



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 termoligrometriche – termografia

RIFERIMENTO: REALIZZAZIONE NUOVO ALLEVAMENTO
AVICOLO

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

RELAZIONE GEOLOGICO GEOTECNICA E SISMICA

Attuazione del D.M. 11 marzo 1988

L.R. 09/05/1988 n. 27

Legge 2 febbraio 1974, n. 64

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

Comune di Massa Fiscaglia (FE)
Provincia di Ferrara

Località

Via Canale Fornaro

Foglio di mappa n. 37 mapp. N. 6, 13, 38, 40

Data: 11 febbraio 2022

Rif. Ns.: rel. geo 2148/22

COMMITTENTE:

SOC AGR SAN FRANCESCO SS

via Leonardo da Vinci 50

35018 San Martino di Lupari (PD)

TECNICO:

dott. PAOLO CHIARION

geologo e tecnico ambientale

Viale Combattenti Alleati d'Europa, 9/S

45100 ROVIGO



Tecnologica Group srl

Via Combattenti Alleati d'Europa, 9/S

45100 ROVIGO

t./f. 0425.475453

www.tecnologicagroup.com

info@tecnologicagroup.com

INDICE

1. PREMESSE

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

2. ASSETTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO LOCALE

3. MODELLO GEOTECNICO

- 3.1. Indagini geognostiche
- 3.2. Caratterizzazione stratigrafica dei terreni – parametri geotecnici
- 3.3. Carico ammissibile sul substrato di fondazione
- 3.4. Cedimenti

4. SISMICITA' LOCALE E DATI PER LA PROGETTAZIONE SISMICA

- 4.1. Dati per la progettazione sismica
- 4.2. Indagine sismica HVSR

5. STIMA DELLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

6. COMPATIBILITA' GEOLOGICA

7. CONCLUSIONI E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

8. VERIFICA COMPATIBILITA' AMBIENTALE PER SCARICO ACQUE NERE MEDIANTE SUBIRRIGAZIONE

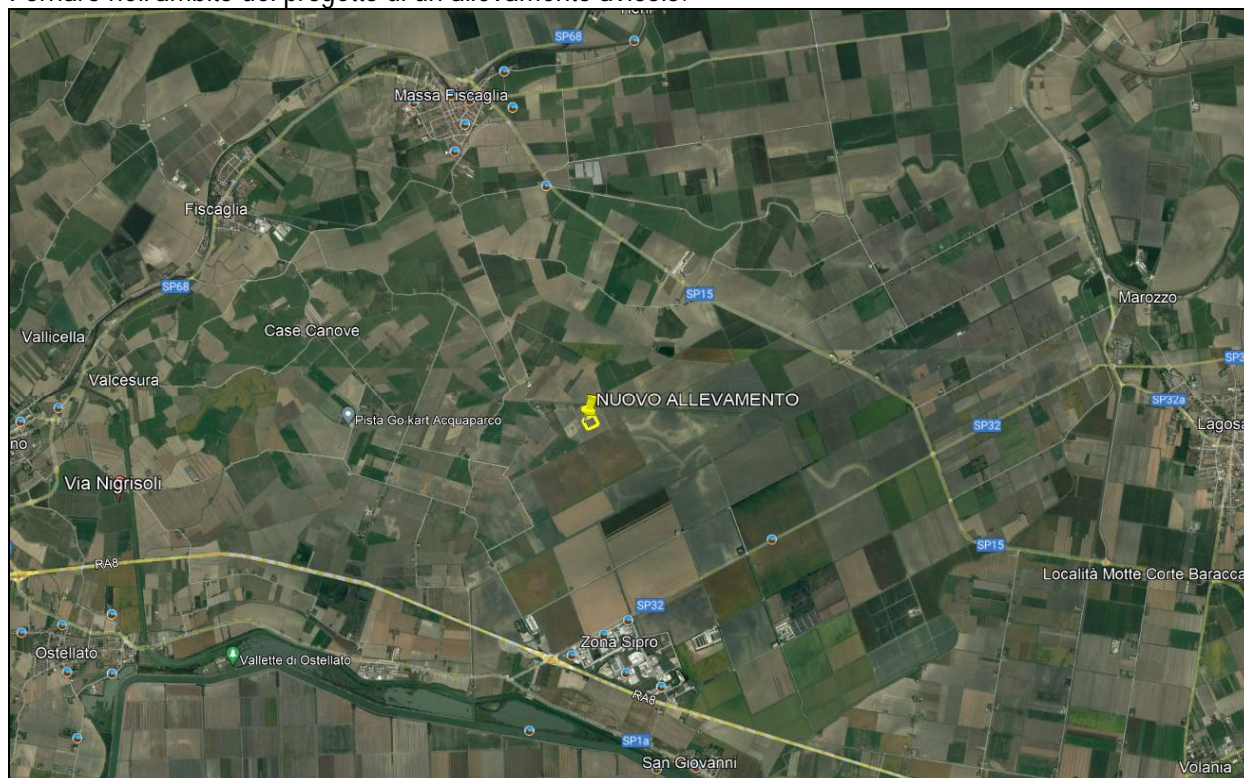
9. ALLEGATI

- 9.1. Planimetria generale con ubicazione prove penetrometriche
- 9.2. Prove penetrometriche CPT

1. PREMESSA

1.1. Generalità

Si redige la relazione geologico-tecnica del terreno sito nel Comune di Fiscaglia (FE) Via Canale Fornaro nell'ambito del progetto di un allevamento avicolo.



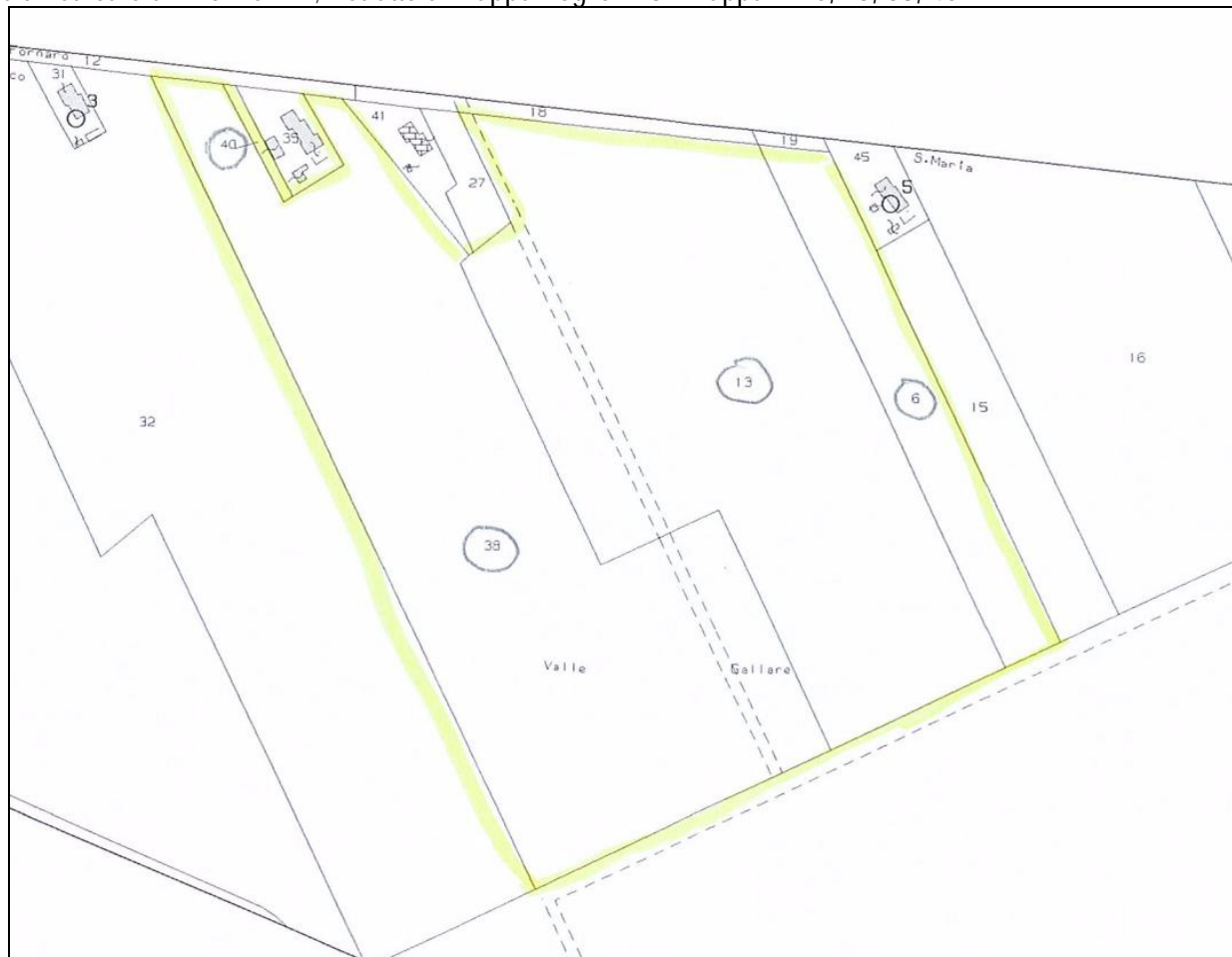
L'indagine sul terreno è stata condotta mediante l'uso di un penetrometro statico/dinamico "Pagani" modello TG63-200 e di un sismografo digitale della ditta MAE srl modello A6000SE.

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

L'area di intervento si trova nel Comune di Fiscaglia (FE) Via Canale Fornaro. La quota media altimetrica è di -2.0m slmm; Estratto di mappa Foglio n. 37 mappali n. 6, 13, 38, 40.



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."

- Allegato n. 5 della Delibera del Comitato Interministeriale del 04.02.1977- "Criteri, metodologie e norme tecniche generali di cui all'art. 2 lettera b), d) ed e), della L. 10 maggio 1976, n. 319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento";

- 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;
- Determinazione n. 1105 del 03/02/2014 Regione Emilia Romagna
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni".

2. ASSETTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Geologia regionale

Centinaia di milioni di anni fa, in corrispondenza dell'attuale Pianura Padana, si estendeva il un vasto bacino oceanico denominato Tetide, in cui trovavano sviluppo profonde fosse, la cui origine era riconducibile ai meccanismi tettonici della subduzione tra la placca Africana e quella Euroasiatica. Nel complesso meccanismo della deriva delle placche litosferiche accadde che la placca africana e quella europea si avvicinarono fino a collidere. In questa collisione il bacino della Tetide, con tutti i sedimenti che aveva accumulato sui suoi fondali, fu corrugato, inarcato e trascinato nella morsa delle due placche in collisione. Ebbero così origine le catene montuose delle regioni europee.

Le Alpi e gli Appennini furono, in tempi diversi, gli effetti più evidenti dello scontro tra le due placche Africana ed Europea.

L'innalzamento di questi enormi ammassi di roccia ha provocato la loro erosione, e la produzione di grandi quantità di sedimenti sciolti che si sono accumulati nella fossa che costituiva il triangolo della Pianura Padana.

Il progressivo sprofondamento dell'area padana, dovuto all'orogenesi appenninica, che spinge le grandi falde appenniniche verso nord-est, e crea una avanfossa sul fronte di avanzamento, ha consentito la deposizione di spessori di sedimenti derivati dall'erosione, per diverse migliaia di metri.

Su questi sedimenti che caratterizzano la Pianura Padana, l'uomo ha trovato un vasto e pianeggiante territorio, fertile, attraversato da numerosi corsi d'acqua, su cui insediarsi con le proprie attività.

Geologia strutturale

L'evoluzione strutturale dell'ampio bacino subsidente padano è connessa con la dinamica degli eventi che, in sequenze spazio-temporali diverse, hanno interessato sia il Sudalpino che l'Appennino, ed hanno prodotto una tettonica compressiva con accorciamento crostale per convergenza e collisione.

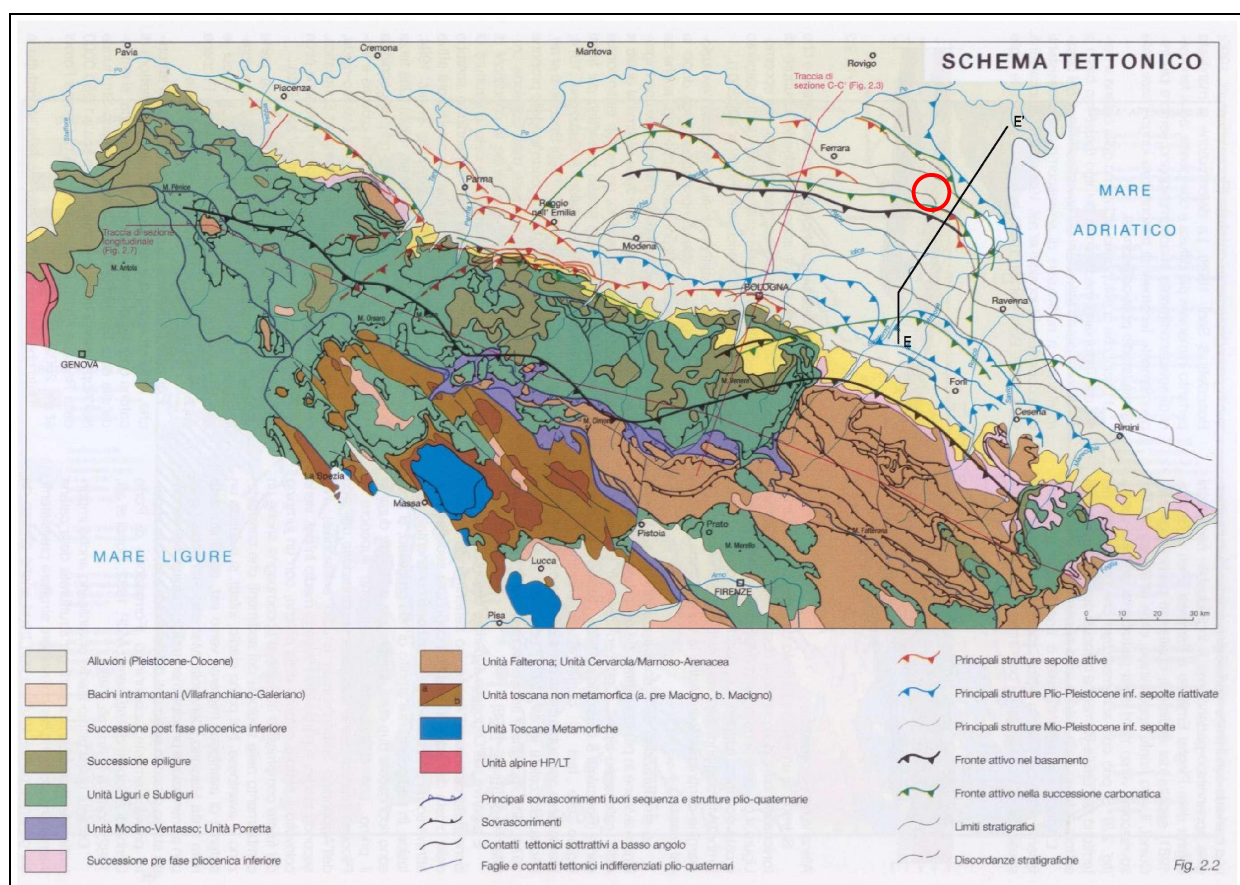
Si è avuta così la formazione di gruppi di pieghe e di un fitto sistema di faglie con direzione NNW-SSE; WNW-ESE e N-S, e la suddivisione dell'area padana in settori dislocati da paleofaglie che hanno determinato situazioni di bacino e di alto locale, caratterizzati da una diversa evoluzione.

L'area padana orientale ad est di Modena-Nogara è caratterizzata dalle seguenti zone geologicamente distinte, in successione da nord a sud:

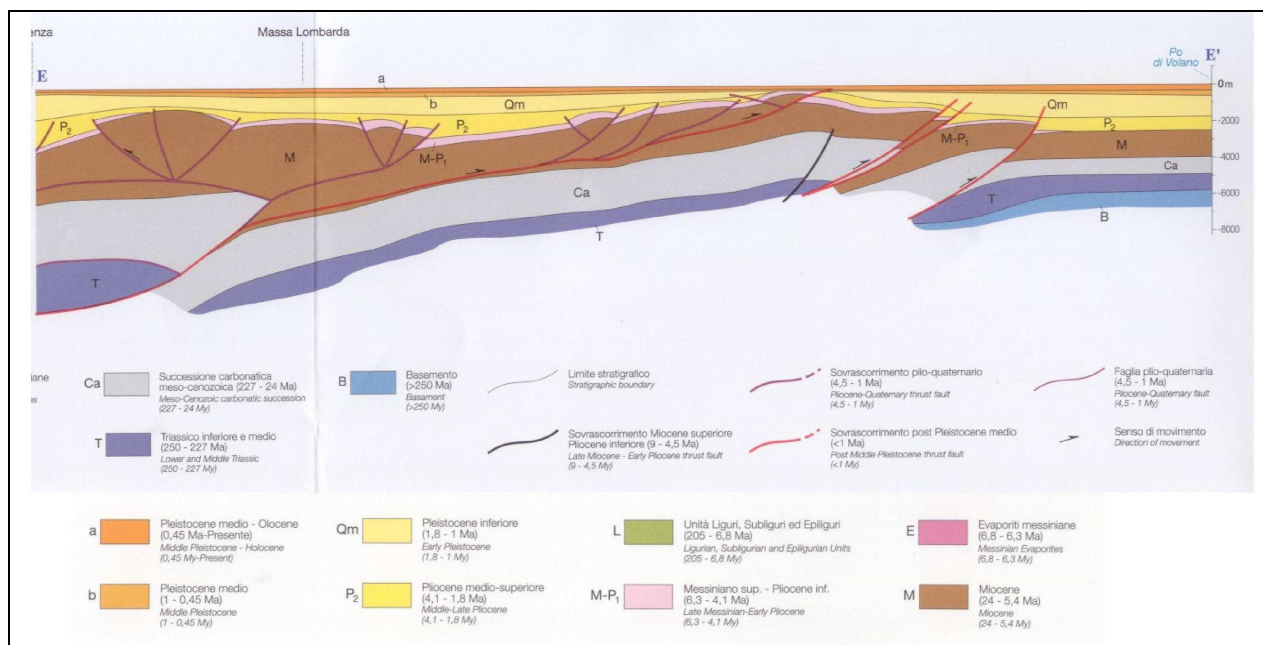
- il fronte delle pieghe sudalpine;
- la isoclinale padano-veneta, a stile rigido;
- la dorsale Cavone-Ferrara, che rappresenta il margine esterno della Padana meridionale, ripiegato e sovrascorso su se stesso;
- il fronte delle pieghe appenniniche, dove i termini mesozoici non paiono coinvolti nel nucleo delle pieghe prospicienti la Padana.

All'arco ferrarese si affianca, nella parte a mare, l'arco delle pieghe adriatiche che si accavallano invece sulla monoclinale adriatica. Nella parte interna, e cioè meridionale, delle pieghe ferraresi e adriatiche si addossa a sua volta l'arco delle pieghe romagnole.

Tutte le strutture sopraindicate sono delimitate esternamente da fasce di faglie inverse, testimoni di diversi fronti compressivi in avanzamento; internamente, cioè nelle fasce retrostanti ai fronti compressivi, si rilevano sistemi di faglie dirette ad indicare un carattere distensivo.



"Schema Tettonico", tratto da "Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna" a cura di Luca Martelli e Mario Boccaletti (2004)



Carta strutturale della Pianura Padana con le Pieghe Ferraresi

Le fasi tettoniche si sono succedute dal Burdigaliano al Pleistocene ed hanno portato a successive riprese dei piegamenti ed alla formazione di lineamenti paleogeografici variabili in successione spazio-temporale e quindi all'instaurarsi in sequenza alterna di ambienti deposizionali marini, costieri, deltizi e lagunari in relazione a locali processi di sollevamento e di subsidenza.

Durante il Pliocene medio inizia un periodo di forte subsidenza che continua sino a tutto il Quaternario basale. Nel Quaternario recente la sedimentazione prevale sulla subsidenza, ed in connessione con le regressioni marine provocate dalle glaciazioni, depositi continentali si sovrappongono ai sedimenti marini. Segue poi una nuova fase trasgressiva con arretramento della linea di costa di oltre

venti chilometri rispetto alla posizione attuale. Infine durante l'ultima regressione marina postflandriana, sviluppatasi in più fasi, si ebbe un progressivo spostamento verso oriente della linea di costa sino a raggiungere l'odierno assetto geomorfologico.

A causa della pluralità degli ambienti deposizionali in successione spazio-temporale, il complesso plioquaternario nel territorio del Basso Ferrarese è costituito da una alternanza di livelli sabbiosi, limosi ed argillosi o da miscele binarie o ternarie di tali litotipi.

L'assetto strutturale dei sedimenti plioquaternari è caratterizzato da blande anticlinali e sinclinali, più accentuate nella parte basale della serie, ove sono presenti anche strutture a trappola sedimentaria o tettonica, e sempre più deboli man mano che ci si avvicina alla superficie attuale.

L'andamento anticlinalico e sinclinalico fa variare lo spessore dei sedimenti plioquaternari; per esempio tra il Mezzano e Casal Borsetti il tetto del prepliocene è a 2800 metri, tra Longastrino ed il Mezzano meridionale c'è un alto strutturale ed il tetto è a 800 metri circa, tra Comacchio e Portograribaldi una forte subsidenza di origine tettonica ha permesso la deposizione di uno spessore variabile fra i 3200 ed i 4800 metri circa di sedimenti (D. Vincenzi, E. Valpreda, G. Lenzi et Alii, 1989).

Da diversi anni si calcola che il valore di subsidenza naturale attribuibile a cause geologiche (compattazione dei sedimenti quaternari, eustatismo ed il basculamento della parte nord-orientale della pianura Padana) raggiunge gli 0,2-0,3 cm/anno. Il movimento di basculamento della Pianura Padana vede la parte occidentale alzarsi lentamente, mentre quella orientale si sta abbassando; questo movimento avviene secondo l'asse Brescia-Genova, orientato NE-SW.

Geologia di dettaglio

Il territorio della provincia di Ferrara non presenta grandi peculiarità dal punto di vista geologico.

In superficie la zona è stata in gran parte interessata dall'attività deposizionale del Po, che ha colmato con i suoi materiali prevalentemente fini anche le possibili disuguaglianze stratigrafiche e strutturali.

Il problema specifico riguardante la classificazione dei litotipi affioranti nella pianura ferrarese deve essere necessariamente ricondotto ad una classificazione granulometrica dei terreni, i terreni affioranti sono infatti depositi clastici di origine alluvio-fluviale, cronologicamente databili al Quaternario continentale, mancando elementi paleontologici di distinzione.

Si procede ora alla descrizione dei depositi che caratterizzano l'area allo studio desunti dalla Carta Geologica di Pianura dell'Emilia Romagna, scala 1:250.000.

In generale si può affermare che la distribuzione dei vari tipi litologici non è omogenea ma legata al reticolo idrografico dei rami del Po che anticamente divagavano nella zona in esame. Così i terreni sabbiosi sono localizzati principalmente in corrispondenza di antichi alvei fluviali o di loro coni di esondazione, i materiali più fini si sono invece depositati principalmente nelle piane alluvionali in seguito a straripamento dei fiumi o rotta degli argini naturali.

Partendo da ovest si può notare come l'area sia interamente caratterizzata da depositi di piana deltizia, sono depositi di canale distributore e di argine, si tratta in prevalenza di sabbie da medie a fini in strati di spessore decimetrico passanti lateralmente ed intercalate a sabbie fini e finissime limose, localmente si tratta di sabbie grossolane in corpi lenticolari e nastriformi. Questi depositi mettono ben in evidenza i tracciati dei paleoalvei, si possono infatti osservare i tracciati del Po di Primaro, del Po di Volano e del Padoa-Padovetere.

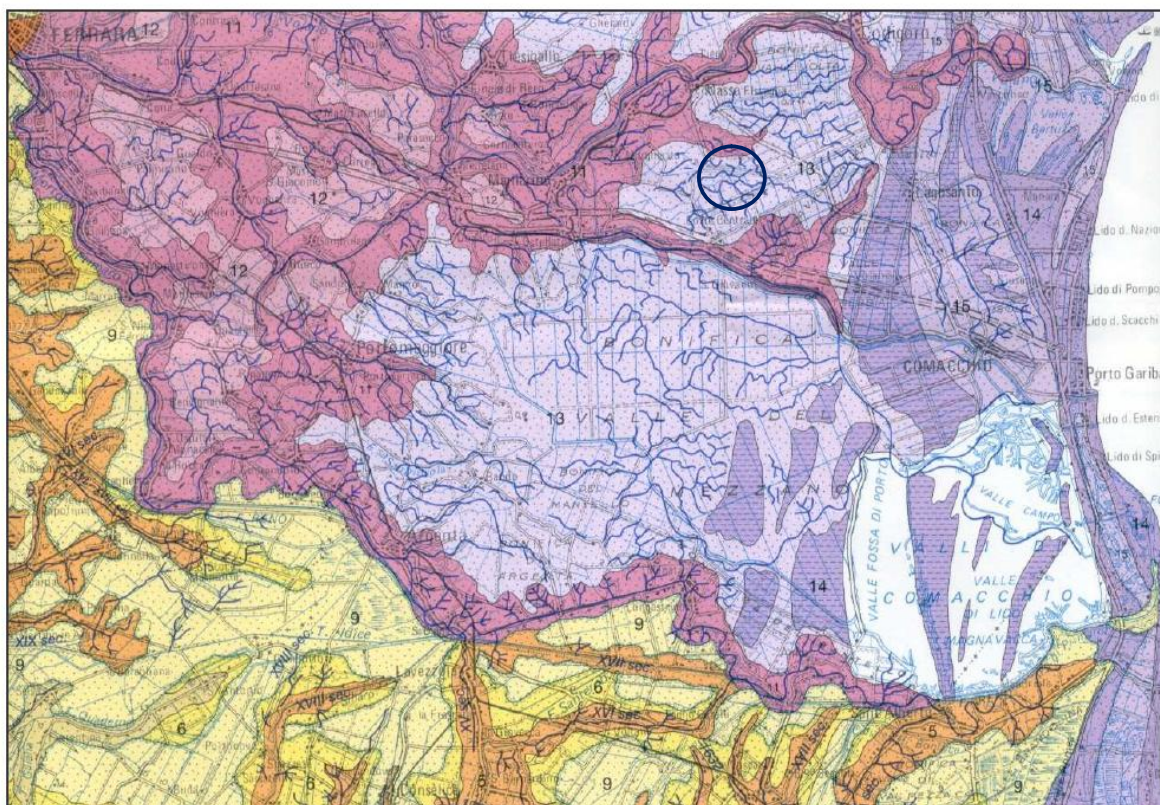
Tali depositi sono occasionalmente interrotti da lenti di varia estensione areale, si tratta sempre di depositi di piana deltizia, ma sono tipici di ambienti di palude, sono costituiti da limi e limi argillosi intercalati in strati decimetrici, localmente caratterizzati da livelli organici parzialmente decomposti.

Procedendo da ovest verso est si può notare come i depositi sopra citati si riducano considerevolmente, limitandosi alle aree coincidenti con le tracce dei paleoalvei, mentre si diffondono i depositi di baia interdistributrice, caratterizzati da argille limose, limi e sabbie finissime in strati decimetrici intercalati a livelli torbosi e/o a sostanza organica parzialmente decomposta, localmente presentano gusci di molluschi, sabbie fini e finissime limose in sottili corpi nastriformi. Questi depositi sono tipici di aree bonificate come la Bonifica Valle Volta, la Bonifica Valle Gallare, e la Bonifica di Valle del Mezzano.

I depositi di piana deltizia descritti fin ora si estendono fino al limite orientale dell'area indagata dove vengono interrotti dai depositi di piana di sabbia e fronte deltizia, si tratta di depositi di cordone litorale e dune eoliche, testimonianza della esistenza di antiche linee di costa, caratterizzati da sabbie medie e fini con intercalati livelli decimetrici di gusci di molluschi, subordinatamente livelli di limi sabbiosi e di sostanza organica parzialmente decomposta. Rinvenibili nell'estremità orientale della bonifica valle del Mezzano.

L'unità pedostratigrafica associata ai depositi di piana deltizia è caratterizzata da depositi ai primi stadi di alterazione, con fronte di alterazione minore di un metro (Olocene: tardo antico, VI secolo d.C.); mentre l'unità pedostratigrafica associata ai depositi di piana di sabbia e fronte deltizia è caratterizzata da depositi a basso grado di alterazione, con fronte di alterazione maggiore di un metro (Olocene: Mesolitico).

Si riporta in figura uno stralcio della Carta geologica di Pianura dell'Emilia Romagna dove si possono osservare le distribuzioni areali dei depositi sopradescritti.



DEPOSITI DELTIZI E LITORALI DELTAIC AND LITTORAL DEPOSITS**PIANA DELTIZIA DELTA PLAIN****11**

Sabbie da medie a fini in strati di spessore decimetrico passanti lateralmente ed intercalate a sabbie fini e finissime limose, localmente sabbie grossolane in corpi lenticolari e nastriformi. Depositi di canale distributore e di argine.

Medium to fine sand in beds tens of centimeters thick, changing laterally and intercalated to fine and very fine silty sand, locally coarse sand in lenticular and ribbon shaped bodies. Distributory channel and levee deposits.

12

Limi e limi argillosi intercalati in strati decimetrici, localmente livelli organici parzialmente decomposti. Depositi di palude.

Silt and clayey silt intercalated in layers tens of centimetres thick, locally partially decomposed organic layers. Backswamp deposits.

13

Argille limose, limi e sabbie finissime in strati decimetrici intercalati a livelli torbosi e/o a sostanza organica parzialmente decomposta, localmente gusci di molluschi, sabbie fini e finissime limose in sottili corpi nastriformi. Depositi di baia interdistributrice.

Silty clay, silt and very fine sand in beds tens of centimetres thick with peat layers and/or layers of partially decomposed organic matter, locally mollusc shells, fine and very fine silty sand in thin ribbon-shaped bodies. Interdistributary bay deposits.

