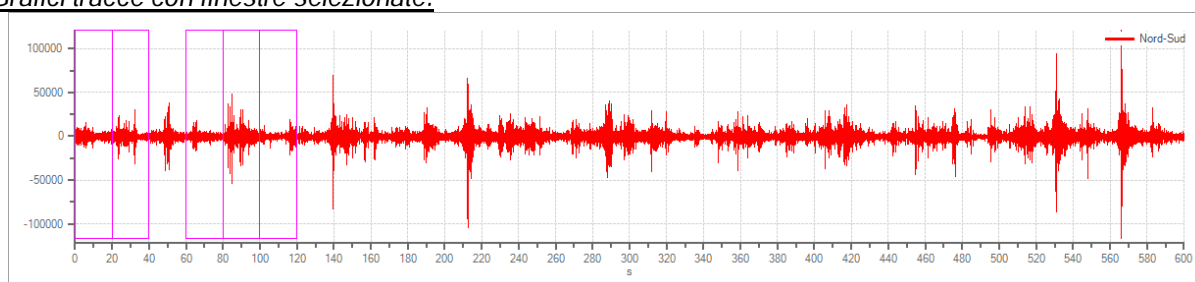


Traccia in direzione Verticale

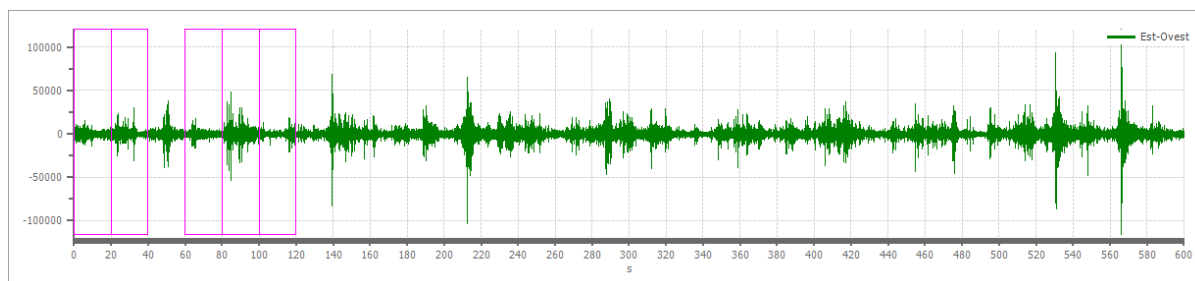
Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

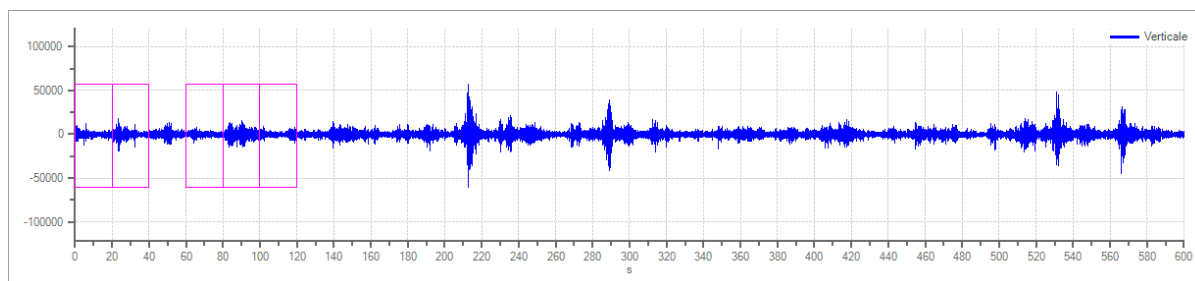
Numero totale finestre selezionate: 5
Numero finestre incluse nel calcolo: 5
Dimensione temporale finestre: 20.000 s
Tipo di liscio: Konno & Ohmachi
Percentuale di liscio: 10.00 %
Coefficiente di banda: 40.00

Grafici tracce con finestre selezionate:

Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

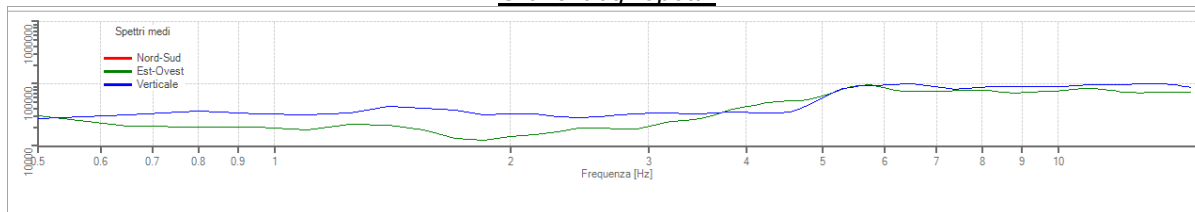


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

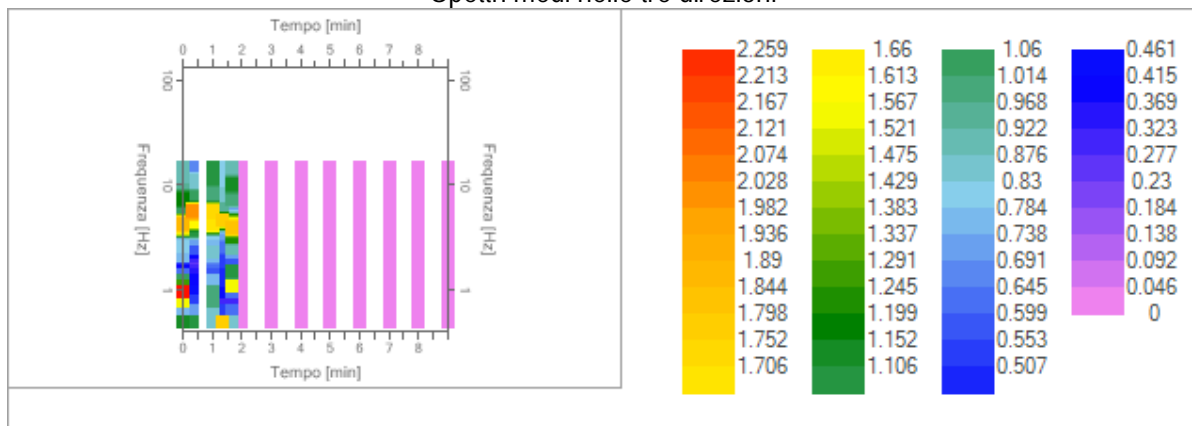


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

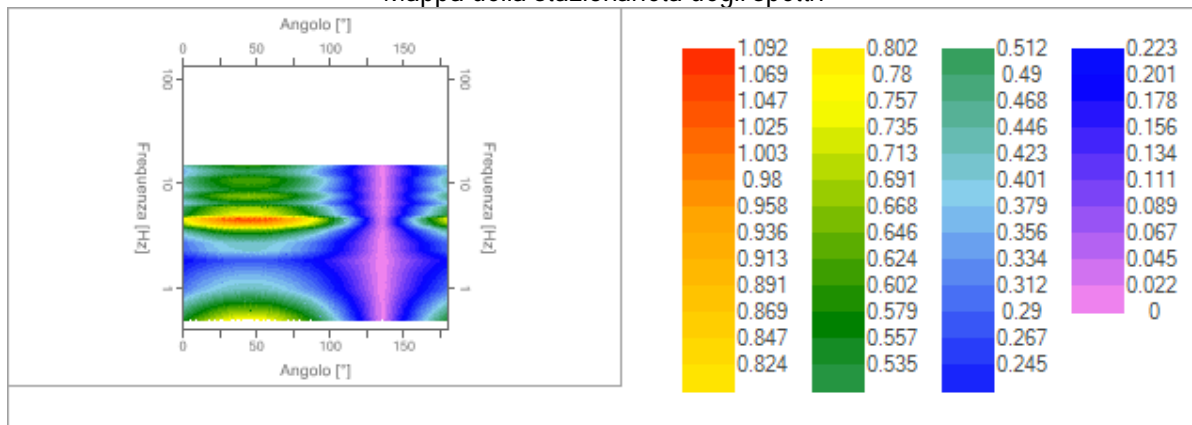
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

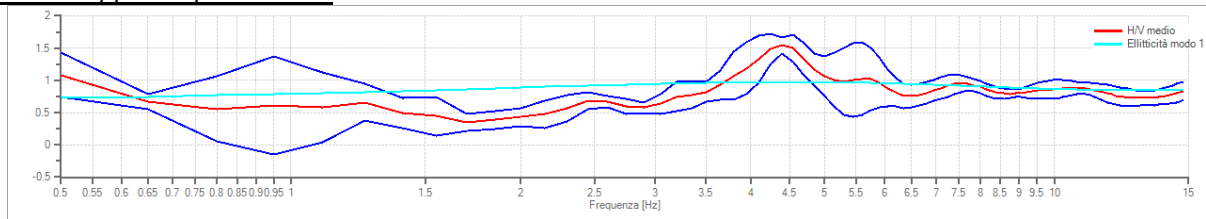
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 15.00 Hz
 Frequenza minima: 0.50 Hz
 Passo frequenze: 0.15 Hz
 Tipo lisciamento:: Konno & Ohmachi
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 4.40 Hz ±0.08 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5H$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5H$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

Modello stratigrafico

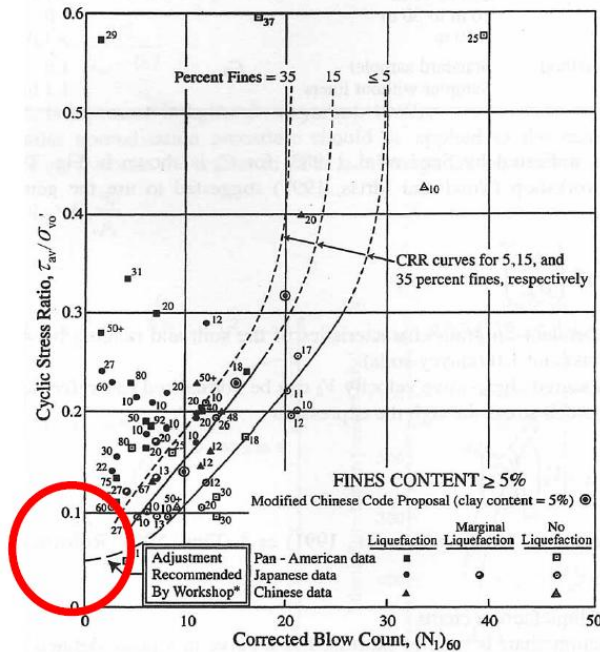
Dati riepilogativi:

Numero strati:	4
Frequenza del picco dell'ellitticità:	4.40 Hz
Valore di disadattamento:	-1.00
Valore Vs30:	201.11 m/s

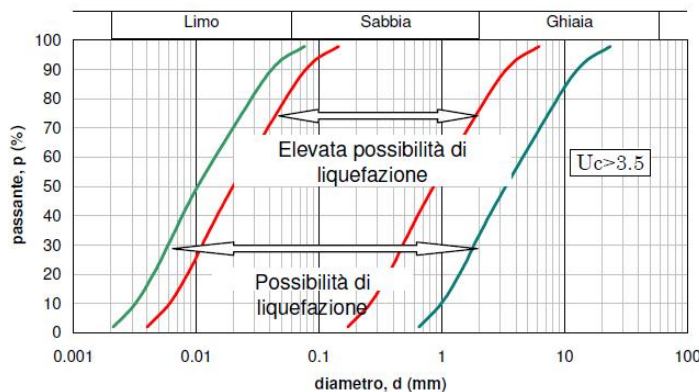
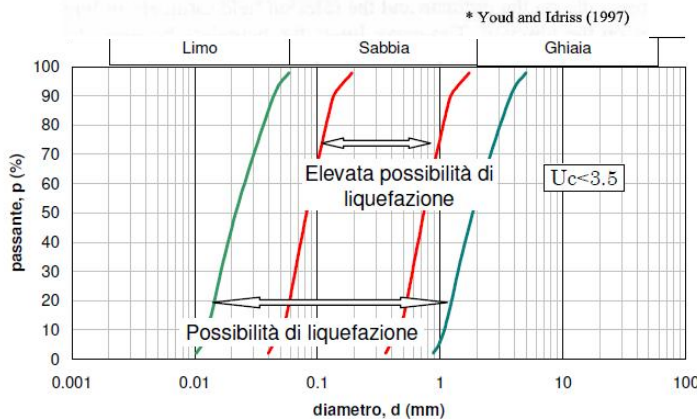
CATEGORIA TERRENO C

6. STIMA DELLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

Le indagini geognostiche mostrano che i terreni superficiali incontrati sono prevalentemente coesivi. La falda è stata riscontrata a -1.5m da p.c. attuale. Il paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC afferma che la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:



- Eventi sismici di Magnitudo inferiore a 5;
- Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
- Profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (SPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100kPa;



- Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficienti di uniformità $U_c > 3,5$.

La stima della magnitudo del sisma di progetto è stata fatta mediante l'espressione del GNDT:

$$M = \frac{\log_{10} a_{gbedrock} + 2,544}{0,363}$$

SEED E IDRIS

Il metodo utilizzato dal software Loadcap per la valutazione della liquefacibilità di un terreno sabbioso saturo durante un evento sismico è quello proposto da Seed e Idriss, il più noto e utilizzato dei metodi semplificati.

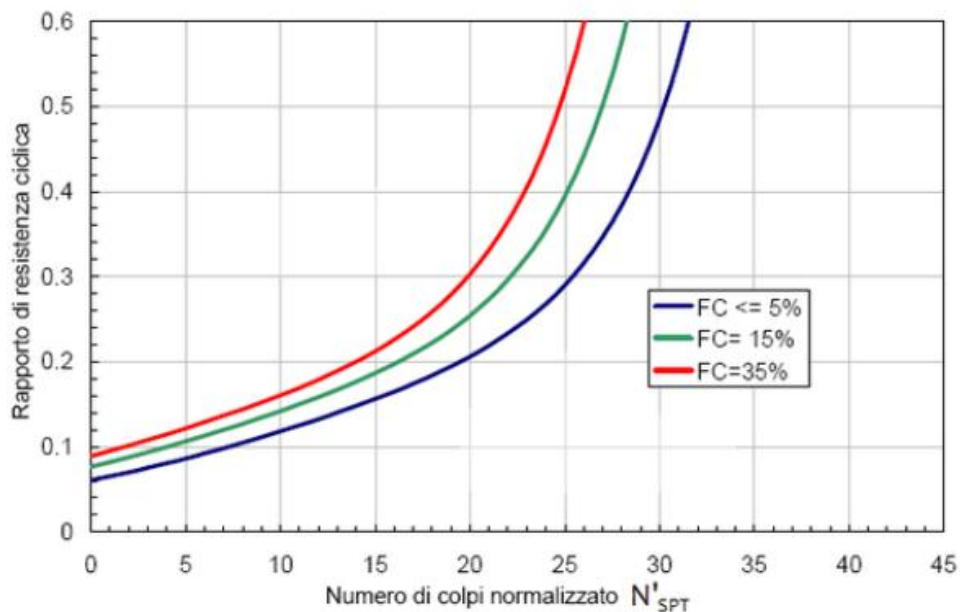
Si basa sul numero di colpi della prova Standard Penetration Test e richiede solo la conoscenza di pochi parametri geotecnici: la granulometria, la densità relativa, il peso di volume.

Con tale metodo il fattore di resistenza alla liquefazione FS viene valutato dal rapporto tra la capacità di resistenza normalizzata (R) e la domanda di resistenza ciclica (T), moltiplicato per un fattore di scala valutato considerando un evento sismico atteso di magnitudo M=6.5 che assume un valore costante pari a 1.19 (condizione peggiore).

La capacità di resistenza normalizzata rispetto alla tensione verticale efficace iniziale viene espressa dalla seguente relazione:

$$R = \frac{\tau_{ult}}{\sigma'_{v0}}$$

e può essere determinata dal grafico rappresentato in figura, funzione di parametri desunti da prove SPT opportunamente corretti e normalizzati.



Correlazione fra capacità di resistenza ciclica e numeri di colpi corretto della prova penetrometrica dinamica (N_{SPT}['])

La domanda di resistenza ciclica viene espressa dalla relazione:

$$T = 0.65 \cdot \frac{a_{\max}}{g} \cdot \frac{\sigma_v}{\sigma'_v} \cdot r_d$$

dove:

g accelerazione di gravità;

σ_v σ'_v rispettivamente la tensione verticale totale e quella efficace alla profondità considerata;

$r_d = 1 - 0.015z$ coefficiente correttivo che tiene conto della deformabilità del terreno al passaggio delle onde sismiche di taglio.

Nell'espressione della domanda di resistenza (T), per tenere conto del carattere sporadico dei picchi di accelerazione, si corregge lo sforzo massimo ciclico indotto dall'evento sismico del 35% ottenendo un valore di "sforzo equivalente uniforme".

Se $F_s > 1.3$ il deposito viene considerato NON liquefacibile.

VERIFICA A LIQUEFAZIONE - Metodo del C.N.R. - GNDT Da Seed e Idriss

Svo: Pressione totale di confinamento; S'vo: Pressione efficace di confinamento; T: Tensione tangenziale ciclica; R: Resistenza terreno alla liquefazione; Fs: Coefficiente di sicurezza

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Nspt'	Svo (kN/m ²)	S'vo (kN/m ²)	T	R	Fs	Condizione:
1	0.80	19.00	37.692	15.392	15.392	0.025	9.371	374.14	Livello non liquefacibile
2	2.20	4.00	6.626	38.862	31.998	0.030	0.107	3.60	Livello non liquefacibile
3	2.80	12.00	18.815	50.430	37.681	0.033	0.251	7.72	Livello non liquefacibile
4	5.00	4.00	5.421	88.688	54.364	0.038	0.097	2.53	Livello non liquefacibile
5	5.80	28.00	35.448	105.207	63.038	0.039	6.180	159.98	Livello non liquefacibile
6	10.00	47.00	43.329	195.548	112.190	0.038	24.457	651.19	Livello non liquefacibile
7	11.60	54.00	45.036	230.299	131.250	0.037	31.971	870.17	Livello non liquefacibile
8	12.00	56.00	45.611	239.011	136.039	0.037	34.917	956.08	Livello non liquefacibile
9	13.20	19.00	14.610	262.903	148.163	0.036	0.171	4.74	Livello non liquefacibile
10	13.80	68.00	50.565	276.175	155.550	0.036	71.579	2005.49	Livello non liquefacibile
11	15.00	23.00	16.199	300.450	168.058	0.035	0.192	5.47	Livello non liquefacibile

7. COMPATIBILITA' GEOLOGICA

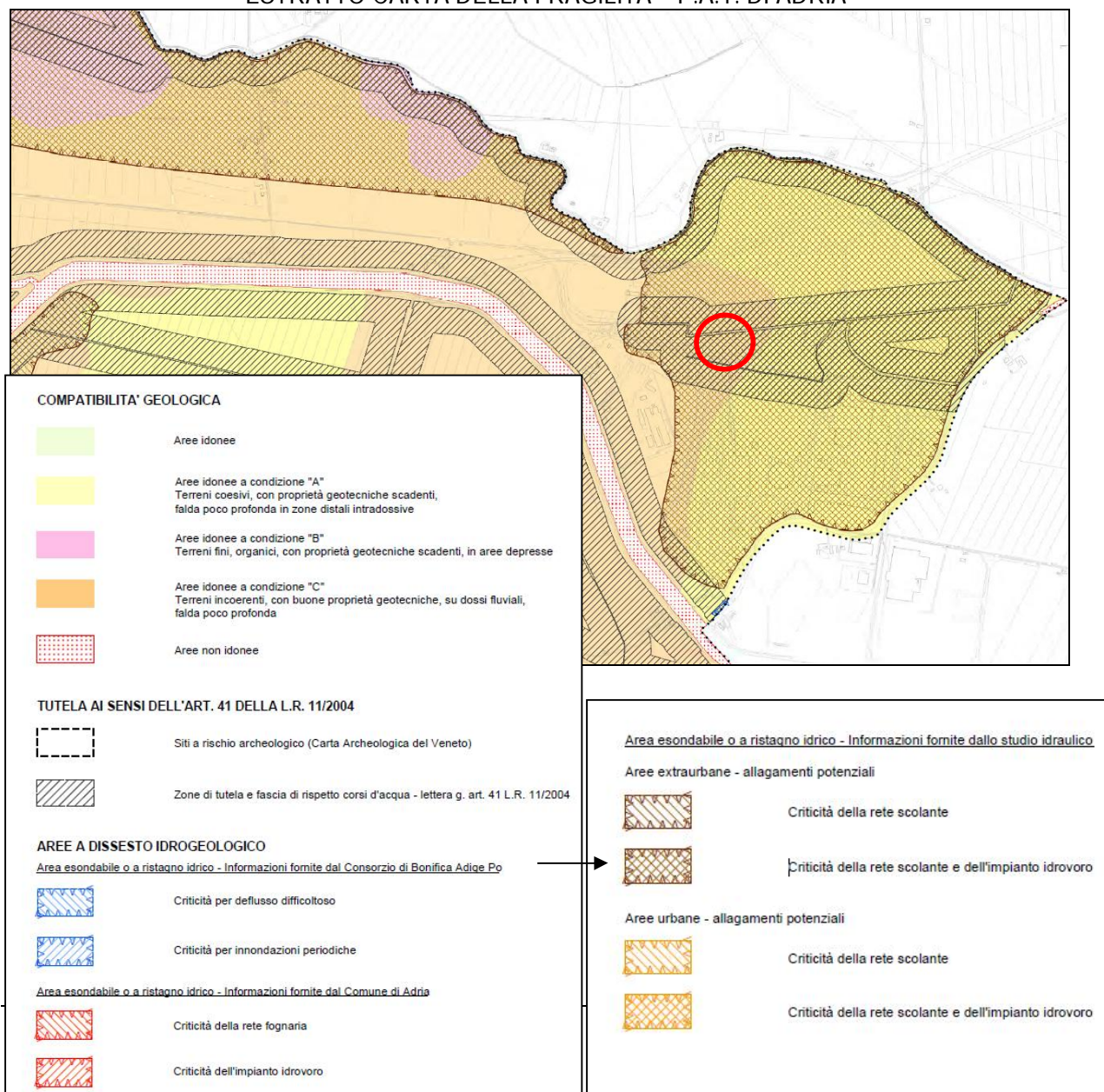
Il documento di sintesi che permette una visione complessiva dello stato del territorio e del suo potenziale sviluppo, è rappresentato dalla Carta della fragilità.

In questo documento, il territorio viene suddiviso in aree differenti a seconda dell'ideoneità o meno ad essere destinata allo sviluppo urbanistico.

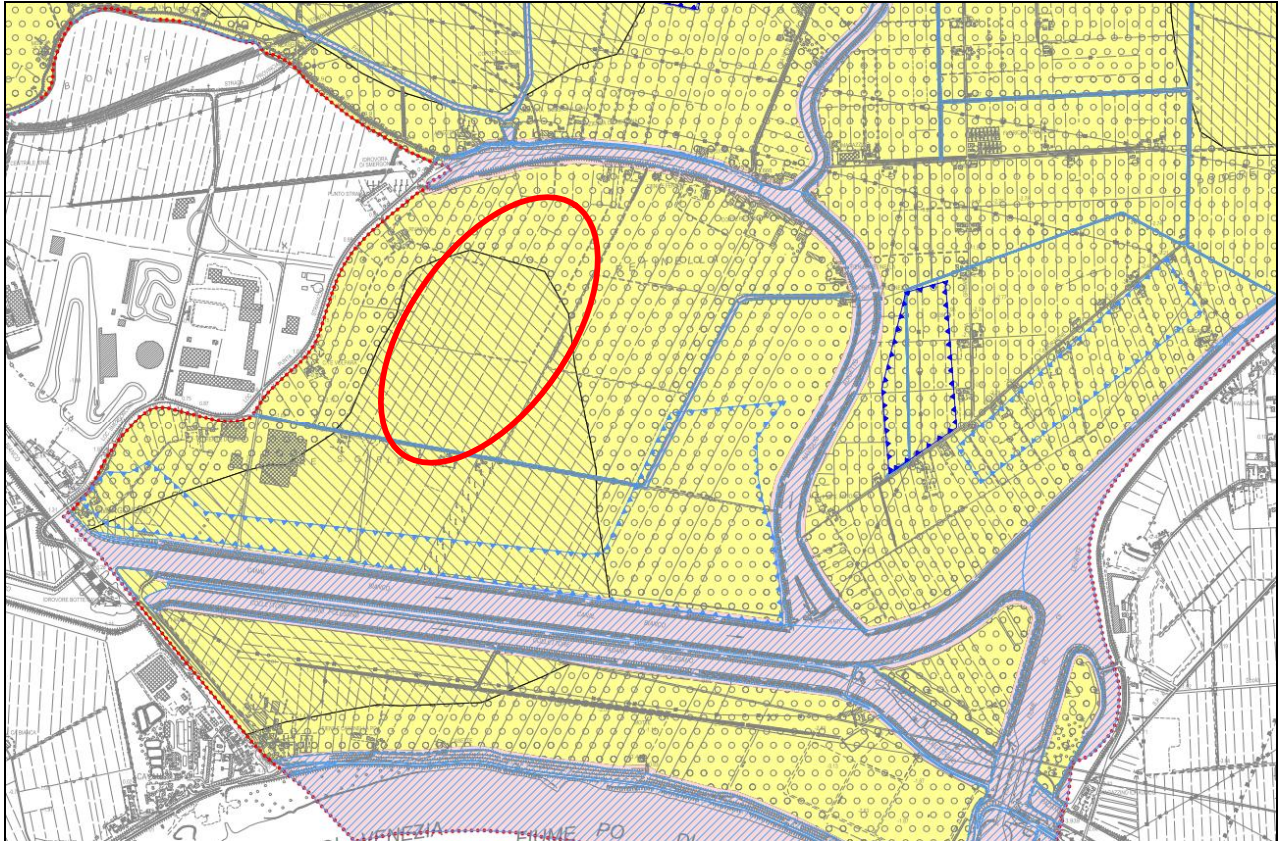
La suddivisione prevede la classificazione del territorio in "Idoneo", "Idoneo a condizione" e "Non Idoneo".