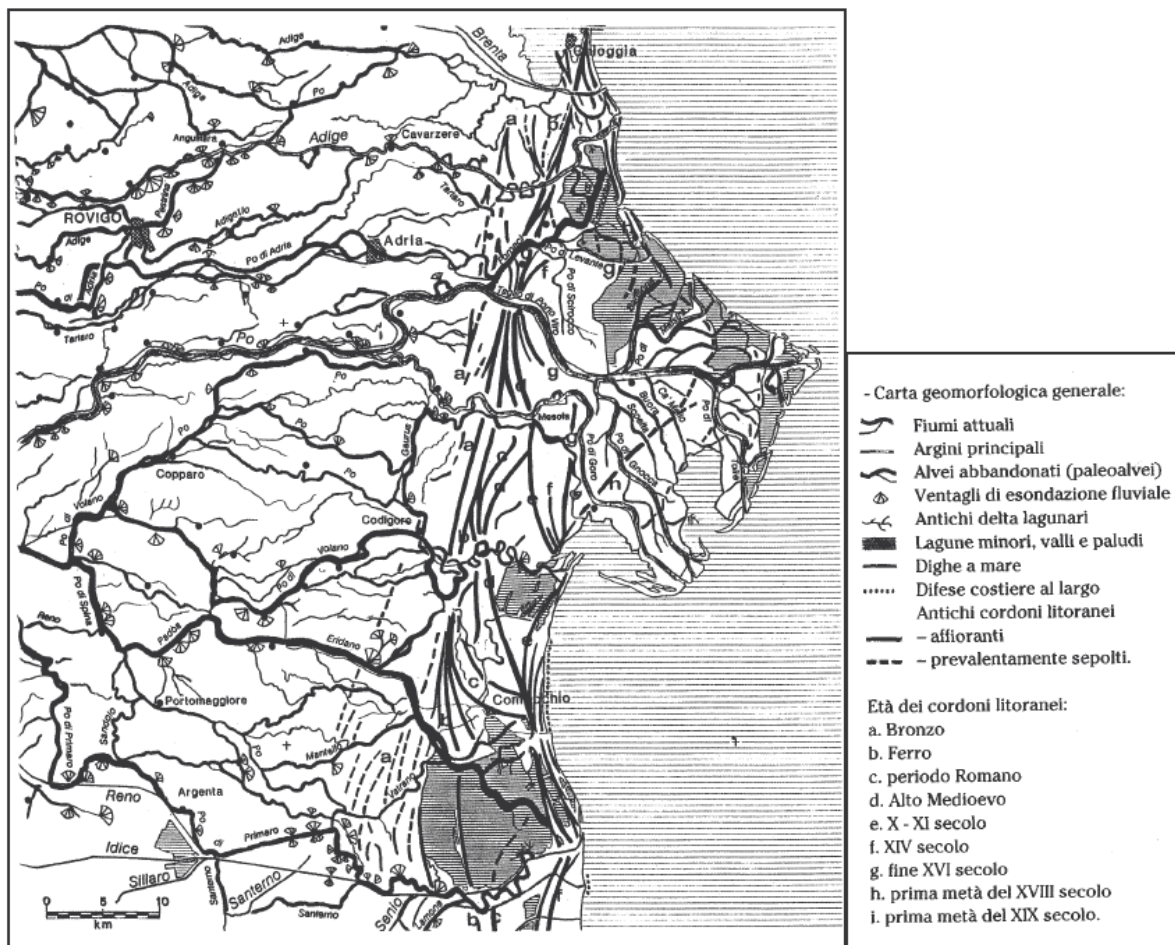
La formazione dell'ambiente, nella sua configurazione attuale, è relativamente recente e consegue a ripetute variazioni dei rapporti di equilibrio tra livello del mare, apporti solidi dei corsi d'acqua, entità di subsidenza e, non ultimo, l'intervento umano.

Nell'attuale configurazione fisica del territorio sono riconoscibili le tracce sia della sua evoluzione naturale che quella operata dall'uomo. Tra le più evidenti e più importanti nel disegnare l'assetto morfologico si possono elencare i paleoalvei, i coni di esondazione, i cordoni dunari testimoni della veloce progradazione verso est della linea di costa, ed infine si individuano quelle aree particolarmente depresse che eran sede di bacini palustri. Anche le scarpate morfologiche sono segni che disegnano il paesaggio, e contraddistinguono aree di transizione netta tra ambienti deposizionali diversi.

Ogni struttura geomorfologica che riconosciamo sulla superficie del suolo è conseguenza della facies deposizionale in cui i sedimenti si accumulavano e quindi è funzione dell'entità dell'energia idrodinamica che ne ha depositato i litotipi, per i cordoni dunari anche l'energia eolica ha favorito l'accumulo.

Nei bacini depressi chiusi o semichiusi, dove l'ambiente idrodinamico era di bassa energia prevalgono sedimenti fini, limoso-argillosi e spesso torbosi (le maggiori torbiere sono tipiche della fascia immediatamente a ovest dei cordoni litoranei più interni, che in condizioni naturali, ostacolavano il deflusso a mare delle acque rendendole stagne).

I fiumi che percorrono la nostra pianura hanno generalmente bassa velocità di deflusso e quindi una scarsa capacità di trasporto; innescandosi un processo di progressivo deposito in alveo di sedimenti in carico, il corso d'acqua tende a sopraelevarsi rispetto alla pianura circostante, e durante le tracimazioni tende a depositare la maggior parte dei sedimenti a ridosso del punto di rotta poiché è lì che vi è la più brusca diminuzione di energia idrodinamica. Così facendo si venivano a creare degli argini naturali; ecco perché sui paleoalvei ci sono condizioni di alto topografico (condizione importante in una terra soggetta ad inondazioni), con terreni generalmente sabbiosi, ben drenanti, con buone capacità portanti, che hanno favorito da sempre l'insediamento di centri abitati e lo sviluppo delle vie di comunicazione.



Carta geomorfologica della Pianura Ferrarese

Le stesse considerazioni sulla qualità del sito per insediamenti umani valgono per i cordoni di paleodune, dove ci sono le stesse condizioni di alto topografico, con terreni generalmente sabbiosi, ben drenanti, con buone capacità portanti.

Ecco dunque che per ogni struttura geomorfologica corrisponde, in linea di massima, una caratteristica classe litologica; la granulometria e la storia tensionale, strettamente legata alla storia geologica, ne condizionano le caratteristiche meccaniche ed idrauliche.

La topografia stessa dei nostri terreni è condizionata dalle strutture geomorfologiche.

Tali strutture della bassa pianura padana sono molteplici ed oltre ad avere questa distribuzione così eterogenea in senso orizzontale sul territorio, ce l'hanno anche in senso verticale, cioè esistono nel sottosuolo strutture sepolte come possono essere depositi marini, deltizi, eolici, alluvionali, palustri, paleovalichi, ecc. con le tipiche caratteristiche granulometriche dei litotipi che costituiscono le strutture emerse che riconosciamo in campagna. Queste sono state ribassate e progressivamente ricoperte da sedimenti successivi per via della subsidenza.

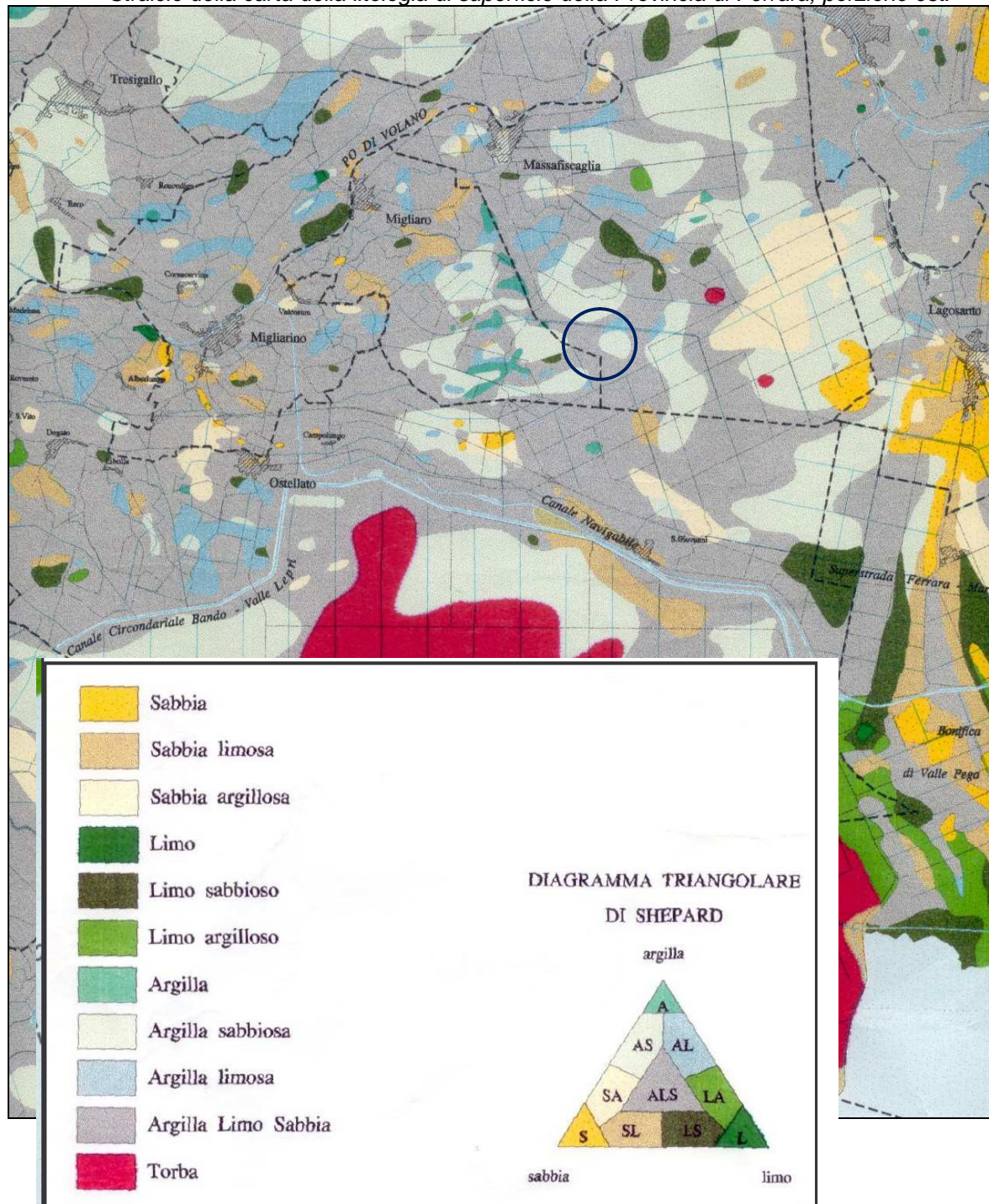
Certo è che data l'estrema complessità dell'evoluzione ambientale di quest'area, questi tipi litologici si presentano per lo più frammisti, in miscele binarie o ternarie tra sabbie, limi e argille.

CARTA DELLA LITOLOGIA DI SUPERFICIE

Detta carta tematica di base è stata costruita in base alle analisi granulometriche di campioni analizzati che rappresentano tutto lo strato che va da circa 10 cm fino a 80 cm di profondità dal piano campagna, non essendo stato preso in considerazione il livello più superficiale da 0 a 10 cm.

Sostanzialmente nel territorio in esame dominano in affioramento le litologie composte da miscele binarie e ternarie di sabbia, limo e argilla, si rinvencono in prevalenza miscele ternarie interrotte da lenti di miscele binarie.

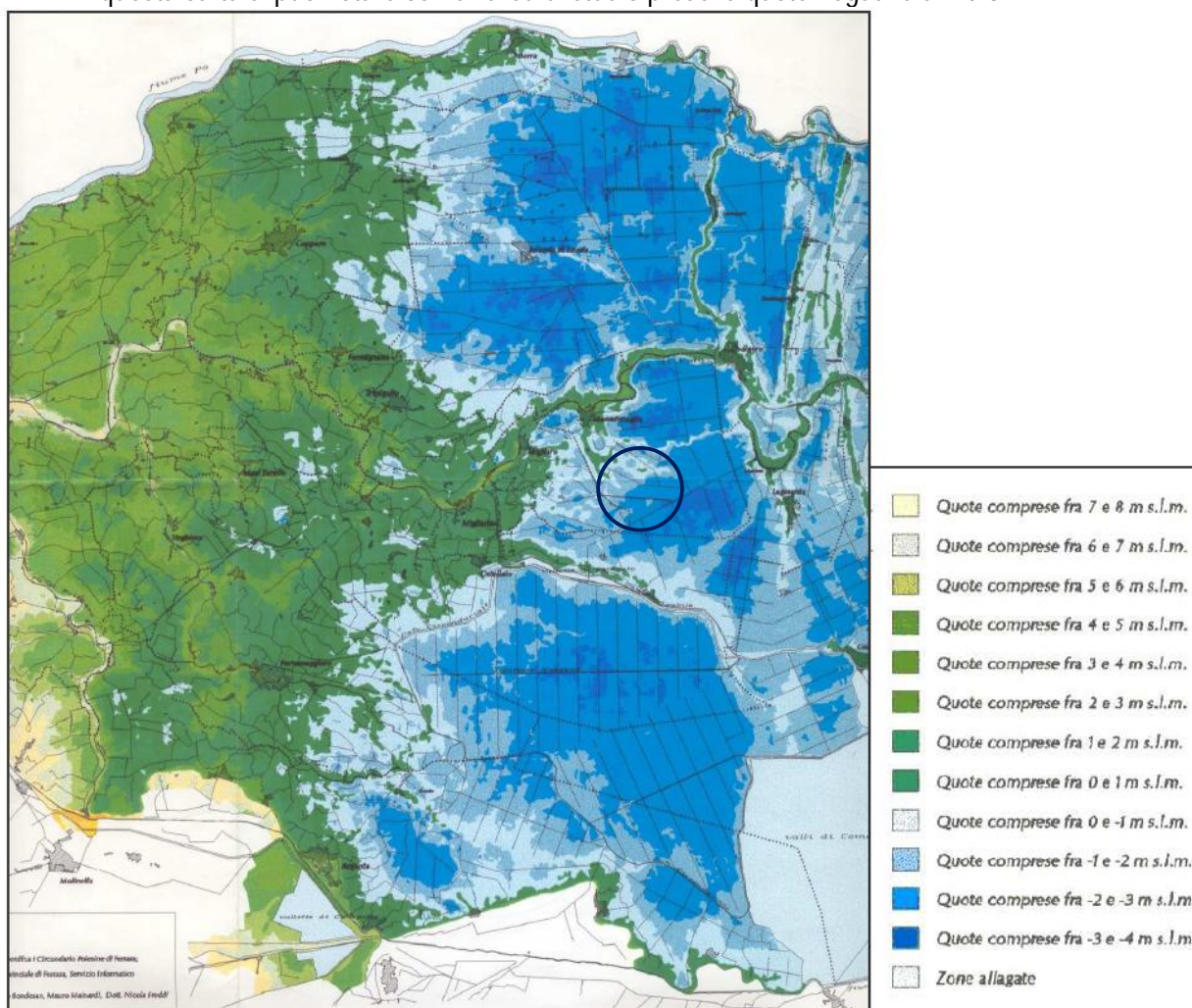
Stralcio della carta della litologia di superficie della Provincia di Ferrara, porzione est.



ASSETTO TOPOGRAFICO DEL TERRITORIO

La carta altimetrica costituisce un documento fondamentale per la pianificazione territoriale, la difesa del suolo, la protezione civile e la gestione idraulica, si veda in figura il Modello Altimetrico della Provincia di Ferrara, che sintetizza, mediante isoipse di equidistanza 1 metro, il quadro derivante dall'analisi delle quote puntuali della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:5000.

In questa carta si può notare come l'area di studio presenti quote negative di -2/-3



Dal punto di vista idrogeologico, l'area si inserisce nel contesto del sistema multifalda, caratterizzato cioè una sequenza di acquiferi alloggiati negli strati sabbiosi separati da livelli praticamente impermeabili (limoso-argillosi) che ostacolano gli scambi idrici in senso verticale. La prima falda, quella freatica, è di norma prossima al piano campagna o comunque a debole profondità.

La permeabilità primaria, per porosità, dei terreni ha valori medi ed oscilla a seconda della litologia puntuale tra 10-4 m/s per sabbie medio-fini a 10-8 m/s per depositi di limo ± argilloso-sabbioso.

Il livello della falda freatica è stato rilevato variabile tra le profondità di -2.4m e -3.2m da p.c.; si stima una profondità media di circa -2.5m con un minimo di -1.8m/-2.0m nei periodi di maggior piovosità e durante i periodi irrigui (innalzamento livello canali di bonifica/irrigazione).

3. MODELLO GEOTECNICO

3.1. INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE NELL'AREA DI INTERVENTO

Le indagini sono consistite in n. 8 (otto) prove penetrometriche statiche CPT (Cone Penetration Test) spinte fino alla profondità massima di 16 metri da p.c. mediante un penetrometro Pagani TG63-200.

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 $A_m = 150 \text{ cm}^2$

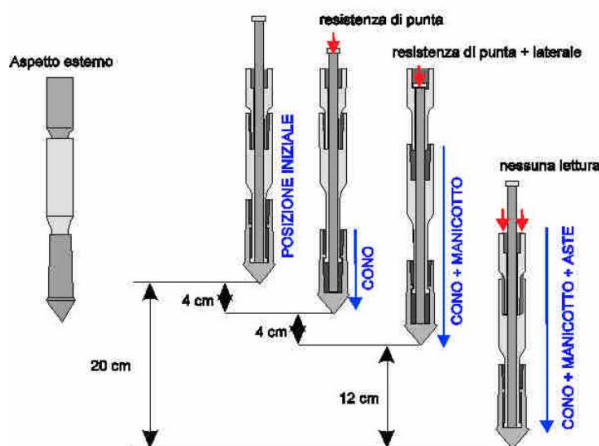


Fig.3 - Punta Begemann: caratteristiche e schema d'avanzamento. La punta Begemann è probabilmente la più diffusa. E' dotata di manicotto d'attrito e viene impiegata in prove discontinue. La procedura, partendo dalla posizione di riposo, è la seguente: 1) avanzamento di 4 cm del solo cono, con spinta 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. Indice Piezocono (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/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 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 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:

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

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

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

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 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

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

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

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

N.B.

$$- Ap = 10 \text{ cm}^2 \quad e \quad Am = 150 \text{ cm}^2$$

- 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 Qc media, la fs 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 Qc delle indagini condotte. Si veda tabella sottostante.

Metodi assunti per il calcolo dei parametri geotecnici

| Terreni incoerenti | Formula | Autore | Note |
|---|---|------------------------|--|
| Resistenza al taglio (φ) | $\varphi = 17.4 + 4.49 R_p$ | 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 (E_s) in Kg/cm ² | $E = 2.5 R_p$ | Schmertmann | R_p (kg/cm ²) è la resistenza di punta media misurata nello strato |
| Modulo Edometrico (E_d) in Kg/cm ² | $M = 0.03 R_p + 11.7 \sigma + 0.79 Dr\%$ | 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 | $G_0 = 28 R_p^{0.611}$ | Imai - Tomauchi | R_p è la resistenza di punta media nello strato. |
| Velocità onde V_s (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 | $c_u = \frac{R_p - \sigma}{20.7 - 0.18 IP}$ | 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 (E_d) 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 | $G_0 = 28 R_p^{0.611}$ | Imai - Tomauchi | R_p è la resistenza di punta media nello strato. |
| Indice di Compressione C_c | $C_c = 0.09 - 0.055 \log \left(\frac{2c_u}{\sigma} \right)$ | Schmertmann | c_u è la coesione non drenata media dello strato e σ la pressione litostatica efficace media a metà strato |

3.2. CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA DEI TERRENI

I dati relativi alla stratigrafia ed alla capacità portante del terreno sono stati ricavati dall'interpretazione delle prove penetrometriche statiche spinte fino alla profondità massima di 16.0 metri e da un attento rilievo geologico-geomorfologico della zona circostante il sito in esame.

Il terreno si presenta omogeneo in senso verticale e laterale con comportamento geomeccanico sia coesivo che incoerente.

MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO

| ORIZZONTE LITOTECNICO | PROFONDITA' (m) DAL P.C. | Pesi Volume (t/m ³) | Coesione (Kg/cm ²) | Angolo di attrito (°) |
|--|--------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| A – argilla limosa a tratti sabbiosa | 0.0m – 1.8/2.2m | 1.9 | 0.6-1.0 | 0 |
| B – orizzonte argillo-torboso a tratti debolmente limoso | 1.8m – 12m | 1.8-1.9 | 0.2-0.6 | 0 |

Di seguito si riportano i parametri geotecnici utilizzati per il calcolo della capacità portante del terreno dove sono in progetto le opere.

| 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 [cmg/s] | Coeff. consolidazione secondaria |
|---------------------|---|--|-----------------------|-------------------------------|---|--------------------------------------|--|---------|--|----------------------------------|
| 0.4 | 18.63 | 19.42 | 0.0 | 0.0 | 63.7432 | 0.0 | 4688.64 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 0.2 | 19.17 | 19.95 | 0.0 | 0.0 | 88.2599 | 0.0 | 4501.26 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 0.4 | 18.62 | 19.4 | 0.0 | 0.0 | 63.7432 | 0.0 | 4688.64 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 0.8 | 17.43 | 18.22 | 0.0 | 0.0 | 31.3813 | 0.0 | 3278.84 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 7.4 | 16.19 | 16.97 | 0.0 | 0.0 | 17.652 | 0.0 | 2017.97 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2.8 | 16.03 | 16.81 | 0.0 | 0.0 | 17.652 | 0.0 | 2032.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

3.3. CARICO AMMISSIBILE SUL SUBSTRATO DI FONDAZIONE

CASO FONDAZIONE CONTINUA

Nel caso in questione, fondazioni a trave rovescia impostata a -0.3m da p.c., la stabilità è regolata da terreni a comportamento coesivo ed incoerente.

DATI GENERALI

| | |
|--------------------------|----------|
| Normativa | NTC 2018 |
| Larghezza fondazione | 1.2 m |
| Lunghezza fondazione | 20.0 m |
| Profondità piano di posa | 0.3 m |
| Profondità falda | 2.5 |
| Correzione parametri | |

SISMA

| | |
|--------------------------------|----------|
| Accelerazione massima (amax/g) | 0.052 |
| Effetto sismico secondo | NTC 2018 |

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 | 0.343 | 2.536 | 0.251 |
| S.L.D. | 35.0 | 0.363 | 2.537 | 0.259 |
| S.L.V. | 332.0 | 0.941 | 2.562 | 0.288 |
| S.L.C. | 682.0 | 1.245 | 2.586 | 0.286 |

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. | 0.5145 | 0.2 | 0.0105 | 0.0052 |
| S.L.D. | 0.5445 | 0.2 | 0.0111 | 0.0056 |
| S.L.V. | 1.4115 | 0.2 | 0.0288 | 0.0144 |
| S.L.C. | 1.8675 | 0.24 | 0.0457 | 0.0229 |

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.II 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 rigidezza 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 R_d 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

$$\begin{aligned} s_c &= 1 + 0,2 (B'/L') && \text{per fondazioni rettangolari} \\ s_c &= 1,2 && \text{Per fondazioni quadrate o circolari.} \end{aligned}$$

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:

$$\begin{aligned} N_q &= e^{\pi \tan \phi'} \tan^2 (45 + \phi' / 2) \\ N_c &= (N_q - 1) \cot \phi' \\ N_\gamma &= 2 \cdot (N_q - 1) \tan \phi' \end{aligned}$$

Fattori di forma

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

$s_q = 1 + \frac{B'}{L'}$ per forma quadrata o circolare

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

$s_\gamma = 0,7$ per forma quadrata o circolare

$s_c = (s_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1)$ 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:

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

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

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 continua* 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 | 75.91 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | Progetto |
| 2 | Sisma | 75.91 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | Progetto |
| 3 | S.L.E. | 75.91 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | Servizio |
| 4 | S.L.D. | 75.91 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | Servizio |

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

Autore: Brinch - Hansen 1970

| | |
|---------------------------------|--------------------------|
| Carico limite [Qult] | 227.74 kN/m ² |
| Resistenza di progetto[Rd] | 99.02 kN/m ² |
| Tensione [Ed] | 75.91 kN/m ² |
| Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] | 3 |
| Condizione di verifica [Ed<=Rd] | Verificata |

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 9109.73 kN/m³

A1+M1+R3

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione non drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

| | |
|-----------------------------|---------------------------|
| Peso unità di volume | 18.63 kN/m ³ |
| Peso unità di volume saturo | 19.42 kN/m ³ |
| Angolo di attrito | 0.0 ° |
| Coesione | 63.7432 kN/m ² |

| | |
|---|------|
| Fattore [Nq] | 1.0 |
| Fattore [Nc] | 5.14 |
| Fattore forma [Sc] | 1.01 |
| 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 | 227.74 kN/m ² |
| Resistenza di progetto | 99.02 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 | 18.63 kN/m ³ |
| Peso unità di volume saturo | 19.42 kN/m ³ |
| Angolo di attrito | 0.0 ° |
| Coesione | 63.7432 kN/m ² |

| | |
|---|------|
| Fattore [Nq] | 1.0 |
| Fattore [Nc] | 5.14 |
| Fattore forma [Sc] | 1.01 |
| 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 | 227.74 kN/m ² |
| Resistenza di progetto | 126.52 kN/m ² |

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

3.4. 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 ricomprensione;

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 50 kN/m²

Cedimento dopo T anni 15.0

Cedimento totale al centro 3.87 cm

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 | 0.35 | 6.522 | 44.399 | Edometrico | 0.0947 | -- | 0.0947 |
| 2 | 0.5 | 9.37 | 43.795 | Edometrico | 0.1946 | -- | 0.1946 |
| 3 | 0.8 | 15.011 | 38.672 | Edometrico | 0.3299 | -- | 0.3299 |
| 4 | 1.4 | 25.708 | 26.001 | Edometrico | 0.6344 | -- | 0.6344 |
| 5 | 5.5 | 65.517 | 6.348 | Edometrico | 2.3277 | -- | 2.3277 |
| 6 | 10.6 | 101.846 | 2.878 | Edometrico | 0.3964 | -- | 0.3964 |

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).

Per alcuni autori (Skempton e MacDonald, 1955) i valori massimi dei cedimenti tollerabili sono:

- Travi continue, plinti: S max = 3.8cm (sabbie) S max = 6.3 cm (argille)
- Platee di fondazione: S max = 5,0 cm (sabbie) S max = 8.2 (argille)

Dall'analisi dei risultati emerge che con una pressione di progetto di 50kN/m² i valori limite 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.

4. 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.

Il Comune di Massa Fiscaglia (FE) viene inserito 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>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i> |
| D | <i>Depositi 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> |

4.1. 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, attribuisce al Comune di Massa Fiscaglia (FE) un valore di accelerazione massima orizzontale di picco al suolo tra 0.100g e 0.125g con $T=0$, su suolo rigido con $180 < V_s < 360$ 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.

Modello di pericolosità sismica MPS04-S1



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 nel 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.

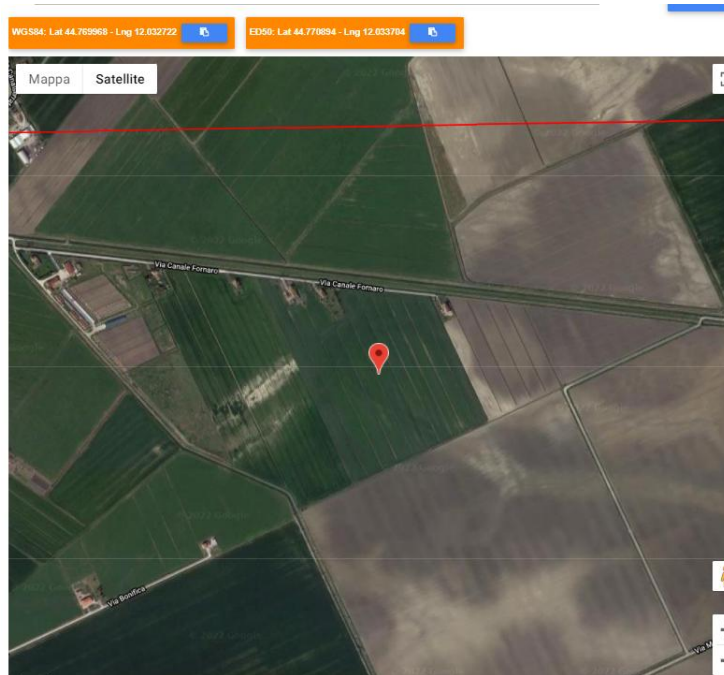
Nella Tabella che segue si riportano i valori di probabilità di superamento per i diversi stati limiti a cui si può spingere la progettazione.

| Stati Limite | P_{vr} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_r | |
|---------------------------|--|-----|
| Stati limite di esercizio | SLO | 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 nell'allegato A del D.M. 14 gennaio 2008, 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 | 0.035 | 2.536 | 0.251 |
| Danno (SLD) | 35 | 0.037 | 2.537 | 0.259 |
| Salvaguardia vita (SLV) | 332 | 0.096 | 2.562 | 0.288 |
| Prevenzione collasso (SLC) | 682 | 0.127 | 2.586 | 0.286 |

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 | 1,66 | 1,64 | 1,58 | 1,59 |
| 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 | 0.010 | 0.011 | 0.029 | 0.046 |
| kv | 0.005 | 0.006 | 0.014 | 0.023 |
| Amax [m/s²] | 0.510 | 0.540 | 1.405 | 1.869 |
| Beta | 0.200 | 0.200 | 0.200 | 0.240 |

4.2. Indagine sismica HVSR

Cenni sulla teoria della tecnica 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.

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 liscio 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.

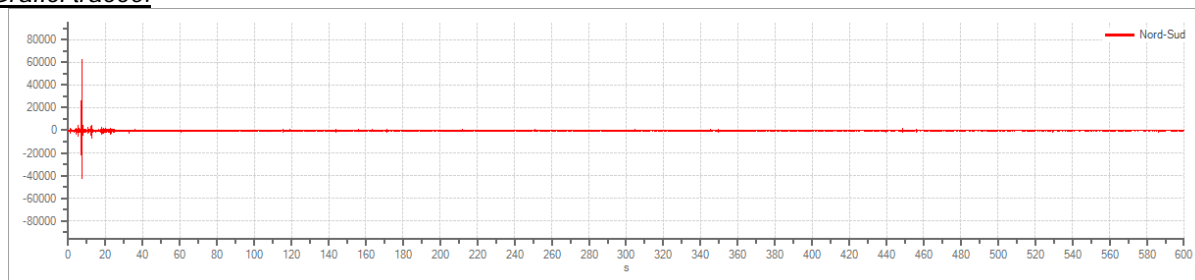
Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale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

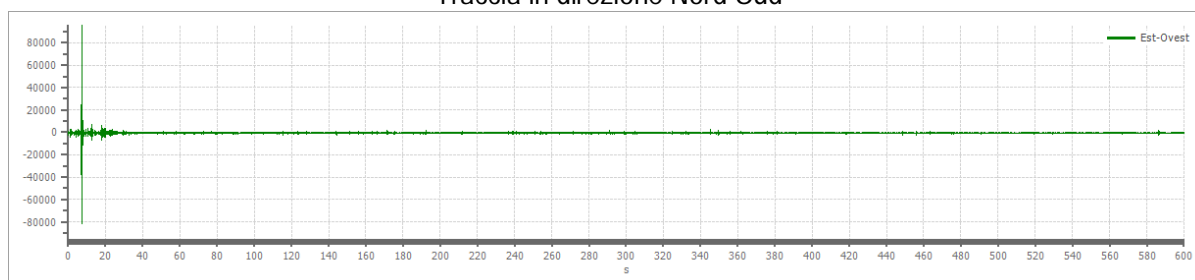
Tracce in input

Dati riepilogativi:

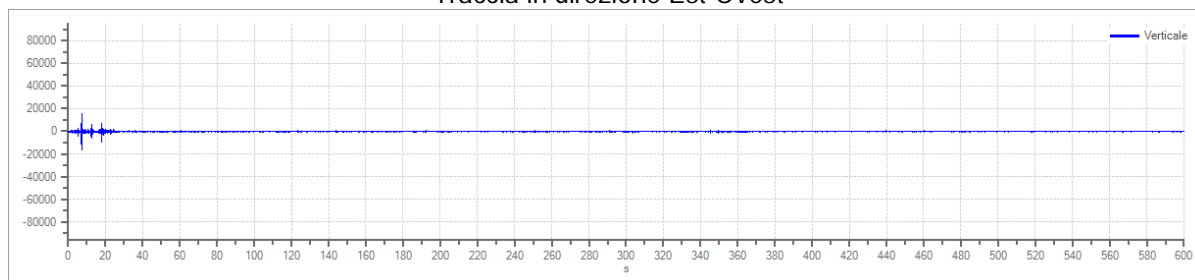
Numero tracce: 3
Durata registrazione: 600 s
Frequenza di campionamento: 250.00 Hz
Numero campioni: 150000
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

Grafici tracce:

Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest

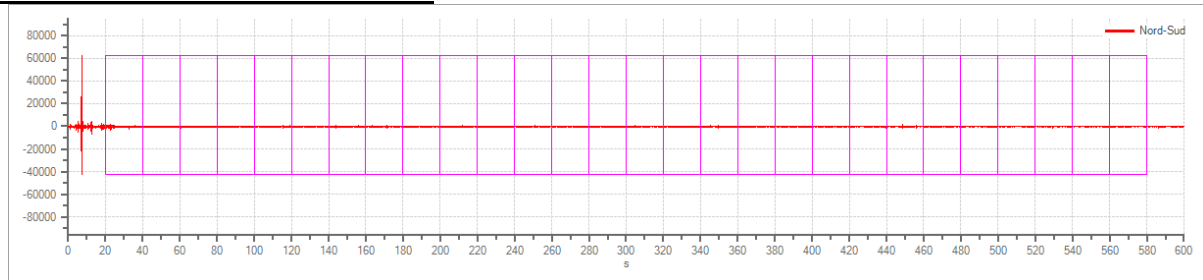


Traccia in direzione Verticale

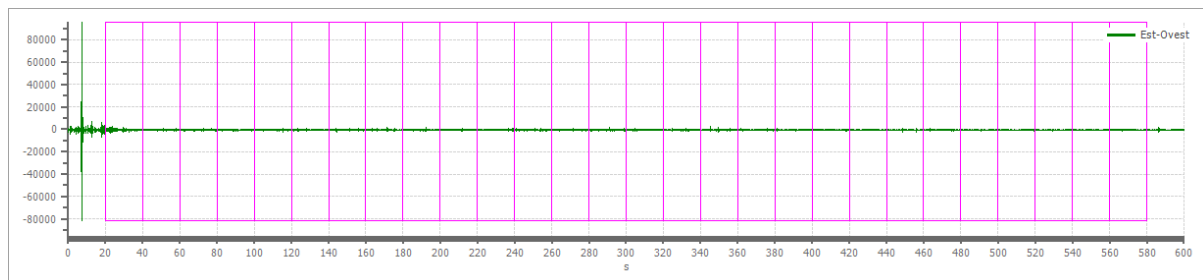
Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

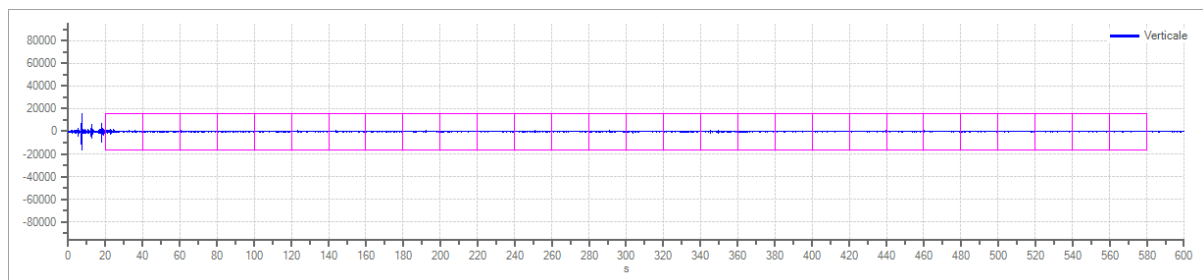
Numero totale finestre selezionate: 28
Numero finestre incluse nel calcolo: 26
Dimensione temporale finestre: 20.000 s
Tipo di liscio: Konno & Ohmachi
Percentuale di liscio: 10.00 %
Coefficiente di banda: 40.00

Grafici tracce con finestre selezionate:

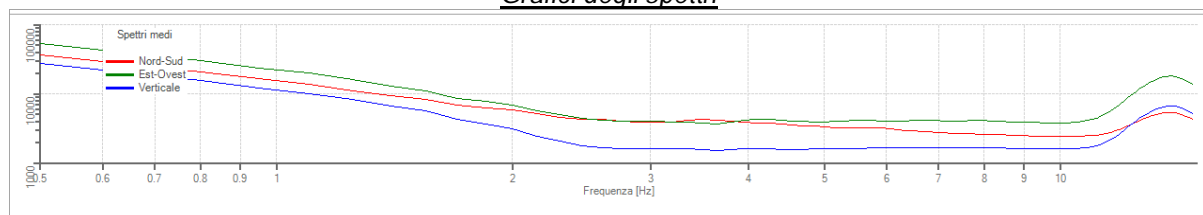
Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



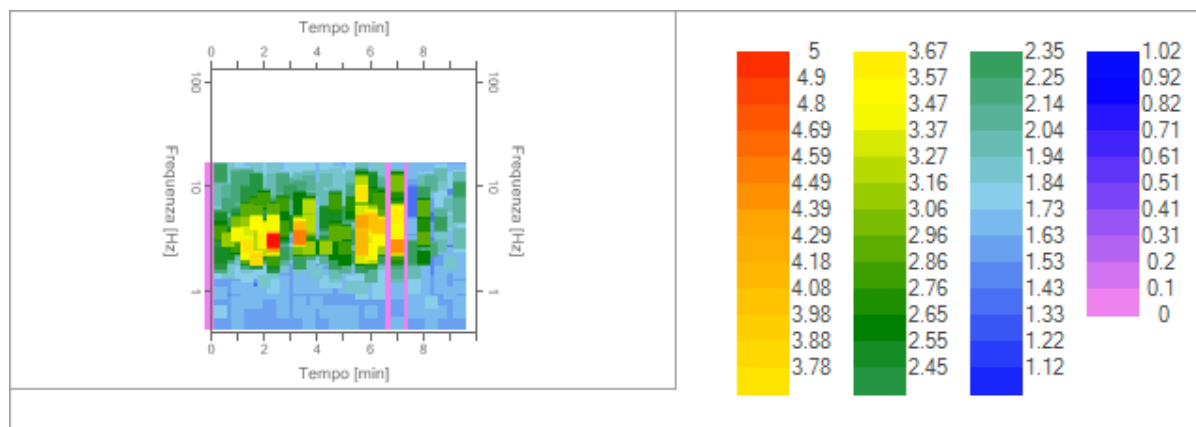
Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



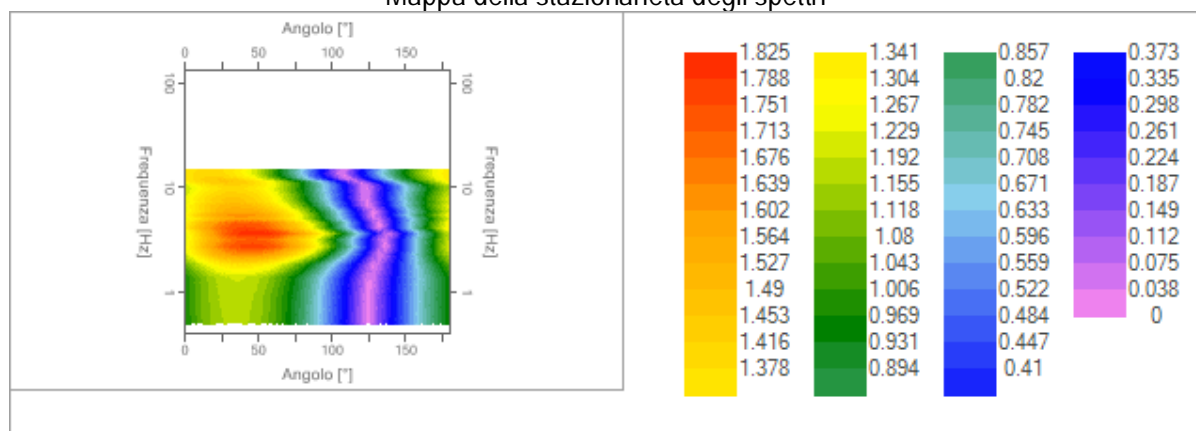
Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

Grafici degli spettri

Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

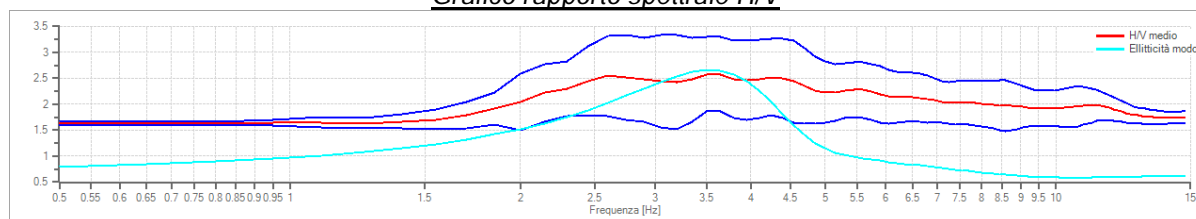
Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 15.00 Hz
 Frequenza minima: 0.50 Hz
 Passo frequenza: 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: 3.46 Hz ± 0.20 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 |
| $\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ | |
| $\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ | OK |
| $A_0 > 2$ | Ok |
| $f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | Ok |
| $\sigma_f < \varepsilon(f)$ | Ok |
| $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ | Ok |

Modello stratigrafico

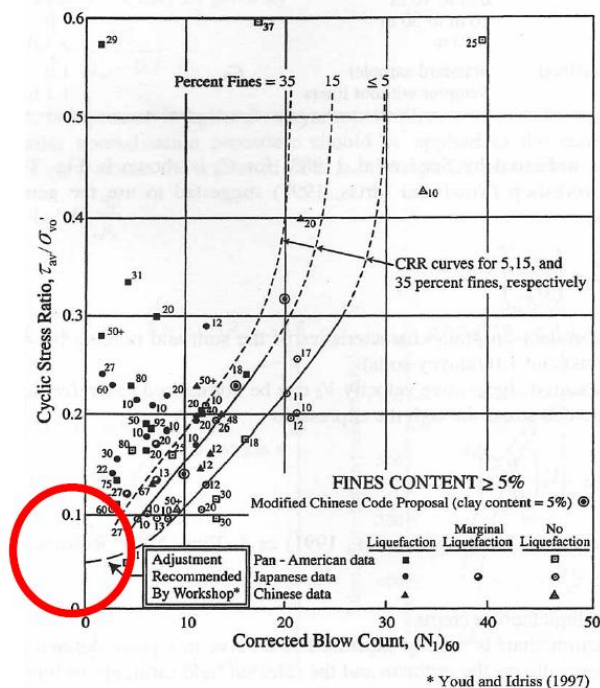
Dati riepilogativi:

| | |
|---------------------------------------|---------|
| Numero strati: | 3 |
| Frequenza del picco dell'ellitticità: | 3.46 Hz |
| Valore di disadattamento: | -1.00 |
| Valore Vseq: | 223 m/s |

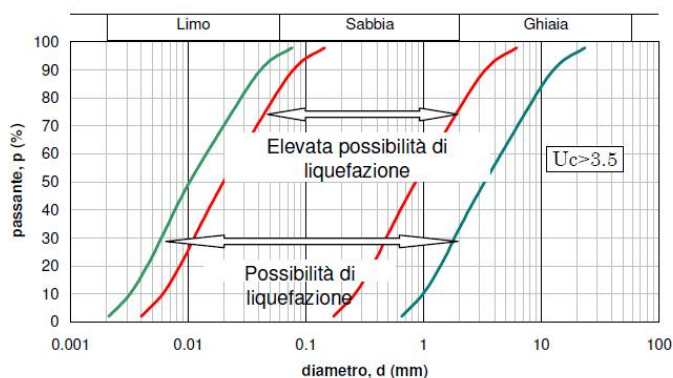
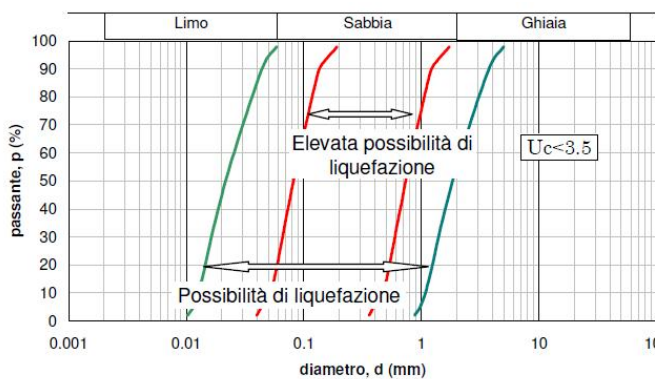
5. STIMA DELLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

Le indagini geognostiche mostrano alternanze di terreni di natura coesiva ed incoerente. La falda è stata considerata a -2.5m 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 $(N_1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ 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 $U_c > 3,5$.



Il rischio di liquefazione nei terreni oltre la profondità di 15 metri è stato calcolato con il metodo C.N.R. - GNDT Da Seed e Idriss

Tutti i metodi semplificati permettono di esprimere la suscettibilità alla liquefazione del deposito attraverso un coefficiente di sicurezza, dato dal rapporto fra la resistenza al taglio mobilitabile nello strato (R) e lo sforzo tagliante indotto dal sisma (T). Cioè in pratica si avrà:

$$F_s = \frac{R}{T}.$$

Un deposito dovrà essere considerato suscettibile di liquefazione, se il coefficiente di sicurezza sarà minore di 1.

La grandezza T dipende dai parametri del sisma di progetto (accelerazione sismica e magnitudo di progetto). R è funzione delle caratteristiche meccaniche dello strato, principalmente del suo stato di addensamento, e può essere ricavato direttamente attraverso correlazioni con i risultati di prove penetrometriche dinamiche, statiche o con i valori delle velocità delle onde S ricavati da stendimenti di sismica a rifrazione.

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 | 0.40 | 13.00 | 28.479 | 7.453 | 7.453 | 0.034 | 1.504 | 44.75 | Livello non liquefacibile |
| 2 | 0.60 | 18.00 | 37.542 | 11.287 | 11.287 | 0.033 | 9.119 | 272.25 | Livello non liquefacibile |
| 3 | 1.00 | 13.00 | 24.803 | 18.735 | 18.735 | 0.033 | 0.694 | 20.85 | Livello non liquefacibile |
| 4 | 1.80 | 6.00 | 9.872 | 32.680 | 32.680 | 0.033 | 0.131 | 4.00 | Livello non liquefacibile |
| 5 | 9.20 | 4.00 | 4.150 | 157.742 | 92.037 | 0.050 | 0.085 | 1.70 | Livello non liquefacibile |
| 6 | 12.00 | 4.00 | 3.699 | 204.816 | 111.651 | 0.051 | 0.080 | 1.57 | Livello non liquefacibile |

6. COMPATIBILITA' GEOLOGICA

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 quota dei terreni risulta uguale a quelli circostanti;
2. La natura dei terreni è superficialmente a tessitura limo-argillosa; da circa 2.0m argilloso-torbosa.
3. Le caratteristiche geotecniche risultano discrete e la portanza allo SLU risulta pari a 0.99Kg/cmq; il calcolo dei cedimenti con carico di esercizio (SLE) di 0.5Kg/cmq risultano di valore ammissibile.
4. la profondità media della falda si attesta a -2.5 m da p.c.;

Date le considerazioni soprascritte si esprime un PARERE POSITIVO DI COMPATIBILITÀ ALL'INTERVENTO SOTTO L'ASPETTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO.

8. CONCLUSIONI E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Stratigrafia

Le prove geotecniche eseguite hanno evidenziato terreni costituiti da limi argillosi ed argilloso-torbosi; rare lenti di limi sabbiosi.

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, NTC18 e smi.

Capacità portante

La portata ammissibile del terreno ove verrà realizzato l'intervento viene calcolata considerando una fondazione continua. In accordo con quanto previsto dalle NTC 2008, le verifiche sono state condotte secondo l'Approccio 2, Combinazione 2 (A1+M1+R3). Il valore individuato risulta di 0.5Kg/cmq (SLE); Da notare che eventuali aumenti della profondità del piano di posa D (compensazione dei carichi applicati) produrranno un conseguente aumento della q_{amm} per effetto stabilizzante del sovraccarico laterale; al contrario diminuzioni di D produrranno diminuzione anche della q_{amm} .

Cedimenti

Il cedimento di consolidazione che si prevede, in base alle caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione, all'entità dei carichi indotti dall'opera e alla profondità di posa della fondazione (compensazione dei carichi applicati), risulta di valore ammissibile.

Accorgimenti

Al momento dell'indagine la falda freatica è stata rilevata ad una profondità media di circa -2.8m p.c.

Considerando il comportamento prevedibile del sistema in campo statico è consigliabile che l'apparato fondale sia adeguatamente irrigidito. L'irrigidimento deve avvenire sull'intero orizzonte per evitare che si creino zone di cerniera con concentrazione delle distorsioni.

febbraio 2022

geol. Paolo Chiarion

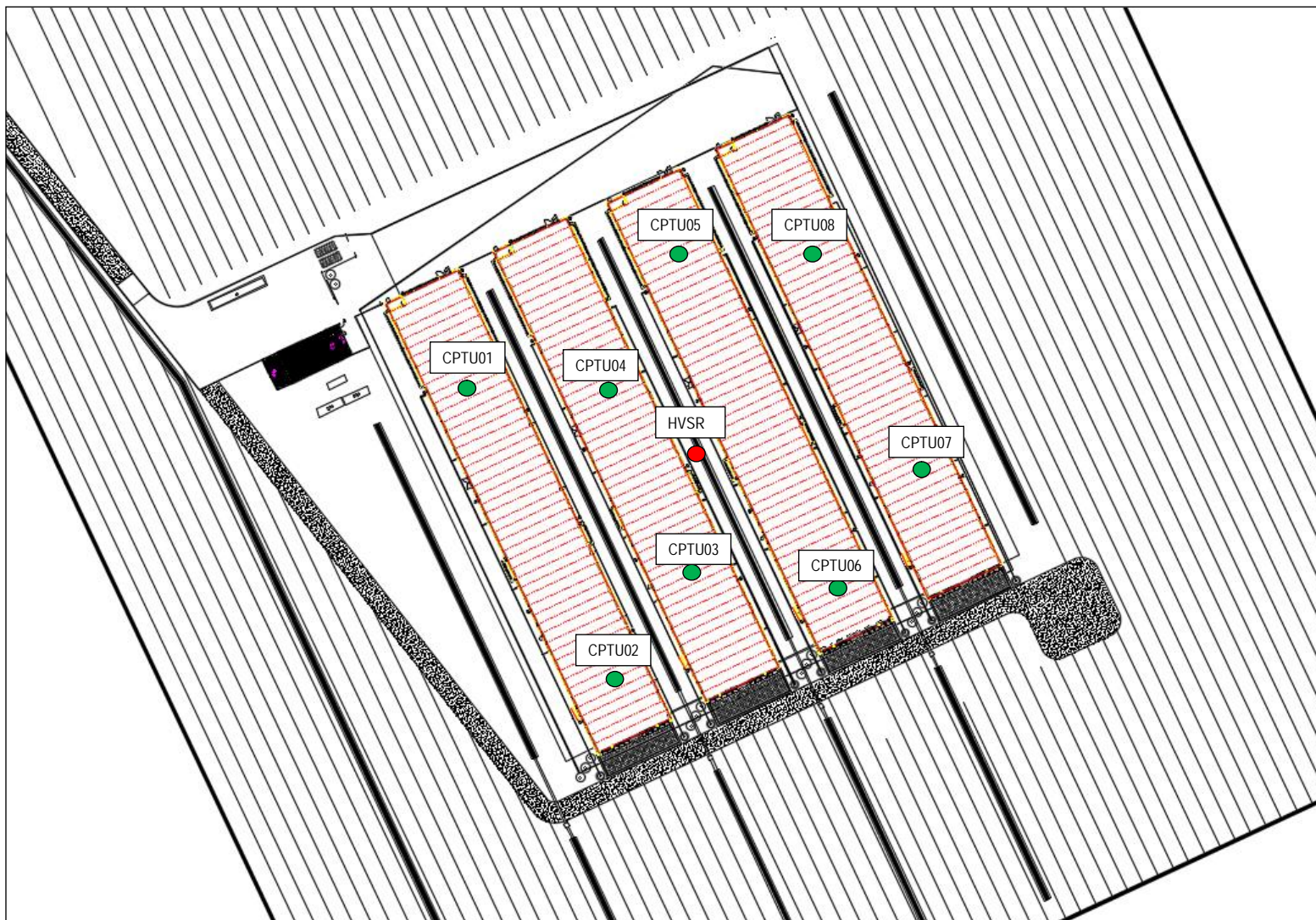


9. ALLEGATI

- Inquadramento geografico
 - Planimetria generale con ubicazione CPT;

- Prova penetrometrica
 - Letture di campagna, valori di resistenza
 - Grafico valori di resistenza
 - Parametri geotecnici
 - Valutazione litologica (Schmertmann)

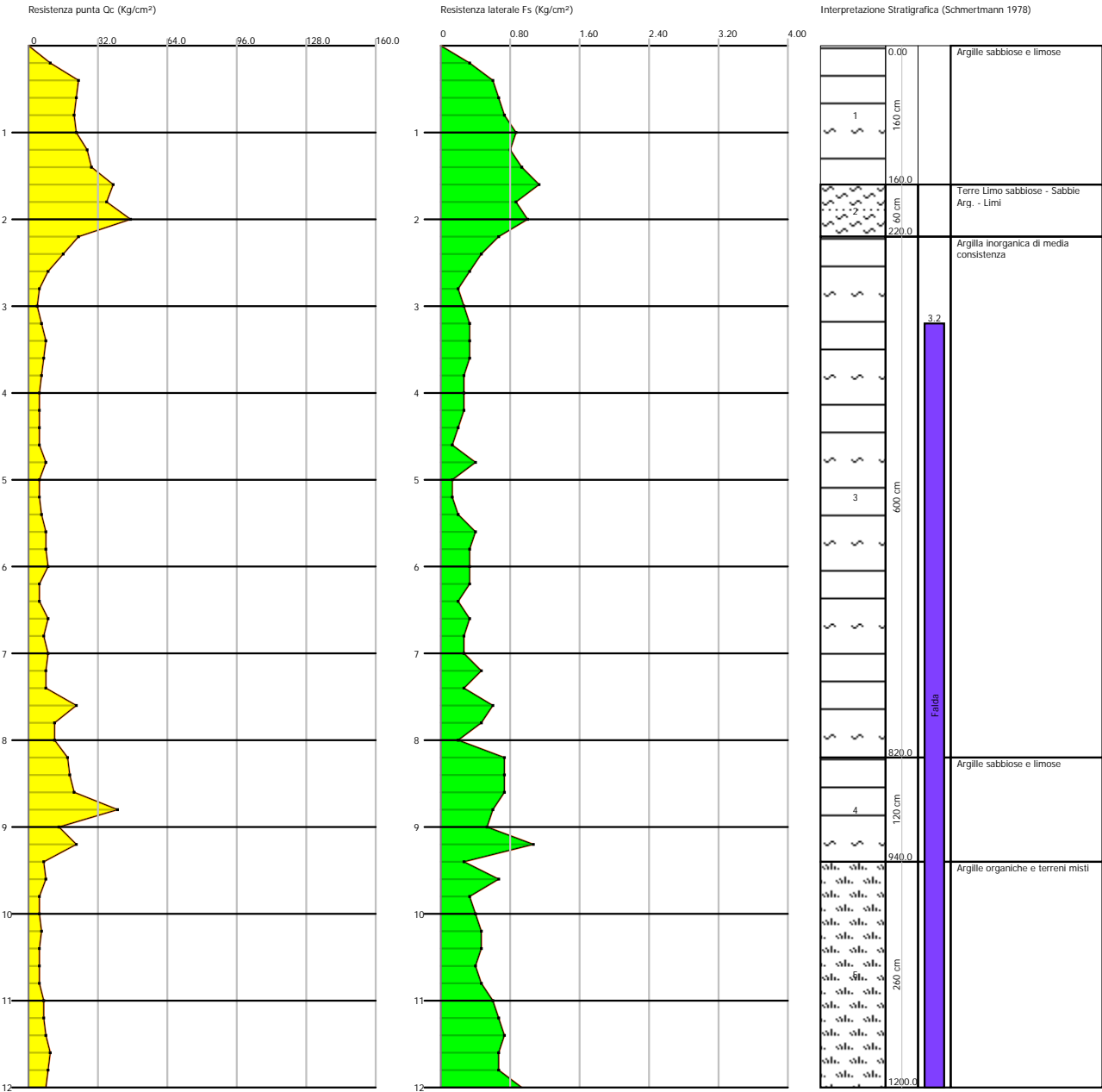
PLANIMETRIA GENERALE UBICAZIONE PROVE CPT



Probe CPT - Cone Penetration CPT01
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: Società Agricola San Francesco s.s.
Cantiere: Via Canale Fornaro
Località: Massa Fiscaglia (FE)

Data: 25/01/2022



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

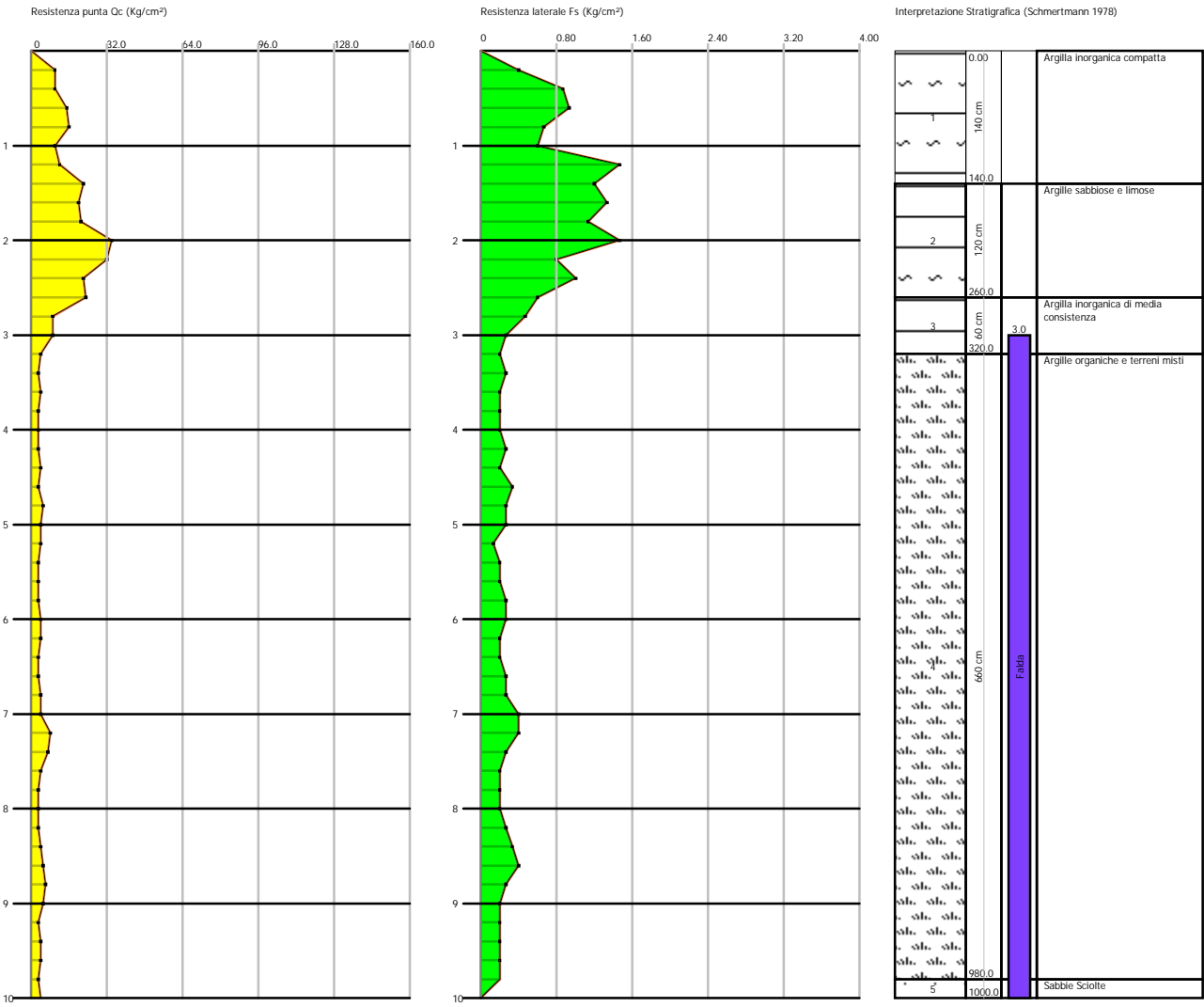
| | |
|-------|---|
| Nr: | Numero progressivo strato |
| Prof: | Profondità strato (m) |
| Tipo: | C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente |
| Cu: | Coesione non drenata (Kg/cm ²) |
| Eu: | Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm ²) |
| Mo: | Modulo Edometrico (Kg/cm ²) |
| G: | Modulo di 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 | 1.60 | CI | 1.2 | 898.7 | 48.2 | 195.8 | >9 | 2.0 | 2.1 | <5 | 37.5 | 48.3 |
| 216.60 | 2 | 2.20 | CI | 1.8 | 1310.7 | 70.7 | 247.2 | >9 | 2.1 | 2.1 | <5 | 36.2 | 70.7 |
| 265.47 | 3 | 8.20 | C | 0.4 | 277.0 | 38.9 | 101.0 | 2.9 | 1.8 | 1.9 | -- | -- | -- |
| 201.56 | 4 | 9.40 | CI | 1.0 | 734.7 | 41.3 | 178.2 | 5.4 | 2.0 | 2.0 | <5 | 29.6 | 41.3 |
| 264.08 | 5 | 12.00 | C | 0.3 | 207.6 | 34.4 | 90.1 | 3.3 | 1.8 | 1.8 | -- | -- | -- |
| 209.56 | | | | | | | | | | | | | |

Probe CPT - Cone Penetration CPT02
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente:
Società Agricola San Francesco s.s.
Caniliere: Via Canale Fornaro
Località: Massa Fiscaglia (FE)