Nel nostro caso l'area ricade in "idonea a condizione" per terreni con proprietà geotecniche scadenti e falda poco profonda

ESTRATTO CARTA DELLA FRAGILITA' - P.A.T. DI ADRIA



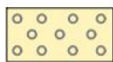
ESTRATTO CARTA DELLA FRAGILITA' - P.A.T. DI LOREO



COMPATIBILITA' GEOLOGICA Art. 11



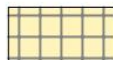
Area idonea a condizione



A - Terreni incoerenti, con buone proprietà geotecniche, su dossi fluviali, falda poco profonda



B - Terreni coesi, con proprietà geotecniche scadenti, falda poco profonda in zone intradosse



C - Terreni fini, organici, con proprietà geotecniche molto scadenti, su dossi fluviali, falda poco profonda



Area non idonea

Le indagini eseguite hanno permesso di delineare in modo specifico la conoscenza del territorio e dell'ambiente superficiale e sotterraneo, permettendo la formulazione di un esaustivo quadro conoscitivo.

Le considerazioni finali sono le seguenti:

1. La natura dei terreni è prevalentemente a tessitura argilloso-limosa con permeabilità medio/bassa;
2. Le caratteristiche geotecniche risultano discrete e la portanza allo SLU risulta pari a 0.66Kg/cmq; il valore va sempre confrontato con i cedimenti indotti che risultano ammissibili per un carico di esercizio (SLE) di 0.4Kg/cmq.
3. la profondità media della falda si attesta a -1.5m da p.c.;

Date le considerazioni soprascritte si esprime un parere positivo di compatibilità all'intervento sotto l'aspetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico a condizione che il progettista ne tenga presente nella progettazione esecutiva.

8. CONCLUSIONI E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

sismicità

Il sito investigato è inserito in Classe 3 e in Categoria C secondo quanto prescritto dall'O.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 e NTC2018 e smi.

Capacità portante

Si considera una fondazione di tipo a platea per le cabine ed inverter e pali metallici infissi nel terreno fino a -1.5/-2.0m da p.c. per la struttura porta moduli fotovoltaici; Le tensioni indotte dal carico dell'opera interessano prevalentemente i terreni di natura coesiva. In accordo con quanto previsto dalle NTC 2018, le verifiche sono state condotte secondo l'Approccio 2 (A1+M1+R3); i cedimenti risultano ammissibili e contenuti per un carico di esercizio (SLE) di 0.4Kg/cm² (zona cabine e inverter).

Accorgimenti

La profondità di falda freatica, rilevata nel foro delle prove penetrometriche al termine delle stesse, è di -1.5/-2.4m da p.c.; si stima una profondità media di circa -1.8m da p.c.; l'oscillazione stagionale è piuttosto limitata (0.4/0.6m) e non rapida visto che i terreni presenti a quelle quote sono caratterizzati da valori di permeabilità medio-bassi;

Luglio 2022

geol. Paolo Chiarion



9. ALLEGATI

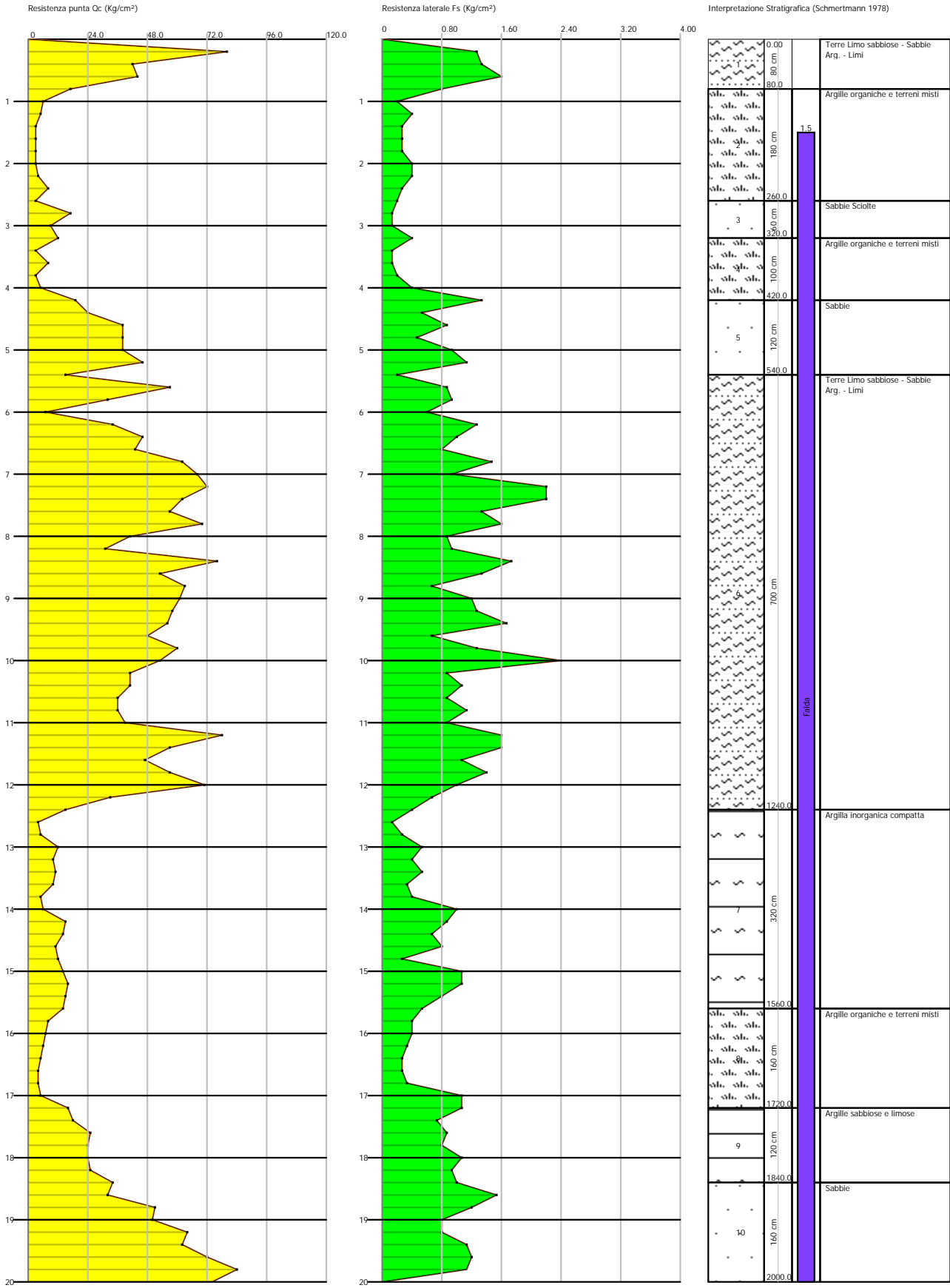
- planimetria generale

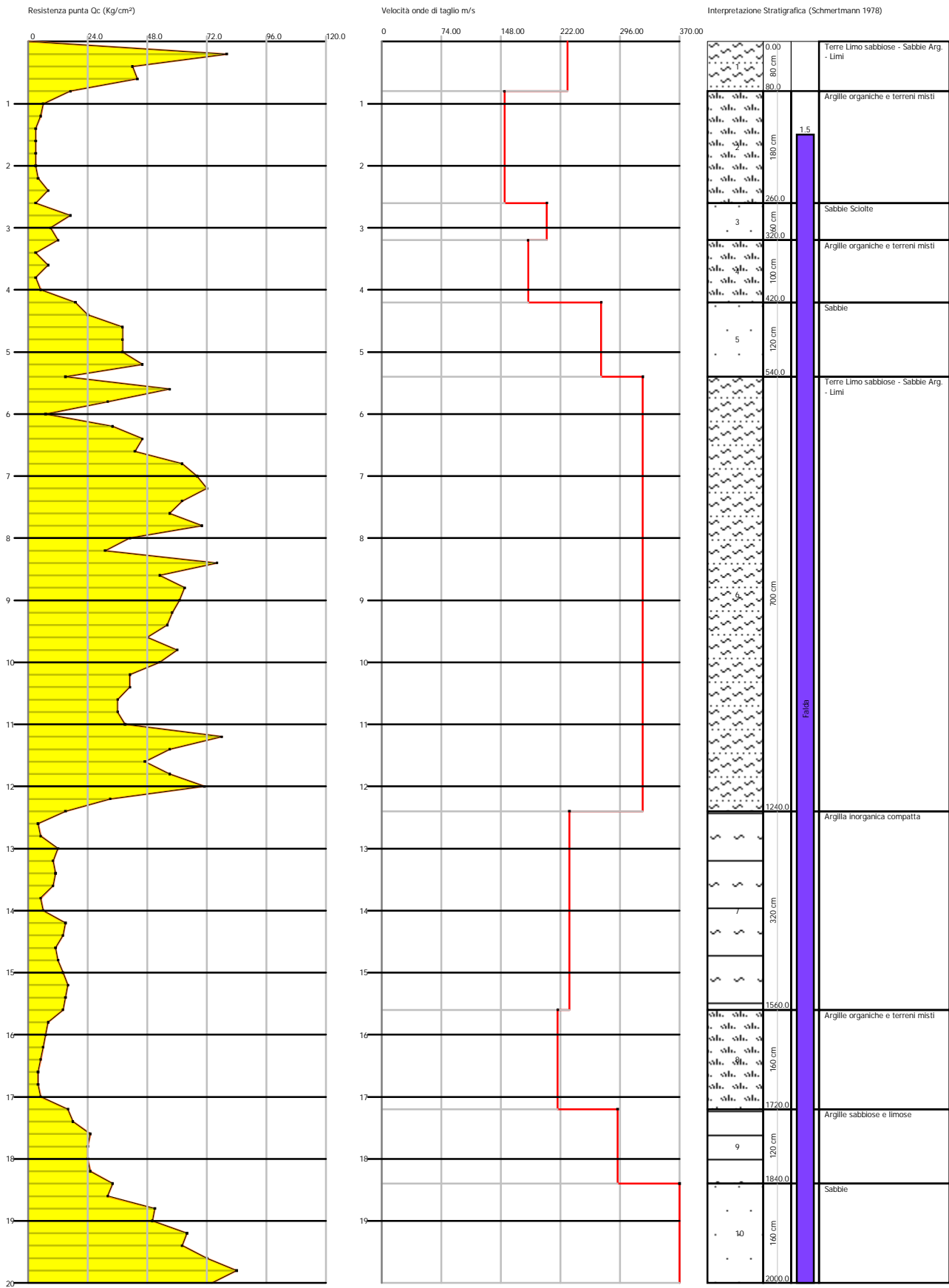
- Prova penetrometrica statica
 - Letture di campagna, valori di resistenza
 - Grafico valori di resistenza
 - Parametri geotecnici



PLANIMETRIA GENERALE CON UBICAZIONE PROVE PENETROMETRICHE e SISMICHE



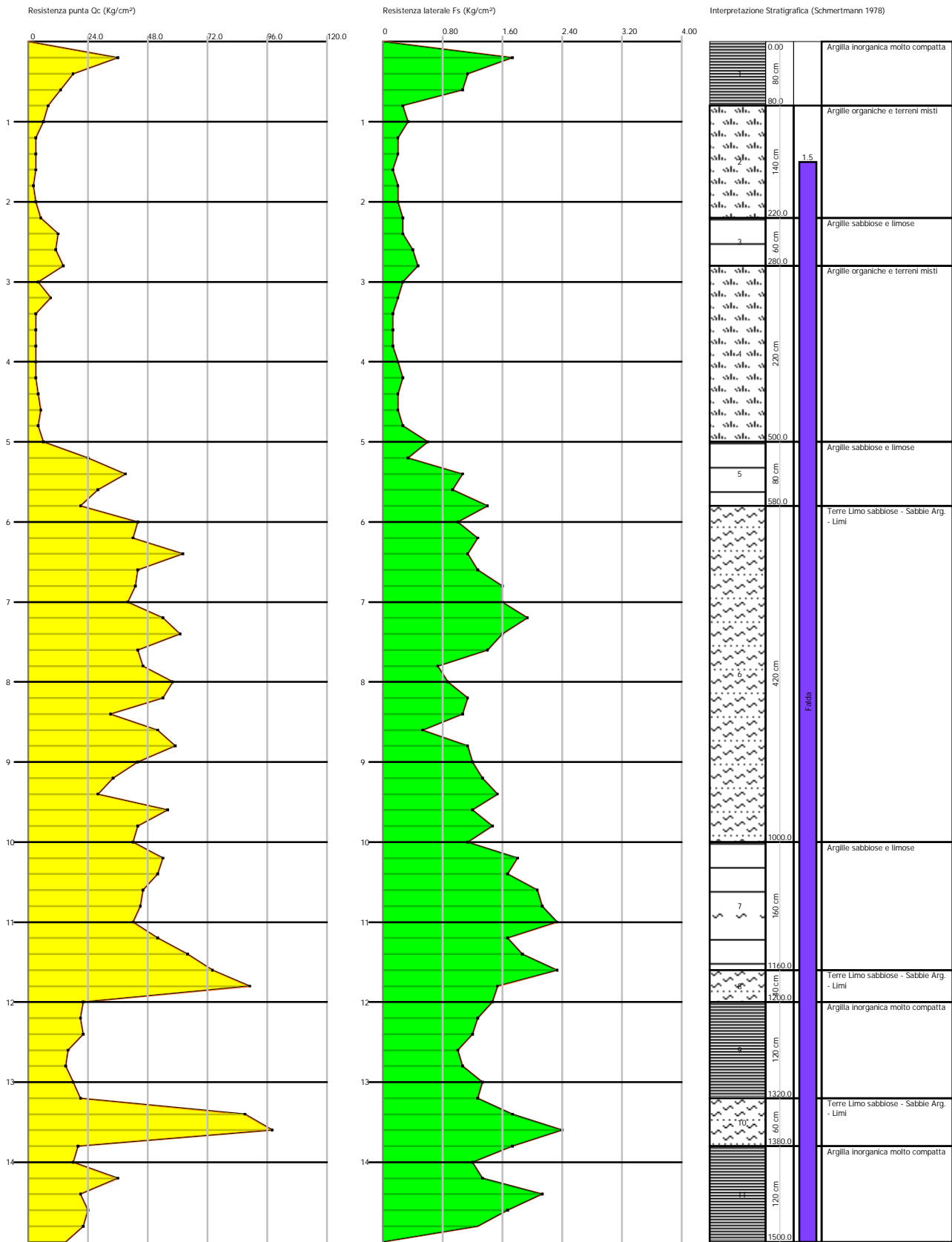


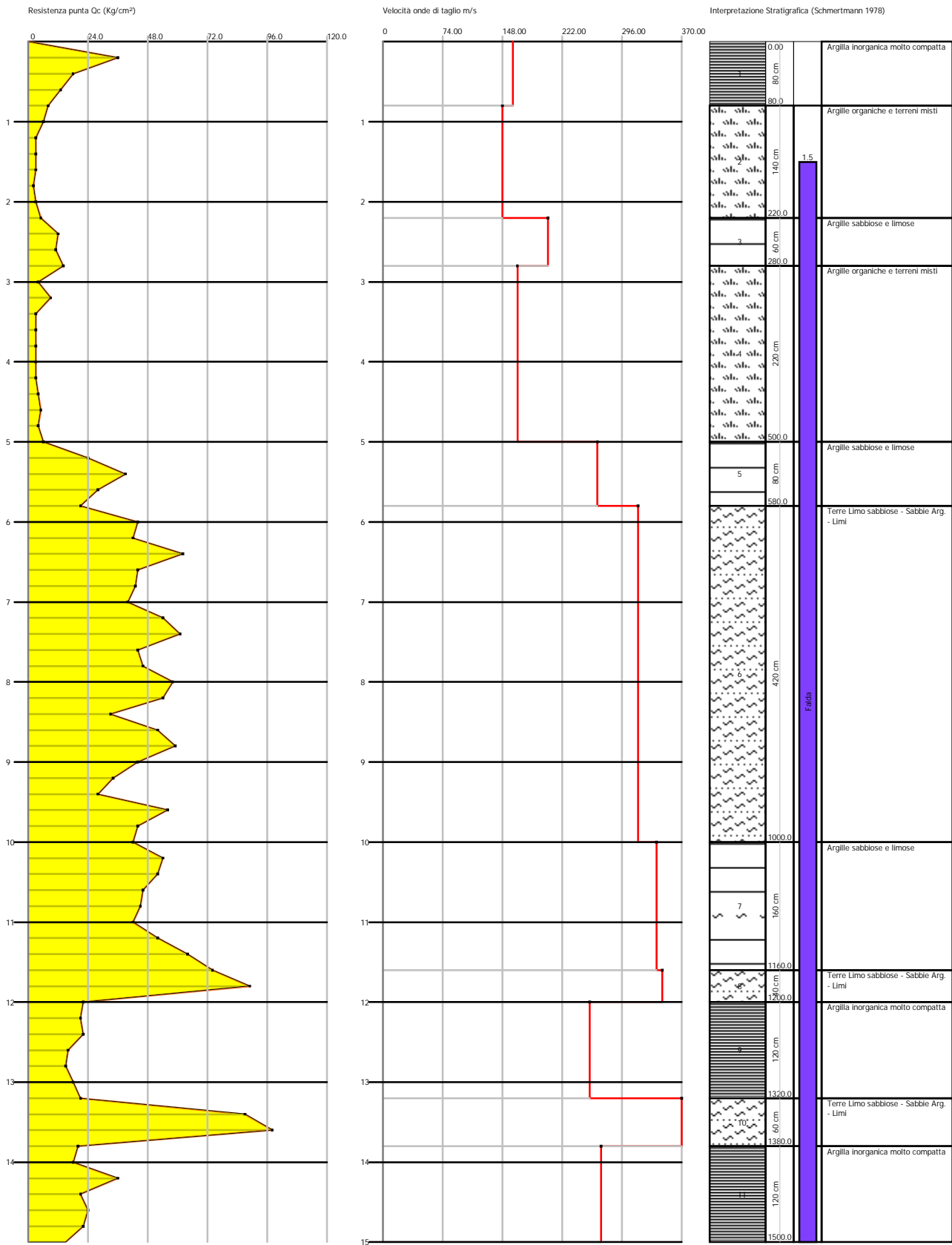


STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (Kg/cm ²)
Eu:	Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm ²)
Mo:	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
G:	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (t/m ³)
PuvS:	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Vs:	Velocità onde di taglio (m/s)

	Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
Vs	1	0.80	CI	2.3	1712.8	91.5	289.5	>9	2.1	2.2	<5	42.0	91.5
231.82	2	2.60	C	0.2	147.3	23.9	67.5	7.3	1.7	1.8	--	--	--
153.09	3	3.20	I	--	--	21.1	132.1	6.3	1.8	2.1	<5	30.9	25.3
205.87	4	4.20	C	0.4	268.0	37.2	96.7	7.0	1.8	1.9	--	--	--
182.50	5	5.40	I	--	--	44.0	237.9	>9	1.8	2.1	<5	34.5	66.3
273.85	6	12.40	CI	2.5	1850.6	100.6	306.8	>9	2.1	2.2	<5	34.5	100.6
325.75	7	15.60	C	0.5	353.7	45.2	120.3	2.9	1.8	1.9	--	--	--
234.14	8	17.20	C	0.3	196.8	34.8	90.9	2.2	1.7	1.8	--	--	--
219.66	9	18.40	CI	1.3	872.2	50.0	200.1	4.3	2.0	2.1	<5	28.7	50.0
294.19	10	20.00	I	--	--	52.1	345.6	5.7	1.9	2.2	<5	33.0	122.3
371.57													

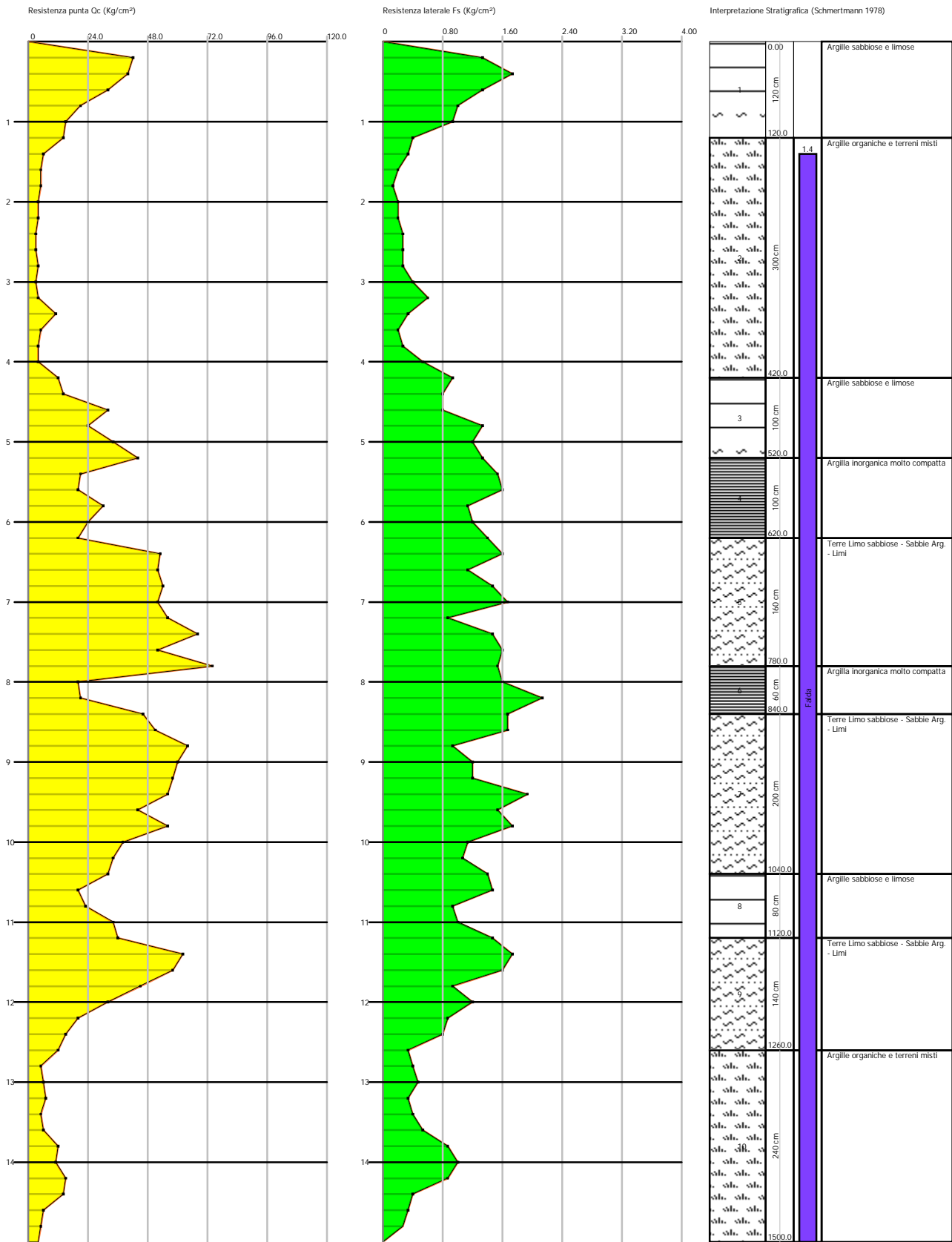


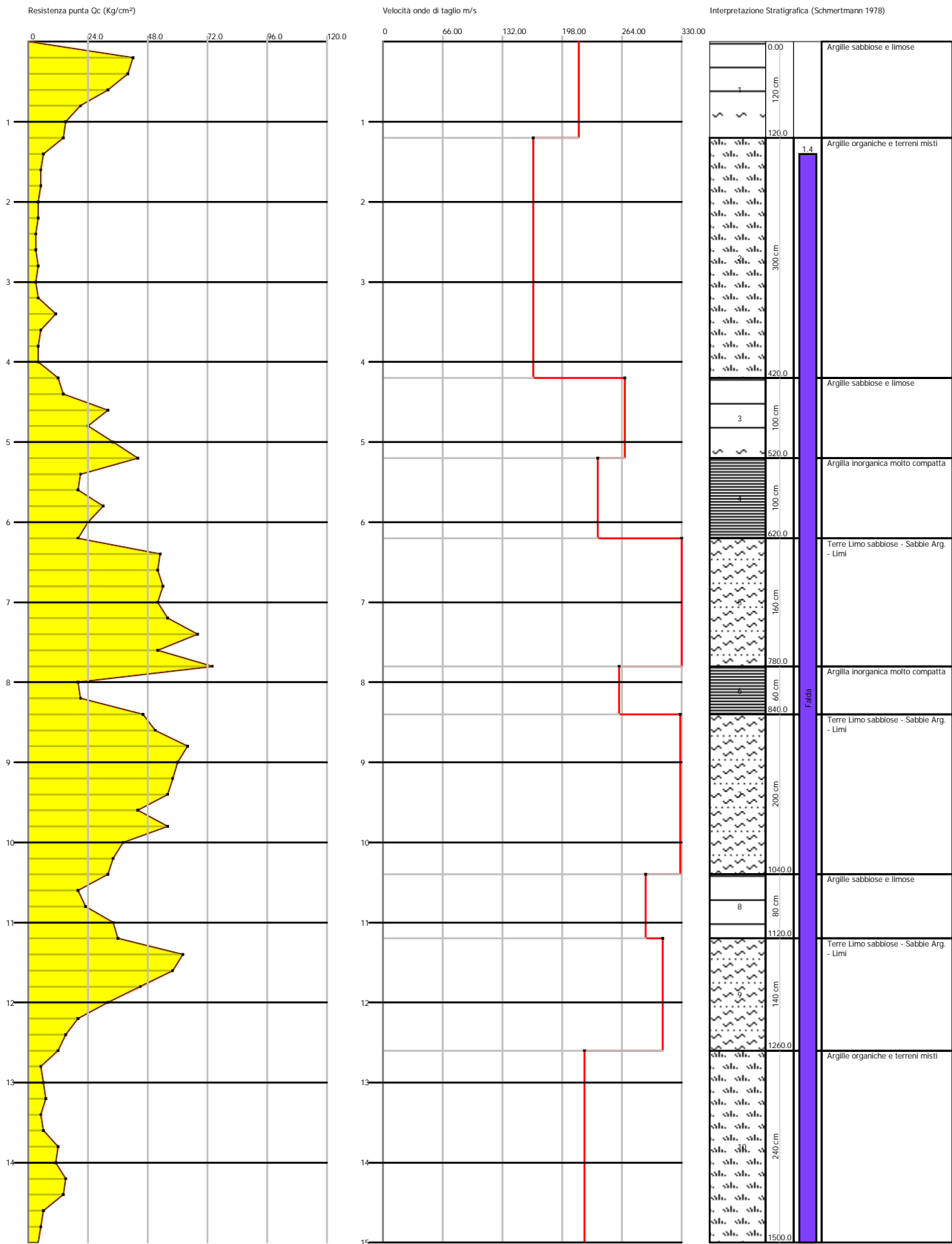


STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (Kg/cm ²)
Eu:	Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm ²)
Mo:	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
G:	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (t/m ³)
PuvS:	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Vs:	Velocità onde di taglio (m/s)

	Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
Vs	1	0.80	C	0.9	700.4	44.6	167.9	>9	2.0	2.0	--	--	--
160.21	2	2.20	C	0.2	123.3	20.7	60.9	5.6	1.7	1.7	--	--	--
147.70	3	2.80	CI	0.6	448.2	47.2	130.0	>9	1.9	2.0	<5	30.8	24.7
203.90	4	5.00	C	0.2	142.0	24.1	68.0	3.5	1.7	1.8	--	--	--
166.18	5	5.80	CI	1.4	1027.4	56.0	214.5	>9	2.0	2.1	<5	33.3	56.0
265.18	6	10.00	CI	2.3	1725.2	93.7	293.8	>9	2.1	2.2	<5	34.6	93.7
315.10	7	11.60	CI	2.7	1967.8	107.2	319.0	>9	2.1	2.2	<5	34.2	107.3
338.35	8	12.00	CI	2.8	2034.1	111.0	325.8	>9	2.1	2.2	<5	34.0	111.0
345.05	9	13.20	C	0.9	656.2	44.5	168.3	6.2	2.0	2.0	--	--	--
255.42	10	13.80	CI	3.4	2509.1	136.7	369.9	>9	2.2	2.3	<5	34.6	136.7
369.27	11	15.00	C	1.1	793.2	45.3	188.5	5.8	2.0	2.1	--	--	--
269.52													

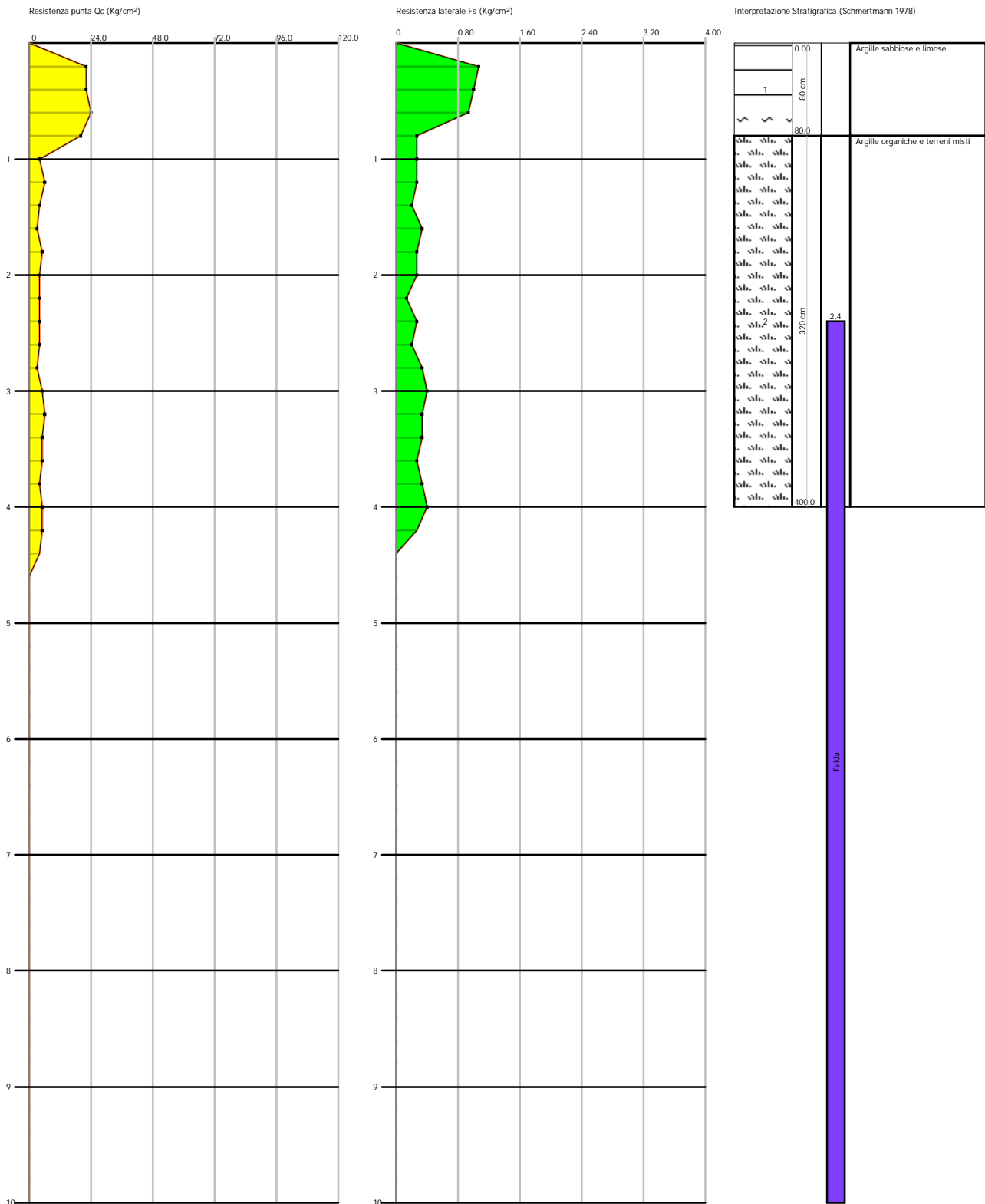




STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (Kg/cm ²)
Eu:	Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm ²)
Mo:	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
G:	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (t/m ³)
PuvS:	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Vs:	Velocità onde di taglio (m/s)

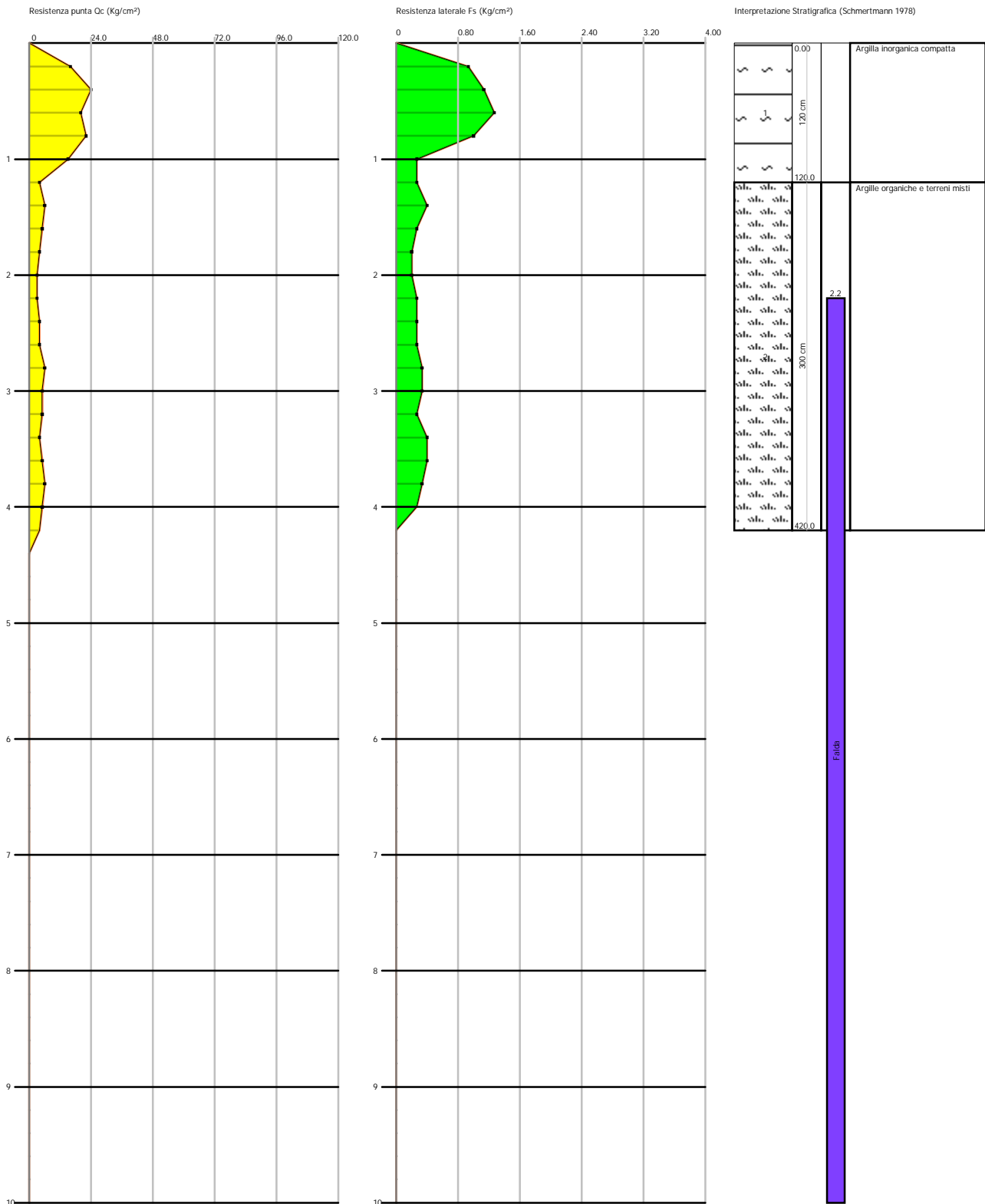
	Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
Vs	1	1.20	CI	1.4	1020.5	54.7	211.3	>9	2.0	2.1	<5	39.2	54.7
215.63	2	4.20	C	0.3	178.2	28.0	76.1	6.5	1.7	1.8	--	--	--
165.23	3	5.20	CI	1.5	1089.4	59.2	221.9	>9	2.0	2.1	<5	33.9	59.2
265.89	4	6.20	C	1.2	838.1	46.0	190.2	>9	2.0	2.1	--	--	--
236.14	5	7.80	CI	2.9	2131.4	115.2	333.3	>9	2.1	2.2	<5	36.0	115.3
328.68	6	8.40	C	1.5	1053.5	58.0	219.1	>9	2.0	2.1	--	--	--
259.65	7	10.40	CI	2.5	1809.9	98.6	303.0	>9	2.1	2.2	<5	34.2	98.6
327.01	8	11.20	CI	1.4	1015.3	56.5	215.6	8.3	2.0	2.1	<5	30.8	56.5
288.88	9	12.60	CI	1.7	1258.9	69.7	245.2	7.4	2.1	2.1	<5	31.6	69.7
307.93	10	15.00	C	0.4	245.5	38.4	99.8	2.3	1.8	1.9	--	--	--
221.73													



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (Kg/cm ²)
Eu:	Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm ²)
Mo:	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
G:	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (t/m ³)
PuvS:	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Vs:	Velocità onde di taglio (m/s)

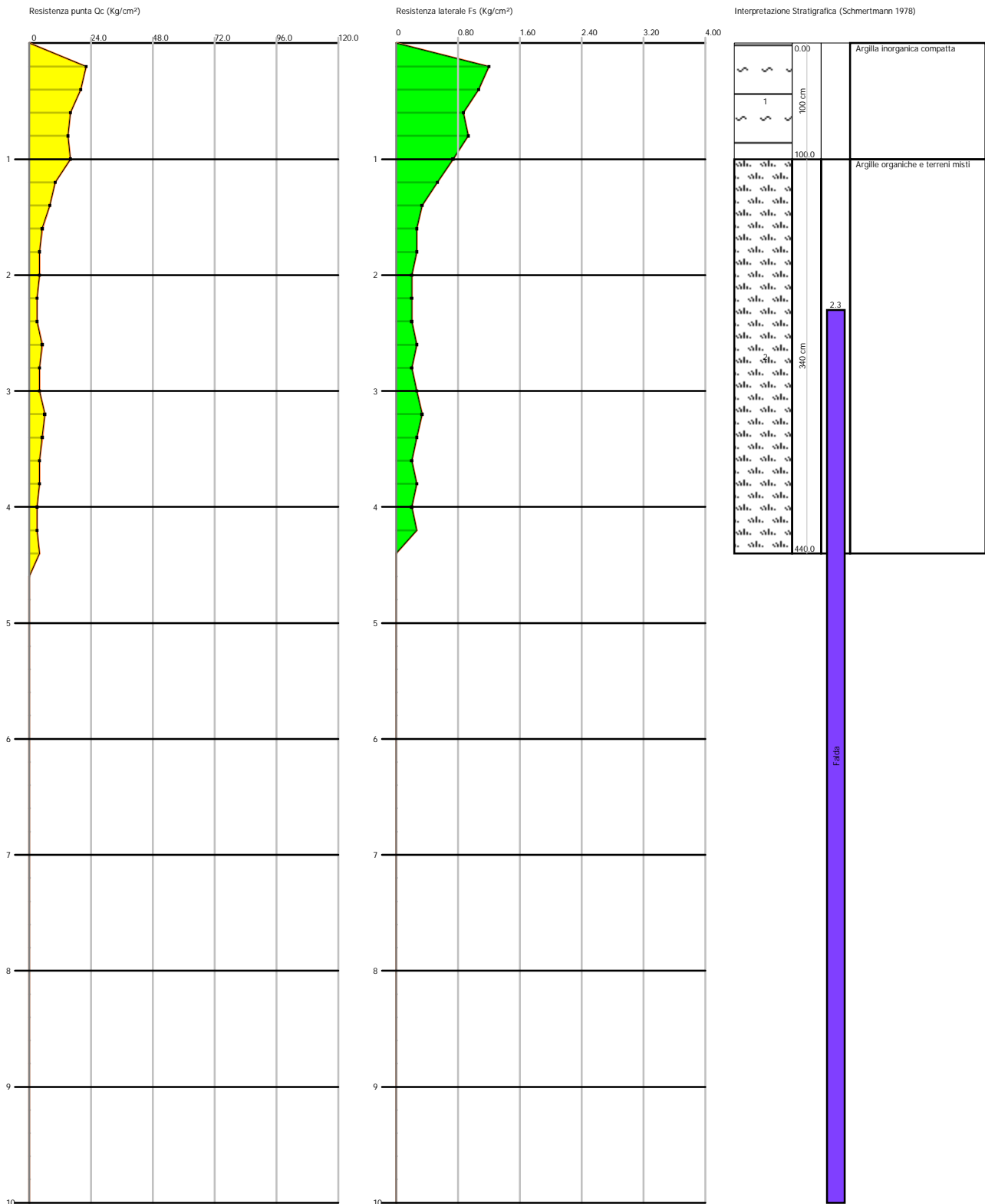
	Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
Vs	1	0.80	CI	1.1	822.0	44.0	185.1	>9	2.0	2.1	<5	39.7	44.0
194.14	2	4.00	C	0.2	150.2	24.9	69.6	4.8	1.7	1.8	--	--	--
164.26													



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (Kg/cm ²)
Eu:	Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm ²)
Mo:	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
G:	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (t/m ³)
PuvS:	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Vs:	Velocità onde di taglio (m/s)

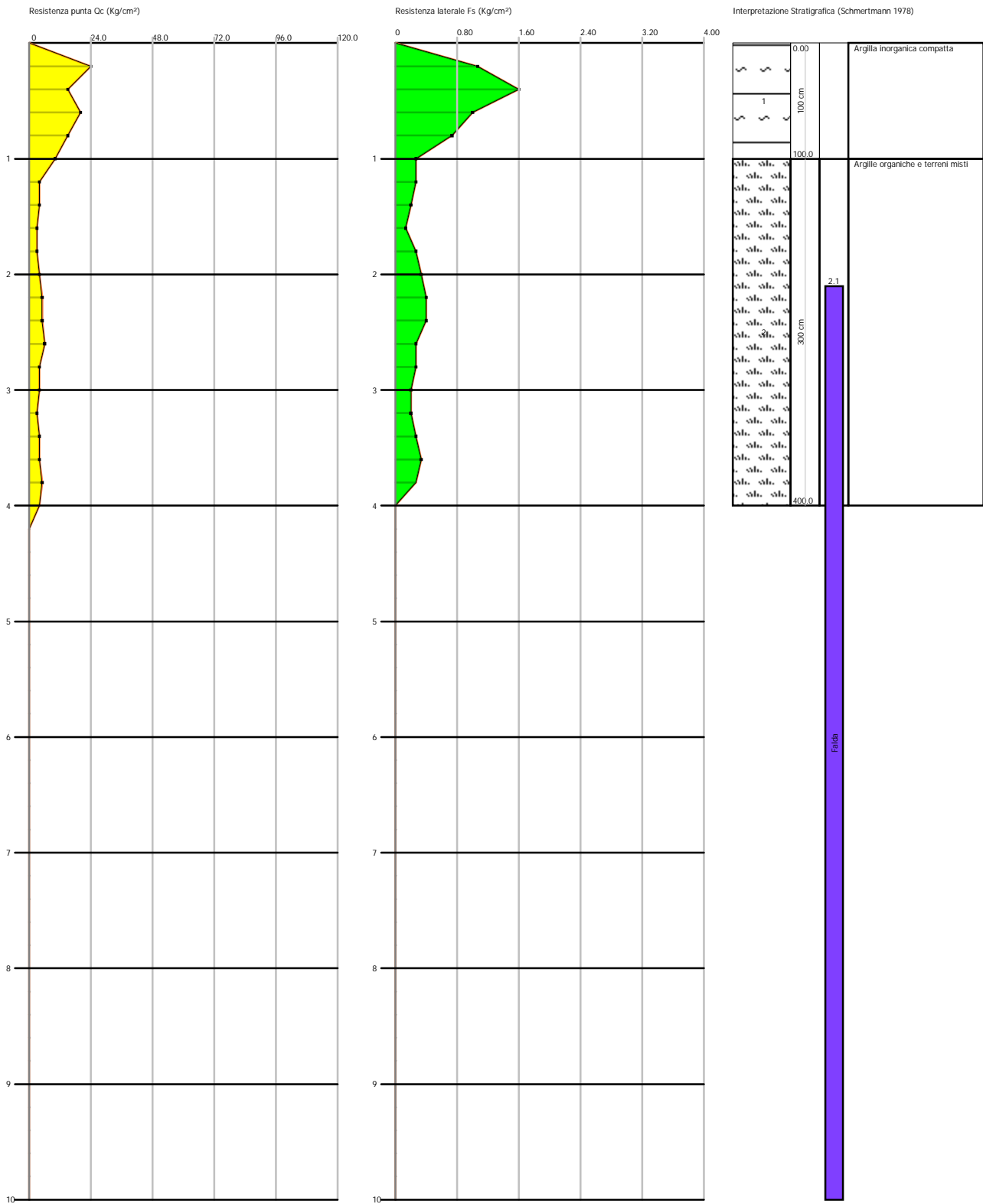
	Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
Vs	1	1.20	C	0.8	627.0	47.4	157.2	>9	1.9	2.0	--	--	--
169.06	2	4.20	C	0.2	156.3	25.6	71.1	4.6	1.7	1.8	--	--	--
165.39													



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (Kg/cm ²)
Eu:	Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm ²)
Mo:	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
G:	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (t/m ³)
PuvS:	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Vs:	Velocità onde di taglio (m/s)

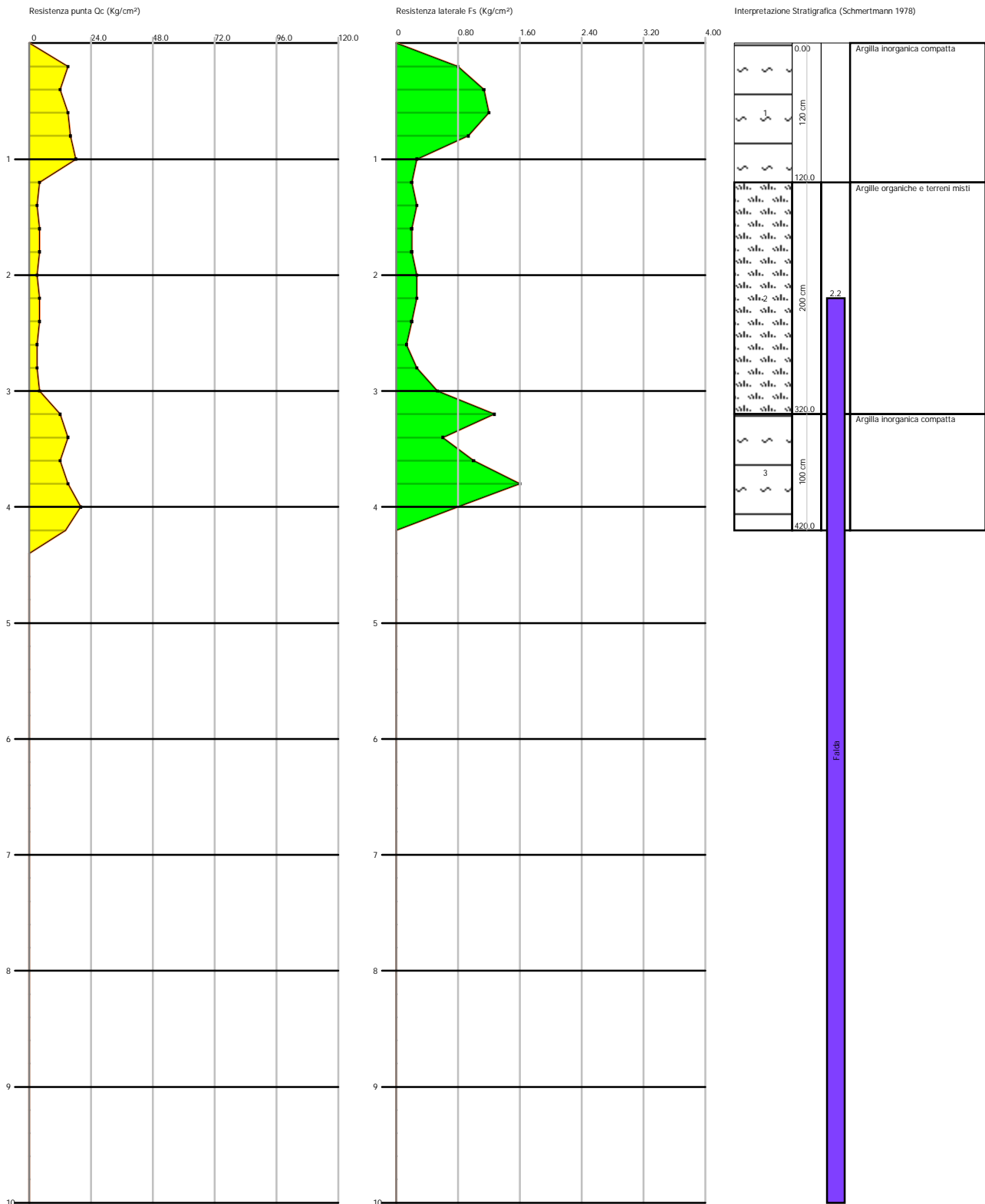
	Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
Vs	1	1.00	C	0.9	663.9	46.2	162.6	>9	2.0	2.0	--	--	--
165.89	2	4.40	C	0.2	157.8	25.8	71.6	4.1	1.7	1.8	--	--	--
166.06													



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr: Numero progressivo strato
 Prof: Profondità strato (m)
 Tipo: C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
 Cu: Coesione non drenata (Kg/cm²)
 Eu: Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm²)
 Mo: Modulo Edometrico (Kg/cm²)
 G: Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm²)
 OCR: Grado di sovraconsolidazione
 Puv: Peso unità di volume (t/m³)
 PuvS: Peso unità di volume saturo (t/m³)
 Dr: Densità relativa (%)
 Fi: Angolo di resistenza al taglio (°)
 Ey: Modulo di Young (Kg/cm²)
 Vs: Velocità onde di taglio (m/s)