Data: 25/01/2022



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

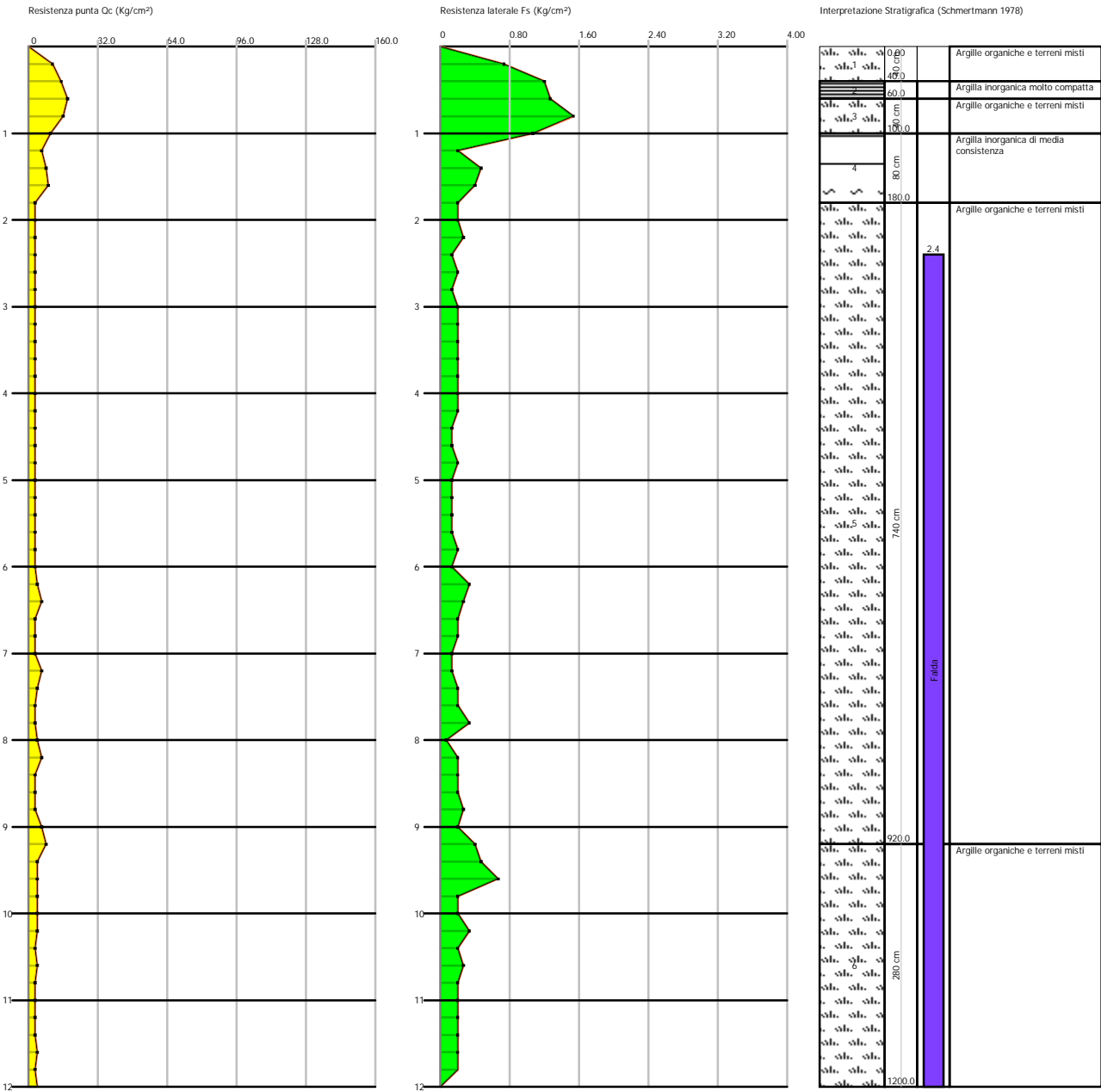
| | |
|-------|---|
| Nr: | Numero progressivo strato |
| Prof: | Profondità strato (m) |
| Tipo: | C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente |
| Cu: | Coesione non drenata (Kg/cm ²) |
| Eu: | Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm ²) |
| Mo: | Modulo Edometrico (Kg/cm ²) |
| G: | Modulo di 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 | 1.40 | C | 0.7 | 503.9 | 48.2 | 137.8 | >9 | 1.9 | 2.0 | -- | -- | -- |
| 166.64 | 2 | 2.60 | CI | 1.3 | 935.5 | 50.7 | 201.7 | >9 | 2.0 | 2.1 | <5 | 34.5 | 50.7 |
| 244.68 | 3 | 3.20 | C | 0.4 | 254.0 | 36.3 | 94.6 | 4.0 | 1.8 | 1.9 | -- | -- | -- |
| 187.49 | 4 | 9.80 | C | 0.2 | 115.7 | 22.4 | 64.4 | 2.1 | 1.7 | 1.7 | -- | -- | -- |
| 177.98 | 5 | 10.00 | I | -- | -- | 16.5 | 65.3 | 6.1 | 0.0 | 0.0 | <5 | 28.7 | 8.0 |
| 174.67 | | | | | | | | | | | | | |

Probe CPT - Cone Penetration CPT03
Strumento utilizzato PAGANIT G3 (200 kN)

Committente:
Società Agricola San Francesco s.s.
Caniliere: Via Canale Fornaro
Località: Massa Fiscaglia (FE)

Data: 25/01/2022



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

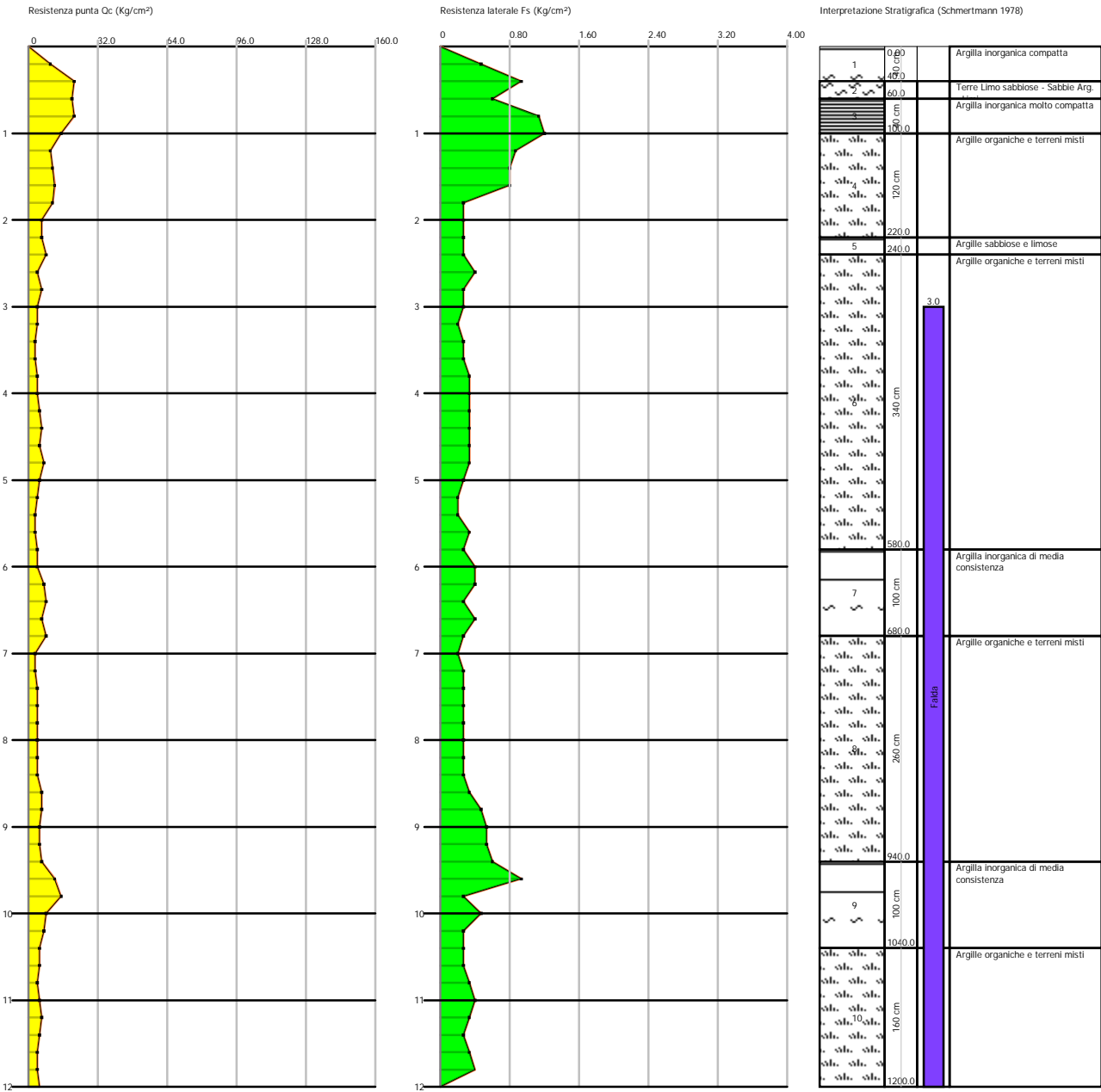
| | |
|-------|---|
| Nr: | Numero progressivo strato |
| Prof: | Profondità strato (m) |
| Tipo: | C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente |
| Cu: | Coesione non drenata (Kg/cm ²) |
| Eu: | Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm ²) |
| Mo: | Modulo Edometrico (Kg/cm ²) |
| G: | Modulo di 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 | 0.40 | C | 0.7 | 486.1 | 47.8 | 134.2 | >9 | 1.9 | 2.0 | -- | -- | -- |
| 135.40 | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 0.60 | C | 0.9 | 671.4 | 45.9 | 163.7 | >9 | 2.0 | 2.0 | -- | -- | -- |
| 166.22 | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 1.00 | C | 0.7 | 481.9 | 47.8 | 134.2 | >9 | 1.9 | 2.0 | -- | -- | -- |
| 168.20 | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | 1.80 | C | 0.3 | 234.4 | 33.4 | 87.9 | >9 | 1.8 | 1.9 | -- | -- | -- |
| 161.30 | | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | 9.20 | C | 0.2 | 110.3 | 20.6 | 60.6 | 2.3 | 1.7 | 1.7 | -- | -- | -- |
| 166.17 | | | | | | | | | | | | | |
| | 6 | 12.00 | C | 0.2 | 99.9 | 20.7 | 60.9 | 1.9 | 1.6 | 1.7 | -- | -- | -- |
| 177.73 | | | | | | | | | | | | | |

Probe CPT - Cone Penetration CPT04
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente:
Società Agricola San Francesco s.s.
Canilere: Via Canale Fornaro
Località: Massa Fiscaglia (FE)

Data: 25/01/2022



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

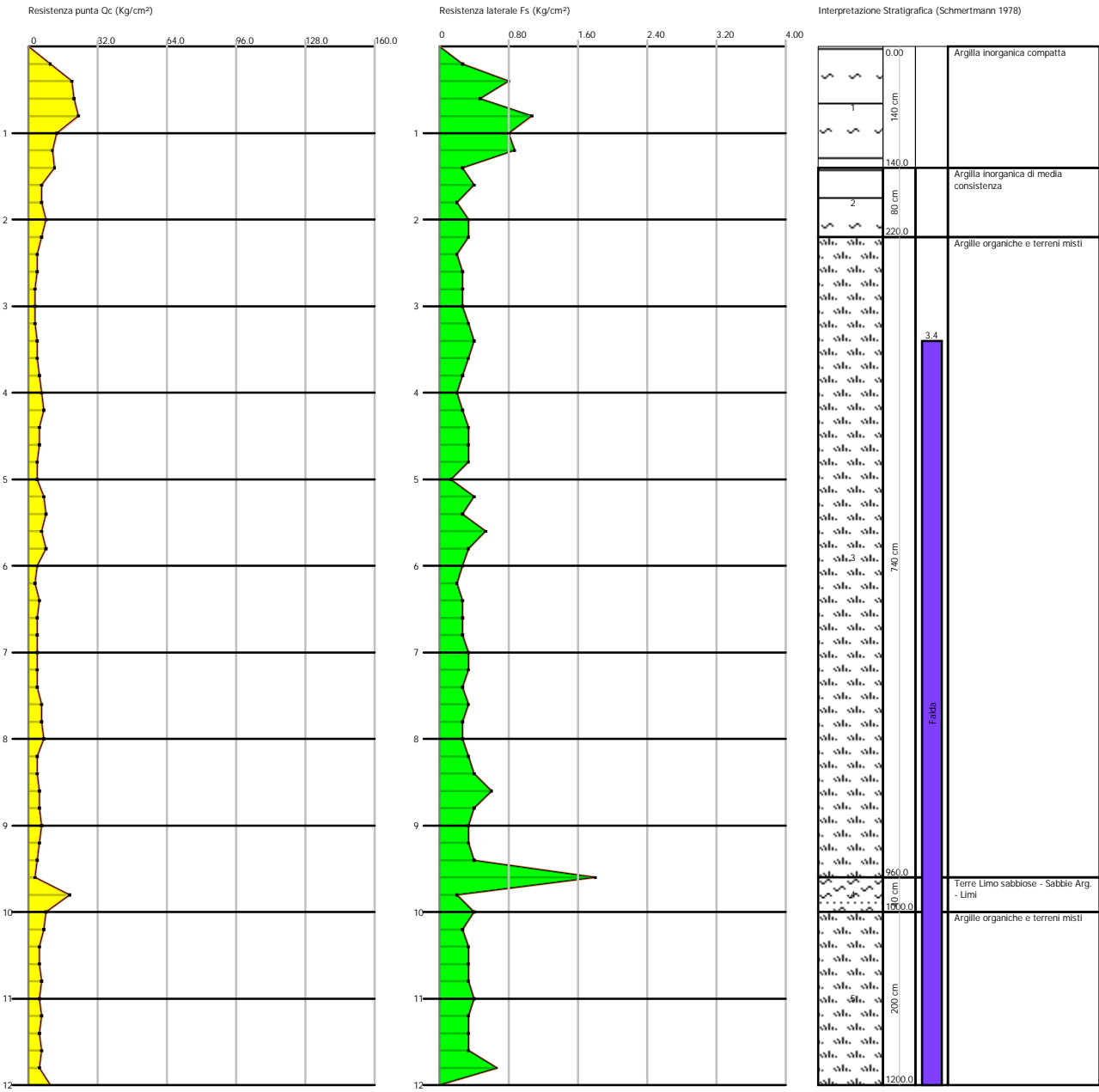
| | |
|-------|---|
| Nr: | Numero progressivo strato |
| Prof: | Profondità strato (m) |
| Tipo: | C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente |
| Cu: | Coesione non drenata (Kg/cm ²) |
| Eu: | Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm ²) |
| Mo: | Modulo Edometrico (Kg/cm ²) |
| G: | Modulo di 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 | 0.40 | C | 0.8 | 579.8 | 48.3 | 149.4 | >9 | 1.9 | 2.0 | -- | -- | -- |
| 140.93 | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 0.60 | CI | 1.0 | 746.3 | 42.0 | 174.6 | >9 | 2.0 | 2.1 | <5 | 38.3 | 40.0 |
| 194.89 | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 1.00 | C | 0.9 | 669.1 | 45.9 | 163.7 | >9 | 2.0 | 2.0 | -- | -- | -- |
| 179.90 | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | 2.20 | C | 0.5 | 338.7 | 42.0 | 109.6 | >9 | 1.8 | 1.9 | -- | -- | -- |
| 177.30 | | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | 2.40 | CI | 0.4 | 284.0 | 38.4 | 99.8 | 5.6 | 1.8 | 1.9 | <5 | 28.7 | 16.0 |
| 185.47 | | | | | | | | | | | | | |
| | 6 | 5.80 | C | 0.2 | 139.9 | 24.5 | 68.8 | 3.3 | 1.7 | 1.8 | -- | -- | -- |
| 173.53 | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | 6.80 | C | 0.3 | 218.2 | 33.8 | 88.7 | 3.1 | 1.8 | 1.8 | -- | -- | -- |
| 194.02 | | | | | | | | | | | | | |
| | 8 | 9.40 | C | 0.2 | 133.1 | 25.0 | 69.8 | 2.7 | 1.7 | 1.8 | -- | -- | -- |
| 185.27 | | | | | | | | | | | | | |
| | 9 | 10.40 | C | 0.5 | 313.4 | 42.2 | 110.1 | 3.0 | 1.8 | 1.9 | -- | -- | -- |
| 216.60 | | | | | | | | | | | | | |
| | 10 | 12.00 | C | 0.2 | 135.4 | 26.3 | 72.5 | 1.8 | 1.7 | 1.8 | -- | -- | -- |
| 194.13 | | | | | | | | | | | | | |

Probe CPT - Cone Penetration CPT05
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente:
Società Agricola San Francesco s.s.
Caniliere: Via Canale Fornaro
Località: Massa Fiscaglia (FE)

Data: 25/01/2022



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

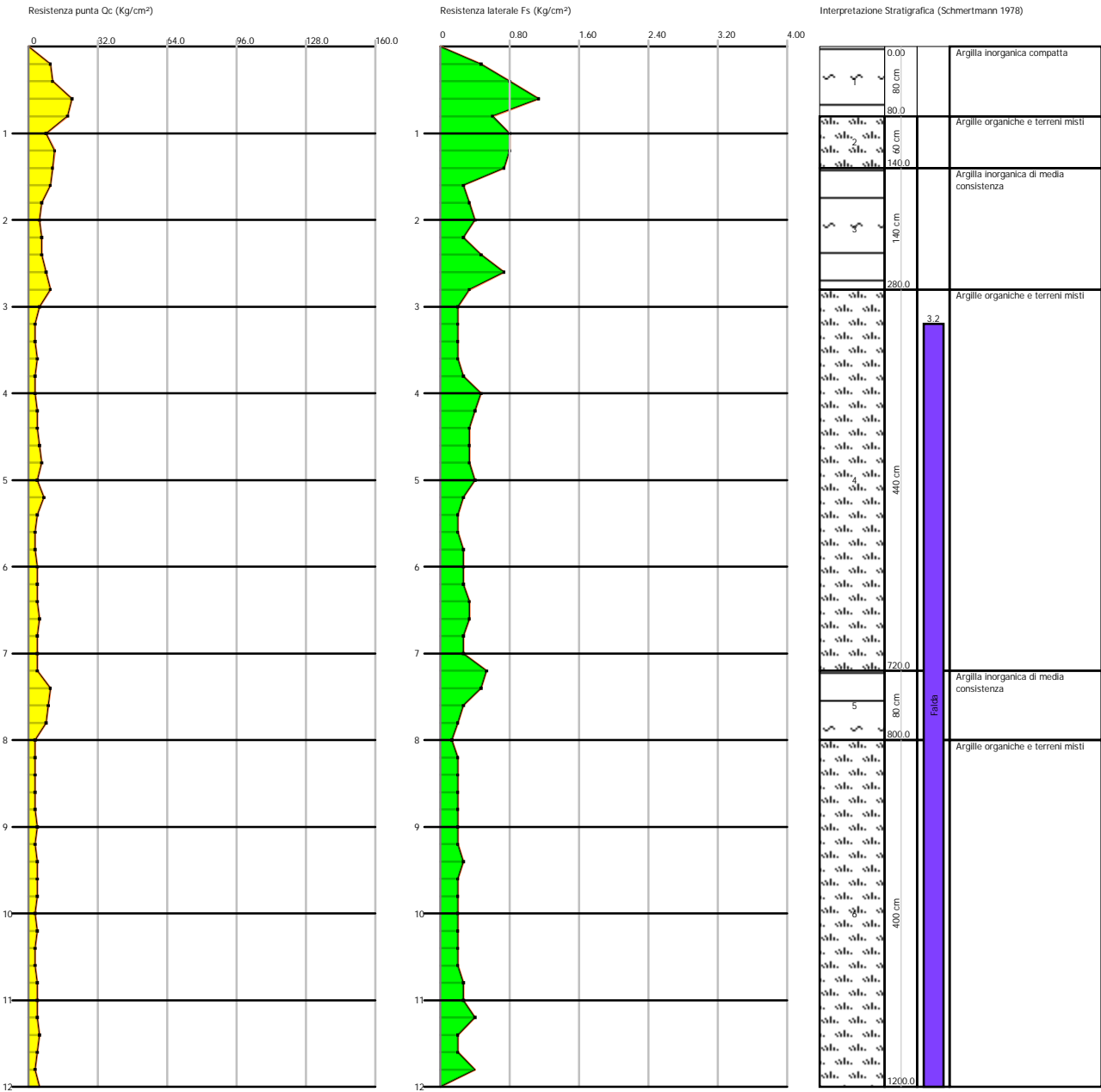
| | |
|-------|---|
| Nr: | Numero progressivo strato |
| Prof: | Profondità strato (m) |
| Tipo: | C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente |
| Cu: | Coesione non drenata (Kg/cm ²) |
| Eu: | Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm ²) |
| Mo: | Modulo Edometrico (Kg/cm ²) |
| G: | Modulo di 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 | 1.40 | C | 0.8 | 584.3 | 48.2 | 150.7 | >9 | 1.9 | 2.0 | -- | -- | -- |
| | 171.13 | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 2.20 | C | 0.3 | 231.1 | 33.4 | 87.9 | 6.8 | 1.8 | 1.9 | -- | -- | -- |
| | 169.25 | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 9.60 | C | 0.2 | 149.8 | 26.5 | 72.9 | 3.2 | 1.7 | 1.8 | -- | -- | -- |
| | 183.30 | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | 10.00 | CI | 0.7 | 466.4 | 48.1 | 137.3 | 2.8 | 1.9 | 2.0 | <5 | 28.7 | 27.0 |
| | 237.03 | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | 12.00 | C | 0.3 | 181.9 | 31.5 | 83.7 | 2.0 | 1.7 | 1.8 | -- | -- | -- |
| | 202.80 | | | | | | | | | | | | |

Probe CPT - Cone Penetration CPT06
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente:
Società Agricola San Francesco s.s.
Caniliere: Via Canale Fornaro
Località: Massa Fiscaglia (FE)

Data: 11/02/2022



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

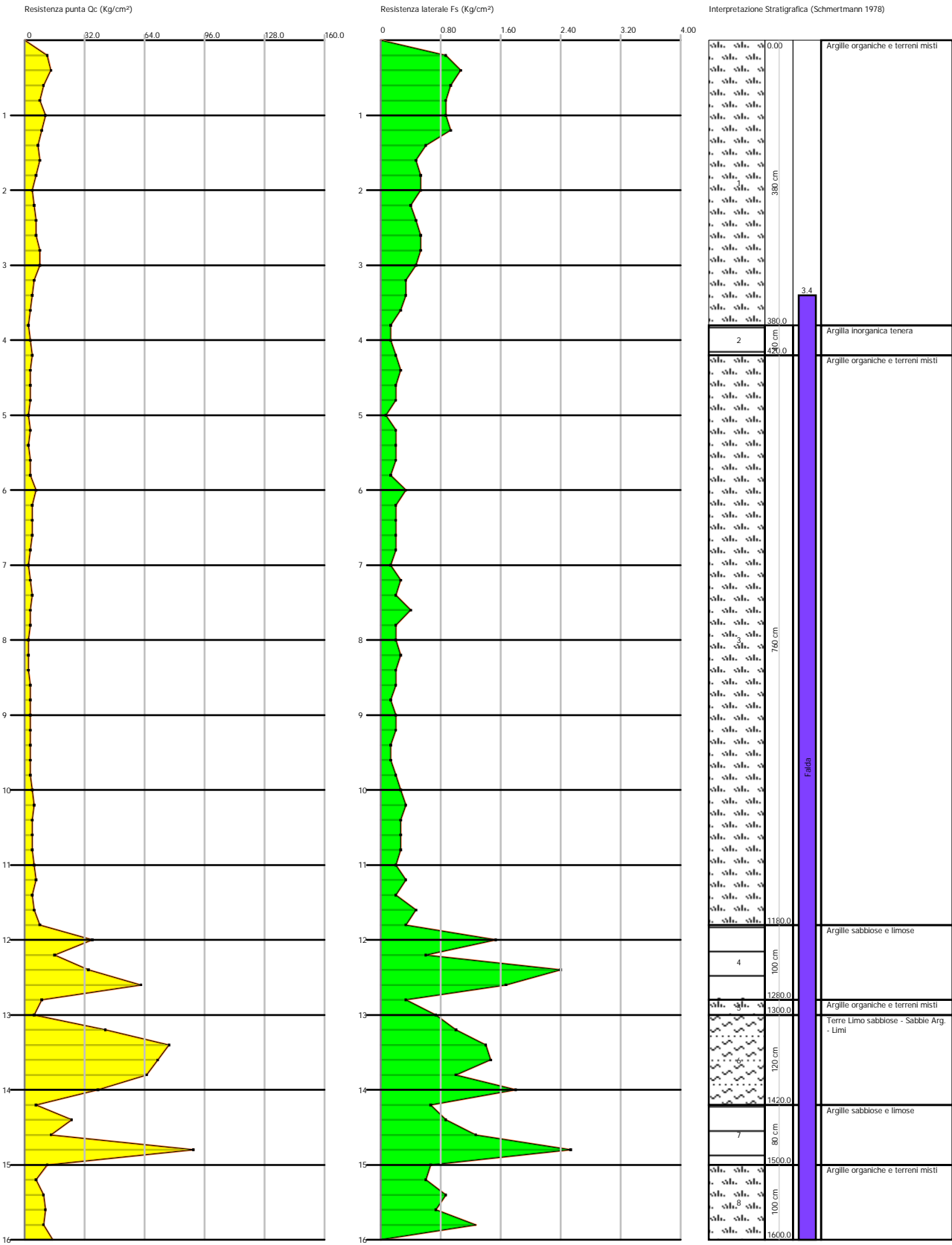
| | |
|-------|---|
| Nr: | Numero progressivo strato |
| Prof: | Profondità strato (m) |
| Tipo: | C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente |
| Cu: | Coesione non drenata (Kg/cm ²) |
| Eu: | Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm ²) |
| Mo: | Modulo Edometrico (Kg/cm ²) |
| G: | Modulo di 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 | 0.80 | C | 0.7 | 550.4 | 48.4 | 145.0 | >9 | 1.9 | 2.0 | -- | -- | -- |
| 153.40 | 2 | 1.40 | C | 0.5 | 380.0 | 44.2 | 116.6 | >9 | 1.9 | 1.9 | -- | -- | -- |
| 169.42 | 3 | 2.80 | C | 0.4 | 258.8 | 36.2 | 94.2 | 7.5 | 1.8 | 1.9 | -- | -- | -- |
| 176.34 | 4 | 7.20 | C | 0.2 | 127.0 | 23.3 | 66.2 | 3.0 | 1.7 | 1.8 | -- | -- | -- |
| 174.97 | 5 | 8.00 | C | 0.4 | 247.9 | 36.9 | 95.9 | 2.1 | 1.8 | 1.9 | -- | -- | -- |
| 202.70 | 6 | 12.00 | C | 0.2 | 97.8 | 21.1 | 61.8 | 1.4 | 1.6 | 1.7 | -- | -- | -- |
| 182.46 | | | | | | | | | | | | | |

Probe CPT - Cone Penetration CPT07
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente:
Società Agricola San Francesco s.s.
Caniliere: Via Canale Fornaro
Località: Massa Fiscaglia (FE)

Data: 25/01/2022



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

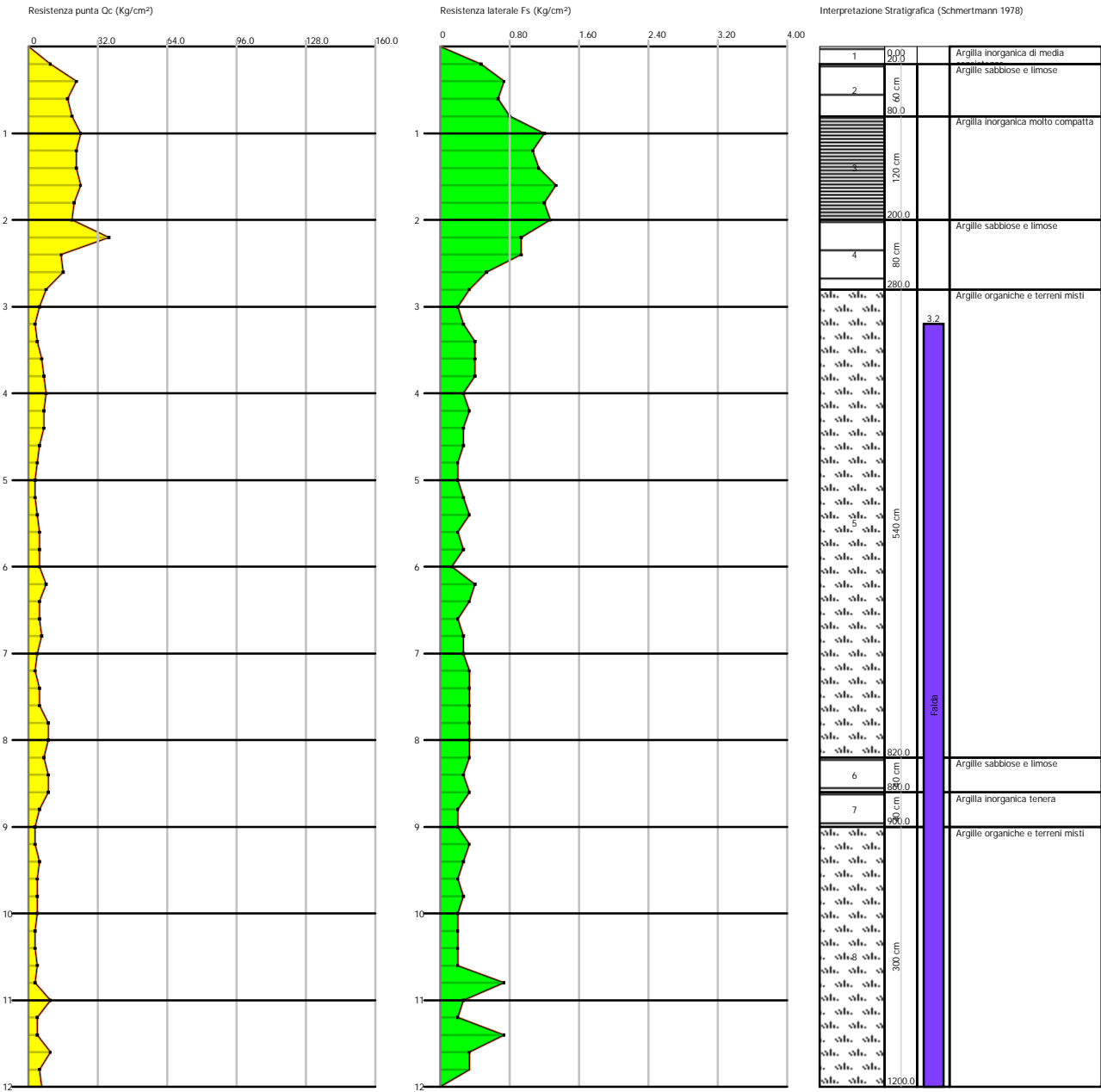
| | |
|-------|---|
| Nr: | Numero progressivo strato |
| Prof: | Profondità strato (m) |
| Tipo: | C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente |
| Cu: | Coesione non drenata (Kg/cm ²) |
| Eu: | Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm ²) |
| Mo: | Modulo Edometrico (Kg/cm ²) |
| G: | Modulo di 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 | 3.80 | C | 0.4 | 255.6 | 35.8 | 93.2 | >9 | 1.8 | 1.9 | -- | -- | -- |
| | 172.56 | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 4.20 | C | 0.2 | 106.6 | 20.4 | 60.2 | 1.8 | 1.6 | 1.7 | -- | -- | -- |
| | 168.19 | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 11.80 | C | 0.2 | 98.6 | 20.5 | 60.5 | 1.7 | 1.6 | 1.7 | -- | -- | -- |
| | 177.00 | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | 12.80 | CI | 1.6 | 1133.5 | 62.8 | 230.0 | 9.0 | 2.0 | 2.1 | <5 | 31.4 | 62.8 |
| | 296.58 | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | 13.00 | C | 0.3 | 141.3 | 27.4 | 74.9 | 4.2 | 1.7 | 1.8 | -- | -- | -- |
| | 198.36 | | | | | | | | | | | | |
| | 6 | 14.20 | CI | 2.5 | 1832.8 | 100.3 | 306.3 | 9.0 | 2.1 | 2.2 | <5 | 33.4 | 100.3 |
| | 337.60 | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | 15.00 | CI | 1.8 | 1269.9 | 70.5 | 246.9 | 8.0 | 2.1 | 2.1 | <5 | 31.3 | 70.5 |
| | 311.69 | | | | | | | | | | | | |
| | 8 | 16.00 | C | 0.5 | 335.0 | 44.3 | 117.1 | 3.3 | 1.8 | 1.9 | -- | -- | -- |
| | 232.87 | | | | | | | | | | | | |

Probe CPT - Cone Penetration CPT08
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente:
Società Agricola San Francesco s.s.
Caniliere: Via Canale Fornaro
Località: Massa Fiscaglia (FE)

Data: 25/01/2022



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 | 0.20 | C | 0.5 | 374.3 | 43.5 | 114.3 | >9 | 1.9 | 1.9 | -- | -- | -- |
| 115.61 | 2 | 0.80 | CI | 1.0 | 746.3 | 42.0 | 174.6 | >9 | 2.0 | 2.1 | <5 | 38.4 | 40.0 |
| 194.40 | 3 | 2.00 | C | 1.1 | 821.3 | 44.3 | 185.9 | >9 | 2.0 | 2.1 | -- | -- | -- |
| 203.41 | 4 | 2.80 | CI | 1.0 | 695.6 | 44.2 | 169.2 | >9 | 2.0 | 2.0 | <5 | 32.4 | 38.0 |
| 232.02 | 5 | 8.20 | C | 0.3 | 175.8 | 29.3 | 78.9 | 2.7 | 1.7 | 1.8 | -- | -- | -- |
| 186.32 | 6 | 8.60 | CI | 0.5 | 301.5 | 41.2 | 107.2 | 2.7 | 1.8 | 1.9 | <5 | 28.7 | 18.0 |
| 211.37 | 7 | 9.00 | C | 0.2 | 112.9 | 22.8 | 65.3 | 1.4 | 1.7 | 1.7 | -- | -- | -- |
| 183.94 | 8 | 12.00 | C | 0.2 | 138.6 | 26.5 | 73.0 | 1.9 | 1.7 | 1.8 | -- | -- | -- |
| 193.53 | | | | | | | | | | | | | |

PROVA PENETROMETRICA STATICA

| | |
|--|--|
| Committente: Società Agricola San Francesco s.s. Cantiere: Via Canale Fornaro Località: Massa Fiscaglia (FE) | Codice commessa: 2148/22 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

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

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

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

N.B.