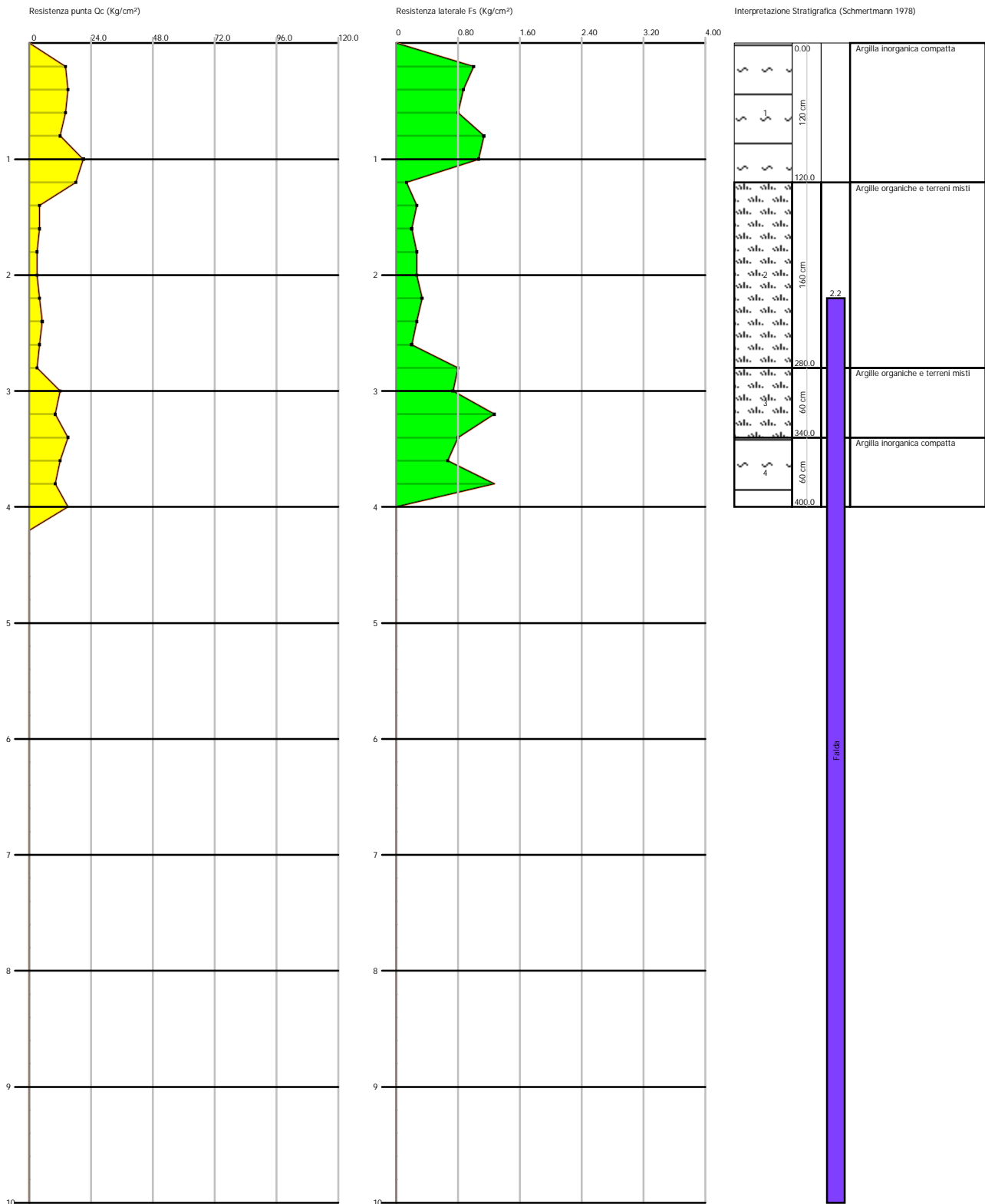
	Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
Vs	1	1.00	C	0.8	626.4	47.4	157.0	>9	1.9	2.0	--	--	--
164.16	2	4.00	C	0.2	139.8	23.5	66.6	4.5	1.7	1.8	--	--	--
160.50													



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (Kg/cm ²)
Eu:	Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm ²)
Mo:	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
G:	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (t/m ³)
PuvS:	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Vs:	Velocità onde di taglio (m/s)

	Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
Vs	1	1.20	C	0.7	495.9	48.0	136.3	>9	1.9	2.0	--	--	--
160.69	2	3.20	C	0.2	150.5	24.7	69.2	6.7	1.7	1.8	--	--	--
161.09	3	4.20	C	0.8	551.2	48.4	147.7	>9	1.9	2.0	--	--	--
210.17													



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (Kg/cm ²)
Eu:	Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm ²)
Mo:	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
G:	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (t/m ³)
PuvS:	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Vs:	Velocità onde di taglio (m/s)

	Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
Vs	1	1.20	C	0.8	583.2	48.2	150.4	>9	1.9	2.0	--	--	--
166.88	2	2.80	C	0.2	127.0	21.6	62.8	6.4	1.7	1.8	--	--	--
155.03	3	3.40	C	0.6	445.0	47.2	130.0	>9	1.9	2.0	--	--	--
200.11	4	4.00	C	0.6	443.1	47.2	130.0	8.9	1.9	2.0	--	--	--
203.45													



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

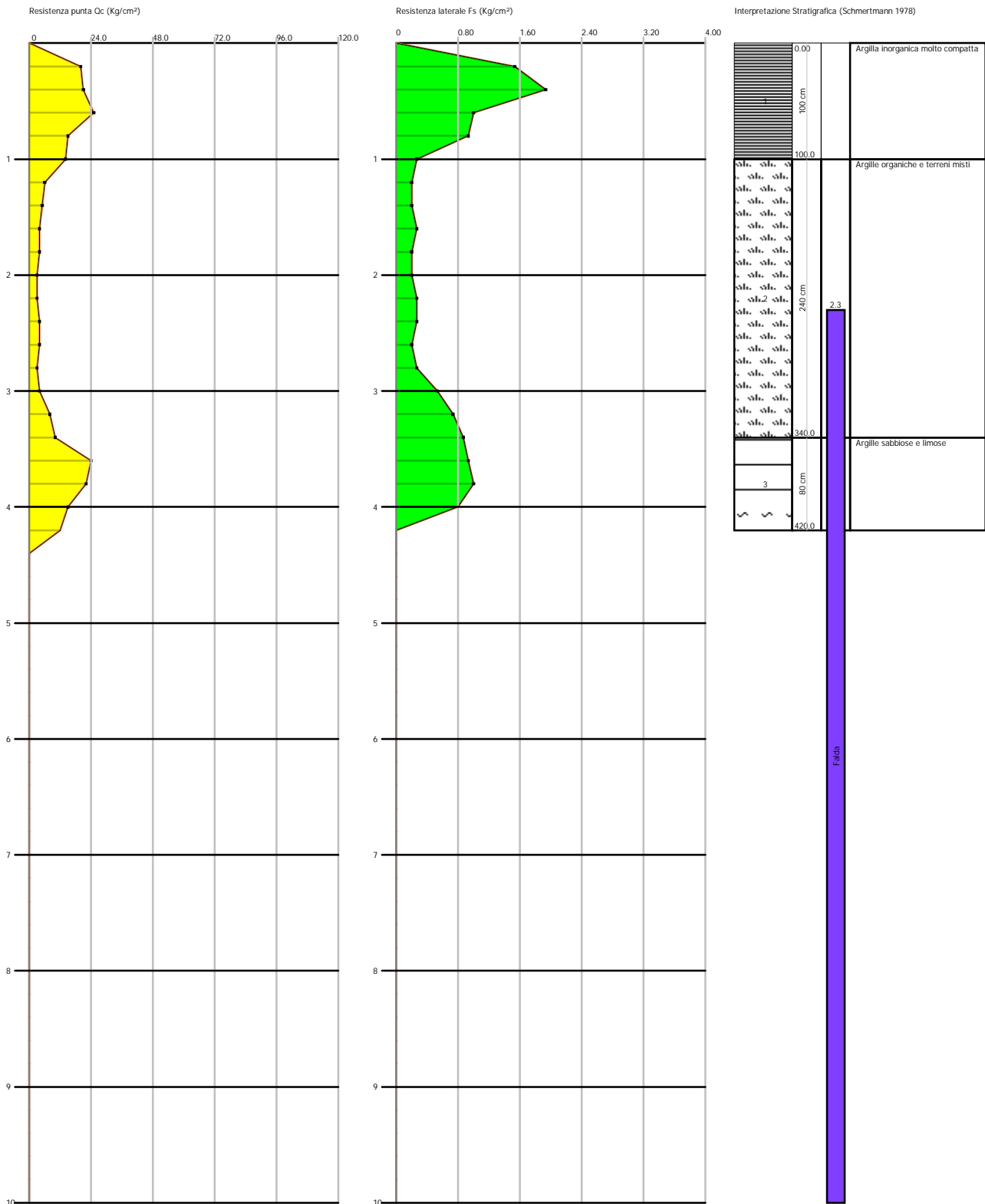
Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (Kg/cm ²)
Eu:	Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm ²)
Mo:	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
G:	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (t/m ³)
PuvS:	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Vs:	Velocità onde di taglio (m/s)

	Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
Vs	1	1.20	C	0.6	461.0	47.3	130.4	>9	1.9	2.0	--	--	--
158.59	2	2.60	C	0.2	126.7	21.4	62.4	6.8	1.7	1.8	--	--	--
152.73	3	3.20	C	0.4	295.3	39.4	102.3	>9	1.8	1.9	--	--	--
185.83	4	4.20	C	0.7	505.2	48.3	140.4	8.7	1.9	2.0	--	--	--
208.74													

Probe CPT - Cone Penetration CPT11
 Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente:
 Studio Teira srl
 Cantiere: Loreo - Adria
 Località: S.P. 41

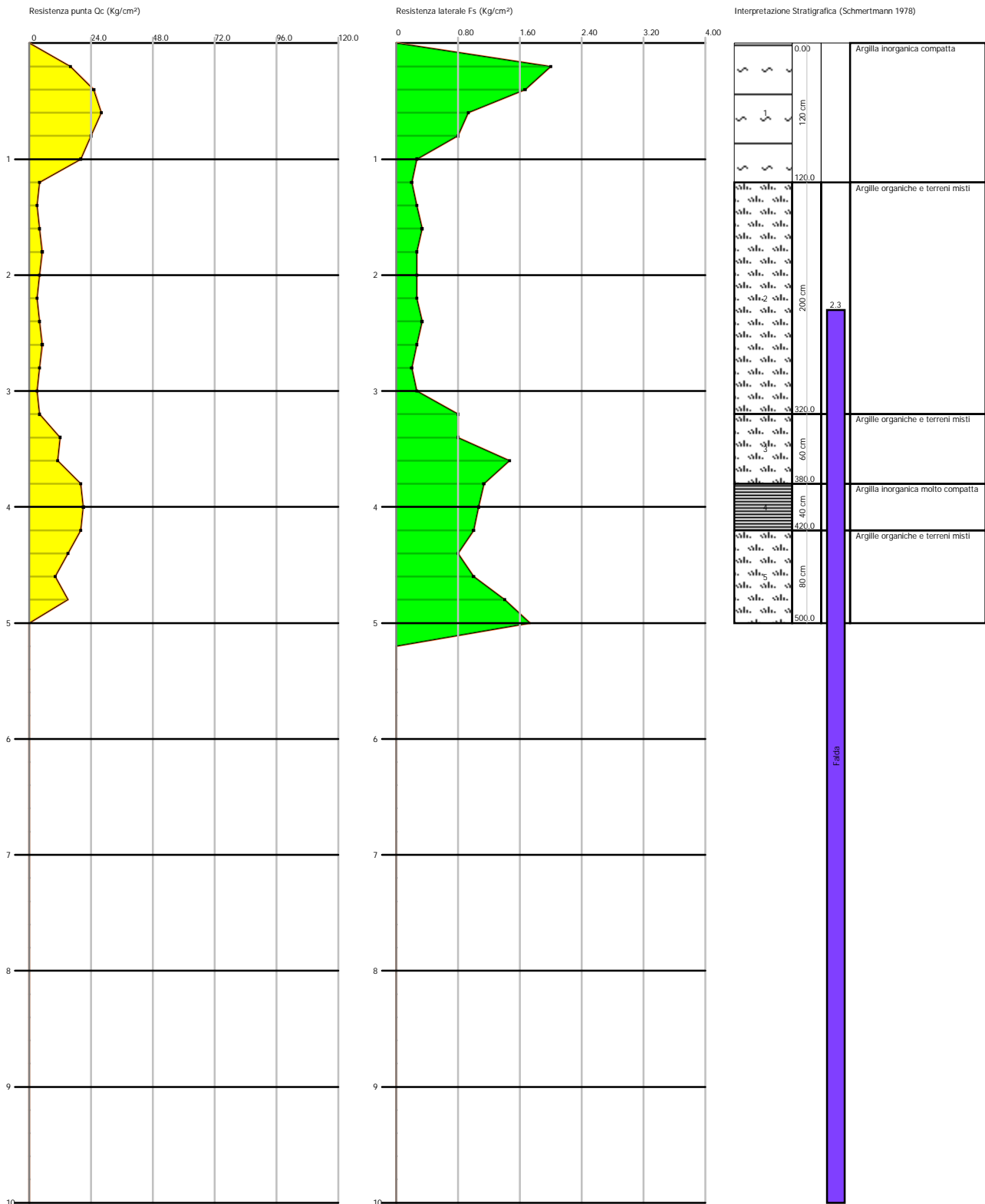
Data: 27/07/2022



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (Kg/cm ²)
Eu:	Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm ²)
Mo:	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
G:	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (t/m ³)
PuvS:	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Vs:	Velocità onde di taglio (m/s)

	Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
Vs	1	1.00	C	1.0	708.9	44.2	169.2	>9	2.0	2.0	--	--	--
167.86	2	3.40	C	0.2	166.5	26.7	73.3	6.4	1.7	1.8	--	--	--
164.38	3	4.20	CI	0.9	664.7	45.5	165.1	>9	2.0	2.0	<5	31.6	36.5
234.09													



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (Kg/cm ²)
Eu:	Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm ²)
Mo:	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
G:	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (t/m ³)
PuvS:	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Vs:	Velocità onde di taglio (m/s)

	Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
Vs	1	1.20	C	1.0	727.0	43.1	171.9	>9	2.0	2.0	--	--	--
173.62	2	3.20	C	0.2	131.3	22.3	64.3	5.9	1.7	1.8	--	--	--
158.38	3	3.80	C	0.7	518.5	48.4	142.5	>9	1.9	2.0	--	--	--
208.21	4	4.20	C	1.0	748.0	41.0	177.3	>9	2.0	2.1	--	--	--
225.32	5	5.00	C	0.5	352.2	43.5	114.3	>9	1.8	1.9	--	--	--
200.94													

PROVA PENETROMETRICA STATICA

Committente: Studio Tetra srl Cantiere: Loreo - Adria Località: S.P. 41	Codice commessa: 2277/22 Numero certificati allegati:
-------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------

Caratteristiche Strumentali PAGANI TG 63 (200 kN)

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica	35.7
Angolo di apertura punta	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	10

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE
(CONE PENETRATION TEST)
CPT

PROVE CPT : METODOLOGIA DELL' INDAGINE

La prova penetrometrica statica CPT (di tipo meccanico) consiste essenzialmente nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ($v = 2 \text{ cm / s} \pm 0,5 \text{ cm / s}$).

La penetrazione viene effettuata tramite un dispositivo di spinta (martinetto idraulico), opportunamente ancorato al suolo con coppie di coclee ad infissione, che agisce su una batteria doppia di aste (aste coassiali esterne cave e interne piene), alla cui estremità è collegata la punta.

Lo sforzo necessario per l'infissione è misurato per mezzo di manometri, collegati al martinetto mediante una testa di misura idraulica.

La punta conica (del tipo telescopico) è dotata di un manicotto sovrastante, per la misura dell'attrito laterale : punta / manicotto tipo "**Begemann**".

Le dimensioni della punta / manicotto sono standardizzate, e precisamente :

- diametro Punta Conica meccanica	\varnothing	= 35,7 mm
- area di punta	A_p	= 10 cm ²
- angolo di apertura del cono	α	= 60 °
- superficie laterale del manicotto	A_m	= 150 cm ²

Sulla batteria di aste esterne può essere installato un anello allargatore per diminuire l'attrito sulle aste, facilitandone l'infissione.

REGISTRAZIONE DATI.

Una cella di carico, che rileva gli sforzi di infissione, è montata all'interno di un'unità rimovibile, chiamata "selettore", che preme alternativamente sull'asta interna e su quella esterna.

Durante la fase di spinta le aste sono azionate automaticamente da un comando idraulico. L'operatore deve solamente controllare i movimenti di spinta per l'infissione delle aste.

I valori acquisiti dalla cella di carico sono visualizzati sul display di una Sistema Acquisizione Automatico (qualora presente) o sui manometri.

Per mezzo di un software (in alcuni strumenti) è possibile sia durante l'acquisizione, che in un secondo momento a prove ultimate trasferire i dati ad un PC.

Le letture di campagna (che possono essere rilevate dal sistema di acquisizione sia in Kg che in Kg/cm²) durante l'infissione sono le seguenti:

- Lettura alla punta **LP** = prima lettura di campagna durante l'infissione relativa all'infissione della sola punta

-
- Lettura laterale **LT** = seconda lettura di campagna relativa all'infissione della punta+manicotto
 - Lettura totale **LLTT** = terza lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (tale lettura non sempre viene rilevata in quanto non è influente metodologicamente ai fini interpretativi).

METODOLOGIA DI ELABORAZIONE

I dati rilevati della prova sono quindi una coppia di valori per ogni intervallo di lettura costituiti da LP (Lettura alla punta) e LT (Lettura della punta + manicotto), le relative resistenze vengono quindi desunte per differenza, inoltre la resistenza laterale viene conteggiata 20 cm sotto (alla quota della prima lettura della punta).

Trasferiti i dati ad un PC vengono elaborati da un programma di calcolo "**STATIC PROBING**" della GeoStru

La resistenze specifiche **Qc** (Resistenza alla punta **RP**) e **Ql** Resistenza Laterale **RL** o **fs** attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione) vengono desunte tramite opportune costanti e sulla base dei valori specifici dell'area di base della punta e dell'area del manicotto di frizione laterale tenendo in debito conto che:

$$\begin{aligned} A_p &= \text{l'area punta (base del cono punta tipo "Begemann")} = 10 \text{ cm}^2 \\ A_m &= \text{area del manicotto di frizione} = 150 \text{ cm}^2 \\ C_t &= \text{costante di trasformazione} = 10 \end{aligned}$$

Il programma Static Probing permette inoltre l'archiviazione, la gestione e l'elaborazione delle Prove Penetrometriche Statiche.

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 dovrà comunque essere trattato con spirito critico e possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

I dati di uscita principali sono RP (Resistenza alla punta) e RL (Resistenza laterale o fs, attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione) che il programma calcola automaticamente; inoltre viene calcolato il Rapporto RP/RL (Rapporto Begemann 1965) e il Rapporto RL/RP (Rapporto Schmertmann 1978 – FR %).

I valori sono calcolati con queste formule:

$$Q_c (RP) = (LP \times C_t) / 10 \text{ cm}^2.$$

Resistenza alla punta

$$Ql (RL) (fs) = [(LT - LP) \times Ct] / 150 \text{ cm}^2. \quad \text{Resistenza laterale}$$

$Qc (RP) = \text{Lettura alla punta LP} \times \text{Costante di Trasformazione Ct} / \text{Superficie Punta } A_p$

$Ql (RL) (fs) = \text{Lettura laterale LT} - \text{Lettura alla punta LP} \times \text{Costante di Trasformazione Ct} / A_m \text{ area del manicotto di frizione}$

N.B.

- $A_p = 10 \text{ cm}^2$ e $A_m = 150 \text{ cm}^2$

- la resistenza laterale viene conteggiata **20 cm sotto** (alla quota della prima lettura della punta)

VALUTAZIONI STATISTICHE

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Static 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 :

Medio

Media aritmetica dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero della resistenza alla punta sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero della resistenza alla punta sullo strato considerato.

Media (+) s

Media (+) scarto (valore statistico) dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

Media (-) s

Media (-) scarto (valore statistico) dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

CORRELAZIONI

Scegliendo il tipo di interpretazione litologica (consigliata o meno a seconda del tipo di penetrometro utilizzato) si ha in automatico la stratigrafia con il passo dello strumento ed interpolazione automatica degli strati. Il programma esegue inoltre il grafico (per i vari autori) Profondità/Valutazioni litologiche, per visualizzare in maniera diretta l'andamento delle litologie presenti lungo la verticale indagata.

INTERPRETAZIONI LITOLOGICHE (Autori di riferimento)

- Searle 1979
- Douglas Olsen 1981 (consigliato per CPTE)
- A.G.I. 1977 (consigliato per CPT)
- Schmertmann 1978 (consigliato per CPT)
- Robertson 1983-1986 (consigliato per CPTE)
- Begemann 1965 (consigliato per CPT)

Suddivisione delle metodologie di indagine con i Penetrometri statici

CPT (Cone Penetration Test – punta Meccanica tipo Begemann)

CPTe (Cone Penetration Test Electric – punta elettrica)

CPTU (Piezocono)

Per quanto riguarda la PUNTA ELETTRICA generalmente tale strumento permette di ottenere dati in continuo con un passo molto ravvicinato (anche 2 cm.) rispetto al PUNTA MECCANICA (20 cm.).

Per il PIEZOCONO i dati di inserimento oltre a quelli di LP e LT sono invece la pressione neutrale misurata ed il tempo di dissipazione (tempo intercorrente misurato tra la misura della sovrappressione neutrale e la pressione neutrale o pressione della colonna d'acqua). Tale misurazione si effettua generalmente misurando la sovrappressione ottenuta in fase di spinta e la pressione neutrale (dissipazione nel tempo) misurata in fase di alleggerimento di spinta (arresto penetrazione). Il programma usato per le elaborazioni permette di immettere $U1 - U2 - U3$ cioè la sovrappressione neutrale misurata rispettivamente con filtro poroso posizionato nel cono, attorno al cono, o attorno al manicotto a seconda del tipo di piezocono utilizzato. Tale sovrappressione (che è data dalla somma della pressione idrostatica preesistente la penetrazione e dalle pressioni dei pori prodotte dalla compressione) può essere positiva o negativa e generalmente varia da (-1 a max. + 10-20 kg/cmq) ed è prodotta dalla compressione o dilatazione del terreno a seguito della penetrazione. Per il calcolo oltre ai dati strumentali generali si deve immettere per una correzione dei valori immessi :

Area punta del cono (area esterna punta)

Area interna punta del cono (area del restringimento in prossimità del setto poroso – interna cono-manicotto). Generalmente il rapporto tra le aree varia da (0,70 – 1,00).

Il Passo del penetrometro (l'intervallo entro cui effettua la lettura, generalmente per penetrometri normali è 20 cm., per le punte elettriche-piezoconi può essere di 2 cm).

Il programma elabora quindi i dati di resistenza alla punta e laterale f_s con le opportune correzioni dovute alla normalizzazione (con la tensione litostatica e con la pressione dei pori). Robertson definisce infine il valore caratteristico del I_c (Indice di tipo dello strato) e Contenuto in materiale fine FC % (cioè la percentuale di contenuto argilloso < 2 micron).

CORRELAZIONI GEOTECNICHE

Scegliendo il tipo di interpretazione litologica si ha in automatico la stratigrafia con il passo dello strumento ed interpolazione automatica degli strati.

Ad ogni strato mediato il programma calcola la Q_c media, la f_s media, il peso di volume naturale medio, il comportamento geotecnico (coesivo, incoerente o coesivo-incoerente), ed applica una texture.

L'utilizzo dei dati dovrà comunque essere trattato con spirito critico e possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

TERRENI INCOERENTI

Angolo di Attrito

Angolo di Attrito (Durgunouglu-Mitchell 1973-1975) – per sabbie N.C. e S.C. non cementate

Angolo di Attrito (Meyerhof 1951) – per sabbie N.C. e S.C.

Angolo di Attrito Herminier

Angolo di Attrito (Caquot) - per sabbie N.C. e S.C. non cementate e per prof. > 2 mt. in terreni saturi o > 1 mt. non saturi

Angolo di Attrito (Koppejan) - per sabbie N.C. e S.C. non cementate e per prof. > 2 mt. in terreni saturi o > 1 mt. non saturi

Angolo di Attrito (De Beer 1965-1967) - per sabbie N.C. e S.C. non cementate e per prof. > 2 mt. in terreni saturi o > 1 mt. non saturi

Angolo di Attrito (Robertson & Campanella 1983) - per sabbie non cementate quarzose

Angolo di Attrito (Schmertmann 1977-1982) – per varie litologie (correlazione che generalmente sovrastima il valore)

Densità relativa (%)

Densità Relativa (Baldi ed altri 1978-1983 - Schmertmann 1976) - per sabbie NC non cementate

Densità Relativa (Schmertmann)

Densità Relativa (Harman 1976)

Densità Relativa (Lancellotta 1983)

Densità Relativa (Jamiolkowski 1985)

Densità Relativa (Larsson 1995) - per sabbie omogenee non gradate

Modulo di Young

Modulo di Young (Schmertmann 1970-1978) Ey (25) – Ey(50) - modulo secante riferito rispettivamente al 25 % e 50 % del valore di rottura – prima fase della curva carico/deformazione

Modulo di Young secante drenato (Robertson & Campanella 1983) Ey (25) – Ey(50)- per sabbie NC Quarzose.