- $Ap = 10 \text{ cm}^2$ e $Am = 150 \text{ cm}^2$

- 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 $U_1 - U_2 - U_3$ 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 (Durgunoglu-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 cementare 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 (Jamolkowski 1985)
Densità Relativa (Larsson 1995) - per sabbie omogenee non gradate

Modulo di Young

Modulo di Young (Schmertmann 1970-1978) $E_y(25) - E_y(50)$ - 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) $E_y(25) - E_y(50)$ - per sabbie NC Quarzose.
Modulo di Young (ISOPT-1 1988) $E_y(50)$ - 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 C_{rm} (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)

Permeabilità

Coefficiente di Permeabilità K (Piacentini-Righi, 1988)

PROVA ...CPT01

Committente: Società Agricola San Francesco s.s.

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 25/01/2022

Profondità prova: 12.00 mt

Località: Massa Fiscaglia (FE)

| 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 | 10.00 | 14.0 | 10.0 | 0.333 | 30.03 | 3.3 |
| 0.40 | 23.00 | 28.0 | 23.0 | 0.6 | 38.333 | 2.6 |
| 0.60 | 22.00 | 31.0 | 22.0 | 0.667 | 32.984 | 3.0 |
| 0.80 | 21.00 | 31.0 | 21.0 | 0.733 | 28.649 | 3.5 |
| 1.00 | 22.00 | 33.0 | 22.0 | 0.867 | 25.375 | 3.9 |
| 1.20 | 27.00 | 40.0 | 27.0 | 0.8 | 33.75 | 3.0 |
| 1.40 | 29.00 | 41.0 | 29.0 | 0.933 | 31.083 | 3.2 |
| 1.60 | 39.00 | 53.0 | 39.0 | 1.133 | 34.422 | 2.9 |
| 1.80 | 36.00 | 53.0 | 36.0 | 0.867 | 41.522 | 2.4 |
| 2.00 | 47.00 | 60.0 | 47.0 | 1.0 | 47.0 | 2.1 |
| 2.20 | 23.00 | 38.0 | 23.0 | 0.667 | 34.483 | 2.9 |
| 2.40 | 16.00 | 26.0 | 16.0 | 0.467 | 34.261 | 2.9 |
| 2.60 | 9.00 | 16.0 | 9.0 | 0.333 | 27.027 | 3.7 |
| 2.80 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.2 | 25.0 | 4.0 |
| 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 | 8.00 | 13.0 | 8.0 | 0.333 | 24.024 | 4.2 |
| 3.60 | 7.00 | 12.0 | 7.0 | 0.333 | 21.021 | 4.8 |
| 3.80 | 6.00 | 11.0 | 6.0 | 0.267 | 22.472 | 4.5 |
| 4.00 | 5.00 | 9.0 | 5.0 | 0.267 | 18.727 | 5.3 |
| 4.20 | 5.00 | 9.0 | 5.0 | 0.267 | 18.727 | 5.3 |
| 4.40 | 5.00 | 9.0 | 5.0 | 0.2 | 25.0 | 4.0 |
| 4.60 | 5.00 | 8.0 | 5.0 | 0.133 | 37.594 | 2.7 |
| 4.80 | 8.00 | 10.0 | 8.0 | 0.4 | 20.0 | 5.0 |
| 5.00 | 5.00 | 11.0 | 5.0 | 0.133 | 37.594 | 2.7 |
| 5.20 | 5.00 | 7.0 | 5.0 | 0.133 | 37.594 | 2.7 |
| 5.40 | 6.00 | 8.0 | 6.0 | 0.2 | 30.0 | 3.3 |
| 5.60 | 8.00 | 11.0 | 8.0 | 0.4 | 20.0 | 5.0 |
| 5.80 | 8.00 | 14.0 | 8.0 | 0.333 | 24.024 | 4.2 |
| 6.00 | 9.00 | 14.0 | 9.0 | 0.333 | 27.027 | 3.7 |
| 6.20 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.333 | 15.015 | 6.7 |
| 6.40 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.2 | 25.0 | 4.0 |
| 6.60 | 9.00 | 12.0 | 9.0 | 0.333 | 27.027 | 3.7 |
| 6.80 | 7.00 | 12.0 | 7.0 | 0.267 | 26.217 | 3.8 |
| 7.00 | 9.00 | 13.0 | 9.0 | 0.267 | 33.708 | 3.0 |
| 7.20 | 8.00 | 12.0 | 8.0 | 0.467 | 17.131 | 5.8 |
| 7.40 | 8.00 | 15.0 | 8.0 | 0.267 | 29.963 | 3.3 |
| 7.60 | 22.00 | 26.0 | 22.0 | 0.6 | 36.667 | 2.7 |
| 7.80 | 12.00 | 21.0 | 12.0 | 0.467 | 25.696 | 3.9 |
| 8.00 | 12.00 | 19.0 | 12.0 | 0.2 | 60.0 | 1.7 |
| 8.20 | 18.00 | 21.0 | 18.0 | 0.733 | 24.557 | 4.1 |
| 8.40 | 19.00 | 30.0 | 19.0 | 0.733 | 25.921 | 3.9 |
| 8.60 | 21.00 | 32.0 | 21.0 | 0.733 | 28.649 | 3.5 |
| 8.80 | 41.00 | 52.0 | 41.0 | 0.6 | 68.333 | 1.5 |
| 9.00 | 14.00 | 23.0 | 14.0 | 0.533 | 26.266 | 3.8 |
| 9.20 | 22.00 | 30.0 | 22.0 | 1.067 | 20.619 | 4.9 |
| 9.40 | 7.00 | 23.0 | 7.0 | 0.267 | 26.217 | 3.8 |
| 9.60 | 8.00 | 12.0 | 8.0 | 0.667 | 11.994 | 8.3 |
| 9.80 | 5.00 | 15.0 | 5.0 | 0.333 | 15.015 | 6.7 |
| 10.00 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.4 | 12.5 | 8.0 |
| 10.20 | 6.00 | 12.0 | 6.0 | 0.467 | 12.848 | 7.8 |
| 10.40 | 5.00 | 12.0 | 5.0 | 0.467 | 10.707 | 9.3 |
| 10.60 | 5.00 | 12.0 | 5.0 | 0.4 | 12.5 | 8.0 |
| 10.80 | 5.00 | 11.0 | 5.0 | 0.467 | 10.707 | 9.3 |

| | | | | | | |
|-------|-------|------|------|-------|--------|------|
| 11.00 | 7.00 | 14.0 | 7.0 | 0.6 | 11.667 | 8.6 |
| 11.20 | 7.00 | 16.0 | 7.0 | 0.667 | 10.495 | 9.5 |
| 11.40 | 8.00 | 18.0 | 8.0 | 0.733 | 10.914 | 9.2 |
| 11.60 | 10.00 | 21.0 | 10.0 | 0.667 | 14.993 | 6.7 |
| 11.80 | 9.00 | 19.0 | 9.0 | 0.667 | 13.493 | 7.4 |
| 12.00 | 8.00 | 18.0 | 8.0 | 0.933 | 8.574 | 11.7 |

| Prof. Strato (m) | qc Media (Kg/cm ²) | fs Media (Kg/cm ²) | Gamma Medio (t/m ³) | Comp. Geotecnico | Descrizione |
|---------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|--|
| 1.60 | 24.125 | 0.758 | 2.0 | Incoerente-Coesivo | Argille sabbiose e limose |
| 2.20 | 35.333 | 0.845 | 2.0 | Incoerente-Coesivo | Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi |
| 8.20 | 8.167 | 0.316 | 1.8 | Coesivo | Argilla inorganica di media consistenza |
| 9.40 | 20.667 | 0.656 | 1.9 | Incoerente-Coesivo | Argille sabbiose e limose |
| 12.00 | 6.769 | 0.574 | 1.8 | Coesivo | Argille organiche e terreni misti |

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT01

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 | 1.60 | 24.125 | 0.758 | 1.37 | 1.53 | 1.60 | 1.41 | 1.26 | 1.21 |
| Strato 2 | 2.20 | 35.333 | 0.845 | 2.00 | 2.02 | 2.33 | 2.06 | 1.84 | 1.77 |
| Strato 3 | 8.20 | 8.167 | 0.316 | 0.42 | 0.54 | 0.48 | 0.42 | 0.38 | 0.41 |
| Strato 4 | 9.40 | 20.667 | 0.656 | 1.12 | 1.26 | 1.27 | 1.12 | 1.00 | 1.03 |
| Strato 5 | 12.00 | 6.769 | 0.574 | 0.32 | 0.37 | 0.32 | 0.28 | 0.25 | 0.34 |

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 | 1.60 | 24.125 | 0.758 | 60.31 | 48.25 | 72.38 | 72.38 |
| Strato 2 | 2.20 | 35.333 | 0.845 | 88.33 | 70.66 | 106.00 | 106.00 |
| Strato 3 | 8.20 | 8.167 | 0.316 | 40.84 | 38.94 | 49.00 | 24.50 |
| Strato 4 | 9.40 | 20.667 | 0.656 | 51.67 | 41.33 | 62.00 | 62.00 |
| Strato 5 | 12.00 | 6.769 | 0.574 | 54.15 | 34.41 | 101.54 | 20.31 |

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 | 1.60 | 24.125 | 0.758 | 898.69 | 36.30 |
| Strato 2 | 2.20 | 35.333 | 0.845 | 1310.74 | 53.10 |
| Strato 3 | 8.20 | 8.167 | 0.316 | 277.01 | 12.30 |
| Strato 4 | 9.40 | 20.667 | 0.656 | 734.74 | 30.90 |
| Strato 5 | 12.00 | 6.769 | 0.574 | 207.64 | 10.20 |

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 | 1.60 | 24.125 | 0.758 | Imai & Tomauchi | 195.81 |
| Strato 2 | 2.20 | 35.333 | 0.845 | Imai & Tomauchi | 247.23 |
| Strato 3 | 8.20 | 8.167 | 0.316 | Imai & Tomauchi | 101.02 |
| Strato 4 | 9.40 | 20.667 | 0.656 | Imai & Tomauchi | 178.15 |

| | | | | | |
|----------|-------|-------|-------|-----------------|-------|
| Strato 5 | 12.00 | 6.769 | 0.574 | Imai & Tomauchi | 90.08 |
|----------|-------|-------|-------|-----------------|-------|

Grado di sovraconsolidazione

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Stress-History | |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|--|
| Strato 1 | 1.60 | 24.125 | 0.758 | 3.51 | |
| Strato 2 | 2.20 | 35.333 | 0.845 | 2.16 | |
| Strato 3 | 8.20 | 8.167 | 0.316 | <0.5 | |
| Strato 4 | 9.40 | 20.667 | 0.656 | <0.5 | |
| Strato 5 | 12.00 | 6.769 | 0.574 | <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 | 1.60 | 24.125 | 0.758 | Meyerhof | 2.00 |
| Strato 2 | 2.20 | 35.333 | 0.845 | Meyerhof | 2.07 |
| Strato 3 | 8.20 | 8.167 | 0.316 | Meyerhof | 1.81 |
| Strato 4 | 9.40 | 20.667 | 0.656 | Meyerhof | 1.97 |
| Strato 5 | 12.00 | 6.769 | 0.574 | Meyerhof | 1.76 |

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 | 1.60 | 24.125 | 0.758 | Meyerhof | 2.08 |
| Strato 2 | 2.20 | 35.333 | 0.845 | Meyerhof | 2.15 |
| Strato 3 | 8.20 | 8.167 | 0.316 | Meyerhof | 1.89 |
| Strato 4 | 9.40 | 20.667 | 0.656 | Meyerhof | 2.05 |
| Strato 5 | 12.00 | 6.769 | 0.574 | Meyerhof | 1.84 |

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 | 1.60 | 24.125 | 0.758 | 51.52 | 68 | 67.22 | 52.23 | 79.05 |
| Strato 2 | 2.20 | 35.333 | 0.845 | 50.07 | 58.7 | 59.53 | 50.77 | 65.19 |
| Strato 4 | 9.40 | 20.667 | 0.656 | 20.06 | 11.12 | 16.11 | 20.51 | 8.01 |

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 | 1.60 | 24.125 | 0.758 | 37.93 | 34.68 | 31.93 | 29.78 | 37.52 | 42.81 | 30.61 | 27.83 |
| Strato 2 | 2.20 | 35.333 | 0.845 | 35.87 | 32.28 | 29.41 | 27.47 | 36.22 | 40.32 | 27.36 | 32.86 |
| Strato 4 | 9.40 | 20.667 | 0.656 | 28.62 | 24.47 | 21.21 | 19.98 | 29.56 | 30.79 | 22.39 | 26.28 |

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 | 1.60 | 24.125 | 0.758 | 60.31 | 48.25 | 189.14 |
| Strato 2 | 2.20 | 35.333 | 0.845 | 88.33 | 70.67 | 316.44 |
| Strato 4 | 9.40 | 20.667 | 0.656 | 51.67 | 41.33 | 303.09 |

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 | 1.60 | 24.125 | 0.758 | 56.32 | 94.63 | 189.46 | 48.25 | 120.62 |
| Strato 2 | 2.20 | 35.333 | 0.845 | 51.88 | 138.60 | 280.11 | 70.67 | 106.00 |
| Strato 4 | 9.40 | 20.667 | 0.656 | 21.97 | 81.07 | 144.47 | 41.33 | 103.33 |

Modulo di deformazione a taglio

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Correlazione | G (Kg/cm ²) |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|----------------------------|
| Strato 1 | 1.60 | 24.125 | 0.758 | Imai & Tomauchi | 195.81 |
| Strato 2 | 2.20 | 35.333 | 0.845 | Imai & Tomauchi | 247.23 |
| Strato 4 | 9.40 | 20.667 | 0.656 | Imai & Tomauchi | 178.15 |

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 | 1.60 | 24.125 | 0.758 | 3.51 | >9 | 1.02 | >9 |
| Strato 2 | 2.20 | 35.333 | 0.845 | 2.16 | >9 | 1.38 | >9 |
| Strato 4 | 9.40 | 20.667 | 0.656 | <0.5 | 5.4 | <0.5 | 2.71 |

Modulo di reazione Ko

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Correlazione | Ko |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|------|
| Strato 1 | 1.60 | 24.125 | 0.758 | Kulhawy & Mayne (1990) | 0.79 |
| Strato 2 | 2.20 | 35.333 | 0.845 | Kulhawy & Mayne (1990) | 0.58 |
| Strato 4 | 9.40 | 20.667 | 0.656 | Kulhawy & Mayne (1990) | 0.00 |

Fattori di compressibilità C Crm

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | C | Crm |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------|---------|
| Strato 1 | 1.60 | 24.125 | 0.758 | 0.12213 | 0.01588 |
| Strato 2 | 2.20 | 35.333 | 0.845 | 0.11583 | 0.01506 |
| Strato 4 | 9.40 | 20.667 | 0.656 | 0.13135 | 0.01708 |

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 | 1.60 | 24.125 | 0.758 | Meyerhof | 1.80 |
| Strato 2 | 2.20 | 35.333 | 0.845 | Meyerhof | 1.80 |
| Strato 4 | 9.40 | 20.667 | 0.656 | 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 | 1.60 | 24.125 | 0.758 | Meyerhof | 2.10 |
| Strato 2 | 2.20 | 35.333 | 0.845 | Meyerhof | 2.10 |
| Strato 4 | 9.40 | 20.667 | 0.656 | 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 | 1.60 | 24.125 | 0.758 | Robertson & Wride 1997 | 8.513 |
| Strato 2 | 2.20 | 35.333 | 0.845 | Robertson & Wride 1997 | 8.611 |
| Strato 4 | 9.40 | 20.667 | 0.656 | Robertson & Wride 1997 | 0.742 |

Permeabilità

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Correlazione | Permeabilità (cm/s) |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------|
| Strato 1 | 1.60 | 24.125 | 0.758 | Piacentini-Righi 1988 | 4.013541E-06 |
| Strato 2 | 2.20 | 35.333 | 0.845 | Piacentini-Righi 1988 | 8.59785E-05 |
| Strato 3 | 8.20 | 8.167 | 0.316 | Piacentini-Righi 1988 | 2.930078E-07 |
| Strato 4 | 9.40 | 20.667 | 0.656 | Piacentini-Righi 1988 | 3.751984E-06 |

| | | | | | |
|----------|-------|-------|-------|--------------------------|-------|
| Strato 5 | 12.00 | 6.769 | 0.574 | 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 | 1.60 | 24.125 | 0.758 | Piacentini-Righi 1988 | 0.29048 |
| Strato 2 | 2.20 | 35.333 | 0.845 | Piacentini-Righi 1988 | 9.113635 |
| Strato 3 | 8.20 | 8.167 | 0.316 | Piacentini-Righi 1988 | 7.178984E-03 |
| Strato 4 | 9.40 | 20.667 | 0.656 | Piacentini-Righi 1988 | 0.2326268 |
| Strato 5 | 12.00 | 6.769 | 0.574 | Piacentini-Righi 1988 | 2.0307E-07 |

PROVA ...CPT02

Committente: Società Agricola San Francesco s.s.

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 25/01/2022

Profondità prova: 10.00 mt

Località: Massa Fiscaglia (FE)

| 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 | 10.00 | 15.0 | 10.0 | 0.4 | 25.0 | 4.0 |
| 0.40 | 10.00 | 16.0 | 10.0 | 0.867 | 11.534 | 8.7 |
| 0.60 | 15.00 | 28.0 | 15.0 | 0.933 | 16.077 | 6.2 |
| 0.80 | 16.00 | 30.0 | 16.0 | 0.667 | 23.988 | 4.2 |
| 1.00 | 10.00 | 20.0 | 10.0 | 0.6 | 16.667 | 6.0 |
| 1.20 | 12.00 | 21.0 | 12.0 | 1.467 | 8.18 | 12.2 |
| 1.40 | 22.00 | 44.0 | 22.0 | 1.2 | 18.333 | 5.5 |
| 1.60 | 20.00 | 38.0 | 20.0 | 1.333 | 15.004 | 6.7 |
| 1.80 | 21.00 | 41.0 | 21.0 | 1.133 | 18.535 | 5.4 |
| 2.00 | 34.00 | 51.0 | 34.0 | 1.467 | 23.177 | 4.3 |
| 2.20 | 32.00 | 54.0 | 32.0 | 0.8 | 40.0 | 2.5 |
| 2.40 | 22.00 | 34.0 | 22.0 | 1.0 | 22.0 | 4.5 |
| 2.60 | 23.00 | 38.0 | 23.0 | 0.6 | 38.333 | 2.6 |
| 2.80 | 9.00 | 18.0 | 9.0 | 0.467 | 19.272 | 5.2 |
| 3.00 | 9.00 | 16.0 | 9.0 | 0.267 | 33.708 | 3.0 |
| 3.20 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |
| 3.40 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.267 | 11.236 | 8.9 |
| 3.60 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |
| 3.80 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 4.00 | 3.00 | 6.0 | 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 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.333 | 9.009 | 11.1 |
| 4.80 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.267 | 18.727 | 5.3 |
| 5.00 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |
| 5.20 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.133 | 30.075 | 3.3 |
| 5.40 | 3.00 | 5.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 5.60 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 5.80 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.267 | 11.236 | 8.9 |
| 6.00 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |
| 6.20 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |
| 6.40 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 6.60 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.267 | 11.236 | 8.9 |
| 6.80 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |
| 7.00 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.4 | 10.0 | 10.0 |
| 7.20 | 8.00 | 14.0 | 8.0 | 0.4 | 20.0 | 5.0 |
| 7.40 | 7.00 | 13.0 | 7.0 | 0.267 | 26.217 | 3.8 |
| 7.60 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |

| | | | | | | |
|-------|------|------|-----|-------|--------|-----|
| 7.80 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 8.00 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 8.20 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.267 | 11.236 | 8.9 |
| 8.40 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.333 | 12.012 | 8.3 |
| 8.60 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.4 | 12.5 | 8.0 |
| 8.80 | 6.00 | 12.0 | 6.0 | 0.267 | 22.472 | 4.5 |
| 9.00 | 5.00 | 9.0 | 5.0 | 0.2 | 25.0 | 4.0 |
| 9.20 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 9.40 | 4.00 | 7.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |
| 9.60 | 4.00 | 7.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |
| 9.80 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 10.00 | 4.00 | 7.0 | 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 |
|---------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|---|
| 1.40 | 13.571 | 0.876 | 1.9 | Coesivo | Argilla inorganica compatta |
| 2.60 | 25.333 | 1.056 | 2.0 | Incoerente-Coesivo | Argille sabbiose e limose |
| 3.20 | 7.333 | 0.311 | 1.8 | Coesivo | Argilla inorganica di media consistenza |
| 9.80 | 3.909 | 0.247 | 1.7 | Coesivo | Argille organiche e terreni misti |
| 10.00 | 4.0 | 0.0 | | 1.8 Incoerente | Sabbie Sciolte |

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT02

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 | 1.40 | 13.571 | 0.876 | 0.77 | 0.96 | 0.90 | 0.79 | 0.68 |
| Strato 2 | 2.60 | 25.333 | 1.056 | 1.43 | 1.58 | 1.66 | 1.47 | 1.27 |
| Strato 3 | 3.20 | 7.333 | 0.311 | 0.39 | 0.52 | 0.45 | 0.40 | 0.37 |
| Strato 4 | 9.80 | 3.909 | 0.247 | 0.18 | 0.22 | 0.18 | 0.16 | 0.20 |

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 | 1.40 | 13.571 | 0.876 | 67.86 | 48.16 | 40.71 |
| Strato 2 | 2.60 | 25.333 | 1.056 | 63.33 | 50.67 | 76.00 |
| Strato 3 | 3.20 | 7.333 | 0.311 | 36.67 | 36.34 | 22.00 |
| Strato 4 | 9.80 | 3.909 | 0.247 | 31.27 | 22.39 | 11.73 |

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 | 1.40 | 13.571 | 0.876 | 20.40 |
| Strato 2 | 2.60 | 25.333 | 1.056 | 38.10 |
| Strato 3 | 3.20 | 7.333 | 0.311 | 11.10 |
| Strato 4 | 9.80 | 3.909 | 0.247 | 6.00 |

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 | 1.40 | 13.571 | Imai & Tomauchi | 137.78 |
| Strato 2 | 2.60 | 25.333 | Imai & Tomauchi | 201.75 |

| | | | | | |
|----------|------|-------|-------|-----------------|-------|
| Strato 3 | 3.20 | 7.333 | 0.311 | Imai & Tomauchi | 94.59 |
| Strato 4 | 9.80 | 3.909 | 0.247 | Imai & Tomauchi | 64.40 |

Grado di sovraconsolidazione

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Stress-History | |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|------|
| Strato 1 | 1.40 | 13.571 | 0.876 | | 2.37 |
| Strato 2 | 2.60 | 25.333 | 1.056 | | 1.53 |
| Strato 3 | 3.20 | 7.333 | 0.311 | | <0.5 |
| Strato 4 | 9.80 | 3.909 | 0.247 | | <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 | 1.40 | 13.571 | 0.876 | Meyerhof | 1.91 |
| Strato 2 | 2.60 | 25.333 | 1.056 | Meyerhof | 2.01 |
| Strato 3 | 3.20 | 7.333 | 0.311 | Meyerhof | 1.79 |
| Strato 4 | 9.80 | 3.909 | 0.247 | Meyerhof | 1.66 |

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 | 1.40 | 13.571 | 0.876 | Meyerhof | 1.99 |
| Strato 2 | 2.60 | 25.333 | 1.056 | Meyerhof | 2.09 |
| Strato 3 | 3.20 | 7.333 | 0.311 | Meyerhof | 1.87 |
| Strato 4 | 9.80 | 3.909 | 0.247 | Meyerhof | 1.74 |

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 2 | 2.60 | 25.333 | 1.056 | 40.39 | 46.1 | 47.72 | 41.01 | 55.21 |
| Strato 5 | 10.00 | 4.0 | 0.0 | < 5 | < 5 | 5 | 5 | 5 |

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 2 | 2.60 | 25.333 | 1.056 | 34.2 | 30.55 | 27.6 | 25.82 | 34.45 | 38.41 | 25.57 | 28.37 |
| Strato 5 | 10.00 | 4.0 | 0.0 | 20.78 | 16.37 | 12.7 | 12.2 | 28.7 | 15.19 | 21.23 | 18.8 |

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 2 | 2.60 | 25.333 | 1.056 | 63.33 | 50.67 | 265.19 |
| Strato 5 | 10.00 | 4.0 | 0.0 | 10.00 | 8.00 | 61.60 |

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 2 | 2.60 | 25.333 | 1.056 | 41.70 | 99.37 | 197.56 | 50.67 | 126.67 |
| Strato 5 | 10.00 | 4.0 | 0.0 | 16.52 | 15.69 | 4.93 | 8.00 | 32.00 |

Modulo di deformazione a taglio

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Correlazione | G (Kg/cm ²) |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|----------------------------|
| Strato 2 | 2.60 | 25.333 | 1.056 | Imai & Tomauchi | 201.75 |
| Strato 5 | 10.00 | 4.0 | 0.0 | Imai & Tomauchi | 65.32 |

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 2 | 2.60 | 25.333 | 1.056 | 1.53 | >9 | 1.86 | >9 |
| Strato 5 | 10.00 | 4.0 | 0.0 | <0.5 | 6.06 | <0.5 | <0.5 |

Modulo di reazione Ko

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Correlazione | Ko |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|------|
| Strato 2 | 2.60 | 25.333 | 1.056 | Kulhawy & Mayne (1990) | 0.46 |
| Strato 5 | 10.00 | 4.0 | 0.0 | Kulhawy & Mayne (1990) | 0.00 |

Fattori di compressibilità C Crm

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | C | Crm |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------|---------|
| Strato 2 | 2.60 | 25.333 | 1.056 | 0.1195 | 0.01554 |
| Strato 5 | 10.00 | 4.0 | 0.0 | 0.3995 | 0.05194 |

Peso unità di volume

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Correlazione | Peso unità di volume (t/m ³) |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|--|
| Strato 2 | 2.60 | 25.333 | 1.056 | Meyerhof | 1.80 |
| Strato 5 | 10.00 | 4.0 | 0.0 | Meyerhof | 0.00 |

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 2 | 2.60 | 25.333 | 1.056 | Meyerhof | 2.10 |
| Strato 5 | 10.00 | 4.0 | 0.0 | Meyerhof | 0.00 |

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 2 | 2.60 | 25.333 | 1.056 | Robertson & Wride 1997 | 11.574 |
| Strato 5 | 10.00 | 4.0 | 0.0 | Robertson & Wride 1997 | 0 |

Permeabilità

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Correlazione | Permeabilità (cm/s) |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------|
| Strato 1 | 1.40 | 13.571 | 0.876 | Piacentini-Righi 1988 | 1E-11 |
| Strato 2 | 2.60 | 25.333 | 1.056 | Piacentini-Righi 1988 | 3.331199E-08 |
| Strato 3 | 3.20 | 7.333 | 0.311 | Piacentini-Righi 1988 | 6.574463E-08 |
| Strato 4 | 9.80 | 3.909 | 0.247 | Piacentini-Righi 1988 | 1.504599E-11 |
| Strato 5 | 10.00 | 4.0 | 0.0 | Piacentini-Righi 1988 | 0 |

Coefficiente di consolidazione

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Correlazione | Coefficiente di consolidazione (cm ² /s) |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|---|
| Strato 1 | 1.40 | 13.571 | 0.876 | Piacentini-Righi 1988 | 4.0713E-07 |
| Strato 2 | 2.60 | 25.333 | 1.056 | Piacentini-Righi 1988 | 2.531678E-03 |
| Strato 3 | 3.20 | 7.333 | 0.311 | Piacentini-Righi 1988 | 1.446316E-03 |
| Strato 4 | 9.80 | 3.909 | 0.247 | Piacentini-Righi | 1.764443E-07 |

Strato 5 10.00 4.0 0.0 1988
Piacentini-Righi 0
1988

PROVA ...CPT03

Committente: Società Agricola San Francesco s.s.