Modulo di Young (ISOPT-1 1988) Ey (50) - per sabbie OC sovraconsolidate e SC

Modulo Edometrico

Modulo Edometrico (Robertson & Campanella) da Schmertmann

Modulo Edometrico (Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997) - valido per sabbie NC

Modulo Edometrico (Kulhawy-Mayne 1990)

Modulo Edometrico (Mitchell & Gardner 1975) – valido per sabbie

Modulo Edometrico (Buisman - Sanglerat) – valido per sabbie argillose

Peso di Volume

Peso di Volume (Meyerhof) -

Peso di Volume saturo (Meyerhof) -

Modulo di deformazione di taglio

Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per **sabbie** e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cm².

Potenziale di Liquefazione

Verifica alla liquefazione dei suoli incoerenti (Metodo di Robertson e Wride 1997 – C.N.R. – GNDT) – coefficiente di sicurezza relativo alle varie zone sismiche I-I-III-IV cat. – N.B. la liquefazione è assente per $F_s \geq 1,25$, possibile per $F_s=1,0-1,25$ e molto probabile per $F_s < 1$

Fattori di compressibilità

Ramo di carico C (autori vari)

Ramo di carico medio Crm (autori vari)

OCR - Grado di Sovraconsolidazione

Grado di Sovraconsolidazione OCR - (metodo Stress-History)

Grado di Sovraconsolidazione OCR (Larsson 1991 S.G.I.)

Grado di Sovraconsolidazione OCR (Piacentini-Righi Inacos 1978)

Grado di Sovraconsolidazione OCR - (Ladd e Foot - Ladd ed altri 1977)

Modulo Di Reazione Ko

(Kulhawy Maine, 1990).

Correlazione NSPT

Meardi – Meigh 1972
Meyerhof

TERRENI COESIVI

Coesione Non Drenata

Coesione non drenata (Lunne & Eide)
Coesione non drenata (Rolf Larsson SGI 1995) - suoli fini granulari
Coesione non drenata (Baligh ed altri 1976-1980) in tale elaborazione occorre inserire il valore di N_k (generalmente variabile da 11 a 25)
Coesione non drenata (Marsland 1974-Marsland e Powell 1979)
Coesione non drenata Sunda (relazione sperimentale)
Coesione non drenata (Lunne T.-Kleven A. 1981)
Coesione non drenata (Kjekstad. 1978)
Coesione non drenata (Lunne, Robertson and Powell 1977)
Coesione non drenata (Terzaghi - valore minimo)
Coesione non drenata (Begemann)
Coesione non drenata (De Beer) - valida per debole coesione.

Indice Di Compressione C

Indice di Compressione Vergine C_c (Schmertmann)
Indice di Compressione Vergine C_c (Schmertmann 1978)
Fattore di compressibilità ramo di carico C (Piacentini-Righi Inacos 1978)
Fattore di compressibilità medio ramo di carico C_{rm} (Piacentini-Righi Inacos 1978).

Modulo Edometrico-Confinato

Mitchell - Gardnerr (1975) M_o (Eed) (Kg/cmq) per limi e argille.
Metodo generale del modulo edometrico.
Buisman correlazione valida per limi e argille di media plasticità – Alluvioni attuali argille plastiche – suoli organici (W 90-130)
Buisman e Sanglerat valida per litotipi argille copatte

Valore medio degli autori su suoli coesivi

Modulo di deformazione non drenato

Modulo di deformazione non drenato E_u (Cancelli ed altri 1980)
Modulo di deformazione non drenato E_u (Ladd ed altri 1977) – (Inserire valore n $30 < n < 1500$ sulla base di esperienze acquisite e del tipo litologico)

Peso di Volume

Peso di Volume terreni coesivi (t/mq) (Meyerhof)
Peso di Volume saturo terreni coesivi (t/mq) (Meyerhof)

Modulo di deformazione di taglio

Imai & Tonouchi (1982)

OCR

Grado di Sovraconsolidazione OCR - (metodo Stress-History)
Grado di Sovraconsolidazione OCR (P.W. Mayne 1991) - per argille ed argille sovraconsolidate
Grado di Sovraconsolidazione OCR (Larsson 1991 S.G.I.)
Grado di Sovraconsolidazione OCR (Piacentini-Righi Inacos 1978)
Grado di Sovraconsolidazione Jamiolkowski et altri 1979 – valida per argilla di Taranto
Grado di Sovraconsolidazione Schmertmann 1978

Coefficiente Di Consolidazione Verticale

Coefficiente di Consolidazione C_v (Piacentini-Righi, 1988)

PermeabilitàCoefficiente di Permeabilità K (Piacentini-Righi, 1988)
PROVA ...CPT12

Committente: Studio Tetra srl
 Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)
 Prova eseguita in data: 27/07/2022
 Profondità prova: 10.00 mt
 Località: S.P. 41

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	16.00	52.0	16.0	2.0	8.0	12.5
0.40	25.00	55.0	25.0	1.667	14.997	6.7
0.60	28.00	53.0	28.0	0.933	30.011	3.3
0.80	24.00	38.0	24.0	0.8	30.0	3.3
1.00	20.00	32.0	20.0	0.267	74.906	1.3
1.20	4.00	8.0	4.0	0.2	20.0	5.0
1.40	3.00	6.0	3.0	0.267	11.236	8.9
1.60	4.00	8.0	4.0	0.333	12.012	8.3
1.80	5.00	10.0	5.0	0.267	18.727	5.3
2.00	4.00	8.0	4.0	0.267	14.981	6.7
2.20	3.00	7.0	3.0	0.267	11.236	8.9
2.40	4.00	8.0	4.0	0.333	12.012	8.3
2.60	5.00	10.0	5.0	0.267	18.727	5.3
2.80	4.00	8.0	4.0	0.2	20.0	5.0
3.00	3.00	6.0	3.0	0.267	11.236	8.9
3.20	4.00	8.0	4.0	0.8	5.0	20.0
3.40	12.00	24.0	12.0	0.8	15.0	6.7
3.60	11.00	23.0	11.0	1.467	7.498	13.3
3.80	20.00	42.0	20.0	1.133	17.652	5.7
4.00	21.00	38.0	21.0	1.067	19.681	5.1
4.20	20.00	36.0	20.0	1.0	20.0	5.0
4.40	15.00	30.0	15.0	0.8	18.75	5.3
4.60	10.00	22.0	10.0	1.0	10.0	10.0
4.80	15.00	30.0	15.0 1.4		10.714	9.3
5.00	0.00	0.0	0.0	1.733	0.0	
5.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
10.00	0.00	0.0	0.0 0.0			

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
---------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------	------------------	-------------

1.20	19.5	0.978	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
3.20	3.9	0.327	1.7	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
3.80	14.333	1.133	1.9	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
4.20	20.5	1.034	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
5.00	10.0	1.233	1.9	Coesivo	Argille organiche e terreni misti

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT12

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.-Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi
Strato 1	1.20	19.5	0.978	1.11	1.30	1.29	1.14	1.02	0.98
Strato 2	3.20	3.9	0.327	0.20	0.28	0.23	0.21	0.18	0.20
Strato 3	3.80	14.333	1.133	0.79	0.97	0.91	0.81	0.72	0.72
Strato 4	4.20	20.5	1.034	1.14	1.31	1.32	1.16	1.04	1.02
Strato 5	5.00	10.0	1.233	0.54	0.68	0.61	0.54	0.48	0.50

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buisman	Buisman Sanglerat
Strato 1	1.20	19.5	0.978	97.50	43.13	117.00	58.50
Strato 2	3.20	3.9	0.327	31.20	22.35	58.50	11.70
Strato 3	3.80	14.333	1.133	71.67	48.40	86.00	43.00
Strato 4	4.20	20.5	1.034	51.25	41.00	61.50	61.50
Strato 5	5.00	10.0	1.233	50.00	43.54	60.00	30.00

Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)
Strato 1	1.20	19.5	0.978	726.97	29.40
Strato 2	3.20	3.9	0.327	131.32	6.00
Strato 3	3.80	14.333	1.133	518.55	21.60
Strato 4	4.20	20.5	1.034	748.05	30.60
Strato 5	5.00	10.0	1.233	352.20	15.00

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	1.20	19.5	0.978	Imai & Tomauchi	171.94
Strato 2	3.20	3.9	0.327	Imai & Tomauchi	64.31
Strato 3	3.80	14.333	1.133	Imai & Tomauchi	142.46
Strato 4	4.20	20.5	1.034	Imai & Tomauchi	177.27
Strato 5	5.00	10.0	1.233	Imai & Tomauchi	114.33

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History
Strato 1	1.20	19.5	0.978	3.98
Strato 2	3.20	3.9	0.327	<0.5
Strato 3	3.80	14.333	1.133	0.66
Strato 4	4.20	20.5	1.034	0.86
Strato 5	5.00	10.0	1.233	<0.5

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1.20	19.5	0.978	Meyerhof	1.97
Strato 2	3.20	3.9	0.327	Meyerhof	1.68
Strato 3	3.80	14.333	1.133	Meyerhof	1.91
Strato 4	4.20	20.5	1.034	Meyerhof	1.97
Strato 5	5.00	10.0	1.233	Meyerhof	1.85

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1.20	19.5	0.978	Meyerhof	2.05
Strato 2	3.20	3.9	0.327	Meyerhof	1.76
Strato 3	3.80	14.333	1.133	Meyerhof	1.99
Strato 4	4.20	20.5	1.034	Meyerhof	2.05
Strato 5	5.00	10.0	1.233	Meyerhof	1.93

PROVA ...CPT11

Committente: Studio Tetra srl

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 27/07/2022

Profondità prova: 10.00 mt

Località: S.P. 41

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	20.00	34.0	20.0	1.533	13.046	7.7
0.40	21.00	44.0	21.0	1.933	10.864	9.2
0.60	25.00	54.0	25.0	1.0	25.0	4.0
0.80	15.00	30.0	15.0	0.933	16.077	6.2
1.00	14.00	28.0	14.0	0.267	52.434	1.9
1.20	6.00	10.0	6.0	0.2	30.0	3.3
1.40	5.00	8.0	5.0	0.2	25.0	4.0
1.60	4.00	7.0	4.0	0.267	14.981	6.7
1.80	4.00	8.0	4.0	0.2	20.0	5.0
2.00	3.00	6.0	3.0	0.2	15.0	6.7
2.20	3.00	6.0	3.0	0.267	11.236	8.9
2.40	4.00	8.0	4.0	0.267	14.981	6.7
2.60	4.00	8.0	4.0	0.2	20.0	5.0
2.80	3.00	6.0	3.0	0.267	11.236	8.9
3.00	4.00	8.0	4.0	0.533	7.505	13.3
3.20	8.00	16.0	8.0	0.733	10.914	9.2
3.40	10.00	21.0	10.0	0.867	11.534	8.7
3.60	24.00	37.0	24.0	0.933	25.723	3.9
3.80	22.00	36.0	22.0	1.0	22.0	4.5
4.00	15.00	30.0	15.0	0.8	18.75	5.3
4.20	12.00	24.0	12.0	0.0		0.0
4.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
4.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
4.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.20	0.00	0.0	0.0	0.0		

7.40	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
7.60	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
7.80	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
8.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
8.20	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
8.40	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
8.60	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
8.80	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
9.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
9.20	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
9.40	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
9.60	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
9.80	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
10.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1.00	19.0	1.133	1.9	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
3.40	4.833	0.35	1.7	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
4.20	18.25	0.683	1.9	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT11

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.-Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi
Strato 1	19.0	1.133	1.08	1.27	1.26	1.11	1.00	0.95
Strato 2	4.833	0.35	0.25	0.35	0.30	0.26	0.23	0.24
Strato 3	18.25	0.683	1.02	1.19	1.17	1.03	0.93	0.91

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buismann	Buismann Sanglerat
Strato 1	19.0	1.133	95.00	44.16	114.00	57.00
Strato 2	4.833	0.35	38.66	26.68	72.50	14.50
Strato 3	18.25	0.683	91.25	45.51	109.50	54.75

Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm²)

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)
Strato 1	19.0	1.133	708.94	28.50
Strato 2	4.833	0.35	166.46	7.20
Strato 3	18.25	0.683	664.72	27.30

Modulo di deformazione a taglio

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	19.0	1.133	Imai & Tomauchi	169.23
Strato 2	4.833	0.35	Imai & Tomauchi	73.32
Strato 3	18.25	0.683	Imai & Tomauchi	165.12

Grado di sovraconsolidazione

Prof. Strato	qc	fs	Stress-History
--------------	----	----	----------------

	(m)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)		
Strato 1	1.00	19.0	1.133	4.65	
Strato 2	3.40	4.833	0.35	<0.5	
Strato 3	4.20	18.25	0.683	0.81	

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1.00	19.0	1.133	Meyerhof	1.96
Strato 2	3.40	4.833	0.35	Meyerhof	1.72
Strato 3	4.20	18.25	0.683	Meyerhof	1.95

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1.00	19.0	1.133	Meyerhof	2.04
Strato 2	3.40	4.833	0.35	Meyerhof	1.80
Strato 3	4.20	18.25	0.683	Meyerhof	2.03

TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	Schmertman n	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowsk i 1985
Strato 3	4.20	18.25	0.683	26.73	25.88	29.1	27.23	29.83

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Durgunou glu-Mitch ell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmert mann	Robertso n & Campane lla 1983	Herminie r	Meyerhof 1951
Strato 3	4.20	18.25	0.683	31.25	27.41	24.3	22.8	31.62	34.65	23.44	25.19

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 3	4.20	18.25	0.683	45.63	36.50	235.32

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Robertson & Campanella da Schmertman n	Lunne-Christ offersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-Ma yne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 3	4.20	18.25	0.683	27.12	71.59	134.39	36.50	91.25

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 3	4.20	18.25	0.683	Imai & Tomauchi	165.12

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 3	4.20	18.25	0.683	0.81	>9	<0.5	7.24

Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Ko
Strato 3	4.20	18.25	0.683	Kulhawy & Mayne (1990)	0.31

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato	qc	fs	C	Crn

	(m)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)			
Strato 3	4.20	18.25	0.683	0.13988	0.01818	

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 3	4.20	18.25	0.683	Meyerhof	1.80

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 3	4.20	18.25	0.683	Meyerhof	2.10

Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0.15

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 3	4.20	18.25	0.683	Robertson & Wride 1997	1.544

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	1.00	19.0	1.133	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 2	3.40	4.833	0.35	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 3	4.20	18.25	0.683	Piacentini-Righi 1988	3.379351E-07

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)
Strato 1	1.00	19.0	1.133	Piacentini-Righi 1988	5.7E-07
Strato 2	3.40	4.833	0.35	Piacentini-Righi 1988	1.4499E-07
Strato 3	4.20	18.25	0.683	Piacentini-Righi 1988	1.850195E-02

PROVA ...CPT008

Committente: Studio Tetra srl

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 27/07/2022

Profondità prova: 10.00 mt

Località: S.P. 41

Profondità (m)	Letture punta (Kg/cm ²)	Letture laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	15.00	32.0	15.0	0.8	18.75	5.3
0.40	12.00	24.0	12.0	1.133	10.591	9.4
0.60	15.00	32.0	15.0	1.2	12.5	8.0
0.80	16.00	34.0	16.0	0.933	17.149	5.8
1.00	18.00	32.0	18.0	0.267	67.416	1.5
1.20	4.00	8.0	4.0	0.2	20.0	5.0
1.40	3.00	6.0	3.0	0.267	11.236	8.9
1.60	4.00	8.0	4.0	0.2	20.0	5.0
1.80	4.00	7.0	4.0	0.2	20.0	5.0
2.00	3.00	6.0	3.0	0.267	11.236	8.9
2.20	4.00	8.0	4.0	0.267	14.981	6.7
2.40	4.00	8.0	4.0	0.2	20.0	5.0
2.60	3.00	6.0	3.0	0.133	22.556	4.4
2.80	3.00	5.0	3.0	0.267	11.236	8.9

3.00	4.00	8.0	4.0	0.533	7.505	13.3
3.20	12.00	20.0	12.0	1.267	9.471	10.6
3.40	15.00	34.0	15.0	0.6	25.0	4.0
3.60	12.00	21.0	12.0	1.0	12.0	8.3
3.80	15.00	30.0	15.0	1.6	9.375	10.7
4.00	20.00	44.0	20.0	0.8	25.0	4.0
4.20	14.00	26.0	14.0	0.0		0.0
4.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
4.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
4.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
10.00	0.00	0.0	0.0 0.0			

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1.20	13.333	0.756	1.8	Coesivo	Argilla inorganica compatta
3.20	4.4	0.36	1.7	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
4.20	15.2	0.8	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT008

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.-Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi	
Strato 1	1.20	13.333	0.756	0.76	0.94	0.88	0.78	0.70	0.67
Strato 2	3.20	4.4	0.36	0.23	0.32	0.27	0.24	0.21	0.22
Strato 3	4.20	15.2	0.8	0.84	1.02	0.97	0.86	0.77	0.76

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buisman	Buisman Sanglerat

Strato 1	1.20	13.333	0.756	66.67	48.03	80.00	40.00
Strato 2	3.20	4.4	0.36	35.20	24.72	66.00	13.20
Strato 3	4.20	15.2	0.8	76.00	48.36	91.20	45.60

Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)
Strato 1	1.20	13.333	0.756	495.94	20.10
Strato 2	3.20	4.4	0.36	150.52	6.60
Strato 3	4.20	15.2	0.8	551.21	22.80

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	1.20	13.333	0.756	Imai & Tomauchi	136.30
Strato 2	3.20	4.4	0.36	Imai & Tomauchi	69.23
Strato 3	4.20	15.2	0.8	Imai & Tomauchi	147.66

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History
Strato 1	1.20	13.333	0.756	2.87
Strato 2	3.20	4.4	0.36	<0.5
Strato 3	4.20	15.2	0.8	0.71

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1.20	13.333	0.756	Meyerhof	1.90
Strato 2	3.20	4.4	0.36	Meyerhof	1.70
Strato 3	4.20	15.2	0.8	Meyerhof	1.92

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1.20	13.333	0.756	Meyerhof	1.98
Strato 2	3.20	4.4	0.36	Meyerhof	1.78
Strato 3	4.20	15.2	0.8	Meyerhof	2.00

PROVA ...CPT009

Committente: Studio Tetra srl

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 27/07/2022

Profondità prova: 10.00 mt

Località: S.P. 41

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	14.00	28.0	14.0	1.0	14.0	7.1
0.40	15.00	30.0	15.0	0.867	17.301	5.8
0.60	14.00	27.0	14.0	0.8	17.5	5.7
0.80	12.00	24.0	12.0	1.133	10.591	9.4
1.00	21.00	38.0	21.0	1.067	19.681	5.1
1.20	18.00	34.0	18.0	0.133	135.338	0.7
1.40	4.00	6.0	4.0	0.267	14.981	6.7
1.60	4.00	8.0	4.0	0.2	20.0	5.0
1.80	3.00	6.0	3.0	0.267	11.236	8.9
2.00	3.00	7.0	3.0	0.267	11.236	8.9
2.20	4.00	8.0	4.0	0.333	12.012	8.3
2.40	5.00	10.0	5.0	0.267	18.727	5.3
2.60	4.00	8.0	4.0	0.2	20.0	5.0
2.80	3.00	6.0	3.0	0.8	3.75	26.7

3.00	12.00	24.0	12.0	0.733	16.371	6.1
3.20	10.00	21.0	10.0	1.267	7.893	12.7
3.40	15.00	34.0	15.0	0.8	18.75	5.3
3.60	12.00	24.0	12.0	0.667	17.991	5.6
3.80	10.00	20.0	10.0	1.267	7.893	12.7
4.00	15.00	34.0	15.0	0.0		0.0
4.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
4.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
4.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
4.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
10.00	0.00	0.0	0.0	0.0		

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1.20	15.667	0.833	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
2.80	3.75	0.325	1.7	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
3.40	12.333	0.933	1.9	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
4.00	12.333	0.645	1.8	Coesivo	Argilla inorganica compatta

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT009

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.-Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi	
Strato 1	1.20	15.667	0.833	0.89	1.08	1.04	0.91	0.82	0.78
Strato 2	2.80	3.75	0.325	0.19	0.27	0.23	0.20	0.18	0.19
Strato 3	3.40	12.333	0.933	0.68	0.85	0.79	0.69	0.62	0.62
Strato 4	4.00	12.333	0.645	0.68	0.84	0.78	0.69	0.61	0.62

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

Prof. Strato	qc	fs	Mitchell &	Metodo	Buismann	Buismann
--------------	----	----	------------	--------	----------	----------

	(m)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	Gardner (1975)	generale del modulo edometrico	Sanglerat
Strato 1	1.20	15.667	0.833	78.34	48.20	47.00
Strato 2	2.80	3.75	0.325	30.00	21.62	11.25
Strato 3	3.40	12.333	0.933	61.67	47.21	37.00
Strato 4	4.00	12.333	0.645	61.67	47.21	37.00

Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)
Strato 1	1.20	15.667	0.833	583.24	23.40
Strato 2	2.80	3.75	0.325	126.97	5.70
Strato 3	3.40	12.333	0.933	444.97	18.60
Strato 4	4.00	12.333	0.645	443.06	18.60

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	1.20	15.667	0.833	Imai & Tomauchi	150.42
Strato 2	2.80	3.75	0.325	Imai & Tomauchi	62.79
Strato 3	3.40	12.333	0.933	Imai & Tomauchi	129.96
Strato 4	4.00	12.333	0.645	Imai & Tomauchi	129.96

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History
Strato 1	1.20	15.667	0.833	3.2
Strato 2	2.80	3.75	0.325	<0.5
Strato 3	3.40	12.333	0.933	0.61
Strato 4	4.00	12.333	0.645	0.55

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1.20	15.667	0.833	Meyerhof	1.93
Strato 2	2.80	3.75	0.325	Meyerhof	1.67
Strato 3	3.40	12.333	0.933	Meyerhof	1.89
Strato 4	4.00	12.333	0.645	Meyerhof	1.88

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1.20	15.667	0.833	Meyerhof	2.01
Strato 2	2.80	3.75	0.325	Meyerhof	1.75
Strato 3	3.40	12.333	0.933	Meyerhof	1.97
Strato 4	4.00	12.333	0.645	Meyerhof	1.96

PROVA ...CPT10

Committente: Studio Tetra srl

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 27/07/2022

Profondità prova: 10.00 mt

Località: S.P. 41

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	14.00	28.0	14.0	1.0	14.0	7.1
0.40	15.00	30.0	15.0	0.933	16.077	6.2
0.60	16.00	30.0	16.0	0.6	26.667	3.8
0.80	15.00	24.0	15.0	0.8	18.75	5.3
1.00	12.00	24.0	12.0	0.267	44.944	2.2

1.20	4.00	8.0	4.0	0.2	20.0	5.0
1.40	3.00	6.0	3.0	0.2	15.0	6.7
1.60	4.00	7.0	4.0	0.267	14.981	6.7
1.80	4.00	8.0	4.0	0.2	20.0	5.0
2.00	3.00	6.0	3.0	0.2	15.0	6.7
2.20	3.00	6.0	3.0	0.333	9.009	11.1
2.40	5.00	10.0	5.0	0.267	18.727	5.3
2.60	4.00	8.0	4.0	0.733	5.457	18.3
2.80	10.00	21.0	10.0	0.267	37.453	2.7
3.00	4.00	8.0	4.0	0.867	4.614	21.7
3.20	11.00	24.0	11.0	1.333	8.252	12.1
3.40	24.00	44.0	24.0	1.133	21.183	4.7
3.60	21.00	38.0	21.0	1.133	18.535	5.4
3.80	15.00	32.0	15.0	0.933	16.077	6.2
4.00	10.00	24.0	10.0	0.0		0.0
4.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
4.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
4.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
4.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
10.00	0.00	0.0	0.0	0.0		

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1.20	12.4	0.56	1.8	Coesivo	Argilla inorganica compatta
2.60	3.714	0.314	1.7	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
3.20	8.333	0.822	1.8	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
4.20	14.0	0.64	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT10

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.-Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi

and Powell 1977									
Strato 1	1.20	12.4	0.56	0.70	0.89	0.82	0.72	0.65	0.62
Strato 2	2.60	3.714	0.314	0.19	0.27	0.23	0.20	0.18	0.19
Strato 3	3.20	8.333	0.822	0.45	0.59	0.52	0.46	0.41	0.42
Strato 4	4.20	14.0	0.64	0.77	0.95	0.89	0.78	0.70	0.70

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buismann	Buismann Sanglerat
Strato 1	1.20	12.4	0.56	62.00	47.28	74.40	37.20
Strato 2	2.60	3.714	0.314	29.71	21.44	55.71	11.14
Strato 3	3.20	8.333	0.822	41.67	39.42	50.00	25.00
Strato 4	4.20	14.0	0.64	70.00	48.33	84.00	42.00

Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)
Strato 1	1.20	12.4	0.56	460.95	18.60
Strato 2	2.60	3.714	0.314	126.71	5.70
Strato 3	3.20	8.333	0.822	295.31	12.60
Strato 4	4.20	14.0	0.64	505.24	21.00

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	1.20	12.4	0.56	Imai & Tomauchi	130.39
Strato 2	2.60	3.714	0.314	Imai & Tomauchi	62.42
Strato 3	3.20	8.333	0.822	Imai & Tomauchi	102.27
Strato 4	4.20	14.0	0.64	Imai & Tomauchi	140.42

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History
Strato 1	1.20	12.4	0.56	2.67
Strato 2	2.60	3.714	0.314	<0.5
Strato 3	3.20	8.333	0.822	<0.5
Strato 4	4.20	14.0	0.64	0.62

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1.20	12.4	0.56	Meyerhof	1.89
Strato 2	2.60	3.714	0.314	Meyerhof	1.67
Strato 3	3.20	8.333	0.822	Meyerhof	1.82
Strato 4	4.20	14.0	0.64	Meyerhof	1.91

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1.20	12.4	0.56	Meyerhof	1.97
Strato 2	2.60	3.714	0.314	Meyerhof	1.75
Strato 3	3.20	8.333	0.822	Meyerhof	1.90
Strato 4	4.20	14.0	0.64	Meyerhof	1.99

PROVA ...CPT006

Committente: Studio Tetra srl
 Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)
 Prova eseguita in data: 27/07/2022
 Profondità prova: 10.00 mt

Località: S.P. 41

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	22.00	44.0	22.0	1.2	18.333	5.5
0.40	20.00	38.0	20.0	1.067	18.744	5.3
0.60	16.00	32.0	16.0	0.867	18.454	5.4
0.80	15.00	28.0	15.0	0.933	16.077	6.2
1.00	16.00	30.0	16.0	0.733	21.828	4.6
1.20	10.00	21.0	10.0	0.533	18.762	5.3
1.40	8.00	16.0	8.0	0.333	24.024	4.2
1.60	5.00	10.0	5.0	0.267	18.727	5.3
1.80	4.00	8.0	4.0	0.267	14.981	6.7
2.00	4.00	8.0	4.0	0.2	20.0	5.0
2.20	3.00	6.0	3.0	0.2	15.0	6.7
2.40	3.00	6.0	3.0	0.2	15.0	6.7
2.60	5.00	8.0	5.0	0.267	18.727	5.3
2.80	4.00	8.0	4.0	0.2	20.0	5.0
3.00	4.00	7.0	4.0	0.267	14.981	6.7
3.20	6.00	10.0	6.0	0.333	18.018	5.6
3.40	5.00	10.0	5.0	0.267	18.727	5.3
3.60	4.00	8.0	4.0	0.2	20.0	5.0
3.80	4.00	7.0	4.0	0.267	14.981	6.7
4.00	3.00	7.0	3.0	0.2	15.0	6.7
4.20	3.00	6.0	3.0	0.267	11.236	8.9
4.40	4.00	8.0	4.0	0.0		0.0
4.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
4.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
10.00	0.00	0.0	0.0	0.0		

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1.00	17.8	0.96	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
4.40	4.647	0.251	1.7	Coesivo	Argille organiche e terreni misti

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT006

TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.-Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi
Strato 1	1.00	17.8	0.96	1.01	1.21	1.18	1.04	0.93	0.89
Strato 2	4.40	4.647	0.251	0.24	0.33	0.28	0.25	0.22	0.23

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buismann	Buismann Sanglerat
Strato 1	1.00	17.8	0.96	89.00	46.19	106.80	53.40
Strato 2	4.40	4.647	0.251	37.18	25.85	69.70	13.94

Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)
Strato 1	1.00	17.8	0.96	663.94	26.70
Strato 2	4.40	4.647	0.251	157.80	6.90

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	1.00	17.8	0.96	Imai & Tomauchi	162.62
Strato 2	4.40	4.647	0.251	Imai & Tomauchi	71.58

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History
Strato 1	1.00	17.8	0.96	4.36
Strato 2	4.40	4.647	0.251	<0.5

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1.00	17.8	0.96	Meyerhof	1.95
Strato 2	4.40	4.647	0.251	Meyerhof	1.71

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1.00	17.8	0.96	Meyerhof	2.03
Strato 2	4.40	4.647	0.251	Meyerhof	1.79

PROVA ...CPT007

Committente: Studio Tetra srl
 Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)
 Prova eseguita in data: 27/07/2022
 Profondità prova: 10.00 mt
 Località: S.P. 41

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	24.00	41.0	24.0	1.067	22.493	4.4
0.40	15.00	31.0	15.0	1.6	9.375	10.7
0.60	20.00	44.0	20.0	1.0	20.0	5.0
0.80	15.00	30.0	15.0	0.733	20.464	4.9
1.00	10.00	21.0	10.0	0.267	37.453	2.7

1.20	4.00	8.0	4.0	0.267	14.981	6.7
1.40	4.00	8.0	4.0	0.2	20.0	5.0
1.60	3.00	6.0	3.0	0.133	22.556	4.4
1.80	3.00	5.0	3.0	0.267	11.236	8.9
2.00	4.00	8.0	4.0	0.333	12.012	8.3
2.20	5.00	10.0	5.0	0.4	12.5	8.0
2.40	5.00	11.0	5.0	0.4	12.5	8.0
2.60	6.00	12.0	6.0	0.267	22.472	4.5
2.80	4.00	8.0	4.0	0.267	14.981	6.7
3.00	4.00	8.0	4.0	0.2	20.0	5.0
3.20	3.00	6.0	3.0	0.2	15.0	6.7
3.40	4.00	7.0	4.0	0.267	14.981	6.7
3.60	4.00	8.0	4.0	0.333	12.012	8.3
3.80	5.00	10.0	5.0	0.267	18.727	5.3
4.00	4.00	8.0	4.0	0.0		0.0
4.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
4.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
4.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
4.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
10.00	0.00	0.0	0.0	0.0		

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1.00	16.8	0.933	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
4.00	4.133	0.253	1.7	Coesivo	Argille organiche e terreni misti

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT007

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.-Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi	
Strato 1	1.00	16.8	0.933	0.96	1.15	1.11	0.98	0.88	0.84
Strato 2	4.00	4.133	0.253	0.21	0.29	0.25	0.22	0.19	0.21

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buismann	Buismann Sanglerat
Strato 1	1.00	16.8	0.933	84.00	47.39	100.80	50.40
Strato 2	4.00	4.133	0.253	33.06	23.47	61.99	12.40

Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)
Strato 1	1.00	16.8	0.933	626.44	25.20
Strato 2	4.00	4.133	0.253	139.80	6.30

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	1.00	16.8	0.933	Imai & Tomauchi	156.97
Strato 2	4.00	4.133	0.253	Imai & Tomauchi	66.63

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History
Strato 1	1.00	16.8	0.933	4.11
Strato 2	4.00	4.133	0.253	<0.5

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1.00	16.8	0.933	Meyerhof	1.94
Strato 2	4.00	4.133	0.253	Meyerhof	1.69

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1.00	16.8	0.933	Meyerhof	2.02
Strato 2	4.00	4.133	0.253	Meyerhof	1.77

PROVA ...CPT004

Committente: Studio Tetra srl

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 27/07/2022

Profondità prova: 10.00 mt

Località: S.P. 41

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	22.00	34.0	22.0	1.067	20.619	4.9
0.40	22.00	38.0	22.0	1.0	22.0	4.5
0.60	24.00	39.0	24.0	0.933	25.723	3.9
0.80	20.00	34.0	20.0	0.267	74.906	1.3
1.00	4.00	8.0	4.0	0.267	14.981	6.7
1.20	6.00	10.0	6.0	0.267	22.472	4.5
1.40	4.00	8.0	4.0	0.2	20.0	5.0
1.60	3.00	6.0	3.0	0.333	9.009	11.1
1.80	5.00	10.0	5.0	0.267	18.727	5.3
2.00	4.00	8.0	4.0	0.267	14.981	6.7
2.20	4.00	8.0	4.0	0.133	30.075	3.3
2.40	4.00	6.0	4.0	0.267	14.981	6.7
2.60	4.00	8.0	4.0	0.2	20.0	5.0
2.80	3.00	6.0	3.0	0.333	9.009	11.1

3.00	5.00	10.0	5.0	0.4	12.5	8.0
3.20	6.00	12.0	6.0	0.333	18.018	5.6
3.40	5.00	10.0	5.0	0.333	15.015	6.7
3.60	5.00	10.0	5.0	0.267	18.727	5.3
3.80	4.00	8.0	4.0	0.333	12.012	8.3
4.00	5.00	10.0	5.0	0.4	12.5	8.0
4.20	5.00	11.0	5.0	0.267	18.727	5.3
4.40	4.00	8.0	4.0	0.0		0.0
4.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
4.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
10.00	0.00	0.0	0.0	0.0		

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
0.80	22.0	0.817	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
4.00	4.438	0.288	1.7	Coesivo	Argille organiche e terreni misti

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT004

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.-Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi
Strato 1	0.80	22.0	0.817	1.26	1.43	1.46	1.29	1.10
Strato 2	4.00	4.438	0.288	0.23	0.32	0.27	0.24	0.22

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buismann	Buismann Sanglerat
Strato 1	0.80	22.0	0.817	55.00	44.00	66.00
Strato 2	4.00	4.438	0.288	35.50	24.89	66.57

Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)
Strato 1	0.80	22.0	0.817	822.00	33.00
Strato 2	4.00	4.438	0.288	150.23	6.60

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	0.80	22.0	0.817	Imai & Tomauchi	185.09
Strato 2	4.00	4.438	0.288	Imai & Tomauchi	69.60

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History
Strato 1	0.80	22.0	0.817	6.4
Strato 2	4.00	4.438	0.288	<0.5

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	0.80	22.0	0.817	Meyerhof	1.99
Strato 2	4.00	4.438	0.288	Meyerhof	1.70

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	0.80	22.0	0.817	Meyerhof	2.07
Strato 2	4.00	4.438	0.288	Meyerhof	1.78

TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	Schmertman n	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowsk i 1985
Strato 1	0.80	22.0	0.817	58.75	83.27	80.73	59.52	96.28

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Durgunou glu-Mitch ell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmert mann	Robertso n & Campane lla 1983	Herminie r	Meyerhof 1951
Strato 1	0.80	22.0	0.817	40.6	37.66	35.06	32.64	39.66	45	36.35	26.88

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 1	0.80	22.0	0.817	55.00	44.00	132.17

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Robertson & Campanella da Schmertman n	Lunne-Christ offersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-Ma yne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 1	0.80	22.0	0.817	67.38	86.30	172.59	44.00	110.00

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	0.80	22.0	0.817	Imai & Tomauchi	185.09

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 1	0.80	22.0	0.817	6.4	>9	0.67	>9

Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Ko
Strato 1	0.80	22.0	0.817	Kulhawy & Mayne (1990)	1.17

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	C	Crm
Strato 1	0.80	22.0	0.817	0.12745	0.01657

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	0.80	22.0	0.817	Meyerhof	1.80

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	0.80	22.0	0.817	Meyerhof	2.10

Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0.15

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	0.80	22.0	0.817	Robertson & Wride 1997	9.626

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	0.80	22.0	0.817	Piacentini-Righi 1988	3.350363E-07
Strato 2	4.00	4.438	0.288	Piacentini-Righi 1988	1E-11

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)
Strato 1	0.80	22.0	0.817	Piacentini-Righi 1988	2.211239E-02
Strato 2	4.00	4.438	0.288	Piacentini-Righi 1988	1.3314E-07

PROVA ...CPT005

Committente: Studio Tetra srl

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 27/07/2022

Profondità prova: 10.00 mt

Località: S.P. 41

Profondità (m)	Letture punta (Kg/cm ²)	Letture laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	16.00	24.0	16.0	0.933	17.149	5.8
0.40	24.00	38.0	24.0	1.133	21.183	4.7
0.60	20.00	37.0	20.0	1.267	15.785	6.3
0.80	22.00	41.0	22.0	1.0	22.0	4.5
1.00	15.00	30.0	15.0	0.267	56.18	1.8

1.20	4.00	8.0	4.0	0.267	14.981	6.7
1.40	6.00	10.0	6.0	0.4	15.0	6.7
1.60	5.00	11.0	5.0	0.267	18.727	5.3
1.80	4.00	8.0	4.0	0.2	20.0	5.0
2.00	3.00	6.0	3.0	0.2	15.0	6.7
2.20	3.00	6.0	3.0	0.267	11.236	8.9
2.40	4.00	8.0	4.0	0.267	14.981	6.7
2.60	4.00	8.0	4.0	0.267	14.981	6.7
2.80	6.00	10.0	6.0	0.333	18.018	5.6
3.00	5.00	10.0	5.0	0.333	15.015	6.7
3.20	5.00	10.0	5.0	0.267	18.727	5.3
3.40	4.00	8.0	4.0	0.4	10.0	10.0
3.60	5.00	11.0	5.0	0.4	12.5	8.0
3.80	6.00	12.0	6.0	0.333	18.018	5.6
4.00	5.00	10.0	5.0	0.267	18.727	5.3
4.20	4.00	8.0	4.0	0.0		0.0
4.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
4.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
4.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
5.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
6.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
7.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
8.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.00	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.40	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.60	0.00	0.0	0.0	0.0		
9.80	0.00	0.0	0.0	0.0		
10.00	0.00	0.0	0.0	0.0		

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1.20	16.833	0.811	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
4.20	4.6	0.28	1.7	Coesivo	Argille organiche e terreni misti

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT005

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.-Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi	
Strato 1	1.20	16.833	0.811	0.96	1.15	1.11	0.98	0.88	0.84
Strato 2	4.20	4.6	0.28	0.24	0.32	0.27	0.24	0.22	0.23

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buismann	Buismann Sanglerat
Strato 1	1.20	16.833	0.811	84.17	47.35	101.00	50.50
Strato 2	4.20	4.6	0.28	36.80	25.63	69.00	13.80

Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)
Strato 1	1.20	16.833	0.811	626.96	25.20
Strato 2	4.20	4.6	0.28	156.26	6.90

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	1.20	16.833	0.811	Imai & Tomauchi	157.16
Strato 2	4.20	4.6	0.28	Imai & Tomauchi	71.14

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History
Strato 1	1.20	16.833	0.811	3.43
Strato 2	4.20	4.6	0.28	<0.5

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1.20	16.833	0.811	Meyerhof	1.94
Strato 2	4.20	4.6	0.28	Meyerhof	1.71

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1.20	16.833	0.811	Meyerhof	2.02
Strato 2	4.20	4.6	0.28	Meyerhof	1.79

PROVA ...CPT002

Committente: Studio Tetra srl

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 27/07/2022

Profondità prova: 15.00 mt

Località: S.P. 41

Profondità (m)	Letture punta (Kg/cm ²)	Letture laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	36.00	59.0	36.0	1.733	20.773	4.8
0.40	18.00	44.0	18.0	1.133	15.887	6.3
0.60	13.00	30.0	13.0	1.067	12.184	8.2
0.80	8.00	24.0	8.0	0.267	29.963	3.3
1.00	6.00	10.0	6.0	0.333	18.018	5.6
1.20	3.00	8.0	3.0	0.2	15.0	6.7
1.40	3.00	6.0	3.0	0.2	15.0	6.7
1.60	3.00	6.0	3.0	0.133	22.556	4.4
1.80	2.00	4.0	2.0	0.2	10.0	10.0
2.00	3.00	6.0	3.0	0.2	15.0	6.7
2.20	5.00	8.0	5.0	0.267	18.727	5.3
2.40	12.00	16.0	12.0	0.267	44.944	2.2
2.60	11.00	15.0	11.0	0.4	27.5	3.6
2.80	14.00	20.0	14.0	0.467	29.979	3.3

3.00	4.00	11.0	4.0	0.267	14.981	6.7
3.20	9.00	13.0	9.0	0.2	45.0	2.2
3.40	3.00	6.0	3.0	0.133	22.556	4.4
3.60	3.00	5.0	3.0	0.133	22.556	4.4
3.80	3.00	5.0	3.0	0.133	22.556	4.4
4.00	3.00	5.0	3.0	0.2	15.0	6.7
4.20	3.00	6.0	3.0	0.267	11.236	8.9
4.40	4.00	8.0	4.0	0.2	20.0	5.0
4.60	5.00	8.0	5.0	0.2	25.0	4.0
4.80	4.00	7.0	4.0	0.267	14.981	6.7
5.00	6.00	10.0	6.0	0.6	10.0	10.0
5.20	24.00	33.0	24.0	0.333	72.072	1.4
5.40	39.00	44.0	39.0	1.067	36.551	2.7
5.60	28.00	44.0	28.0	0.933	30.011	3.3
5.80	21.00	35.0	21.0	1.4	15.0	6.7
6.00	44.00	65.0	44.0	1.0	44.0	2.3
6.20	42.00	57.0	42.0	1.267	33.149	3.0
6.40	62.00	81.0	62.0	1.133	54.722	1.8
6.60	44.00	61.0	44.0	1.267	34.728	2.9
6.80	43.00	62.0	43.0 1.6		26.875	3.7
7.00	40.00	64.0	40.0	1.6	25.0	4.0
7.20	54.00	78.0	54.0	1.933	27.936	3.6
7.40	61.00	90.0	61.0 1.6		38.125	2.6
7.60	44.00	68.0	44.0 1.4		31.429	3.2
7.80	46.00	67.0	46.0	0.733	62.756	1.6
8.00	58.00	69.0	58.0	0.867	66.897	1.5
8.20	54.00	67.0	54.0	1.133	47.661	2.1
8.40	33.00	50.0	33.0	1.067	30.928	3.2
8.60	52.00	68.0	52.0	0.533	97.561	1.0
8.80	59.00	67.0	59.0	1.133	52.074	1.9
9.00	44.00	61.0	44.0 1.2		36.667	2.7
9.20	34.00	52.0	34.0	1.333	25.506	3.9
9.40	28.00	48.0	28.0	1.533	18.265	5.5
9.60	56.00	79.0	56.0 1.2		46.667	2.1
9.80	44.00	62.0	44.0	1.467	29.993	3.3
10.00	42.00	64.0	42.0	1.133	37.07	2.7
10.20	54.00	71.0	54.0	1.8	30.0	3.3
10.40	52.00	79.0	52.0	1.667	31.194	3.2
10.60	46.00	71.0	46.0	2.067	22.254	4.5
10.80	45.00	76.0	45.0	2.133	21.097	4.7
11.00	42.00	74.0	42.0	2.333	18.003	5.6
11.20	52.00	87.0	52.0	1.667	31.194	3.2
11.40	64.00	89.0	64.0	1.867	34.28	2.9
11.60	74.00	102.0	74.0	2.333	31.719	3.2
11.80	89.00	124.0	89.0	1.533	58.056	1.7
12.00	22.00	45.0	22.0	1.467	14.997	6.7
12.20	21.00	43.0	21.0	1.267	16.575	6.0
12.40	22.00	41.0	22.0 1.2		18.333	5.5
12.60	16.00	34.0	16.0	1.0	16.0	6.3
12.80	15.00	30.0	15.0	1.067	14.058	7.1
13.00	18.00	34.0	18.0	1.333	13.503	7.4
13.20	21.00	41.0	21.0	1.267	16.575	6.0
13.40	87.00	106.0	87.0	1.733	50.202	2.0
13.60	98.00	124.0	98.0 2.4		40.833	2.4
13.80	20.00	56.0	20.0	1.733	11.541	8.7
14.00	18.00	44.0	18.0	1.2	15.0	6.7
14.20	36.00	54.0	36.0	1.333	27.007	3.7
14.40	21.00	41.0	21.0	2.133	9.845	10.2
14.60	24.00	56.0	24.0	1.667	14.397	6.9
14.80	22.00	47.0	22.0	1.267	17.364	5.8
15.00	15.00	34.0	15.0	0.0		0.0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
0.80	18.75	1.05	1.8	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
2.20	3.571	0.219	2.0	Coesivo	Argille organiche e

2.80	12.333	0.378	1.9	Incoerente-Coesivo	terreni misti Argille sabbiose e limose
5.00	4.273	0.236	1.7	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
5.80	28.0	0.933	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
10.00	46.857	1.244	2.0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
11.60	53.625	1.983	2.1	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
12.00	55.5	1.5	1.9	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
13.20	18.833	1.189	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
13.80	68.333	1.955	2.0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
15.00	22.667	1.267	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT002

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.-Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi
Strato 1	0.80	18.75	1.05	1.07	1.26	1.25	1.10	0.98	0.94
Strato 2	2.20	3.571	0.219	0.19	0.26	0.22	0.19	0.17	0.18
Strato 3	2.80	12.333	0.378	0.68	0.86	0.79	0.70	0.62	0.62
Strato 4	5.00	4.273	0.236	0.22	0.28	0.24	0.21	0.19	0.21
Strato 5	5.80	28.0	0.933	1.57	1.67	1.80	1.59	1.42	1.40
Strato 6	10.00	46.857	1.244	2.63	2.38	3.02	2.67	2.39	2.34
Strato 7	11.60	53.625	1.983	3.01	2.57	3.44	3.03	2.71	2.68
Strato 8	12.00	55.5	1.5	3.11	2.62	3.55	3.13	2.80	2.78
Strato 9	13.20	18.833	1.189	1.00	1.11	1.09	0.96	0.86	0.94
Strato 10	13.80	68.333	1.955	3.83	2.95	4.38	3.87	3.46	3.42
Strato 11	15.00	22.667	1.267	1.21	1.29	1.32	1.17	1.05	1.13

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buismann	Buismann Sanglerat
Strato 1	0.80	18.75	1.05	93.75	44.64	112.50	56.25
Strato 2	2.20	3.571	0.219	28.57	20.73	53.57	10.71
Strato 3	2.80	12.333	0.378	61.67	47.21	74.00	37.00
Strato 4	5.00	4.273	0.236	34.18	24.13	64.09	12.82
Strato 5	5.80	28.0	0.933	70.00	56.00	84.00	84.00
Strato 6	10.00	46.857	1.244	117.14	93.71	140.57	70.29
Strato 7	11.60	53.625	1.983	134.06	107.25	160.88	80.44
Strato 8	12.00	55.5	1.5	138.75	111.00	166.50	83.25
Strato 9	13.20	18.833	1.189	94.17	44.49	113.00	56.50
Strato 10	13.80	68.333	1.955	170.83	136.66	205.00	102.50
Strato 11	15.00	22.667	1.267	56.67	45.33	68.00	68.00

Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)
Strato 1	0.80	18.75	1.05	700.42	28.20
Strato 2	2.20	3.571	0.219	123.26	5.40
Strato 3	2.80	12.333	0.378	448.20	18.60
Strato 4	5.00	4.273	0.236	142.05	6.30

Strato 5	5.80	28.0	0.933	1027.42	42.00
Strato 6	10.00	46.857	1.244	1725.19	70.20
Strato 7	11.60	53.625	1.983	1967.81	80.40
Strato 8	12.00	55.5	1.5	2034.15	83.40
Strato 9	13.20	18.833	1.189	656.21	28.20
Strato 10	13.80	68.333	1.955	2509.09	102.60
Strato 11	15.00	22.667	1.267	793.24	33.90

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	0.80	18.75	1.05	Imai & Tomauchi	167.87
Strato 2	2.20	3.571	0.219	Imai & Tomauchi	60.94
Strato 3	2.80	12.333	0.378	Imai & Tomauchi	129.96
Strato 4	5.00	4.273	0.236	Imai & Tomauchi	68.00
Strato 5	5.80	28.0	0.933	Imai & Tomauchi	214.47
Strato 6	10.00	46.857	1.244	Imai & Tomauchi	293.77
Strato 7	11.60	53.625	1.983	Imai & Tomauchi	319.01
Strato 8	12.00	55.5	1.5	Imai & Tomauchi	325.78
Strato 9	13.20	18.833	1.189	Imai & Tomauchi	168.32
Strato 10	13.80	68.333	1.955	Imai & Tomauchi	369.93
Strato 11	15.00	22.667	1.267	Imai & Tomauchi	188.50

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History
Strato 1	0.80	18.75	1.05	6.06
Strato 2	2.20	3.571	0.219	<0.5
Strato 3	2.80	12.333	0.378	0.75
Strato 4	5.00	4.273	0.236	<0.5
Strato 5	5.80	28.0	0.933	1.08
Strato 6	10.00	46.857	1.244	1.28
Strato 7	11.60	53.625	1.983	1.08
Strato 8	12.00	55.5	1.5	1.03
Strato 9	13.20	18.833	1.189	<0.5
Strato 10	13.80	68.333	1.955	1.12
Strato 11	15.00	22.667	1.267	<0.5

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	0.80	18.75	1.05	Meyerhof	1.96
Strato 2	2.20	3.571	0.219	Meyerhof	1.67
Strato 3	2.80	12.333	0.378	Meyerhof	1.89
Strato 4	5.00	4.273	0.236	Meyerhof	1.69
Strato 5	5.80	28.0	0.933	Meyerhof	2.03
Strato 6	10.00	46.857	1.244	Meyerhof	2.11
Strato 7	11.60	53.625	1.983	Meyerhof	2.14
Strato 8	12.00	55.5	1.5	Meyerhof	2.14
Strato 9	13.20	18.833	1.189	Meyerhof	1.95
Strato 10	13.80	68.333	1.955	Meyerhof	2.18
Strato 11	15.00	22.667	1.267	Meyerhof	1.98

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	0.80	18.75	1.05	Meyerhof	2.04
Strato 2	2.20	3.571	0.219	Meyerhof	1.75
Strato 3	2.80	12.333	0.378	Meyerhof	1.97
Strato 4	5.00	4.273	0.236	Meyerhof	1.77
Strato 5	5.80	28.0	0.933	Meyerhof	2.11
Strato 6	10.00	46.857	1.244	Meyerhof	2.19
Strato 7	11.60	53.625	1.983	Meyerhof	2.22
Strato 8	12.00	55.5	1.5	Meyerhof	2.22

Strato 9	13.20	18.833	1.189	Meyerhof	2.03
Strato 10	13.80	68.333	1.955	Meyerhof	2.26
Strato 11	15.00	22.667	1.267	Meyerhof	2.06

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	Schmertman n	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowsk i 1985
Strato 3	2.80	12.333	0.378	20.12	20.11	23.3	20.56	28.27
Strato 5	5.80	28.0	0.933	36.92	37.81	40.47	37.51	31.02
Strato 6	10.00	46.857	1.244	46.62	47.31	49.81	47.29	34.08
Strato 7	11.60	53.625	1.983	46.19	44.18	47.23	46.86	28.43
Strato 8	12.00	55.5	1.5	45.92	43.07	46.29	46.58	26.7
Strato 10	13.80	68.333	1.955	50.05	47.3	50.42	50.74	28.71