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 25/01/2022

Profondità prova: 12.00 mt

Località: Massa Fiscaglia (FE)

| 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 | 11.00 | 15.0 | 11.0 | 0.733 | 15.007 | 6.7 |
| 0.40 | 15.00 | 26.0 | 15.0 | 1.2 | 12.5 | 8.0 |
| 0.60 | 18.00 | 36.0 | 18.0 | 1.267 | 14.207 | 7.0 |
| 0.80 | 16.00 | 35.0 | 16.0 | 1.533 | 10.437 | 9.6 |
| 1.00 | 10.00 | 33.0 | 10.0 | 1.067 | 9.372 | 10.7 |
| 1.20 | 6.00 | 22.0 | 6.0 | 0.2 | 30.0 | 3.3 |
| 1.40 | 8.00 | 11.0 | 8.0 | 0.467 | 17.131 | 5.8 |
| 1.60 | 9.00 | 16.0 | 9.0 | 0.4 | 22.5 | 4.4 |
| 1.80 | 3.00 | 9.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 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 | 3.00 | 7.0 | 3.0 | 0.133 | 22.556 | 4.4 |
| 2.60 | 3.00 | 5.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 2.80 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.133 | 22.556 | 4.4 |
| 3.00 | 3.00 | 5.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 3.20 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 3.40 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 3.60 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 3.80 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 4.00 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 4.20 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 4.40 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.133 | 22.556 | 4.4 |
| 4.60 | 3.00 | 5.0 | 3.0 | 0.133 | 22.556 | 4.4 |
| 4.80 | 3.00 | 5.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 5.00 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.133 | 22.556 | 4.4 |
| 5.20 | 3.00 | 5.0 | 3.0 | 0.133 | 22.556 | 4.4 |
| 5.40 | 3.00 | 5.0 | 3.0 | 0.133 | 22.556 | 4.4 |
| 5.60 | 3.00 | 5.0 | 3.0 | 0.133 | 22.556 | 4.4 |
| 5.80 | 3.00 | 5.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 6.00 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.133 | 22.556 | 4.4 |
| 6.20 | 4.00 | 6.0 | 4.0 | 0.333 | 12.012 | 8.3 |
| 6.40 | 6.00 | 11.0 | 6.0 | 0.267 | 22.472 | 4.5 |
| 6.60 | 3.00 | 7.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 6.80 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 7.00 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.133 | 22.556 | 4.4 |
| 7.20 | 6.00 | 8.0 | 6.0 | 0.133 | 45.113 | 2.2 |
| 7.40 | 4.00 | 6.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |
| 7.60 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 7.80 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.333 | 9.009 | 11.1 |
| 8.00 | 4.00 | 9.0 | 4.0 | 0.067 | 59.701 | 1.7 |
| 8.20 | 6.00 | 7.0 | 6.0 | 0.2 | 30.0 | 3.3 |
| 8.40 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 8.60 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 8.80 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.267 | 11.236 | 8.9 |
| 9.00 | 6.00 | 10.0 | 6.0 | 0.2 | 30.0 | 3.3 |
| 9.20 | 8.00 | 11.0 | 8.0 | 0.4 | 20.0 | 5.0 |
| 9.40 | 4.00 | 10.0 | 4.0 | 0.467 | 8.565 | 11.7 |
| 9.60 | 4.00 | 11.0 | 4.0 | 0.667 | 5.997 | 16.7 |
| 9.80 | 4.00 | 14.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |
| 10.00 | 4.00 | 7.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |
| 10.20 | 4.00 | 7.0 | 4.0 | 0.333 | 12.012 | 8.3 |
| 10.40 | 3.00 | 8.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 10.60 | 4.00 | 7.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |

| | | | | | | |
|-------|------|-----|-----|-----|------|-----|
| 10.80 | 3.00 | 7.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 11.00 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 11.20 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 11.40 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 11.60 | 4.00 | 7.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |
| 11.80 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 12.00 | 4.00 | 7.0 | 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 |
|---------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------|---|
| 0.40 | 13.0 | 0.967 | 1.9 | Coesivo | Argille organiche e terreni misti |
| 0.60 | 18.0 | 1.267 | 1.9 | Coesivo | Argilla inorganica molto compatta |
| 1.00 | 13.0 | 1.3 | 1.7 | Coesivo | Argille organiche e terreni misti |
| 1.80 | 6.5 | 0.317 | 1.7 | Coesivo | Argilla inorganica di media consistenza |
| 9.20 | 3.541 | 0.195 | 1.6 | Coesivo | Argille organiche e terreni misti |
| 12.00 | 3.571 | 0.252 | 1.6 | Coesivo | Argille organiche e terreni misti |

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT03

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 | 0.40 | 13.0 | 0.967 | 0.74 | 0.93 | 0.86 | 0.76 | 0.68 | 0.65 |
| Strato 2 | 0.60 | 18.0 | 1.267 | 1.03 | 1.22 | 1.19 | 1.05 | 0.94 | 0.90 |
| Strato 3 | 1.00 | 13.0 | 1.3 | 0.74 | 0.92 | 0.86 | 0.76 | 0.68 | 0.65 |
| Strato 4 | 1.80 | 6.5 | 0.317 | 0.36 | 0.48 | 0.42 | 0.37 | 0.33 | 0.32 |
| Strato 5 | 9.20 | 3.541 | 0.195 | 0.17 | 0.21 | 0.18 | 0.15 | 0.14 | 0.18 |
| Strato 6 | 12.00 | 3.571 | 0.252 | 0.15 | 0.15 | 0.12 | 0.11 | 0.10 | 0.18 |

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 | 0.40 | 13.0 | 0.967 | 65.00 | 47.81 | 78.00 | 39.00 |
| Strato 2 | 0.60 | 18.0 | 1.267 | 90.00 | 45.90 | 108.00 | 54.00 |
| Strato 3 | 1.00 | 13.0 | 1.3 | 65.00 | 47.81 | 78.00 | 39.00 |
| Strato 4 | 1.80 | 6.5 | 0.317 | 52.00 | 33.43 | 97.50 | 19.50 |
| Strato 5 | 9.20 | 3.541 | 0.195 | 28.33 | 20.58 | 53.11 | 10.62 |
| Strato 6 | 12.00 | 3.571 | 0.252 | 28.57 | 20.73 | 53.57 | 10.71 |

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 | 0.40 | 13.0 | 0.967 | 486.08 | 19.50 |
| Strato 2 | 0.60 | 18.0 | 1.267 | 671.44 | 27.00 |
| Strato 3 | 1.00 | 13.0 | 1.3 | 481.95 | 19.50 |
| Strato 4 | 1.80 | 6.5 | 0.317 | 234.38 | 9.60 |
| Strato 5 | 9.20 | 3.541 | 0.195 | 110.29 | 5.40 |
| Strato 6 | 12.00 | 3.571 | 0.252 | 99.94 | 5.40 |

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 | 0.40 | 13.0 | 0.967 | Imai & Tomauchi | 134.21 |
| Strato 2 | 0.60 | 18.0 | 1.267 | Imai & Tomauchi | 163.73 |
| Strato 3 | 1.00 | 13.0 | 1.3 | Imai & Tomauchi | 134.21 |
| Strato 4 | 1.80 | 6.5 | 0.317 | Imai & Tomauchi | 87.87 |
| Strato 5 | 9.20 | 3.541 | 0.195 | Imai & Tomauchi | 60.63 |
| Strato 6 | 12.00 | 3.571 | 0.252 | Imai & Tomauchi | 60.94 |

Grado di sovraconsolidazione

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Stress-History |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|
| Strato 1 | 0.40 | 13.0 | 0.967 | 7.96 |
| Strato 2 | 0.60 | 18.0 | 1.267 | 4.41 |
| Strato 3 | 1.00 | 13.0 | 1.3 | 2.04 |
| Strato 4 | 1.80 | 6.5 | 0.317 | 0.6 |
| Strato 5 | 9.20 | 3.541 | 0.195 | <0.5 |
| Strato 6 | 12.00 | 3.571 | 0.252 | <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 | 0.40 | 13.0 | 0.967 | Meyerhof | 1.90 |
| Strato 2 | 0.60 | 18.0 | 1.267 | Meyerhof | 1.95 |
| Strato 3 | 1.00 | 13.0 | 1.3 | Meyerhof | 1.90 |
| Strato 4 | 1.80 | 6.5 | 0.317 | Meyerhof | 1.78 |
| Strato 5 | 9.20 | 3.541 | 0.195 | Meyerhof | 1.65 |
| Strato 6 | 12.00 | 3.571 | 0.252 | Meyerhof | 1.63 |

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 | 0.40 | 13.0 | 0.967 | Meyerhof | 1.98 |
| Strato 2 | 0.60 | 18.0 | 1.267 | Meyerhof | 2.03 |
| Strato 3 | 1.00 | 13.0 | 1.3 | Meyerhof | 1.98 |
| Strato 4 | 1.80 | 6.5 | 0.317 | Meyerhof | 1.86 |
| Strato 5 | 9.20 | 3.541 | 0.195 | Meyerhof | 1.73 |
| Strato 6 | 12.00 | 3.571 | 0.252 | Meyerhof | 1.71 |

PROVA ...CPT04

Committente: Società Agricola San Francesco s.s.

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 25/01/2022

Profondità prova: 12.00 mt

Località: Massa Fiscaglia (FE)

| 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 | 10.00 | 13.0 | 10.0 | 0.467 | 21.413 | 4.7 |
| 0.40 | 21.00 | 28.0 | 21.0 | 0.933 | 22.508 | 4.4 |
| 0.60 | 20.00 | 34.0 | 20.0 | 0.6 | 33.333 | 3.0 |
| 0.80 | 21.00 | 30.0 | 21.0 | 1.133 | 18.535 | 5.4 |
| 1.00 | 15.00 | 32.0 | 15.0 | 1.2 | 12.5 | 8.0 |
| 1.20 | 10.00 | 28.0 | 10.0 | 0.867 | 11.534 | 8.7 |
| 1.40 | 11.00 | 24.0 | 11.0 | 0.8 | 13.75 | 7.3 |
| 1.60 | 12.00 | 24.0 | 12.0 | 0.8 | 15.0 | 6.7 |
| 1.80 | 11.00 | 23.0 | 11.0 | 0.267 | 41.199 | 2.4 |
| 2.00 | 6.00 | 10.0 | 6.0 | 0.267 | 22.472 | 4.5 |
| 2.20 | 6.00 | 10.0 | 6.0 | 0.267 | 22.472 | 4.5 |
| 2.40 | 8.00 | 12.0 | 8.0 | 0.267 | 29.963 | 3.3 |
| 2.60 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.4 | 10.0 | 10.0 |
| 2.80 | 6.00 | 12.0 | 6.0 | 0.267 | 22.472 | 4.5 |
| 3.00 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |
| 3.20 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |

| | | | | | | |
|-------|-------|------|------|-------|--------|------|
| 3.40 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.267 | 11.236 | 8.9 |
| 3.60 | 3.00 | 7.0 | 3.0 | 0.267 | 11.236 | 8.9 |
| 3.80 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.333 | 12.012 | 8.3 |
| 4.00 | 4.00 | 9.0 | 4.0 | 0.333 | 12.012 | 8.3 |
| 4.20 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.333 | 15.015 | 6.7 |
| 4.40 | 6.00 | 11.0 | 6.0 | 0.333 | 18.018 | 5.6 |
| 4.60 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.333 | 15.015 | 6.7 |
| 4.80 | 7.00 | 12.0 | 7.0 | 0.333 | 21.021 | 4.8 |
| 5.00 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.267 | 18.727 | 5.3 |
| 5.20 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |
| 5.40 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 5.60 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.333 | 9.009 | 11.1 |
| 5.80 | 4.00 | 9.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |
| 6.00 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.4 | 10.0 | 10.0 |
| 6.20 | 7.00 | 13.0 | 7.0 | 0.4 | 17.5 | 5.7 |
| 6.40 | 8.00 | 14.0 | 8.0 | 0.267 | 29.963 | 3.3 |
| 6.60 | 6.00 | 10.0 | 6.0 | 0.4 | 15.0 | 6.7 |
| 6.80 | 8.00 | 14.0 | 8.0 | 0.267 | 29.963 | 3.3 |
| 7.00 | 3.00 | 7.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 7.20 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.267 | 11.236 | 8.9 |
| 7.40 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |
| 7.60 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |
| 7.80 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |
| 8.00 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |
| 8.20 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |
| 8.40 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |
| 8.60 | 6.00 | 10.0 | 6.0 | 0.333 | 18.018 | 5.6 |
| 8.80 | 6.00 | 11.0 | 6.0 | 0.467 | 12.848 | 7.8 |
| 9.00 | 5.00 | 12.0 | 5.0 | 0.533 | 9.381 | 10.7 |
| 9.20 | 5.00 | 13.0 | 5.0 | 0.533 | 9.381 | 10.7 |
| 9.40 | 6.00 | 14.0 | 6.0 | 0.6 | 10.0 | 10.0 |
| 9.60 | 12.00 | 21.0 | 12.0 | 0.933 | 12.862 | 7.8 |
| 9.80 | 15.00 | 29.0 | 15.0 | 0.267 | 56.18 | 1.8 |
| 10.00 | 8.00 | 12.0 | 8.0 | 0.467 | 17.131 | 5.8 |
| 10.20 | 7.00 | 14.0 | 7.0 | 0.267 | 26.217 | 3.8 |
| 10.40 | 5.00 | 9.0 | 5.0 | 0.267 | 18.727 | 5.3 |
| 10.60 | 5.00 | 9.0 | 5.0 | 0.267 | 18.727 | 5.3 |
| 10.80 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.333 | 12.012 | 8.3 |
| 11.00 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.4 | 12.5 | 8.0 |
| 11.20 | 6.00 | 12.0 | 6.0 | 0.333 | 18.018 | 5.6 |
| 11.40 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.267 | 18.727 | 5.3 |
| 11.60 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.333 | 12.012 | 8.3 |
| 11.80 | 4.00 | 9.0 | 4.0 | 0.4 | 10.0 | 10.0 |
| 12.00 | 5.00 | 11.0 | 5.0 | 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 |
|---------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|---|
| 0.40 | 15.5 | 0.7 | 2.0 | Coesivo | Argilla inorganica compatta |
| 0.60 | 20.0 | 0.6 | 2.0 | Incoerente-Coesivo | Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi |
| 1.00 | 18.0 | 1.167 | 1.8 | Coesivo | Argilla inorganica molto compatta |
| 2.20 | 9.333 | 0.545 | 1.8 | Coesivo | Argille organiche e terreni misti |
| 2.40 | 8.0 | 0.267 | 1.8 | Incoerente-Coesivo | Argille sabbiose e limose |
| 5.80 | 4.353 | 0.29 | 1.7 | Coesivo | Argille organiche e terreni misti |
| 6.80 | 6.6 | 0.347 | 1.8 | Coesivo | Argilla inorganica di media consistenza |
| 9.40 | 4.462 | 0.349 | 1.7 | Coesivo | Argille organiche e terreni misti |
| 10.40 | 9.4 | 0.44 | 1.8 | Coesivo | Argilla inorganica di media consistenza |
| 12.00 | 4.75 | 0.292 | 1.7 | Coesivo | Argille organiche e terreni misti |

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT04

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 | 0.40 | 15.5 | 0.7 | 0.89 | 1.08 | 1.03 | 0.91 | 0.81 | 0.78 |
| Strato 2 | 0.60 | 20.0 | 0.6 | 1.14 | 1.33 | 1.33 | 1.17 | 1.05 | 1.00 |
| Strato 3 | 1.00 | 18.0 | 1.167 | 1.02 | 1.21 | 1.19 | 1.05 | 0.94 | 0.90 |
| Strato 4 | 2.20 | 9.333 | 0.545 | 0.52 | 0.67 | 0.60 | 0.53 | 0.48 | 0.47 |
| Strato 5 | 2.40 | 8.0 | 0.267 | 0.43 | 0.57 | 0.50 | 0.45 | 0.40 | 0.40 |
| Strato 6 | 5.80 | 4.353 | 0.29 | 0.21 | 0.29 | 0.24 | 0.21 | 0.19 | 0.22 |
| Strato 7 | 6.80 | 6.6 | 0.347 | 0.33 | 0.42 | 0.37 | 0.32 | 0.29 | 0.33 |
| Strato 8 | 9.40 | 4.462 | 0.349 | 0.20 | 0.24 | 0.20 | 0.18 | 0.16 | 0.22 |
| Strato 9 | 10.40 | 9.4 | 0.44 | 0.48 | 0.57 | 0.51 | 0.45 | 0.40 | 0.47 |
| Strato 10 | 12.00 | 4.75 | 0.292 | 0.21 | 0.22 | 0.19 | 0.16 | 0.15 | 0.24 |

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 | 0.40 | 15.5 | 0.7 | 77.50 | 48.27 | 93.00 | 46.50 |
| Strato 2 | 0.60 | 20.0 | 0.6 | 100.00 | 41.98 | 120.00 | 60.00 |
| Strato 3 | 1.00 | 18.0 | 1.167 | 90.00 | 45.90 | 108.00 | 54.00 |
| Strato 4 | 2.20 | 9.333 | 0.545 | 46.67 | 42.04 | 56.00 | 28.00 |
| Strato 5 | 2.40 | 8.0 | 0.267 | 40.00 | 38.44 | 48.00 | 24.00 |
| Strato 6 | 5.80 | 4.353 | 0.29 | 34.82 | 24.50 | 65.30 | 13.06 |
| Strato 7 | 6.80 | 6.6 | 0.347 | 52.80 | 33.80 | 99.00 | 19.80 |
| Strato 8 | 9.40 | 4.462 | 0.349 | 35.70 | 25.00 | 66.93 | 13.39 |
| Strato 9 | 10.40 | 9.4 | 0.44 | 47.00 | 42.20 | 56.40 | 28.20 |
| Strato 10 | 12.00 | 4.75 | 0.292 | 38.00 | 26.31 | 71.25 | 14.25 |

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 | 0.40 | 15.5 | 0.7 | 579.75 | 23.40 |
| Strato 2 | 0.60 | 20.0 | 0.6 | 746.25 | 30.00 |
| Strato 3 | 1.00 | 18.0 | 1.167 | 669.15 | 27.00 |
| Strato 4 | 2.20 | 9.333 | 0.545 | 338.74 | 14.10 |
| Strato 5 | 2.40 | 8.0 | 0.267 | 284.02 | 12.00 |
| Strato 6 | 5.80 | 4.353 | 0.29 | 139.87 | 6.60 |
| Strato 7 | 6.80 | 6.6 | 0.347 | 218.17 | 9.90 |
| Strato 8 | 9.40 | 4.462 | 0.349 | 133.09 | 6.60 |
| Strato 9 | 10.40 | 9.4 | 0.44 | 313.35 | 14.10 |
| Strato 10 | 12.00 | 4.75 | 0.292 | 135.38 | 7.20 |

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 | 0.40 | 15.5 | 0.7 | Imai & Tomauchi | 149.43 |
| Strato 2 | 0.60 | 20.0 | 0.6 | Imai & Tomauchi | 174.62 |
| Strato 3 | 1.00 | 18.0 | 1.167 | Imai & Tomauchi | 163.73 |
| Strato 4 | 2.20 | 9.333 | 0.545 | Imai & Tomauchi | 109.61 |
| Strato 5 | 2.40 | 8.0 | 0.267 | Imai & Tomauchi | 99.76 |
| Strato 6 | 5.80 | 4.353 | 0.29 | Imai & Tomauchi | 68.78 |
| Strato 7 | 6.80 | 6.6 | 0.347 | Imai & Tomauchi | 88.70 |
| Strato 8 | 9.40 | 4.462 | 0.349 | Imai & Tomauchi | 69.83 |
| Strato 9 | 10.40 | 9.4 | 0.44 | Imai & Tomauchi | 110.09 |

| | | | | | |
|------------------------------------|------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|---|
| Strato 10 | 12.00 | 4.75 | 0.292 | Imai & Tomauchi | 72.55 |
| Grado di sovraconsolidazione | | | | | |
| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm²) | fs (Kg/cm²) | Stress-History | |
| Strato 1 | 0.40 | 15.5 | 0.7 | | >9 |
| Strato 2 | 0.60 | 20.0 | 0.6 | | 4.65 |
| Strato 3 | 1.00 | 18.0 | 1.167 | | 2.68 |
| Strato 4 | 2.20 | 9.333 | 0.545 | | 0.72 |
| Strato 5 | 2.40 | 8.0 | 0.267 | | <0.5 |
| Strato 6 | 5.80 | 4.353 | 0.29 | | <0.5 |
| Strato 7 | 6.80 | 6.6 | 0.347 | | <0.5 |
| Strato 8 | 9.40 | 4.462 | 0.349 | | <0.5 |
| Strato 9 | 10.40 | 9.4 | 0.44 | | <0.5 |
| Strato 10 | 12.00 | 4.75 | 0.292 | | <0.5 |
| Peso unità di volume | | | | | |
| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm²) | fs (Kg/cm²) | Correlazione | Peso unità di volume (t/m³) |
| Strato 1 | 0.40 | 15.5 | 0.7 | Meyerhof | 1.93 |
| Strato 2 | 0.60 | 20.0 | 0.6 | Meyerhof | 1.97 |
| Strato 3 | 1.00 | 18.0 | 1.167 | Meyerhof | 1.95 |
| Strato 4 | 2.20 | 9.333 | 0.545 | Meyerhof | 1.84 |
| Strato 5 | 2.40 | 8.0 | 0.267 | Meyerhof | 1.81 |
| Strato 6 | 5.80 | 4.353 | 0.29 | Meyerhof | 1.69 |
| Strato 7 | 6.80 | 6.6 | 0.347 | Meyerhof | 1.77 |
| Strato 8 | 9.40 | 4.462 | 0.349 | Meyerhof | 1.68 |
| Strato 9 | 10.40 | 9.4 | 0.44 | Meyerhof | 1.83 |
| Strato 10 | 12.00 | 4.75 | 0.292 | Meyerhof | 1.69 |
| Peso unità di volume saturo | | | | | |
| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm²) | fs (Kg/cm²) | Correlazione | Peso unità di volume saturo (t/m³) |
| Strato 1 | 0.40 | 15.5 | 0.7 | Meyerhof | 2.01 |
| Strato 2 | 0.60 | 20.0 | 0.6 | Meyerhof | 2.05 |
| Strato 3 | 1.00 | 18.0 | 1.167 | Meyerhof | 2.03 |
| Strato 4 | 2.20 | 9.333 | 0.545 | Meyerhof | 1.92 |
| Strato 5 | 2.40 | 8.0 | 0.267 | Meyerhof | 1.89 |
| Strato 6 | 5.80 | 4.353 | 0.29 | Meyerhof | 1.77 |
| Strato 7 | 6.80 | 6.6 | 0.347 | Meyerhof | 1.85 |
| Strato 8 | 9.40 | 4.462 | 0.349 | Meyerhof | 1.76 |
| Strato 9 | 10.40 | 9.4 | 0.44 | Meyerhof | 1.91 |
| Strato 10 | 12.00 | 4.75 | 0.292 | Meyerhof | 1.77 |
| TERRENI INCOERENT I | | | | | |
| Densità relativa (%) | | | | | |
| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm²) | fs (Kg/cm²) | Baldi 1978 - Schmertman n 1976 | Schmertman n Harman Lancellotta 1983 Jamiolkowsk i 1985 |
| Strato 2 | 0.60 | 20.0 | 0.6 | 52.87 | 73.78 |
| Strato 5 | 2.40 | 8.0 | 0.267 | 6.23 | < 5 |
| Angolo di resistenza al taglio (°) | | | | | |
| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm²) | fs (Kg/cm²) | Durgunou glu-Mitch ell 1973 | Caquot Koppejan De Beer Schmert mann Robertso n & Campane lla 1983 Herminie r Meyerhof 1951 |
| Strato 2 | 0.60 | 20.0 | 0.6 | 39.14 | 36.08 |
| Strato 5 | 2.40 | 8.0 | 0.267 | 28.22 | 24.35 |
| Modulo di Young (Kg/cm²) | | | | | |
| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm²) | fs (Kg/cm²) | Schmertmann | Robertson & Campanella (1983) ISOPT-1 1988 Ey(50) |
| Strato 2 | 0.60 | 20.0 | 0.6 | 50.00 | 40.00 |
| Strato 5 | 2.40 | 8.0 | 0.267 | 20.00 | 16.00 |

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 2 | 0.60 | 20.0 | 0.6 | 60.06 | 78.45 | 155.93 | 40.00 | 100.00 |
| Strato 5 | 2.40 | 8.0 | 0.267 | 9.17 | 31.38 | 54.24 | 16.00 | 64.00 |

Modulo di deformazione a taglio

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Correlazione | G (Kg/cm ²) |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|----------------------------|
| Strato 2 | 0.60 | 20.0 | 0.6 | Imai & Tomauchi | 174.62 |
| Strato 5 | 2.40 | 8.0 | 0.267 | Imai & Tomauchi | 99.76 |

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 2 | 0.60 | 20.0 | 0.6 | 4.65 | >9 | 0.85 | >9 |
| Strato 5 | 2.40 | 8.0 | 0.267 | <0.5 | 5.56 | <0.5 | 4.44 |

Modulo di reazione Ko

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Correlazione | Ko |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|------|
| Strato 2 | 0.60 | 20.0 | 0.6 | Kulhawy & Mayne (1990) | 0.95 |
| Strato 5 | 2.40 | 8.0 | 0.267 | Kulhawy & Mayne (1990) | 0.00 |

Fattori di compressibilità C Crm

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | C | Crm |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------|---------|
| Strato 2 | 0.60 | 20.0 | 0.6 | 0.1335 | 0.01735 |
| Strato 5 | 2.40 | 8.0 | 0.267 | 0.23325 | 0.03032 |

Peso unità di volume

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Correlazione | Peso unità di volume (t/m ³) |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|--|
| Strato 2 | 0.60 | 20.0 | 0.6 | Meyerhof | 1.80 |
| Strato 5 | 2.40 | 8.0 | 0.267 | 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 2 | 0.60 | 20.0 | 0.6 | Meyerhof | 2.10 |
| Strato 5 | 2.40 | 8.0 | 0.267 | 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 2 | 0.60 | 20.0 | 0.6 | Robertson & Wride 1997 | 6.635 |
| Strato 5 | 2.40 | 8.0 | 0.267 | Robertson & Wride 1997 | 0.877 |

Permeabilità

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Correlazione | Permeabilità (cm/s) |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------|
| Strato 1 | 0.40 | 15.5 | 0.7 | Piacentini-Righi 1988 | 1.155976E-08 |
| Strato 2 | 0.60 | 20.0 | 0.6 | Piacentini-Righi 1988 | 7.949698E-06 |
| Strato 3 | 1.00 | 18.0 | 1.167 | Piacentini-Righi 1988 | 1E-11 |

| | | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|--------------------------|--------------|
| Strato 4 | 2.20 | 9.333 | 0.545 | Piacentini-Righi 1988 | 4.428828E-11 |
| Strato 5 | 2.40 | 8.0 | 0.267 | Piacentini-Righi 1988 | 2.547957E-06 |
| Strato 6 | 5.80 | 4.353 | 0.29 | Piacentini-Righi 1988 | 1E-11 |
| Strato 7 | 6.80 | 6.6 | 0.347 | Piacentini-Righi 1988 | 9.399493E-10 |
| Strato 8 | 9.40 | 4.462 | 0.349 | Piacentini-Righi 1988 | 1E-11 |
| Strato 9 | 10.40 | 9.4 | 0.44 | Piacentini-Righi 1988 | 8.767458E-09 |
| Strato 10 | 12.00 | 4.75 | 0.292 | Piacentini-Righi 1988 | 2.62478E-11 |

Coefficiente di consolidazione

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Correlazione | Coefficiente di consolidazione (cm ² /s) |
|-----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|---|
| Strato 1 | 0.40 | 15.5 | 0.7 | Piacentini-Righi 1988 | 5.375288E-04 |
| Strato 2 | 0.60 | 20.0 | 0.6 | Piacentini-Righi 1988 | 0.4769818 |
| Strato 3 | 1.00 | 18.0 | 1.167 | Piacentini-Righi 1988 | 5.4E-07 |
| Strato 4 | 2.20 | 9.333 | 0.545 | Piacentini-Righi 1988 | 1.240027E-06 |
| Strato 5 | 2.40 | 8.0 | 0.267 | Piacentini-Righi 1988 | 6.115098E-02 |
| Strato 6 | 5.80 | 4.353 | 0.29 | Piacentini-Righi 1988 | 1.3059E-07 |
| Strato 7 | 6.80 | 6.6 | 0.347 | Piacentini-Righi 1988 | 1.8611E-05 |
| Strato 8 | 9.40 | 4.462 | 0.349 | Piacentini-Righi 1988 | 1.3386E-07 |
| Strato 9 | 10.40 | 9.4 | 0.44 | Piacentini-Righi 1988 | 2.472423E-04 |
| Strato 10 | 12.00 | 4.75 | 0.292 | Piacentini-Righi 1988 | 3.740312E-07 |

PROVA ...CPT05

Committente: Società Agricola San Francesco s.s.

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 25/01/2022

Profondità prova: 12.00 mt

Località: Massa Fiscaglia (FE)

| 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 | 10.00 | 15.0 | 10.0 | 0.267 | 37.453 | 2.7 |
| 0.40 | 20.00 | 24.0 | 20.0 | 0.8 | 25.0 | 4.0 |
| 0.60 | 21.00 | 33.0 | 21.0 | 0.467 | 44.968 | 2.2 |
| 0.80 | 23.00 | 30.0 | 23.0 | 1.067 | 21.556 | 4.6 |
| 1.00 | 13.00 | 29.0 | 13.0 | 0.8 | 16.25 | 6.2 |
| 1.20 | 11.00 | 23.0 | 11.0 | 0.867 | 12.687 | 7.9 |
| 1.40 | 12.00 | 25.0 | 12.0 | 0.267 | 44.944 | 2.2 |
| 1.60 | 6.00 | 10.0 | 6.0 | 0.4 | 15.0 | 6.7 |
| 1.80 | 6.00 | 12.0 | 6.0 | 0.2 | 30.0 | 3.3 |
| 2.00 | 8.00 | 11.0 | 8.0 | 0.333 | 24.024 | 4.2 |
| 2.20 | 6.00 | 11.0 | 6.0 | 0.333 | 18.018 | 5.6 |
| 2.40 | 4.00 | 9.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |
| 2.60 | 4.00 | 7.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |
| 2.80 | 3.00 | 7.0 | 3.0 | 0.267 | 11.236 | 8.9 |
| 3.00 | 3.00 | 7.0 | 3.0 | 0.267 | 11.236 | 8.9 |
| 3.20 | 3.00 | 7.0 | 3.0 | 0.333 | 9.009 | 11.1 |

| | | | | | | |
|-------|-------|------|------|-------|--------|------|
| 3.40 | 4.00 | 9.0 | 4.0 | 0.4 | 10.0 | 10.0 |
| 3.60 | 4.00 | 10.0 | 4.0 | 0.333 | 12.012 | 8.3 |
| 3.80 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.267 | 18.727 | 5.3 |
| 4.00 | 6.00 | 10.0 | 6.0 | 0.2 | 30.0 | 3.3 |
| 4.20 | 7.00 | 10.0 | 7.0 | 0.267 | 26.217 | 3.8 |
| 4.40 | 5.00 | 9.0 | 5.0 | 0.333 | 15.015 | 6.7 |
| 4.60 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.333 | 15.015 | 6.7 |
| 4.80 | 4.00 | 9.0 | 4.0 | 0.333 | 12.012 | 8.3 |
| 5.00 | 4.00 | 9.0 | 4.0 | 0.133 | 30.075 | 3.3 |
| 5.20 | 7.00 | 9.0 | 7.0 | 0.4 | 17.5 | 5.7 |
| 5.40 | 8.00 | 14.0 | 8.0 | 0.267 | 29.963 | 3.3 |
| 5.60 | 6.00 | 10.0 | 6.0 | 0.533 | 11.257 | 8.9 |
| 5.80 | 8.00 | 16.0 | 8.0 | 0.333 | 24.024 | 4.2 |
| 6.00 | 4.00 | 9.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |
| 6.20 | 3.00 | 7.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 6.40 | 5.00 | 8.0 | 5.0 | 0.267 | 18.727 | 5.3 |
| 6.60 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |
| 6.80 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |
| 7.00 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.333 | 12.012 | 8.3 |
| 7.20 | 4.00 | 9.0 | 4.0 | 0.333 | 12.012 | 8.3 |
| 7.40 | 4.00 | 9.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |
| 7.60 | 6.00 | 10.0 | 6.0 | 0.333 | 18.018 | 5.6 |
| 7.80 | 6.00 | 11.0 | 6.0 | 0.267 | 22.472 | 4.5 |
| 8.00 | 7.00 | 11.0 | 7.0 | 0.267 | 26.217 | 3.8 |
| 8.20 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.333 | 12.012 | 8.3 |
| 8.40 | 4.00 | 9.0 | 4.0 | 0.4 | 10.0 | 10.0 |
| 8.60 | 5.00 | 11.0 | 5.0 | 0.6 | 8.333 | 12.0 |
| 8.80 | 5.00 | 14.0 | 5.0 | 0.4 | 12.5 | 8.0 |
| 9.00 | 6.00 | 12.0 | 6.0 | 0.333 | 18.018 | 5.6 |
| 9.20 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.333 | 15.015 | 6.7 |
| 9.40 | 4.00 | 9.0 | 4.0 | 0.4 | 10.0 | 10.0 |
| 9.60 | 3.00 | 9.0 | 3.0 | 1.8 | 1.667 | 60.0 |
| 9.80 | 19.00 | 46.0 | 19.0 | 0.2 | 95.0 | 1.1 |
| 10.00 | 8.00 | 11.0 | 8.0 | 0.4 | 20.0 | 5.0 |
| 10.20 | 7.00 | 13.0 | 7.0 | 0.267 | 26.217 | 3.8 |
| 10.40 | 5.00 | 9.0 | 5.0 | 0.333 | 15.015 | 6.7 |
| 10.60 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.333 | 15.015 | 6.7 |
| 10.80 | 6.00 | 11.0 | 6.0 | 0.333 | 18.018 | 5.6 |
| 11.00 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.4 | 12.5 | 8.0 |
| 11.20 | 6.00 | 12.0 | 6.0 | 0.333 | 18.018 | 5.6 |
| 11.40 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.333 | 15.015 | 6.7 |
| 11.60 | 6.00 | 11.0 | 6.0 | 0.333 | 18.018 | 5.6 |
| 11.80 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.667 | 7.496 | 13.3 |
| 12.00 | 10.00 | 20.0 | 10.0 | 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 |
|---------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|---|
| 1.40 | 15.714 | 0.648 | 1.9 | Coesivo | Argilla inorganica compatta |
| 2.20 | 6.5 | 0.317 | 1.8 | Coesivo | Argilla inorganica di media consistenza |
| 9.60 | 4.784 | 0.355 | 1.7 | Coesivo | Argille organiche e terreni misti |
| 10.00 | 13.5 | 0.3 | 1.8 | Incoerente-Coesivo | Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi |
| 12.00 | 6.0 | 0.333 | 1.7 | Coesivo | Argille organiche e terreni misti |

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT05

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

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

| e | | | | | Robertson and Powell 1977 | | 1977 | | |
|----------|-------|--------|-------|------|---------------------------------|------|------|------|------|
| Strato 1 | 1.40 | 15.714 | 0.648 | 0.89 | 1.09 | 1.04 | 0.92 | 0.82 | 0.79 |
| Strato 2 | 2.20 | 6.5 | 0.317 | 0.35 | 0.47 | 0.41 | 0.36 | 0.32 | 0.32 |
| Strato 3 | 9.60 | 4.784 | 0.355 | 0.23 | 0.29 | 0.25 | 0.22 | 0.20 | 0.24 |
| Strato 4 | 10.00 | 13.5 | 0.3 | 0.71 | 0.84 | 0.79 | 0.69 | 0.62 | 0.68 |
| Strato 5 | 12.00 | 6.0 | 0.333 | 0.28 | 0.32 | 0.27 | 0.24 | 0.22 | 0.30 |

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 | 1.40 | 15.714 | 0.648 | 78.57 | 48.17 | 94.28 |
| Strato 2 | 2.20 | 6.5 | 0.317 | 52.00 | 33.43 | 97.50 |
| Strato 3 | 9.60 | 4.784 | 0.355 | 38.27 | 26.46 | 71.76 |
| Strato 4 | 10.00 | 13.5 | 0.3 | 67.50 | 48.13 | 81.00 |
| Strato 5 | 12.00 | 6.0 | 0.333 | 48.00 | 31.54 | 90.00 |

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 | 1.40 | 15.714 | 0.648 | 584.29 |
| Strato 2 | 2.20 | 6.5 | 0.317 | 231.08 |
| Strato 3 | 9.60 | 4.784 | 0.355 | 149.81 |
| Strato 4 | 10.00 | 13.5 | 0.3 | 466.35 |
| Strato 5 | 12.00 | 6.0 | 0.333 | 181.87 |

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 | 1.40 | 15.714 | 0.648 | Imai & Tomauchi |
| Strato 2 | 2.20 | 6.5 | 0.317 | Imai & Tomauchi |
| Strato 3 | 9.60 | 4.784 | 0.355 | Imai & Tomauchi |
| Strato 4 | 10.00 | 13.5 | 0.3 | Imai & Tomauchi |
| Strato 5 | 12.00 | 6.0 | 0.333 | Imai & Tomauchi |

Grado di sovraconsolidazione

| Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Stress-History |
|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|
| Strato 1 | 1.40 | 15.714 | 0.648 |
| Strato 2 | 2.20 | 6.5 | 0.317 |
| Strato 3 | 9.60 | 4.784 | 0.355 |
| Strato 4 | 10.00 | 13.5 | 0.3 |
| Strato 5 | 12.00 | 6.0 | 0.333 |

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 | 1.40 | 15.714 | 0.648 | Meyerhof |
| Strato 2 | 2.20 | 6.5 | 0.317 | Meyerhof |
| Strato 3 | 9.60 | 4.784 | 0.355 | Meyerhof |
| Strato 4 | 10.00 | 13.5 | 0.3 | Meyerhof |
| Strato 5 | 12.00 | 6.0 | 0.333 | Meyerhof |

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 | 1.40 | 15.714 | 0.648 | Meyerhof |
| Strato 2 | 2.20 | 6.5 | 0.317 | Meyerhof |
| Strato 3 | 9.60 | 4.784 | 0.355 | Meyerhof |
| Strato 4 | 10.00 | 13.5 | 0.3 | Meyerhof |
| Strato 5 | 12.00 | 6.0 | 0.333 | Meyerhof |

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 | Jamiolkowski i 1985 |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|-----------------|--------|---------------------|------------------------|
| Strato 4 | 10.00 | 13.5 | 0.3 | < 5 | < 5 | 5 | 8.43 | 5 |

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 4 | 10.00 | 13.5 | 0.3 | 26.61 | 22.4 | 19.04 | 17.99 | 28.7 | 27.51 | 21.9 | 23.06 |

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 4 | 10.00 | 13.5 | 0.3 | 33.75 | 27.00 | 207.90 |

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 4 | 10.00 | 13.5 | 0.3 | 16.80 | 52.96 | 84.10 | 27.00 | 67.50 |

Modulo di deformazione a taglio

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Correlazione | G (Kg/cm ²) |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|----------------------------|
| Strato 4 | 10.00 | 13.5 | 0.3 | Imai & Tomauchi | 137.34 |

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 4 | 10.00 | 13.5 | 0.3 | <0.5 | 2.77 | <0.5 | 1.46 |

Modulo di reazione Ko

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Correlazione | Ko |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|------|
| Strato 4 | 10.00 | 13.5 | 0.3 | Kulhawy & Mayne (1990) | 0.00 |

Fattori di compressibilità C Crm

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | C | Crm |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------|---------|
| Strato 4 | 10.00 | 13.5 | 0.3 | 0.16552 | 0.02152 |

Peso unità di volume

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Correlazione | Peso unità di volume (t/m ³) |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|--|
| Strato 4 | 10.00 | 13.5 | 0.3 | 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 4 | 10.00 | 13.5 | 0.3 | 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 4 | 10.00 | 13.5 | 0.3 | Robertson & Wride 1997 | 0.545 |

Permeabilità

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Correlazione | Permeabilità (cm/s) |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------|
| Strato 1 | 1.40 | 15.714 | 0.648 | Piacentini-Righi 1988 | 6.884136E-08 |
| Strato 2 | 2.20 | 6.5 | 0.317 | Piacentini-Righi 1988 | 4.860389E-09 |
| Strato 3 | 9.60 | 4.784 | 0.355 | Piacentini-Righi 1988 | 1E-11 |
| Strato 4 | 10.00 | 13.5 | 0.3 | Piacentini-Righi 1988 | 1.986086E-04 |
| Strato 5 | 12.00 | 6.0 | 0.333 | Piacentini-Righi 1988 | 2.856732E-10 |

Coefficiente di consolidazione

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Correlazione | Coefficiente di consolidazione (cm ² /s) |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|---|
| Strato 1 | 1.40 | 15.714 | 0.648 | Piacentini-Righi 1988 | 3.245319E-03 |
| Strato 2 | 2.20 | 6.5 | 0.317 | Piacentini-Righi 1988 | 9.477758E-05 |
| Strato 3 | 9.60 | 4.784 | 0.355 | Piacentini-Righi 1988 | 1.4352E-07 |
| Strato 4 | 10.00 | 13.5 | 0.3 | Piacentini-Righi 1988 | 8.043647 |
| Strato 5 | 12.00 | 6.0 | 0.333 | Piacentini-Righi 1988 | 5.142117E-06 |

PROVA ...CPT06

Committente: Società Agricola San Francesco s.s.

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 11/02/2022

Profondità prova: 12.00 mt

Località: Massa Fiscaglia (FE)

| 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 | 10.00 | 16.0 | 10.0 | 0.467 | 21.413 | 4.7 |
| 0.40 | 11.00 | 18.0 | 11.0 | 0.8 | 13.75 | 7.3 |
| 0.60 | 20.00 | 32.0 | 20.0 | 1.133 | 17.652 | 5.7 |
| 0.80 | 18.00 | 35.0 | 18.0 | 0.6 | 30.0 | 3.3 |
| 1.00 | 8.00 | 17.0 | 8.0 | 0.8 | 10.0 | 10.0 |
| 1.20 | 12.00 | 24.0 | 12.0 | 0.8 | 15.0 | 6.7 |
| 1.40 | 11.00 | 23.0 | 11.0 | 0.733 | 15.007 | 6.7 |
| 1.60 | 10.00 | 21.0 | 10.0 | 0.267 | 37.453 | 2.7 |
| 1.80 | 6.00 | 10.0 | 6.0 | 0.333 | 18.018 | 5.6 |
| 2.00 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.4 | 12.5 | 8.0 |
| 2.20 | 6.00 | 12.0 | 6.0 | 0.267 | 22.472 | 4.5 |
| 2.40 | 6.00 | 10.0 | 6.0 | 0.467 | 12.848 | 7.8 |
| 2.60 | 8.00 | 15.0 | 8.0 | 0.733 | 10.914 | 9.2 |
| 2.80 | 10.00 | 21.0 | 10.0 | 0.333 | 30.03 | 3.3 |
| 3.00 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.2 | 25.0 | 4.0 |
| 3.20 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 3.40 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 3.60 | 4.00 | 7.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |
| 3.80 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.267 | 11.236 | 8.9 |
| 4.00 | 3.00 | 7.0 | 3.0 | 0.467 | 6.424 | 15.6 |
| 4.20 | 4.00 | 11.0 | 4.0 | 0.4 | 10.0 | 10.0 |
| 4.40 | 4.00 | 10.0 | 4.0 | 0.333 | 12.012 | 8.3 |
| 4.60 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.333 | 15.015 | 6.7 |
| 4.80 | 6.00 | 11.0 | 6.0 | 0.333 | 18.018 | 5.6 |
| 5.00 | 4.00 | 9.0 | 4.0 | 0.4 | 10.0 | 10.0 |
| 5.20 | 7.00 | 13.0 | 7.0 | 0.267 | 26.217 | 3.8 |

| | | | | | | |
|-------|-------|------|------|-------|--------|------|
| 5.40 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |
| 5.60 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 5.80 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.267 | 11.236 | 8.9 |
| 6.00 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |
| 6.20 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |
| 6.40 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.333 | 12.012 | 8.3 |
| 6.60 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.333 | 15.015 | 6.7 |
| 6.80 | 4.00 | 9.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |
| 7.00 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |
| 7.20 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.533 | 7.505 | 13.3 |
| 7.40 | 10.00 | 18.0 | 10.0 | 0.467 | 21.413 | 4.7 |
| 7.60 | 9.00 | 16.0 | 9.0 | 0.267 | 33.708 | 3.0 |
| 7.80 | 8.00 | 12.0 | 8.0 | 0.2 | 40.0 | 2.5 |
| 8.00 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.133 | 22.556 | 4.4 |
| 8.20 | 3.00 | 5.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 8.40 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 8.60 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 8.80 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 9.00 | 4.00 | 7.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |
| 9.20 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 9.40 | 4.00 | 7.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |
| 9.60 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |
| 9.80 | 4.00 | 7.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |
| 10.00 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 10.20 | 4.00 | 7.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |
| 10.40 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 10.60 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 10.80 | 4.00 | 7.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |
| 11.00 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |
| 11.20 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.4 | 10.0 | 10.0 |
| 11.40 | 5.00 | 11.0 | 5.0 | 0.2 | 25.0 | 4.0 |
| 11.60 | 4.00 | 7.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |
| 11.80 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.4 | 7.5 | 13.3 |
| 12.00 | 5.00 | 11.0 | 5.0 | 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 | 14.75 | 0.75 | 1.8 | Coesivo | Argilla inorganica compatta |
| 1.40 | 10.333 | 0.778 | 1.9 | Coesivo | Argille organiche e terreni misti |
| 2.80 | 7.286 | 0.4 | 1.8 | Coesivo | Argilla inorganica di media consistenza |
| 7.20 | 4.091 | 0.297 | 1.7 | Coesivo | Argille organiche e terreni misti |
| 8.00 | 7.5 | 0.267 | 1.8 | Coesivo | Argilla inorganica di media consistenza |
| 12.00 | 3.65 | 0.22 | 1.6 | Coesivo | Argille organiche e terreni misti |

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT06

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 | 14.75 | 0.75 | 0.84 | 1.03 | 0.98 | 0.86 | 0.77 | 0.74 |
| Strato 2 | 1.40 | 10.333 | 0.778 | 0.58 | 0.75 | 0.68 | 0.60 | 0.53 | 0.52 |
| Strato 3 | 2.80 | 7.286 | 0.4 | 0.40 | 0.53 | 0.46 | 0.41 | 0.36 | 0.36 |
| Strato 4 | 7.20 | 4.091 | 0.297 | 0.19 | 0.25 | 0.21 | 0.19 | 0.17 | 0.20 |
| Strato 5 | 8.00 | 7.5 | 0.267 | 0.38 | 0.47 | 0.41 | 0.36 | 0.32 | 0.38 |

| | | | | | | | | | |
|--|---------------------|----------------|----------------|---------------------------------|---|----------|-----------------------|------|------|
| Strato 6 | 12.00 | 3.65 | 0.22 | 0.15 | 0.15 | 0.13 | 0.11 | 0.10 | 0.18 |
| Modulo Edometrico (Kg/cm²) | | | | | | | | | |
| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm²) | fs (Kg/cm²) | Mitchell & Gardner (1975) | Metodo generale del modulo edometrico | Buismann | Buismann Sanglerat | | |
| Strato 1 | 0.80 | 14.75 | 0.75 | 73.75 | 48.42 | 88.50 | 44.25 | | |
| Strato 2 | 1.40 | 10.333 | 0.778 | 51.67 | 44.22 | 62.00 | 31.00 | | |
| Strato 3 | 2.80 | 7.286 | 0.4 | 36.43 | 36.19 | 43.72 | 21.86 | | |
| Strato 4 | 7.20 | 4.091 | 0.297 | 32.73 | 23.27 | 61.37 | 12.27 | | |
| Strato 5 | 8.00 | 7.5 | 0.267 | 37.50 | 36.89 | 45.00 | 22.50 | | |
| Strato 6 | 12.00 | 3.65 | 0.22 | 29.20 | 21.12 | 54.75 | 10.95 | | |
| Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm²) | | | | | | | | | |
| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm²) | fs (Kg/cm²) | Cancelli 1980 | Ladd 1977 (30) | | | | |
| Strato 1 | 0.80 | 14.75 | 0.75 | 550.43 | 22.20 | | | | |
| Strato 2 | 1.40 | 10.333 | 0.778 | 379.95 | 15.60 | | | | |
| Strato 3 | 2.80 | 7.286 | 0.4 | 258.82 | 10.80 | | | | |
| Strato 4 | 7.20 | 4.091 | 0.297 | 127.01 | 6.00 | | | | |
| Strato 5 | 8.00 | 7.5 | 0.267 | 247.88 | 11.40 | | | | |
| Strato 6 | 12.00 | 3.65 | 0.22 | 97.80 | 5.40 | | | | |
| Modulo di deformazione a taglio | | | | | | | | | |
| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm²) | fs (Kg/cm²) | Correlazione | Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm²) | | | | |
| Strato 1 | 0.80 | 14.75 | 0.75 | Imai & Tomauchi | 144.97 | | | | |
| Strato 2 | 1.40 | 10.333 | 0.778 | Imai & Tomauchi | 116.64 | | | | |
| Strato 3 | 2.80 | 7.286 | 0.4 | Imai & Tomauchi | 94.22 | | | | |
| Strato 4 | 7.20 | 4.091 | 0.297 | Imai & Tomauchi | 66.22 | | | | |
| Strato 5 | 8.00 | 7.5 | 0.267 | Imai & Tomauchi | 95.90 | | | | |
| Strato 6 | 12.00 | 3.65 | 0.22 | Imai & Tomauchi | 61.76 | | | | |
| Grado di sovraconsolidazione | | | | | | | | | |
| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm²) | fs (Kg/cm²) | Stress-History | | | | | |
| Strato 1 | 0.80 | 14.75 | 0.75 | 4.76 | | | | | |
| Strato 2 | 1.40 | 10.333 | 0.778 | 1.2 | | | | | |
| Strato 3 | 2.80 | 7.286 | 0.4 | <0.5 | | | | | |
| Strato 4 | 7.20 | 4.091 | 0.297 | <0.5 | | | | | |
| Strato 5 | 8.00 | 7.5 | 0.267 | <0.5 | | | | | |
| Strato 6 | 12.00 | 3.65 | 0.22 | <0.5 | | | | | |
| Peso unità di volume | | | | | | | | | |
| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm²) | fs (Kg/cm²) | Correlazione | Peso unità di volume (t/m³) | | | | |
| Strato 1 | 0.80 | 14.75 | 0.75 | Meyerhof | 1.92 | | | | |
| Strato 2 | 1.40 | 10.333 | 0.778 | Meyerhof | 1.86 | | | | |
| Strato 3 | 2.80 | 7.286 | 0.4 | Meyerhof | 1.79 | | | | |
| Strato 4 | 7.20 | 4.091 | 0.297 | Meyerhof | 1.67 | | | | |
| Strato 5 | 8.00 | 7.5 | 0.267 | Meyerhof | 1.79 | | | | |
| Strato 6 | 12.00 | 3.65 | 0.22 | Meyerhof | 1.63 | | | | |
| Peso unità di volume saturo | | | | | | | | | |
| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm²) | fs (Kg/cm²) | Correlazione | Peso unità di volume saturo (t/m³) | | | | |
| Strato 1 | 0.80 | 14.75 | 0.75 | Meyerhof | 2.00 | | | | |
| Strato 2 | 1.40 | 10.333 | 0.778 | Meyerhof | 1.94 | | | | |
| Strato 3 | 2.80 | 7.286 | 0.4 | Meyerhof | 1.87 | | | | |
| Strato 4 | 7.20 | 4.091 | 0.297 | Meyerhof | 1.75 | | | | |
| Strato 5 | 8.00 | 7.5 | 0.267 | Meyerhof | 1.87 | | | | |
| Strato 6 | 12.00 | 3.65 | 0.22 | Meyerhof | 1.71 | | | | |

PROVA ...CPT07

Committente: Società Agricola San Francesco s.s.

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 25/01/2022

Profondità prova: 16.00 mt

Località: Massa Fiscaglia (FE)

| 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 | 12.00 | 24.0 | 12.0 | 0.867 | 13.841 | 7.2 |
| 0.40 | 14.00 | 27.0 | 14.0 | 1.067 | 13.121 | 7.6 |
| 0.60 | 10.00 | 26.0 | 10.0 | 0.933 | 10.718 | 9.3 |
| 0.80 | 8.00 | 22.0 | 8.0 | 0.867 | 9.227 | 10.8 |
| 1.00 | 11.00 | 24.0 | 11.0 | 0.867 | 12.687 | 7.9 |
| 1.20 | 9.00 | 22.0 | 9.0 | 0.933 | 9.646 | 10.4 |
| 1.40 | 7.00 | 21.0 | 7.0 | 0.6 | 11.667 | 8.6 |
| 1.60 | 8.00 | 17.0 | 8.0 | 0.467 | 17.131 | 5.8 |
| 1.80 | 6.00 | 13.0 | 6.0 | 0.533 | 11.257 | 8.9 |
| 2.00 | 4.00 | 12.0 | 4.0 | 0.533 | 7.505 | 13.3 |
| 2.20 | 5.00 | 13.0 | 5.0 | 0.4 | 12.5 | 8.0 |
| 2.40 | 6.00 | 12.0 | 6.0 | 0.467 | 12.848 | 7.8 |
| 2.60 | 6.00 | 13.0 | 6.0 | 0.533 | 11.257 | 8.9 |
| 2.80 | 8.00 | 16.0 | 8.0 | 0.533 | 15.009 | 6.7 |
| 3.00 | 8.00 | 16.0 | 8.0 | 0.467 | 17.131 | 5.8 |
| 3.20 | 5.00 | 12.0 | 5.0 | 0.333 | 15.015 | 6.7 |
| 3.40 | 4.00 | 9.0 | 4.0 | 0.333 | 12.012 | 8.3 |
| 3.60 | 3.00 | 8.0 | 3.0 | 0.267 | 11.236 | 8.9 |
| 3.80 | 2.00 | 6.0 | 2.0 | 0.133 | 15.038 | 6.7 |
| 4.00 | 3.00 | 5.0 | 3.0 | 0.133 | 22.556 | 4.4 |
| 4.20 | 4.00 | 6.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |
| 4.40 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.267 | 11.236 | 8.9 |
| 4.60 | 3.00 | 7.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 4.80 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 5.00 | 2.00 | 5.0 | 2.0 | 0.067 | 29.851 | 3.4 |
| 5.20 | 3.00 | 4.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 5.40 | 2.00 | 5.0 | 2.0 | 0.2 | 10.0 | 10.0 |
| 5.60 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 5.80 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.133 | 22.556 | 4.4 |
| 6.00 | 6.00 | 8.0 | 6.0 | 0.333 | 18.018 | 5.6 |
| 6.20 | 4.00 | 9.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |
| 6.40 | 4.00 | 7.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |
| 6.60 | 4.00 | 7.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |
| 6.80 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 7.00 | 2.00 | 5.0 | 2.0 | 0.133 | 15.038 | 6.7 |
| 7.20 | 3.00 | 5.0 | 3.0 | 0.267 | 11.236 | 8.9 |
| 7.40 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |
| 7.60 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.4 | 7.5 | 13.3 |
| 7.80 | 3.00 | 9.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 8.00 | 2.00 | 5.0 | 2.0 | 0.2 | 10.0 | 10.0 |
| 8.20 | 2.00 | 5.0 | 2.0 | 0.267 | 7.491 | 13.4 |
| 8.40 | 2.00 | 6.0 | 2.0 | 0.2 | 10.0 | 10.0 |
| 8.60 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 8.80 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.133 | 22.556 | 4.4 |
| 9.00 | 3.00 | 5.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 9.20 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 9.40 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.133 | 22.556 | 4.4 |
| 9.60 | 3.00 | 5.0 | 3.0 | 0.133 | 22.556 | 4.4 |
| 9.80 | 3.00 | 5.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 10.00 | 4.00 | 7.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |
| 10.20 | 5.00 | 9.0 | 5.0 | 0.333 | 15.015 | 6.7 |
| 10.40 | 4.00 | 9.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |
| 10.60 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |
| 10.80 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |
| 11.00 | 5.00 | 9.0 | 5.0 | 0.2 | 25.0 | 4.0 |
| 11.20 | 6.00 | 9.0 | 6.0 | 0.333 | 18.018 | 5.6 |
| 11.40 | 4.00 | 9.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |

| | | | | | | |
|-------|-------|-------|----------|-------|--------|------|
| 11.60 | 5.00 | 8.0 | 5.0 | 0.467 | 10.707 | 9.3 |
| 11.80 | 8.00 | 15.0 | 8.0 | 0.333 | 24.024 | 4.2 |
| 12.00 | 36.00 | 41.0 | 36.0 | 1.533 | 23.483 | 4.3 |
| 12.20 | 16.00 | 39.0 | 16.0 0.6 | | 26.667 | 3.8 |
| 12.40 | 34.00 | 43.0 | 34.0 2.4 | | 14.167 | 7.1 |
| 12.60 | 62.00 | 98.0 | 62.0 | 1.667 | 37.193 | 2.7 |
| 12.80 | 9.00 | 34.0 | 9.0 | 0.333 | 27.027 | 3.7 |
| 13.00 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.733 | 6.821 | 14.7 |
| 13.20 | 43.00 | 54.0 | 43.0 | 1.0 | 43.0 | 2.3 |
| 13.40 | 77.00 | 92.0 | 77.0 | 1.4 | 55.0 | 1.8 |
| 13.60 | 71.00 | 92.0 | 71.0 | 1.467 | 48.398 | 2.1 |
| 13.80 | 65.00 | 87.0 | 65.0 | 1.0 | 65.0 | 1.5 |
| 14.00 | 39.00 | 54.0 | 39.0 1.8 | | 21.667 | 4.6 |
| 14.20 | 6.00 | 33.0 | 6.0 | 0.667 | 8.996 | 11.1 |
| 14.40 | 25.00 | 35.0 | 25.0 | 0.867 | 28.835 | 3.5 |
| 14.60 | 14.00 | 27.0 | 14.0 | 1.267 | 11.05 | 9.1 |
| 14.80 | 90.00 | 109.0 | 90.0 | 2.533 | 35.531 | 2.8 |
| 15.00 | 12.00 | 50.0 | 12.0 | 0.667 | 17.991 | 5.6 |
| 15.20 | 6.00 | 16.0 | 6.0 | 0.6 | 10.0 | 10.0 |
| 15.40 | 10.00 | 19.0 | 10.0 | 0.867 | 11.534 | 8.7 |
| 15.60 | 11.00 | 24.0 | 11.0 | 0.733 | 15.007 | 6.7 |
| 15.80 | 10.00 | 21.0 | 10.0 | 1.267 | 7.893 | 12.7 |
| 16.00 | 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 |
|---------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|--|
| 3.80 | 7.158 | 0.586 | 1.8 | Coesivo | Argille organiche e terreni misti |
| 4.20 | 3.5 | 0.167 1.6 | | Coesivo | Argilla inorganica tenera |
| 11.80 | 3.526 | 0.226 1.6 | | Coesivo | Argille organiche e terreni misti |
| 12.80 | 31.4 | 1.307 2.0 | | Incoerente-Coesivo | Argille sabbiose e limose |
| 13.00 | 5.0 | 0.733 1.7 | | Coesivo | Argille organiche e terreni misti |
| 14.20 | 50.167 | 1.222 1.9 | | Incoerente-Coesivo | Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi |
| 15.00 | 35.25 | 1.334 2.0 | | Incoerente-Coesivo | Argille sabbiose e limose |
| 16.00 | 10.4 | 0.693 1.8 | | Coesivo | Argille organiche e terreni misti |

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT07

TERRENI COESIV 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 | 3.80 | 7.158 | 0.586 | 0.39 | 0.52 | 0.45 | 0.40 | 0.36 | 0.36 |
| Strato 2 | 4.20 | 3.5 | 0.167 | 0.16 | 0.22 | 0.19 | 0.16 | 0.15 | 0.18 |
| Strato 3 | 11.80 | 3.526 | 0.226 | 0.15 | 0.17 | 0.14 | 0.13 | 0.11 | 0.18 |
| Strato 4 | 12.80 | 31.4 | 1.307 | 1.73 | 1.76 | 1.96 | 1.73 | 1.54 | 1.57 |
| Strato 5 | 13.00 | 5.0 | 0.733 | 0.22 | 0.22 | 0.19 | 0.17 | 0.15 | 0.25 |
| Strato 6 | 14.20 | 50.167 | 1.222 | 2.80 | 2.45 | 3.19 | 2.82 | 2.52 | 2.51 |
| Strato 7 | 15.00 | 35.25 | 1.334 | 1.94 | 1.89 | 2.18 | 1.93 | 1.72 | 1.76 |
| Strato 8 | 16.00 | 10.4 | 0.693 | 0.51 | 0.57 | 0.51 | 0.45 | 0.41 | 0.52 |

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

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

| (1975) | | | | | modulo edometrico | | |
|----------|-------|--------|-------|--------|----------------------|--------|--------|
| Strato 1 | 3.80 | 7.158 | 0.586 | 35.79 | 35.76 | 42.95 | 21.47 |
| Strato 2 | 4.20 | 3.5 | 0.167 | 28.00 | 20.37 | 52.50 | 10.50 |
| Strato 3 | 11.80 | 3.526 | 0.226 | 28.21 | 20.50 | 52.89 | 10.58 |
| Strato 4 | 12.80 | 31.4 | 1.307 | 78.50 | 62.80 | 94.20 | 94.20 |
| Strato 5 | 13.00 | 5.0 | 0.733 | 40.00 | 27.41 | 75.00 | 15.00 |
| Strato 6 | 14.20 | 50.167 | 1.222 | 125.42 | 100.33 | 150.50 | 75.25 |
| Strato 7 | 15.00 | 35.25 | 1.334 | 88.13 | 70.50 | 105.75 | 105.75 |
| Strato 8 | 16.00 | 10.4 | 0.693 | 52.00 | 44.35 | 62.40 | 31.20 |

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 | 3.80 | 7.158 | 0.586 | 255.60 | 10.80 |
| Strato 2 | 4.20 | 3.5 | 0.167 | 106.65 | 5.40 |
| Strato 3 | 11.80 | 3.526 | 0.226 | 98.63 | 5.40 |
| Strato 4 | 12.80 | 31.4 | 1.307 | 1133.47 | 47.10 |
| Strato 5 | 13.00 | 5.0 | 0.733 | 141.34 | 7.50 |
| Strato 6 | 14.20 | 50.167 | 1.222 | 1832.81 | 75.30 |
| Strato 7 | 15.00 | 35.25 | 1.334 | 1269.90 | 52.80 |
| Strato 8 | 16.00 | 10.4 | 0.693 | 335.03 | 15.60 |

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 | 3.80 | 7.158 | 0.586 | Imai & Tomauchi | 93.20 |
| Strato 2 | 4.20 | 3.5 | 0.167 | Imai & Tomauchi | 60.20 |
| Strato 3 | 11.80 | 3.526 | 0.226 | Imai & Tomauchi | 60.47 |
| Strato 4 | 12.80 | 31.4 | 1.307 | Imai & Tomauchi | 230.03 |
| Strato 5 | 13.00 | 5.0 | 0.733 | Imai & Tomauchi | 74.86 |
| Strato 6 | 14.20 | 50.167 | 1.222 | Imai & Tomauchi | 306.28 |
| Strato 7 | 15.00 | 35.25 | 1.334 | Imai & Tomauchi | 246.87 |
| Strato 8 | 16.00 | 10.4 | 0.693 | Imai & Tomauchi | 117.10 |

Grado di sovraconsolidazione

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Stress-History |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|
| Strato 1 | 3.80 | 7.158 | 0.586 | <0.5 |
| Strato 2 | 4.20 | 3.5 | 0.167 | <0.5 |
| Strato 3 | 11.80 | 3.526 | 0.226 | <0.5 |
| Strato 4 | 12.80 | 31.4 | 1.307 | 0.62 |
| Strato 5 | 13.00 | 5.0 | 0.733 | <0.5 |
| Strato 6 | 14.20 | 50.167 | 1.222 | 0.9 |
| Strato 7 | 15.00 | 35.25 | 1.334 | 0.59 |
| Strato 8 | 16.00 | 10.4 | 0.693 | <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 | 3.80 | 7.158 | 0.586 | Meyerhof | 1.79 |
| Strato 2 | 4.20 | 3.5 | 0.167 | Meyerhof | 1.65 |
| Strato 3 | 11.80 | 3.526 | 0.226 | Meyerhof | 1.63 |
| Strato 4 | 12.80 | 31.4 | 1.307 | Meyerhof | 2.04 |
| Strato 5 | 13.00 | 5.0 | 0.733 | Meyerhof | 1.69 |
| Strato 6 | 14.20 | 50.167 | 1.222 | Meyerhof | 2.12 |
| Strato 7 | 15.00 | 35.25 | 1.334 | Meyerhof | 2.06 |
| Strato 8 | 16.00 | 10.4 | 0.693 | Meyerhof | 1.84 |