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Durgunou glu-Mitch ell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmert mann	Robertso n & Campane lla 1983	Herminie r	Meyerhof 1951
Strato 3	2.80	12.333	0.378	30.8	27.05	23.92	22.45	30.82	34.19	23.21	22.54
Strato 5	5.80	28.0	0.933	32.68	28.84	25.8	24.18	33.29	36.41	24.25	29.57
Strato 6	10.00	46.857	1.244	33.59	29.68	26.68	24.97	34.62	37.39	24.88	38.04
Strato 7	11.60	53.625	1.983	32.88	28.86	25.82	24.19	34.19	36.42	24.34	41.08
Strato 8	12.00	55.5	1.5	32.65	28.59	25.54	23.93	34.03	36.1	24.18	41.92
Strato 10	13.80	68.333	1.955	33.09	29	25.97	24.33	34.62	36.59	24.45	45

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 3	2.80	12.333	0.378	30.83	24.67	167.57
Strato 5	5.80	28.0	0.933	70.00	56.00	320.96
Strato 6	10.00	46.857	1.244	117.14	93.71	483.70
Strato 7	11.60	53.625	1.983	134.06	107.25	573.70
Strato 8	12.00	55.5	1.5	138.75	111.00	601.15
Strato 10	13.80	68.333	1.955	170.83	136.67	705.47

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Robertson & Campanella da Schmertman n	Lunne-Christ offersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-Ma yne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 3	2.80	12.333	0.378	20.71	48.38	87.36	24.67	61.67
Strato 5	5.80	28.0	0.933	37.75	109.83	209.22	56.00	140.00
Strato 6	10.00	46.857	1.244	48.75	183.80	359.81	93.71	70.29
Strato 7	11.60	53.625	1.983	49.97	210.35	410.32	91.16	80.44
Strato 8	12.00	55.5	1.5	50.39	217.71	424.00	94.35	83.25
Strato 10	13.80	68.333	1.955	56.08	268.05	526.90	116.17	102.50

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 3	2.80	12.333	0.378	Imai & Tomauchi	129.96
Strato 5	5.80	28.0	0.933	Imai & Tomauchi	214.47
Strato 6	10.00	46.857	1.244	Imai & Tomauchi	293.77
Strato 7	11.60	53.625	1.983	Imai & Tomauchi	319.01
Strato 8	12.00	55.5	1.5	Imai & Tomauchi	325.78
Strato 10	13.80	68.333	1.955	Imai & Tomauchi	369.93

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 3	2.80	12.333	0.378	0.75	>9	<0.5	6.74
Strato 5	5.80	28.0	0.933	1.08	>9	<0.5	7.69

Strato 6	10.00	46.857	1.244	1.28	>9	2.44	8.83
Strato 7	11.60	53.625	1.983	1.08	>9	<0.5	6.87
Strato 8	12.00	55.5	1.5	1.03	>9	<0.5	6.36
Strato 10	13.80	68.333	1.955	1.12	>9	<0.5	6.96

Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Ko
Strato 3	2.80	12.333	0.378	Kulhawy & Mayne (1990)	0.29
Strato 5	5.80	28.0	0.933	Kulhawy & Mayne (1990)	0.37
Strato 6	10.00	46.857	1.244	Kulhawy & Mayne (1990)	0.41
Strato 7	11.60	53.625	1.983	Kulhawy & Mayne (1990)	0.37
Strato 8	12.00	55.5	1.5	Kulhawy & Mayne (1990)	0.36
Strato 10	13.80	68.333	1.955	Kulhawy & Mayne (1990)	0.38

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	C	Crm
Strato 3	2.80	12.333	0.378	0.17484	0.02273
Strato 5	5.80	28.0	0.933	0.1145	0.01488
Strato 6	10.00	46.857	1.244	0.10735	0.01395
Strato 7	11.60	53.625	1.983	0.10401	0.01352
Strato 8	12.00	55.5	1.5	0.10324	0.01342
Strato 10	13.80	68.333	1.955	0.09915	0.01289

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 3	2.80	12.333	0.378	Meyerhof	1.80
Strato 5	5.80	28.0	0.933	Meyerhof	1.80
Strato 6	10.00	46.857	1.244	Meyerhof	1.80
Strato 7	11.60	53.625	1.983	Meyerhof	1.80
Strato 8	12.00	55.5	1.5	Meyerhof	1.80
Strato 10	13.80	68.333	1.955	Meyerhof	1.80

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 3	2.80	12.333	0.378	Meyerhof	2.10
Strato 5	5.80	28.0	0.933	Meyerhof	2.10
Strato 6	10.00	46.857	1.244	Meyerhof	2.10
Strato 7	11.60	53.625	1.983	Meyerhof	2.10
Strato 8	12.00	55.5	1.5	Meyerhof	2.10
Strato 10	13.80	68.333	1.955	Meyerhof	2.10

Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0.15

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 3	2.80	12.333	0.378	Robertson & Wride 1997	0.981
Strato 5	5.80	28.0	0.933	Robertson & Wride 1997	2.936
Strato 6	10.00	46.857	1.244	Robertson & Wride 1997	5.922
Strato 7	11.60	53.625	1.983	Robertson & Wride 1997	7.881
Strato 8	12.00	55.5	1.5	Robertson & Wride 1997	4.513
Strato 10	13.80	68.333	1.955	Robertson & Wride 1997	8.386

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	0.80	18.75	1.05	Piacentini-Righi 1988	3.260247E-11
Strato 2	2.20	3.571	0.219	Piacentini-Righi 1988	3.586114E-11
Strato 3	2.80	12.333	0.378	Piacentini-Righi 1988	6.972225E-06
Strato 4	5.00	4.273	0.236	Piacentini-Righi 1988	4.133034E-10
Strato 5	5.80	28.0	0.933	Piacentini-Righi 1988	1.582722E-06
Strato 6	10.00	46.857	1.244	Piacentini-Righi 1988	2.459511E-05
Strato 7	11.60	53.625	1.983	Piacentini-Righi 1988	1.159163E-07
Strato 8	12.00	55.5	1.5	Piacentini-Righi 1988	1.787854E-05
Strato 9	13.20	18.833	1.189	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 10	13.80	68.333	1.955	Piacentini-Righi 1988	7.019368E-06
Strato 11	15.00	22.667	1.267	Piacentini-Righi 1988	1.904011E-11

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)
Strato 1	0.80	18.75	1.05	Piacentini-Righi 1988	1.833889E-06
Strato 2	2.20	3.571	0.219	Piacentini-Righi 1988	3.841804E-07
Strato 3	2.80	12.333	0.378	Piacentini-Righi 1988	0.2579654
Strato 4	5.00	4.273	0.236	Piacentini-Righi 1988	5.298135E-06
Strato 5	5.80	28.0	0.933	Piacentini-Righi 1988	0.1329487
Strato 6	10.00	46.857	1.244	Piacentini-Righi 1988	3.457359
Strato 7	11.60	53.625	1.983	Piacentini-Righi 1988	1.864803E-02
Strato 8	12.00	55.5	1.5	Piacentini-Righi 1988	2.976776
Strato 9	13.20	18.833	1.189	Piacentini-Righi 1988	5.6499E-07
Strato 10	13.80	68.333	1.955	Piacentini-Righi 1988	1.438963
Strato 11	15.00	22.667	1.267	Piacentini-Righi 1988	1.294747E-06

PROVA ...CPT003

Committente: Studio Tetra srl
 Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)
 Prova eseguita in data: 27/07/2022
 Profondità prova: 15.00 mt
 Località: S.P. 41

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	42.00	65.0	42.0	1.333	31.508	3.2
0.40	40.00	60.0	40.0	1.733	23.081	4.3

0.60	32.00	58.0	32.0	1.333	24.006	4.2
0.80	21.00	41.0	21.0	1.0	21.0	4.8
1.00	15.00	30.0	15.0	0.933	16.077	6.2
1.20	14.00	28.0	14.0	0.4	35.0	2.9
1.40	6.00	12.0	6.0	0.333	18.018	5.6
1.60	5.00	10.0	5.0	0.2	25.0	4.0
1.80	5.00	8.0	5.0	0.133	37.594	2.7
2.00	4.00	6.0	4.0	0.2	20.0	5.0
2.20	4.00	7.0	4.0	0.2	20.0	5.0
2.40	3.00	6.0	3.0	0.267	11.236	8.9
2.60	3.00	7.0	3.0	0.267	11.236	8.9
2.80	4.00	8.0	4.0	0.267	14.981	6.7
3.00	3.00	7.0	3.0	0.4	7.5	13.3
3.20	4.00	10.0	4.0	0.6	6.667	15.0
3.40	11.00	20.0	11.0	0.333	33.033	3.0
3.60	5.00	10.0	5.0	0.2	25.0	4.0
3.80	4.00	7.0	4.0	0.267	14.981	6.7
4.00	4.00	8.0	4.0	0.533	7.505	13.3
4.20	12.00	20.0	12.0	0.933	12.862	7.8
4.40	14.00	28.0	14.0	0.8	17.5	5.7
4.60	32.00	44.0	32.0	0.8	40.0	2.5
4.80	24.00	36.0	24.0	1.333	18.005	5.6
5.00	34.00	54.0	34.0 1.2		28.333	3.5
5.20	44.00	62.0	44.0	1.333	33.008	3.0
5.40	21.00	41.0	21.0	1.533	13.699	7.3
5.60	20.00	43.0	20.0	1.6	12.5	8.0
5.80	30.00	54.0	30.0	1.133	26.478	3.8
6.00	24.00	41.0	24.0	1.2	20.0	5.0
6.20	20.00	38.0	20.0 1.4		14.286	7.0
6.40	53.00	74.0	53.0 1.6		33.125	3.0
6.60	52.00	76.0	52.0	1.133	45.896	2.2
6.80	54.00	71.0	54.0	1.467	36.81	2.7
7.00	52.00	74.0	52.0	1.667	31.194	3.2
7.20	56.00	81.0	56.0	0.867	64.591	1.5
7.40	68.00	81.0	68.0	1.467	46.353	2.2
7.60	52.00	74.0	52.0	1.6	32.5	3.1
7.80	74.00	98.0	74.0	1.533	48.271	2.1
8.00	20.00	43.0	20.0	1.6	12.5	8.0
8.20	21.00	45.0	21.0	2.133	9.845	10.2
8.40	46.00	78.0	46.0	1.667	27.594	3.6
8.60	51.00	76.0	51.0	1.667	30.594	3.3
8.80	64.00	89.0	64.0	0.933	68.596	1.5
9.00	60.00	74.0	60.0	1.2	50.0	2.0
9.20	58.00	76.0	58.0 1.2		48.333	2.1
9.40	56.00	74.0	56.0	1.933	28.971	3.5
9.60	44.00	73.0	44.0	1.533	28.702	3.5
9.80	56.00	79.0	56.0	1.733	32.314	3.1
10.00	38.00	64.0	38.0	1.133	33.539	3.0
10.20	34.00	51.0	34.0	1.067	31.865	3.1
10.40	32.00	48.0	32.0 1.4		22.857	4.4
10.60	20.00	41.0	20.0	1.467	13.633	7.3
10.80	23.00	45.0	23.0	0.933	24.652	4.1
11.00	34.00	48.0	34.0	1.0	34.0	2.9
11.20	36.00	51.0	36.0	1.467	24.54	4.1
11.40	62.00	84.0	62.0	1.733	35.776	2.8
11.60	58.00	84.0	58.0	1.6	36.25	2.8
11.80	45.00	69.0	45.0	0.933	48.232	2.1
12.00	32.00	46.0	32.0 1.2		26.667	3.8
12.20	20.00	38.0	20.0	0.867	23.068	4.3
12.40	15.00	28.0	15.0	0.8	18.75	5.3
12.60	12.00	24.0	12.0	0.333	36.036	2.8
12.80	5.00	10.0	5.0	0.4	12.5	8.0
13.00	6.00	12.0	6.0	0.467	12.848	7.8
13.20	7.00	14.0	7.0	0.333	21.021	4.8
13.40	5.00	10.0	5.0	0.4	12.5	8.0
13.60	6.00	12.0	6.0	0.533	11.257	8.9
13.80	12.00	20.0	12.0	0.867	13.841	7.2
14.00	11.00	24.0	11.0	1.0	11.0	9.1

14.20	15.00	30.0	15.0	0.867	17.301	5.8
14.40	14.00	27.0	14.0	0.4	35.0	2.9
14.60	6.00	12.0	6.0	0.333	18.018	5.6
14.80	5.00	10.0	5.0	0.267	18.727	5.3
15.00	4.00	8.0	4.0	0.0		0.0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1.20	27.333	1.122	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
4.20	5.133	0.342	1.8	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
5.20	29.6	1.093	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
6.20	23.0	1.373	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
7.80	57.625	1.417	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
8.40	29.0	1.8	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
10.40	49.3	1.38	2.0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
11.20	28.25	1.217	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
12.60	34.857	1.067	2.0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
15.00	8.0	0.489	1.8	Coesivo	Argille organiche e terreni misti

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT003

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.-Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi
Strato 1	1.20	27.333	1.122	1.56	1.69	1.81	1.60	1.37
Strato 2	4.20	5.133	0.342	0.27	0.36	0.31	0.27	0.26
Strato 3	5.20	29.6	1.093	1.66	1.75	1.91	1.69	1.48
Strato 4	6.20	23.0	1.373	1.28	1.42	1.46	1.29	1.15
Strato 5	7.80	57.625	1.417	3.26	2.73	3.75	3.31	2.88
Strato 6	8.40	29.0	1.8	1.61	1.68	1.83	1.61	1.44
Strato 7	10.40	49.3	1.38	2.76	2.45	3.16	2.79	2.46
Strato 8	11.20	28.25	1.217	1.55	1.61	1.74	1.54	1.38
Strato 9	12.60	34.857	1.067	1.92	1.89	2.17	1.91	1.71
Strato 10	15.00	8.0	0.489	0.38	0.40	0.35	0.31	0.40

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buisman	Buisman Sanglerat
Strato 1	1.20	27.333	1.122	68.33	54.67	82.00
Strato 2	4.20	5.133	0.342	41.06	27.99	76.99
Strato 3	5.20	29.6	1.093	74.00	59.20	88.80
Strato 4	6.20	23.0	1.373	57.50	46.00	69.00
Strato 5	7.80	57.625	1.417	144.06	115.25	172.88
Strato 6	8.40	29.0	1.8	72.50	58.00	87.00
Strato 7	10.40	49.3	1.38	123.25	98.60	147.90
Strato 8	11.20	28.25	1.217	70.63	56.50	84.75
Strato 9	12.60	34.857	1.067	87.14	69.71	104.57
Strato 10	15.00	8.0	0.489	40.00	38.44	48.00

Modulo di deformazione non drenato E_u (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)
Strato 1	1.20	27.333	1.122	1020.49	41.10
Strato 2	4.20	5.133	0.342	178.24	7.80
Strato 3	5.20	29.6	1.093	1089.38	44.40
Strato 4	6.20	23.0	1.373	838.13	34.50
Strato 5	7.80	57.625	1.417	2131.39	86.40
Strato 6	8.40	29.0	1.8	1053.53	43.50
Strato 7	10.40	49.3	1.38	1809.90	73.80
Strato 8	11.20	28.25	1.217	1015.27	42.30
Strato 9	12.60	34.857	1.067	1258.91	52.20
Strato 10	15.00	8.0	0.489	245.55	12.00

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	1.20	27.333	1.122	Imai & Tomauchi	211.34
Strato 2	4.20	5.133	0.342	Imai & Tomauchi	76.07
Strato 3	5.20	29.6	1.093	Imai & Tomauchi	221.88
Strato 4	6.20	23.0	1.373	Imai & Tomauchi	190.18
Strato 5	7.80	57.625	1.417	Imai & Tomauchi	333.34
Strato 6	8.40	29.0	1.8	Imai & Tomauchi	219.12
Strato 7	10.40	49.3	1.38	Imai & Tomauchi	303.03
Strato 8	11.20	28.25	1.217	Imai & Tomauchi	215.64
Strato 9	12.60	34.857	1.067	Imai & Tomauchi	245.19
Strato 10	15.00	8.0	0.489	Imai & Tomauchi	99.76

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History
Strato 1	1.20	27.333	1.122	5.3
Strato 2	4.20	5.133	0.342	<0.5
Strato 3	5.20	29.6	1.093	1.25
Strato 4	6.20	23.0	1.373	0.82
Strato 5	7.80	57.625	1.417	1.7
Strato 6	8.40	29.0	1.8	0.74
Strato 7	10.40	49.3	1.38	1.11
Strato 8	11.20	28.25	1.217	0.56
Strato 9	12.60	34.857	1.067	0.63
Strato 10	15.00	8.0	0.489	<0.5

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1.20	27.333	1.122	Meyerhof	2.02
Strato 2	4.20	5.133	0.342	Meyerhof	1.73
Strato 3	5.20	29.6	1.093	Meyerhof	2.04
Strato 4	6.20	23.0	1.373	Meyerhof	1.99
Strato 5	7.80	57.625	1.417	Meyerhof	2.15
Strato 6	8.40	29.0	1.8	Meyerhof	2.03
Strato 7	10.40	49.3	1.38	Meyerhof	2.12
Strato 8	11.20	28.25	1.217	Meyerhof	2.02
Strato 9	12.60	34.857	1.067	Meyerhof	2.06
Strato 10	15.00	8.0	0.489	Meyerhof	1.79

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1.20	27.333	1.122	Meyerhof	2.10
Strato 2	4.20	5.133	0.342	Meyerhof	1.81
Strato 3	5.20	29.6	1.093	Meyerhof	2.12
Strato 4	6.20	23.0	1.373	Meyerhof	2.07

Strato 5	7.80	57.625	1.417	Meyerhof	2.23
Strato 6	8.40	29.0	1.8	Meyerhof	2.11
Strato 7	10.40	49.3	1.38	Meyerhof	2.20
Strato 8	11.20	28.25	1.217	Meyerhof	2.10
Strato 9	12.60	34.857	1.067	Meyerhof	2.14
Strato 10	15.00	8.0	0.489	Meyerhof	1.87

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	Schmertman n	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowsk i 1985
Strato 1	1.20	27.333	1.122	59.16	80.31	78.43	59.93	90.87
Strato 3	5.20	29.6	1.093	39.79	42.27	44.55	40.39	36.05
Strato 5	7.80	57.625	1.417	53.61	56.98	58.79	54.34	42.92
Strato 7	10.40	49.3	1.38	45.29	43.91	46.85	45.94	29.59
Strato 8	11.20	28.25	1.217	27.66	20.12	24.67	28.16	9.56
Strato 9	12.60	34.857	1.067	32.36	25.41	29.74	32.91	12.75

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Durgunou glu-Mitch ell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmert mann	Robertso n & Campane lla 1983	Herminie r	Meyerhof 1951
Strato 1	1.20	27.333	1.122	39.82	36.72	34.08	31.74	39.24	44.78	34.47	29.27
Strato 3	5.20	29.6	1.093	33.35	29.57	26.57	24.87	33.92	37.27	24.74	30.29
Strato 5	7.80	57.625	1.417	34.93	31.09	28.16	26.33	35.98	39.01	26.1	42.87
Strato 7	10.40	49.3	1.38	32.95	28.96	25.92	24.29	34.15	36.55	24.39	39.14
Strato 8	11.20	28.25	1.217	29.71	25.57	22.36	21.03	30.82	32.27	22.73	29.68
Strato 9	12.60	34.857	1.067	30.31	26.17	22.99	21.61	31.56	33.06	22.96	32.65

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 1	1.20	27.333	1.122	68.33	54.67	173.91
Strato 3	5.20	29.6	1.093	74.00	59.20	323.46
Strato 5	7.80	57.625	1.417	144.06	115.25	527.98
Strato 7	10.40	49.3	1.38	123.25	98.60	529.03
Strato 8	11.20	28.25	1.217	70.63	56.50	383.79
Strato 9	12.60	34.857	1.067	87.14	69.71	451.43

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Robertson & Campanella da Schmertman n	Lunne-Christ offersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-Ma yne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 1	1.20	27.333	1.122	65.67	107.22	216.26	54.67	136.67
Strato 3	5.20	29.6	1.093	40.72	116.11	223.74	59.20	148.00
Strato 5	7.80	57.625	1.417	55.96	226.04	450.17	97.96	86.44
Strato 7	10.40	49.3	1.38	48.29	193.39	376.96	98.60	73.95
Strato 8	11.20	28.25	1.217	30.50	110.82	200.76	56.50	141.25
Strato 9	12.60	34.857	1.067	36.17	136.73	253.31	69.71	104.57

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	1.20	27.333	1.122	Imai & Tomauchi	211.34
Strato 3	5.20	29.6	1.093	Imai & Tomauchi	221.88
Strato 5	7.80	57.625	1.417	Imai & Tomauchi	333.34
Strato 7	10.40	49.3	1.38	Imai & Tomauchi	303.03
Strato 8	11.20	28.25	1.217	Imai & Tomauchi	215.64
Strato 9	12.60	34.857	1.067	Imai & Tomauchi	245.19

Grado di sovraconsolidazione

Prof. Strato	qc	fs	Stress-History	Piacentini	Larsson 1991	Ladd e Foot
--------------	----	----	----------------	------------	--------------	-------------

	(m)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)		Righi 1978	S.G.I.	1977
Strato 1	1.20	27.333	1.122	5.3	>9	0.77	>9
Strato 3	5.20	29.6	1.093	1.25	>9	2.84	>9
Strato 5	7.80	57.625	1.417	1.7	>9	1.66	>9
Strato 7	10.40	49.3	1.38	1.11	>9	<0.5	7.23
Strato 8	11.20	28.25	1.217	0.56	8.29	<0.5	2.94
Strato 9	12.60	34.857	1.067	0.63	7.35	<0.5	3.4

Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Ko
Strato 1	1.20	27.333	1.122	Kulhawy & Mayne (1990)	1.03
Strato 3	5.20	29.6	1.093	Kulhawy & Mayne (1990)	0.40
Strato 5	7.80	57.625	1.417	Kulhawy & Mayne (1990)	0.49
Strato 7	10.40	49.3	1.38	Kulhawy & Mayne (1990)	0.37
Strato 8	11.20	28.25	1.217	Kulhawy & Mayne (1990)	0.24
Strato 9	12.60	34.857	1.067	Kulhawy & Mayne (1990)	0.26

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	C	Crm
Strato 1	1.20	27.333	1.122	0.11566	0.01504
Strato 3	5.20	29.6	1.093	0.11193	0.01455
Strato 5	7.80	57.625	1.417	0.10242	0.01331
Strato 7	10.40	49.3	1.38	0.10604	0.01378
Strato 8	11.20	28.25	1.217	0.11408	0.01483
Strato 9	12.60	34.857	1.067	0.11629	0.01512

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1.20	27.333	1.122	Meyerhof	1.80
Strato 3	5.20	29.6	1.093	Meyerhof	1.80
Strato 5	7.80	57.625	1.417	Meyerhof	1.80
Strato 7	10.40	49.3	1.38	Meyerhof	1.80
Strato 8	11.20	28.25	1.217	Meyerhof	1.80
Strato 9	12.60	34.857	1.067	Meyerhof	1.80

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1.20	27.333	1.122	Meyerhof	2.10
Strato 3	5.20	29.6	1.093	Meyerhof	2.10
Strato 5	7.80	57.625	1.417	Meyerhof	2.10
Strato 7	10.40	49.3	1.38	Meyerhof	2.10
Strato 8	11.20	28.25	1.217	Meyerhof	2.10
Strato 9	12.60	34.857	1.067	Meyerhof	2.10

Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0.15

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	1.20	27.333	1.122	Robertson & Wride 1997	14.074
Strato 3	5.20	29.6	1.093	Robertson & Wride 1997	5.125
Strato 5	7.80	57.625	1.417	Robertson & Wride 1997	9.866
Strato 7	10.40	49.3	1.38	Robertson & Wride 1997	4.778
Strato 8	11.20	28.25	1.217	Robertson & Wride	1.154

Strato 9	12.60	34.857	1.067	Robertson & Wride 1997	1.235
----------	-------	--------	-------	---------------------------	-------

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	1.20	27.333	1.122	Piacentini-Righi 1988	4.111377E-08
Strato 2	4.20	5.133	0.342	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 3	5.20	29.6	1.093	Piacentini-Righi 1988	2.812268E-07
Strato 4	6.20	23.0	1.373	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 5	7.80	57.625	1.417	Piacentini-Righi 1988	5.341604E-05
Strato 6	8.40	29.0	1.8	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 7	10.40	49.3	1.38	Piacentini-Righi 1988	1.235619E-05
Strato 8	11.20	28.25	1.217	Piacentini-Righi 1988	1.38614E-08
Strato 9	12.60	34.857	1.067	Piacentini-Righi 1988	4.670269E-06
Strato 10	15.00	8.0	0.489	Piacentini-Righi 1988	1.554696E-11

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)
Strato 1	1.20	27.333	1.122	Piacentini-Righi 1988	3.371288E-03
Strato 2	4.20	5.133	0.342	Piacentini-Righi 1988	1.5399E-07
Strato 3	5.20	29.6	1.093	Piacentini-Righi 1988	2.497295E-02
Strato 4	6.20	23.0	1.373	Piacentini-Righi 1988	6.9E-07
Strato 5	7.80	57.625	1.417	Piacentini-Righi 1988	9.234298
Strato 6	8.40	29.0	1.8	Piacentini-Righi 1988	8.7E-07
Strato 7	10.40	49.3	1.38	Piacentini-Righi 1988	1.82748
Strato 8	11.20	28.25	1.217	Piacentini-Righi 1988	1.174754E-03
Strato 9	12.60	34.857	1.067	Piacentini-Righi 1988	0.4883747
Strato 10	15.00	8.0	0.489	Piacentini-Righi 1988	3.73127E-07

PROVA ...CPT001

Committente: Studio Tetra srl
 Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)
 Prova eseguita in data: 27/07/2022
 Profondità prova: 20.00 mt
 Località: S.P. 41

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	80.00	108.0	80.0	1.267	63.141	1.6
0.40	42.00	61.0	42.0	1.333	31.508	3.2
0.60	44.00	64.0	44.0	1.6	27.5	3.6

0.80	17.00	41.0	17.0	0.8	21.25	4.7
1.00	6.00	18.0	6.0	0.2	30.0	3.3
1.20	5.00	8.0	5.0	0.4	12.5	8.0
1.40	3.00	9.0	3.0	0.267	11.236	8.9
1.60	3.00	7.0	3.0	0.267	11.236	8.9
1.80	3.00	7.0	3.0	0.267	11.236	8.9
2.00	3.00	7.0	3.0	0.4	7.5	13.3
2.20	4.00	10.0	4.0	0.4	10.0	10.0
2.40	8.00	14.0	8.0	0.267	29.963	3.3
2.60	3.00	7.0	3.0	0.2	15.0	6.7
2.80	17.00	20.0	17.0	0.133	127.82	0.8
3.00	9.00	11.0	9.0	0.133	67.669	1.5
3.20	12.00	14.0	12.0	0.4	30.0	3.3
3.40	3.00	9.0	3.0	0.133	22.556	4.4
3.60	8.00	10.0	8.0	0.133	60.15	1.7
3.80	3.00	5.0	3.0	0.2	15.0	6.7
4.00	5.00	8.0	5.0	0.4	12.5	8.0
4.20	19.00	25.0	19.0	1.333	14.254	7.0
4.40	24.00	44.0	24.0	0.533	45.028	2.2
4.60	38.00	46.0	38.0	0.867	43.829	2.3
4.80	38.00	51.0	38.0	0.467	81.37	1.2
5.00	38.00	45.0	38.0	0.933	40.729	2.5
5.20	46.00	60.0	46.0	1.133	40.6	2.5
5.40	15.00	32.0	15.0	0.2	75.0	1.3
5.60	57.00	60.0	57.0	0.867	65.744	1.5
5.80	32.00	45.0	32.0	0.933	34.298	2.9
6.00	7.00	21.0	7.0 0.6		11.667	8.6
6.20	34.00	43.0	34.0	1.267	26.835	3.7
6.40	46.00	65.0	46.0	1.0	46.0	2.2
6.60	43.00	58.0	43.0	0.8	53.75	1.9
6.80	62.00	74.0	62.0	1.467	42.263	2.4
7.00	68.00	90.0	68.0	0.933	72.883	1.4
7.20	72.00	86.0	72.0 2.2		32.727	3.1
7.40	62.00	95.0	62.0 2.2		28.182	3.5
7.60	57.00	90.0	57.0	1.333	42.761	2.3
7.80	70.00	90.0	70.0	1.6	43.75	2.3
8.00	41.00	65.0	41.0	0.867	47.29	2.1
8.20	31.00	44.0	31.0	0.933	33.226	3.0
8.40	76.00	90.0	76.0	1.733	43.855	2.3
8.60	53.00	79.0	53.0	1.333	39.76	2.5
8.80	63.00	83.0	63.0	0.667	94.453	1.1
9.00	61.00	71.0	61.0 1.2		50.833	2.0
9.20	58.00	76.0	58.0	1.267	45.777	2.2
9.40	56.00	75.0	56.0	1.667	33.593	3.0
9.60	48.00	73.0	48.0	0.667	71.964	1.4
9.80	60.00	70.0	60.0	1.267	47.356	2.1
10.00	53.00	72.0	53.0 2.4		22.083	4.5
10.20	41.00	77.0	41.0	0.867	47.29	2.1
10.40	41.00	54.0	41.0	1.067	38.425	2.6
10.60	36.00	52.0	36.0	0.867	41.522	2.4
10.80	36.00	49.0	36.0	1.133	31.774	3.1
11.00	39.00	56.0	39.0	0.867	44.983	2.2
11.20	78.00	91.0	78.0	1.6	48.75	2.1
11.40	57.00	81.0	57.0 1.6		35.625	2.8
11.60	47.00	71.0	47.0	1.067	44.049	2.3
11.80	57.00	73.0	57.0 1.4		40.714	2.5
12.00	71.00	92.0	71.0	1.0	71.0	1.4
12.20	33.00	48.0	33.0	0.667	49.475	2.0
12.40	15.00	25.0	15.0	0.4	37.5	2.7
12.60	4.00	10.0	4.0	0.133	30.075	3.3
12.80	5.00	7.0	5.0	0.267	18.727	5.3
13.00	12.00	16.0	12.0	0.533	22.514	4.4
13.20	10.00	18.0	10.0	0.4	25.0	4.0
13.40	11.00	17.0	11.0	0.533	20.638	4.8
13.60	10.00	18.0	10.0	0.333	30.03	3.3
13.80	5.00	10.0	5.0	0.4	12.5	8.0
14.00	6.00	12.0	6.0	1.0	6.0	16.7
14.20	15.00	30.0	15.0	0.867	17.301	5.8

14.40	14.00	27.0	14.0	0.667	20.99	4.8
14.60	11.00	21.0	11.0	0.8	13.75	7.3
14.80	12.00	24.0	12.0	0.267	44.944	2.2
15.00	14.00	18.0	14.0	1.067	13.121	7.6
15.20	16.00	32.0	16.0	1.067	14.995	6.7
15.40	15.00	31.0	15.0	0.8	18.75	5.3
15.60	14.00	26.0	14.0	0.533	26.266	3.8
15.80	8.00	16.0	8.0	0.4	20.0	5.0
16.00	7.00	13.0	7.0	0.4	17.5	5.7
16.20	6.00	12.0	6.0	0.333	18.018	5.6
16.40	5.00	10.0	5.0	0.267	18.727	5.3
16.60	4.00	8.0	4.0	0.267	14.981	6.7
16.80	4.00	8.0	4.0	0.333	12.012	8.3
17.00	5.00	10.0	5.0	1.067	4.686	21.3
17.20	16.00	32.0	16.0	1.067	14.995	6.7
17.40	18.00	34.0	18.0	0.733	24.557	4.1
17.60	25.00	36.0	25.0	0.867	28.835	3.5
17.80	24.00	37.0	24.0	0.8	30.0	3.3
18.00	24.00	36.0	24.0	1.067	22.493	4.4
18.20	25.00	41.0	25.0	0.933	26.795	3.7
18.40	34.00	48.0	34.0	1.0	34.0	2.9
18.60	32.00	47.0	32.0	1.533	20.874	4.8
18.80	51.00	74.0	51.0	1.2	42.5	2.4
19.00	50.00	68.0	50.0	0.8	62.5	1.6
19.20	64.00	76.0	64.0	0.8	80.0	1.3
19.40	62.00	74.0	62.0	1.133	54.722	1.8
19.60	72.00	89.0	72.0	1.2	60.0	1.7
19.80	84.00	102.0	84.0	1.133	74.139	1.3
20.00	74.00	91.0	74.0	0.0		0.0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
0.80	45.75	1.25	1.9	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
2.60	4.222	0.296	1.8	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
3.20	12.667	0.222		1.8 Incoerente	Sabbie Sciolte
4.20	7.6	0.44	1.8	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
5.40	33.167	0.689	2.0	Incoerente	Sabbie
12.40	50.314	1.192	2.0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
15.60	10.875	0.604	1.8	Coesivo	Argilla inorganica compatta
17.20	6.875	0.517	1.7	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
18.40	25.0	0.9	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
20.00	61.125	0.975	1.9	Incoerente	Sabbie

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT001

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.-Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi	
Strato 1	0.80	45.75	1.25	2.62	2.42	3.04	2.69	2.40	2.29
Strato 2	2.60	4.222	0.296	0.22	0.31	0.26	0.23	0.21	0.21
Strato 4	4.20	7.6	0.44	0.41	0.53	0.46	0.41	0.36	0.38
Strato 6	12.40	50.314	1.192	2.83	2.49	3.24	2.86	2.56	2.52
Strato 7	15.60	10.875	0.604	0.54	0.60	0.55	0.48	0.43	0.54

Strato 8	17.20	6.875	0.517	0.30	0.29	0.25	0.22	0.20	0.34
Strato 9	18.40	25.0	0.9	1.33	1.37	1.44	1.27	1.14	1.25

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buismann	Buismann Sanglerat
Strato 1	0.80	45.75	1.25	114.38	91.50	137.25	68.63
Strato 2	2.60	4.222	0.296	33.78	23.89	63.33	12.67
Strato 4	4.20	7.6	0.44	38.00	37.21	45.60	22.80
Strato 6	12.40	50.314	1.192	125.78	100.63	150.94	75.47
Strato 7	15.60	10.875	0.604	54.38	45.21	65.25	32.63
Strato 8	17.20	6.875	0.517	55.00	34.78	103.13	20.63
Strato 9	18.40	25.0	0.9	62.50	50.00	75.00	75.00

Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)
Strato 1	0.80	45.75	1.25	1712.77	68.70
Strato 2	2.60	4.222	0.296	147.30	6.30
Strato 4	4.20	7.6	0.44	267.97	11.40
Strato 6	12.40	50.314	1.192	1850.62	75.60
Strato 7	15.60	10.875	0.604	353.74	16.20
Strato 8	17.20	6.875	0.517	196.84	10.20
Strato 9	18.40	25.0	0.9	872.17	37.50

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	0.80	45.75	1.25	Imai & Tomauchi	289.51
Strato 2	2.60	4.222	0.296	Imai & Tomauchi	67.51
Strato 4	4.20	7.6	0.44	Imai & Tomauchi	96.68
Strato 6	12.40	50.314	1.192	Imai & Tomauchi	306.82
Strato 7	15.60	10.875	0.604	Imai & Tomauchi	120.34
Strato 8	17.20	6.875	0.517	Imai & Tomauchi	90.94
Strato 9	18.40	25.0	0.9	Imai & Tomauchi	200.12

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History
Strato 1	0.80	45.75	1.25	>9
Strato 2	2.60	4.222	0.296	<0.5
Strato 4	4.20	7.6	0.44	<0.5
Strato 6	12.40	50.314	1.192	1.21
Strato 7	15.60	10.875	0.604	<0.5
Strato 8	17.20	6.875	0.517	<0.5
Strato 9	18.40	25.0	0.9	<0.5

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	0.80	45.75	1.25	Meyerhof	2.11
Strato 2	2.60	4.222	0.296	Meyerhof	1.70
Strato 4	4.20	7.6	0.44	Meyerhof	1.80
Strato 6	12.40	50.314	1.192	Meyerhof	2.12
Strato 7	15.60	10.875	0.604	Meyerhof	1.85
Strato 8	17.20	6.875	0.517	Meyerhof	1.75
Strato 9	18.40	25.0	0.9	Meyerhof	2.00

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	0.80	45.75	1.25	Meyerhof	2.19

Strato 2	2.60	4.222	0.296	Meyerhof	1.78
Strato 4	4.20	7.6	0.44	Meyerhof	1.88
Strato 6	12.40	50.314	1.192	Meyerhof	2.20
Strato 7	15.60	10.875	0.604	Meyerhof	1.93
Strato 8	17.20	6.875	0.517	Meyerhof	1.83
Strato 9	18.40	25.0	0.9	Meyerhof	2.08

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	Schmertman n	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowsk i 1985
Strato 1	0.80	45.75	1.25	80.29	100	100	81.24	100
Strato 3	3.20	12.667	0.222	20.55	20.46	23.66	20.99	26.25
Strato 5	5.40	33.167	0.689	42.92	46.24	48.29	43.55	39.18
Strato 6	12.40	50.314	1.192	46.89	46.6	49.28	47.56	32.31
Strato 9	18.40	25.0	0.9	< 5	5.08	11.02	19.03	5
Strato 10	20.00	61.125	0.975	42.97	35.84	39.98	43.61	16.11

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Durgunou glu-Mitch ell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmert mann	Robertso n & Campane lla 1983	Herminie r	Meyerhof 1951
Strato 1	0.80	45.75	1.25	44.35	41.55	39.15	36.37	42	45	42.62	37.54
Strato 3	3.20	12.667	0.222	30.82	27.06	23.93	22.47	30.86	34.21	23.2	22.69
Strato 5	5.40	33.167	0.689	33.87	30.1	27.12	25.38	34.47	37.88	25.16	31.89
Strato 6	12.40	50.314	1.192	33.37	29.42	26.41	24.73	34.52	37.09	24.71	39.59
Strato 9	18.40	25.0	0.9	27.35	23.01	19.68	18.58	28.71	28.64	22.05	28.22
Strato 10	20.00	61.125	0.975	31.32	27.08	23.96	22.49	33.02	34.24	23.39	44.45

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 1	0.80	45.75	1.25	114.38	91.50	183.00
Strato 3	3.20	12.667	0.222	31.67	25.33	171.57
Strato 5	5.40	33.167	0.689	82.92	66.33	346.63
Strato 6	12.40	50.314	1.192	125.78	100.63	523.67
Strato 9	18.40	25.0	0.9	62.50	50.00	384.76
Strato 10	20.00	61.125	0.975	152.81	122.25	715.11

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Robertson & Campanella da Schmertman n	Lunne-Christ offersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-Ma yne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 1	0.80	45.75	1.25	81.26	179.46	368.56	91.50	68.62
Strato 3	3.20	12.667	0.222	21.11	49.69	88.92	25.33	63.33
Strato 5	5.40	33.167	0.689	44.01	130.10	253.17	66.33	99.50
Strato 6	12.40	50.314	1.192	49.60	197.36	386.45	85.53	75.47
Strato 9	18.40	25.0	0.9	25.14	98.07	162.46	50.00	125.00
Strato 10	20.00	61.125	0.975	52.07	239.77	458.18	103.91	91.69

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	0.80	45.75	1.25	Imai & Tomauchi	289.51
Strato 3	3.20	12.667	0.222	Imai & Tomauchi	132.10
Strato 5	5.40	33.167	0.689	Imai & Tomauchi	237.85
Strato 6	12.40	50.314	1.192	Imai & Tomauchi	306.82
Strato 9	18.40	25.0	0.9	Imai & Tomauchi	200.12
Strato 10	20.00	61.125	0.975	Imai & Tomauchi	345.57

Grado di sovraconsolidazione

Prof. Strato	qc	fs	Stress-History	Piacentini	Larsson 1991	Ladd e Foot
--------------	----	----	----------------	------------	--------------	-------------

	(m)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)		Righi 1978	S.G.I.	1977
Strato 1	0.80	45.75	1.25	>9	>9	<0.5	>9
Strato 3	3.20	12.667	0.222	0.76	6.26	<0.5	6.17
Strato 5	5.40	33.167	0.689	1.39	>9	2.12	>9
Strato 6	12.40	50.314	1.192	1.21	>9	3	8.16
Strato 9	18.40	25.0	0.9	<0.5	4.34	<0.5	1.36
Strato 10	20.00	61.125	0.975	0.76	5.72	<0.5	3.97

Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Ko
Strato 1	0.80	45.75	1.25	Kulhawy & Mayne (1990)	0.00
Strato 3	3.20	12.667	0.222	Kulhawy & Mayne (1990)	0.29
Strato 5	5.40	33.167	0.689	Kulhawy & Mayne (1990)	0.43
Strato 6	12.40	50.314	1.192	Kulhawy & Mayne (1990)	0.40
Strato 9	18.40	25.0	0.9	Kulhawy & Mayne (1990)	0.00
Strato 10	20.00	61.125	0.975	Kulhawy & Mayne (1990)	0.29

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	C	Crm
Strato 1	0.80	45.75	1.25	0.10798	0.01404
Strato 3	3.20	12.667	0.222	0.172	0.02236
Strato 5	5.40	33.167	0.689	0.11802	0.01534
Strato 6	12.40	50.314	1.192	0.10553	0.01372
Strato 9	18.40	25.0	0.9	0.1202	0.01563
Strato 10	20.00	61.125	0.975	0.10121	0.01316

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	0.80	45.75	1.25	Meyerhof	1.80
Strato 3	3.20	12.667	0.222	Meyerhof	1.80
Strato 5	5.40	33.167	0.689	Meyerhof	1.80
Strato 6	12.40	50.314	1.192	Meyerhof	1.80
Strato 9	18.40	25.0	0.9	Meyerhof	1.80
Strato 10	20.00	61.125	0.975	Meyerhof	1.90

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	0.80	45.75	1.25	Meyerhof	2.10
Strato 3	3.20	12.667	0.222	Meyerhof	2.10
Strato 5	5.40	33.167	0.689	Meyerhof	2.10
Strato 6	12.40	50.314	1.192	Meyerhof	2.10
Strato 9	18.40	25.0	0.9	Meyerhof	2.10
Strato 10	20.00	61.125	0.975	Meyerhof	2.20

Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0.15

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	0.80	45.75	1.25	Robertson & Wride 1997	13.428
Strato 3	3.20	12.667	0.222	Robertson & Wride 1997	0.777
Strato 5	5.40	33.167	0.689	Robertson & Wride 1997	3.493
Strato 6	12.40	50.314	1.192	Robertson & Wride 1997	5.181
Strato 9	18.40	25.0	0.9	Robertson & Wride	0.746

Strato 10	20.00	61.125	0.975	Robertson & Wride 1997	1.805
-----------	-------	--------	-------	---------------------------	-------

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	0.80	45.75	1.25	Piacentini-Righi 1988	1.757977E-05
Strato 2	2.60	4.222	0.296	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 3	3.20	12.667	0.222	Piacentini-Righi 1988	1.241053E-03
Strato 4	4.20	7.6	0.44	Piacentini-Righi 1988	7.57882E-11
Strato 5	5.40	33.167	0.689	Piacentini-Righi 1988	3.189905E-04
Strato 6	12.40	50.314	1.192	Piacentini-Righi 1988	8.436913E-05
Strato 7	15.60	10.875	0.604	Piacentini-Righi 1988	1.359299E-10
Strato 8	17.20	6.875	0.517	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 9	18.40	25.0	0.9	Piacentini-Righi 1988	5.080495E-07
Strato 10	20.00	61.125	0.975	Piacentini-Righi 1988	2.079549E-03

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)
Strato 1	0.80	45.75	1.25	Piacentini-Righi 1988	2.412823
Strato 2	2.60	4.222	0.296	Piacentini-Righi 1988	1.2666E-07
Strato 3	3.20	12.667	0.222	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 4	4.20	7.6	0.44	Piacentini-Righi 1988	1.727971E-06
Strato 5	5.40	33.167	0.689	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 6	12.40	50.314	1.192	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 7	15.60	10.875	0.604	Piacentini-Righi 1988	4.434713E-06
Strato 8	17.20	6.875	0.517	Piacentini-Righi 1988	2.0625E-07
Strato 9	18.40	25.0	0.9	Piacentini-Righi 1988	3.810371E-02
Strato 10	20.00	61.125	0.975	Piacentini-Righi 1988	0

Indice

1.PROVA ...CPT12	8
1.1.Coesione non drenata (Kg/cm ²)	9
1.2.Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	9
1.3.Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm ²)	9
1.4.Modulo di deformazione a taglio	9
1.5.Grado di sovraconsolidazione	9
1.6.Peso unità di volume	10
1.7.Peso unità di volume saturo	10
2.PROVA ...CPT11	10
2.1.Coesione non drenata (Kg/cm ²)	11
2.2.Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	11
2.3.Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm ²)	11
2.4.Modulo di deformazione a taglio	11
2.5.Grado di sovraconsolidazione	11
2.6.Peso unità di volume	12
2.7.Peso unità di volume saturo	12
2.8.Densità relativa (%)	12
2.9.Angolo di resistenza al taglio (°)	12
2.10.Modulo di Young (Kg/cm ²)	12
2.11.Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	12
2.12.Modulo di deformazione a taglio	12
2.13.Grado di sovraconsolidazione	12
2.14.Modulo di reazione Ko	12
2.15.Fattori di compressibilità C Crm	12
2.16.Peso unità di volume	13
2.17.Peso unità di volume saturo	13
2.18.Liquefazione -	13
2.19.Permabilità	13
2.20.Coefficiente di consolidazione	13
3.PROVA ...CPT008	13
3.1.Coesione non drenata (Kg/cm ²)	14
3.2.Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	14
3.3.Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm ²)	15
3.4.Modulo di deformazione a taglio	15
3.5.Grado di sovraconsolidazione	15
3.6.Peso unità di volume	15
3.7.Peso unità di volume saturo	15
4.PROVA ...CPT009	15
4.1.Coesione non drenata (Kg/cm ²)	16
4.2.Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	16
4.3.Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm ²)	17
4.4.Modulo di deformazione a taglio	17
4.5.Grado di sovraconsolidazione	17
4.6.Peso unità di volume	17
4.7.Peso unità di volume saturo	17
5.PROVA ...CPT10	17
5.1.Coesione non drenata (Kg/cm ²)	18
5.2.Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	19
5.3.Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm ²)	19
5.4.Modulo di deformazione a taglio	19
5.5.Grado di sovraconsolidazione	19
5.6.Peso unità di volume	19
5.7.Peso unità di volume saturo	19
6.PROVA ...CPT006	19
6.1.Coesione non drenata (Kg/cm ²)	21
6.2.Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	21
6.3.Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm ²)	21
6.4.Modulo di deformazione a taglio	21
6.5.Grado di sovraconsolidazione	21
6.6.Peso unità di volume	21
6.7.Peso unità di volume saturo	21
7.PROVA ...CPT007	21
7.1.Coesione non drenata (Kg/cm ²)	22
7.2.Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	23
7.3.Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm ²)	23
7.4.Modulo di deformazione a taglio	23

7.5.Grado di sovraconsolidazione	23
7.6.Peso unità di volume	23
7.7.Peso unità di volume saturo	23
8.PROVA ...CPT004	23
8.1.Coesione non drenata (Kg/cm ²)	24
8.2.Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	24
8.3.Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm ²)	25
8.4.Modulo di deformazione a taglio	25
8.5.Grado di sovraconsolidazione	25
8.6.Peso unità di volume	25
8.7.Peso unità di volume saturo	25
8.8.Densità relativa (%)	25
8.9.Angolo di resistenza al taglio (°)	25
8.10.Modulo di Young (Kg/cm ²)	25
8.11.Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	25
8.12.Modulo di deformazione a taglio	25
8.13.Grado di sovraconsolidazione	26
8.14.Modulo di reazione Ko	26
8.15.Fattori di compressibilità C Crm	26
8.16.Peso unità di volume	26
8.17.Peso unità di volume saturo	26
8.18.Liquefazione -	26
8.19.Permeabilità	26
8.20.Coefficiente di consolidazione	26
9.PROVA ...CPT005	26
9.1.Coesione non drenata (Kg/cm ²)	27
9.2.Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	28
9.3.Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm ²)	28
9.4.Modulo di deformazione a taglio	28
9.5.Grado di sovraconsolidazione	28
9.6.Peso unità di volume	28
9.7.Peso unità di volume saturo	28
10.PROVA ...CPT002	28
10.1.Coesione non drenata (Kg/cm ²)	30
10.2.Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	30
10.3.Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm ²)	30
10.4.Modulo di deformazione a taglio	31
10.5.Grado di sovraconsolidazione	31
10.6.Peso unità di volume	31
10.7.Peso unità di volume saturo	31
10.8.Densità relativa (%)	32
10.9.Angolo di resistenza al taglio (°)	32
10.10.Modulo di Young (Kg/cm ²)	32
10.11.Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	32
10.12.Modulo di deformazione a taglio	32
10.13.Grado di sovraconsolidazione	32
10.14.Modulo di reazione Ko	33
10.15.Fattori di compressibilità C Crm	33
10.16.Peso unità di volume	33
10.17.Peso unità di volume saturo	33
10.18.Liquefazione -	33
10.19.Permeabilità	34
10.20.Coefficiente di consolidazione	34
11.PROVA ...CPT003	34
11.1.Coesione non drenata (Kg/cm ²)	36
11.2.Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	36
11.3.Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm ²)	37
11.4.Modulo di deformazione a taglio	37
11.5.Grado di sovraconsolidazione	37
11.6.Peso unità di volume	37
11.7.Peso unità di volume saturo	37
11.8.Densità relativa (%)	38
11.9.Angolo di resistenza al taglio (°)	38
11.10.Modulo di Young (Kg/cm ²)	38
11.11.Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	38
11.12.Modulo di deformazione a taglio	38
11.13.Grado di sovraconsolidazione	38
11.14.Modulo di reazione Ko	39

11.15.Fattori di compressibilità C Crm	39
11.16.Peso unità di volume	39
11.17.Peso unità di volume saturo	39
11.18.Liquefazione -	39
11.19.Permeabilità	40
11.20.Coefficiente di consolidazione	40
12.PROVA ...CPT001	40
12.1.Coesione non drenata (Kg/cm ²)	42
12.2.Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	43
12.3.Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm ²)	43
12.4.Modulo di deformazione a taglio	43
12.5.Grado di sovraconsolidazione	43
12.6.Peso unità di volume	43
12.7.Peso unità di volume saturo	43
12.8.Densità relativa (%)	44
12.9.Angolo di resistenza al taglio (°)	44
12.10.Modulo di Young (Kg/cm ²)	44
12.11.Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	44
12.12.Modulo di deformazione a taglio	44
12.13.Grado di sovraconsolidazione	44
12.14.Modulo di reazione Ko	45
12.15.Fattori di compressibilità C Crm	45
12.16.Peso unità di volume	45
12.17.Peso unità di volume saturo	45
12.18.Liquefazione -	45
12.19.Permeabilità	46
12.20.Coefficiente di consolidazione	46
Indice	47