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 | 3.80 | 7.158 | 0.586 | Meyerhof | 1.87 |
| Strato 2 | 4.20 | 3.5 | 0.167 | Meyerhof | 1.73 |

| | | | | | |
|----------|-------|--------|-------|----------|------|
| Strato 3 | 11.80 | 3.526 | 0.226 | Meyerhof | 1.71 |
| Strato 4 | 12.80 | 31.4 | 1.307 | Meyerhof | 2.12 |
| Strato 5 | 13.00 | 5.0 | 0.733 | Meyerhof | 1.77 |
| Strato 6 | 14.20 | 50.167 | 1.222 | Meyerhof | 2.20 |
| Strato 7 | 15.00 | 35.25 | 1.334 | Meyerhof | 2.14 |
| Strato 8 | 16.00 | 10.4 | 0.693 | Meyerhof | 1.92 |

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 4 | 12.80 | 31.4 | 1.307 | 30.69 | 24.04 | 28.34 | 31.22 | 13.31 |
| Strato 6 | 14.20 | 50.167 | 1.222 | 42.64 | 38.61 | 42.14 | 43.28 | 23.48 |
| Strato 7 | 15.00 | 35.25 | 1.334 | 31.62 | 23.81 | 28.33 | 32.15 | 11.06 |

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 4 | 12.80 | 31.4 | 1.307 | 30.22 | 26.1 | 22.92 | 21.54 | 31.37 | 32.97 | 22.93 | 31.1 |
| Strato 6 | 14.20 | 50.167 | 1.222 | 32.04 | 27.95 | 24.86 | 23.32 | 33.41 | 35.32 | 23.8 | 39.52 |
| Strato 7 | 15.00 | 35.25 | 1.334 | 30.03 | 25.85 | 22.66 | 21.3 | 31.33 | 32.64 | 22.85 | 32.83 |

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 4 | 12.80 | 31.4 | 1.307 | 78.50 | 62.80 | 411.82 |
| Strato 6 | 14.20 | 50.167 | 1.222 | 125.42 | 100.33 | 570.24 |
| Strato 7 | 15.00 | 35.25 | 1.334 | 88.13 | 70.50 | 463.28 |

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 4 | 12.80 | 31.4 | 1.307 | 33.67 | 123.17 | 227.52 | 62.80 | 94.20 |
| Strato 6 | 14.20 | 50.167 | 1.222 | 47.12 | 196.79 | 380.04 | 85.28 | 75.25 |
| Strato 7 | 15.00 | 35.25 | 1.334 | 36.08 | 138.27 | 255.22 | 70.50 | 105.75 |

Modulo di deformazione a taglio

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Correlazione | G (Kg/cm ²) |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|----------------------------|
| Strato 4 | 12.80 | 31.4 | 1.307 | Imai & Tomauchi | 230.03 |
| Strato 6 | 14.20 | 50.167 | 1.222 | Imai & Tomauchi | 306.28 |
| Strato 7 | 15.00 | 35.25 | 1.334 | Imai & Tomauchi | 246.87 |

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 4 | 12.80 | 31.4 | 1.307 | 0.62 | 8.99 | <0.5 | 3.48 |
| Strato 6 | 14.20 | 50.167 | 1.222 | 0.9 | 8.95 | <0.5 | 5.51 |
| Strato 7 | 15.00 | 35.25 | 1.334 | 0.59 | 7.96 | <0.5 | 3.15 |

Modulo di reazione Ko

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Correlazione | Ko |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|------|
| Strato 4 | 12.80 | 31.4 | 1.307 | Kulhawy & Mayne (1990) | 0.26 |
| Strato 6 | 14.20 | 50.167 | 1.222 | Kulhawy & Mayne (1990) | 0.33 |
| Strato 7 | 15.00 | 35.25 | 1.334 | Kulhawy & Mayne (1990) | 0.25 |

Fattori di compressibilità C Crm

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | C | Crm |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------|---------|
| Strato 4 | 12.80 | 31.4 | 1.307 | 0.12001 | 0.0156 |
| Strato 6 | 14.20 | 50.167 | 1.222 | 0.1056 | 0.01373 |
| Strato 7 | 15.00 | 35.25 | 1.334 | 0.11591 | 0.01507 |

Peso unità di volume

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Correlazione | Peso unità di volume (t/m ³) |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|--|
| Strato 4 | 12.80 | 31.4 | 1.307 | Meyerhof | 1.80 |
| Strato 6 | 14.20 | 50.167 | 1.222 | Meyerhof | 1.80 |
| Strato 7 | 15.00 | 35.25 | 1.334 | 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 4 | 12.80 | 31.4 | 1.307 | Meyerhof | 2.10 |
| Strato 6 | 14.20 | 50.167 | 1.222 | Meyerhof | 2.10 |
| Strato 7 | 15.00 | 35.25 | 1.334 | 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 4 | 12.80 | 31.4 | 1.307 | Robertson & Wride 1997 | 1.55 |
| Strato 6 | 14.20 | 50.167 | 1.222 | Robertson & Wride 1997 | 2.811 |
| Strato 7 | 15.00 | 35.25 | 1.334 | Robertson & Wride 1997 | 1.494 |

Permeabilità

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Correlazione | Permeabilità (cm/s) |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------|
| Strato 1 | 3.80 | 7.158 | 0.586 | Piacentini-Righi 1988 | 1E-11 |
| Strato 2 | 4.20 | 3.5 | 0.167 | Piacentini-Righi 1988 | 9.868783E-09 |
| Strato 3 | 11.80 | 3.526 | 0.226 | Piacentini-Righi 1988 | 1.11734E-11 |
| Strato 4 | 12.80 | 31.4 | 1.307 | Piacentini-Righi 1988 | 2.470635E-08 |
| Strato 5 | 13.00 | 5.0 | 0.733 | Piacentini-Righi 1988 | 1E-11 |
| Strato 6 | 14.20 | 50.167 | 1.222 | Piacentini-Righi 1988 | 6.306139E-05 |
| Strato 7 | 15.00 | 35.25 | 1.334 | Piacentini-Righi 1988 | 1.44906E-07 |
| Strato 8 | 16.00 | 10.4 | 0.693 | 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 | 3.80 | 7.158 | 0.586 | Piacentini-Righi 1988 | 2.1474E-07 |
| Strato 2 | 4.20 | 3.5 | 0.167 | Piacentini-Righi 1988 | 1.036222E-04 |
| Strato 3 | 11.80 | 3.526 | 0.226 | Piacentini-Righi 1988 | 1.181923E-07 |
| Strato 4 | 12.80 | 31.4 | 1.307 | Piacentini-Righi 1988 | 2.327339E-03 |
| Strato 5 | 13.00 | 5.0 | 0.733 | Piacentini-Righi 1988 | 1.5E-07 |

| | | | | | |
|----------|-------|--------|-------|--------------------------|-----------|
| Strato 6 | 14.20 | 50.167 | 1.222 | Piacentini-Righi 1988 | 9.490804 |
| Strato 7 | 15.00 | 35.25 | 1.334 | Piacentini-Righi 1988 | 0.0153238 |
| Strato 8 | 16.00 | 10.4 | 0.693 | Piacentini-Righi 1988 | 3.12E-07 |

PROVA ...CPT08

Committente: Società Agricola San Francesco s.s.

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 25/01/2022

Profondità prova: 12.00 mt

Località: Massa Fiscaglia (FE)

| 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 | 10.00 | 15.0 | 10.0 | 0.467 | 21.413 | 4.7 |
| 0.40 | 22.00 | 29.0 | 22.0 | 0.733 | 30.014 | 3.3 |
| 0.60 | 18.00 | 29.0 | 18.0 | 0.667 | 26.987 | 3.7 |
| 0.80 | 20.00 | 30.0 | 20.0 | 0.8 | 25.0 | 4.0 |
| 1.00 | 24.00 | 36.0 | 24.0 | 1.2 | 20.0 | 5.0 |
| 1.20 | 22.00 | 40.0 | 22.0 | 1.067 | 20.619 | 4.9 |
| 1.40 | 22.00 | 38.0 | 22.0 | 1.133 | 19.417 | 5.2 |
| 1.60 | 24.00 | 41.0 | 24.0 | 1.333 | 18.005 | 5.6 |
| 1.80 | 21.00 | 41.0 | 21.0 | 1.2 | 17.5 | 5.7 |
| 2.00 | 20.00 | 38.0 | 20.0 | 1.267 | 15.785 | 6.3 |
| 2.20 | 37.00 | 56.0 | 37.0 | 0.933 | 39.657 | 2.5 |
| 2.40 | 15.00 | 29.0 | 15.0 | 0.933 | 16.077 | 6.2 |
| 2.60 | 16.00 | 30.0 | 16.0 | 0.533 | 30.019 | 3.3 |
| 2.80 | 8.00 | 16.0 | 8.0 | 0.333 | 24.024 | 4.2 |
| 3.00 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.2 | 25.0 | 4.0 |
| 3.20 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.267 | 11.236 | 8.9 |
| 3.40 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.4 | 10.0 | 10.0 |
| 3.60 | 6.00 | 12.0 | 6.0 | 0.4 | 15.0 | 6.7 |
| 3.80 | 7.00 | 13.0 | 7.0 | 0.4 | 17.5 | 5.7 |
| 4.00 | 8.00 | 14.0 | 8.0 | 0.267 | 29.963 | 3.3 |
| 4.20 | 7.00 | 11.0 | 7.0 | 0.333 | 21.021 | 4.8 |
| 4.40 | 7.00 | 12.0 | 7.0 | 0.267 | 26.217 | 3.8 |
| 4.60 | 5.00 | 9.0 | 5.0 | 0.267 | 18.727 | 5.3 |
| 4.80 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |
| 5.00 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 5.20 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.267 | 11.236 | 8.9 |
| 5.40 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.333 | 12.012 | 8.3 |
| 5.60 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.2 | 25.0 | 4.0 |
| 5.80 | 5.00 | 8.0 | 5.0 | 0.267 | 18.727 | 5.3 |
| 6.00 | 5.00 | 9.0 | 5.0 | 0.133 | 37.594 | 2.7 |
| 6.20 | 8.00 | 10.0 | 8.0 | 0.4 | 20.0 | 5.0 |
| 6.40 | 5.00 | 11.0 | 5.0 | 0.333 | 15.015 | 6.7 |
| 6.60 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.2 | 25.0 | 4.0 |
| 6.80 | 6.00 | 9.0 | 6.0 | 0.267 | 22.472 | 4.5 |
| 7.00 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |
| 7.20 | 3.00 | 7.0 | 3.0 | 0.333 | 9.009 | 11.1 |
| 7.40 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.333 | 15.015 | 6.7 |
| 7.60 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.333 | 15.015 | 6.7 |
| 7.80 | 9.00 | 14.0 | 9.0 | 0.333 | 27.027 | 3.7 |
| 8.00 | 9.00 | 14.0 | 9.0 | 0.333 | 27.027 | 3.7 |
| 8.20 | 7.00 | 12.0 | 7.0 | 0.333 | 21.021 | 4.8 |
| 8.40 | 9.00 | 14.0 | 9.0 | 0.267 | 33.708 | 3.0 |
| 8.60 | 9.00 | 13.0 | 9.0 | 0.333 | 27.027 | 3.7 |
| 8.80 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.2 | 25.0 | 4.0 |
| 9.00 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 9.20 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.333 | 9.009 | 11.1 |
| 9.40 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.267 | 18.727 | 5.3 |
| 9.60 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |
| 9.80 | 4.00 | 7.0 | 4.0 | 0.267 | 14.981 | 6.7 |
| 10.00 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |

| | | | | | | |
|-------|-------|------|------|-------|--------|------|
| 10.20 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 10.40 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.2 | 15.0 | 6.7 |
| 10.60 | 4.00 | 7.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |
| 10.80 | 3.00 | 6.0 | 3.0 | 0.733 | 4.093 | 24.4 |
| 11.00 | 10.00 | 21.0 | 10.0 | 0.267 | 37.453 | 2.7 |
| 11.20 | 4.00 | 8.0 | 4.0 | 0.2 | 20.0 | 5.0 |
| 11.40 | 4.00 | 7.0 | 4.0 | 0.733 | 5.457 | 18.3 |
| 11.60 | 10.00 | 21.0 | 10.0 | 0.333 | 30.03 | 3.3 |
| 11.80 | 5.00 | 10.0 | 5.0 | 0.333 | 15.015 | 6.7 |
| 12.00 | 6.00 | 11.0 | 6.0 | 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 |
|---------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|---|
| 0.20 | 10.0 | 0.467 | 1.9 | Coesivo | Argilla inorganica di media consistenza |
| 0.80 | 20.0 | 0.733 | 2.0 | Incoerente-Coesivo | Argille sabbiose e limose |
| 2.00 | 22.167 | 1.2 | 1.8 | Coesivo | Argilla inorganica molto compatta |
| 2.80 | 19.0 | 0.683 | 1.9 | Incoerente-Coesivo | Argille sabbiose e limose |
| 8.20 | 5.444 | 0.291 | 1.7 | Coesivo | Argille organiche e terreni misti |
| 8.60 | 9.0 | 0.3 | 1.8 | Incoerente-Coesivo | Argille sabbiose e limose |
| 9.00 | 4.0 | 0.2 | 1.6 | Coesivo | Argilla inorganica tenera |
| 12.00 | 4.8 | 0.298 | 1.7 | Coesivo | Argille organiche e terreni misti |

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT08

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

| Coesione non drenata (Kg/cm ²) | | | | | | | | | |
|--|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|------------------------------------|-------------------------------|--|---|----------|
| | 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 | 0.20 | 10.0 | 0.467 | 0.57 | 0.74 | 0.67 | 0.59 | 0.53 |
| | Strato 2 | 0.80 | 20.0 | 0.733 | 1.14 | 1.33 | 1.33 | 1.17 | 1.05 |
| | Strato 3 | 2.00 | 22.167 | 1.2 | 1.25 | 1.43 | 1.46 | 1.29 | 1.15 |
| | Strato 4 | 2.80 | 19.0 | 0.683 | 1.06 | 1.25 | 1.24 | 1.09 | 0.98 |
| | Strato 5 | 8.20 | 5.444 | 0.291 | 0.27 | 0.35 | 0.30 | 0.26 | 0.23 |
| | Strato 6 | 8.60 | 9.0 | 0.3 | 0.46 | 0.56 | 0.50 | 0.44 | 0.40 |
| | Strato 7 | 9.00 | 4.0 | 0.2 | 0.17 | 0.19 | 0.16 | 0.14 | 0.13 |
| | Strato 8 | 12.00 | 4.8 | 0.298 | 0.21 | 0.23 | 0.20 | 0.17 | 0.16 |

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 | 0.20 | 10.0 | 0.467 | 50.00 | 43.54 | 30.00 |
| Strato 2 | 0.80 | 20.0 | 0.733 | 100.00 | 41.98 | 60.00 |
| Strato 3 | 2.00 | 22.167 | 1.2 | 55.42 | 44.33 | 66.50 |
| Strato 4 | 2.80 | 19.0 | 0.683 | 95.00 | 44.16 | 57.00 |
| Strato 5 | 8.20 | 5.444 | 0.291 | 43.55 | 29.30 | 16.33 |
| Strato 6 | 8.60 | 9.0 | 0.3 | 45.00 | 41.22 | 27.00 |
| Strato 7 | 9.00 | 4.0 | 0.2 | 32.00 | 22.83 | 12.00 |
| Strato 8 | 12.00 | 4.8 | 0.298 | 38.40 | 26.53 | 14.40 |

Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm²)

| Prof. Strato | qc | fs | Cancelli 1980 | Ladd 1977 (30) |
|--------------|----|----|---------------|----------------|
|--------------|----|----|---------------|----------------|

| | (m) | (Kg/cm ²) | (Kg/cm ²) | | |
|----------|-------|-----------------------|-----------------------|--------|-------|
| Strato 1 | 0.20 | 10.0 | 0.467 | 374.29 | 15.00 |
| Strato 2 | 0.80 | 20.0 | 0.733 | 746.33 | 30.00 |
| Strato 3 | 2.00 | 22.167 | 1.2 | 821.29 | 33.30 |
| Strato 4 | 2.80 | 19.0 | 0.683 | 695.62 | 28.50 |
| Strato 5 | 8.20 | 5.444 | 0.291 | 175.84 | 8.10 |
| Strato 6 | 8.60 | 9.0 | 0.3 | 301.50 | 13.50 |
| Strato 7 | 9.00 | 4.0 | 0.2 | 112.95 | 6.00 |
| Strato 8 | 12.00 | 4.8 | 0.298 | 138.56 | 7.20 |

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 | 0.20 | 10.0 | 0.467 | Imai & Tomauchi | 114.33 |
| Strato 2 | 0.80 | 20.0 | 0.733 | Imai & Tomauchi | 174.62 |
| Strato 3 | 2.00 | 22.167 | 1.2 | Imai & Tomauchi | 185.95 |
| Strato 4 | 2.80 | 19.0 | 0.683 | Imai & Tomauchi | 169.23 |
| Strato 5 | 8.20 | 5.444 | 0.291 | Imai & Tomauchi | 78.85 |
| Strato 6 | 8.60 | 9.0 | 0.3 | Imai & Tomauchi | 107.20 |
| Strato 7 | 9.00 | 4.0 | 0.2 | Imai & Tomauchi | 65.32 |
| Strato 8 | 12.00 | 4.8 | 0.298 | Imai & Tomauchi | 73.01 |

Grado di sovraconsolidazione

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Stress-History | |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|------|
| Strato 1 | 0.20 | 10.0 | 0.467 | | >9 |
| Strato 2 | 0.80 | 20.0 | 0.733 | | 4.75 |
| Strato 3 | 2.00 | 22.167 | 1.2 | | 1.94 |
| Strato 4 | 2.80 | 19.0 | 0.683 | | 0.98 |
| Strato 5 | 8.20 | 5.444 | 0.291 | | <0.5 |
| Strato 6 | 8.60 | 9.0 | 0.3 | | <0.5 |
| Strato 7 | 9.00 | 4.0 | 0.2 | | <0.5 |
| Strato 8 | 12.00 | 4.8 | 0.298 | | <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 | 0.20 | 10.0 | 0.467 | Meyerhof | 1.86 |
| Strato 2 | 0.80 | 20.0 | 0.733 | Meyerhof | 1.97 |
| Strato 3 | 2.00 | 22.167 | 1.2 | Meyerhof | 1.99 |
| Strato 4 | 2.80 | 19.0 | 0.683 | Meyerhof | 1.96 |
| Strato 5 | 8.20 | 5.444 | 0.291 | Meyerhof | 1.73 |
| Strato 6 | 8.60 | 9.0 | 0.3 | Meyerhof | 1.82 |
| Strato 7 | 9.00 | 4.0 | 0.2 | Meyerhof | 1.65 |
| Strato 8 | 12.00 | 4.8 | 0.298 | 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 | 0.20 | 10.0 | 0.467 | Meyerhof | 1.94 |
| Strato 2 | 0.80 | 20.0 | 0.733 | Meyerhof | 2.05 |
| Strato 3 | 2.00 | 22.167 | 1.2 | Meyerhof | 2.07 |
| Strato 4 | 2.80 | 19.0 | 0.683 | Meyerhof | 2.04 |
| Strato 5 | 8.20 | 5.444 | 0.291 | Meyerhof | 1.81 |
| Strato 6 | 8.60 | 9.0 | 0.3 | Meyerhof | 1.90 |
| Strato 7 | 9.00 | 4.0 | 0.2 | Meyerhof | 1.73 |
| Strato 8 | 12.00 | 4.8 | 0.298 | Meyerhof | 1.77 |

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 2 | 0.80 | 20.0 | 0.733 | 53.16 | 74.33 | 72.57 | 53.88 | 87.73 |

| | | | | | | | | |
|----------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Strato 4 | 2.80 | 19.0 | 0.683 | 30.04 | 31.45 | 34.15 | 30.56 | 42.57 |
| Strato 6 | 8.60 | 9.0 | 0.3 | < 5 | < 5 | 5 | 5 | 5 |

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 2 | 0.80 | 20.0 | 0.733 | 39.23 | 36.18 | 33.51 | 31.22 | 38.41 | 44.27 | 33.24 | 25.98 |
| Strato 4 | 2.80 | 19.0 | 0.683 | 32.13 | 28.37 | 25.3 | 23.72 | 32.4 | 35.83 | 23.98 | 25.53 |
| Strato 6 | 8.60 | 9.0 | 0.3 | 25.13 | 20.9 | 17.46 | 16.55 | 28.7 | 24.64 | 21.65 | 21.04 |

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 2 | 0.80 | 20.0 | 0.733 | 50.00 | 40.00 | 141.61 |
| Strato 4 | 2.80 | 19.0 | 0.683 | 47.50 | 38.00 | 232.29 |
| Strato 6 | 8.60 | 9.0 | 0.3 | 22.50 | 18.00 | 138.60 |

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 2 | 0.80 | 20.0 | 0.733 | 60.47 | 78.45 | 155.94 | 40.00 | 100.00 |
| Strato 4 | 2.80 | 19.0 | 0.683 | 30.68 | 74.53 | 144.79 | 38.00 | 95.00 |
| Strato 6 | 8.60 | 9.0 | 0.3 | 15.45 | 35.30 | 49.32 | 18.00 | 72.00 |

Modulo di deformazione a taglio

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Correlazione | G (Kg/cm ²) |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|----------------------------|
| Strato 2 | 0.80 | 20.0 | 0.733 | Imai & Tomauchi | 174.62 |
| Strato 4 | 2.80 | 19.0 | 0.683 | Imai & Tomauchi | 169.23 |
| Strato 6 | 8.60 | 9.0 | 0.3 | Imai & Tomauchi | 107.20 |

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 2 | 0.80 | 20.0 | 0.733 | 4.75 | >9 | 0.84 | >9 |
| Strato 4 | 2.80 | 19.0 | 0.683 | 0.98 | >9 | <0.5 | >9 |
| Strato 6 | 8.60 | 9.0 | 0.3 | <0.5 | 2.71 | <0.5 | 1.01 |

Modulo di reazione Ko

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Correlazione | Ko |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|------|
| Strato 2 | 0.80 | 20.0 | 0.733 | Kulhawy & Mayne (1990) | 0.96 |
| Strato 4 | 2.80 | 19.0 | 0.683 | Kulhawy & Mayne (1990) | 0.35 |
| Strato 6 | 8.60 | 9.0 | 0.3 | Kulhawy & Mayne (1990) | 0.00 |

Fattori di compressibilità C Crm

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | C | Crm |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------|---------|
| Strato 2 | 0.80 | 20.0 | 0.733 | 0.1335 | 0.01735 |
| Strato 4 | 2.80 | 19.0 | 0.683 | 0.137 | 0.01781 |
| Strato 6 | 8.60 | 9.0 | 0.3 | 0.21478 | 0.02792 |

Peso unità di volume

| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Correlazione | Peso unità di volume (t/m ³) |
|----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|--|
| Strato 2 | 0.80 | 20.0 | 0.733 | Meyerhof | 1.80 |
| Strato 4 | 2.80 | 19.0 | 0.683 | Meyerhof | 1.80 |

| | | | | | |
|---|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|---|
| Strato 6 | 8.60 | 9.0 | 0.3 | 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 2 | 0.80 | 20.0 | 0.733 | Meyerhof | 2.10 |
| Strato 4 | 2.80 | 19.0 | 0.683 | Meyerhof | 2.10 |
| Strato 6 | 8.60 | 9.0 | 0.3 | 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 2 | 0.80 | 20.0 | 0.733 | Robertson & Wride 1997 | 8.59 |
| Strato 4 | 2.80 | 19.0 | 0.683 | Robertson & Wride 1997 | 2.621 |
| Strato 6 | 8.60 | 9.0 | 0.3 | Robertson & Wride 1997 | 0.505 |
| Permeabilità | | | | | |
| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Correlazione | Permeabilità (cm/s) |
| Strato 1 | 0.20 | 10.0 | 0.467 | Piacentini-Righi 1988 | 8.756873E-09 |
| Strato 2 | 0.80 | 20.0 | 0.733 | Piacentini-Righi 1988 | 4.47884E-07 |
| Strato 3 | 2.00 | 22.167 | 1.2 | Piacentini-Righi 1988 | 5.736679E-11 |
| Strato 4 | 2.80 | 19.0 | 0.683 | Piacentini-Righi 1988 | 6.323346E-07 |
| Strato 5 | 8.20 | 5.444 | 0.291 | Piacentini-Righi 1988 | 7.45802E-10 |
| Strato 6 | 8.60 | 9.0 | 0.3 | Piacentini-Righi 1988 | 2.527125E-06 |
| Strato 7 | 9.00 | 4.0 | 0.2 | Piacentini-Righi 1988 | 3.724899E-09 |
| Strato 8 | 12.00 | 4.8 | 0.298 | Piacentini-Righi 1988 | 1.987678E-11 |
| Coefficiente di consolidazione | | | | | |
| | Prof. Strato (m) | qc (Kg/cm ²) | fs (Kg/cm ²) | Correlazione | Coefficiente di consolidazione (cm ² /s) |
| Strato 1 | 0.20 | 10.0 | 0.467 | Piacentini-Righi 1988 | 2.627062E-04 |
| Strato 2 | 0.80 | 20.0 | 0.733 | Piacentini-Righi 1988 | 2.687304E-02 |
| Strato 3 | 2.00 | 22.167 | 1.2 | Piacentini-Righi 1988 | 3.814949E-06 |
| Strato 4 | 2.80 | 19.0 | 0.683 | Piacentini-Righi 1988 | 3.604307E-02 |
| Strato 5 | 8.20 | 5.444 | 0.291 | Piacentini-Righi 1988 | 1.218044E-05 |
| Strato 6 | 8.60 | 9.0 | 0.3 | Piacentini-Righi 1988 | 6.823237E-02 |
| Strato 7 | 9.00 | 4.0 | 0.2 | Piacentini-Righi 1988 | 4.469879E-05 |
| Strato 8 | 12.00 | 4.8 | 0.298 | Piacentini-Righi 1988 | 2.862257E-07 |

Indice

| | |
|---|----|
| 1.PROVA ...CPT01 | 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 | 10 |
| 1.6.Peso unità di volume | 10 |
| 1.7.Peso unità di volume saturo | 10 |
| 1.8.Densità relativa (%) | 10 |
| 1.9.Angolo di resistenza al taglio (°) | 10 |
| 1.10.Modulo di Young (Kg/cm ²) | 10 |
| 1.11.Modulo Edometrico (Kg/cm ²) | 10 |
| 1.12.Modulo di deformazione a taglio | 11 |
| 1.13.Grado di sovraconsolidazione | 11 |
| 1.14.Modulo di reazione Ko | 11 |
| 1.15.Fattori di compressibilità C Crm | 11 |
| 1.16.Peso unità di volume | 11 |
| 1.17.Peso unità di volume saturo | 11 |
| 1.18.Liquefazione - | 11 |
| 1.19.Permeabilità | 11 |
| 1.20.Coefficiente di consolidazione | 12 |
| 2.PROVA ...CPT02 | 12 |
| 2.1.Coesione non drenata (Kg/cm ²) | 13 |
| 2.2.Modulo Edometrico (Kg/cm ²) | 13 |
| 2.3.Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm ²) | 13 |
| 2.4.Modulo di deformazione a taglio | 13 |
| 2.5.Grado di sovraconsolidazione | 14 |
| 2.6.Peso unità di volume | 14 |
| 2.7.Peso unità di volume saturo | 14 |
| 2.8.Densità relativa (%) | 14 |
| 2.9.Angolo di resistenza al taglio (°) | 14 |
| 2.10.Modulo di Young (Kg/cm ²) | 14 |
| 2.11.Modulo Edometrico (Kg/cm ²) | 14 |
| 2.12.Modulo di deformazione a taglio | 14 |
| 2.13.Grado di sovraconsolidazione | 15 |
| 2.14.Modulo di reazione Ko | 15 |
| 2.15.Fattori di compressibilità C Crm | 15 |
| 2.16.Peso unità di volume | 15 |
| 2.17.Peso unità di volume saturo | 15 |
| 2.18.Liquefazione - | 15 |
| 2.19.Permeabilità | 15 |
| 2.20.Coefficiente di consolidazione | 15 |
| 3.PROVA ...CPT03 | 16 |
| 3.1.Coesione non drenata (Kg/cm ²) | 17 |
| 3.2.Modulo Edometrico (Kg/cm ²) | 17 |
| 3.3.Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm ²) | 17 |
| 3.4.Modulo di deformazione a taglio | 17 |
| 3.5.Grado di sovraconsolidazione | 18 |
| 3.6.Peso unità di volume | 18 |
| 3.7.Peso unità di volume saturo | 18 |
| 4.PROVA ...CPT04 | 18 |
| 4.1.Coesione non drenata (Kg/cm ²) | 20 |
| 4.2.Modulo Edometrico (Kg/cm ²) | 20 |
| 4.3.Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm ²) | 20 |
| 4.4.Modulo di deformazione a taglio | 20 |
| 4.5.Grado di sovraconsolidazione | 21 |
| 4.6.Peso unità di volume | 21 |
| 4.7.Peso unità di volume saturo | 21 |
| 4.8.Densità relativa (%) | 21 |
| 4.9.Angolo di resistenza al taglio (°) | 21 |
| 4.10.Modulo di Young (Kg/cm ²) | 21 |
| 4.11.Modulo Edometrico (Kg/cm ²) | 22 |
| 4.12.Modulo di deformazione a taglio | 22 |
| 4.13.Grado di sovraconsolidazione | 22 |
| 4.14.Modulo di reazione Ko | 22 |
| 4.15.Fattori di compressibilità C Crm | 22 |

| | |
|---|----|
| 4.16.Peso unità di volume | 22 |
| 4.17.Peso unità di volume saturo | 22 |
| 4.18.Liquefazione - | 22 |
| 4.19.Permeabilità | 22 |
| 4.20.Coefficiente di consolidazione | 23 |
| 5.PROVA ...CPT05 | 23 |
| 5.1.Coesione non drenata (Kg/cm ²) | 24 |
| 5.2.Modulo Edometrico (Kg/cm ²) | 25 |
| 5.3.Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm ²) | 25 |
| 5.4.Modulo di deformazione a taglio | 25 |
| 5.5.Grado di sovraconsolidazione | 25 |
| 5.6.Peso unità di volume | 25 |
| 5.7.Peso unità di volume saturo | 25 |
| 5.8.Densità relativa (%) | 26 |
| 5.9.Angolo di resistenza al taglio (°) | 26 |
| 5.10.Modulo di Young (Kg/cm ²) | 26 |
| 5.11.Modulo Edometrico (Kg/cm ²) | 26 |
| 5.12.Modulo di deformazione a taglio | 26 |
| 5.13.Grado di sovraconsolidazione | 26 |
| 5.14.Modulo di reazione Ko | 26 |
| 5.15.Fattori di compressibilità C Crm | 26 |
| 5.16.Peso unità di volume | 26 |
| 5.17.Peso unità di volume saturo | 26 |
| 5.18.Liquefazione - | 26 |
| 5.19.Permeabilità | 27 |
| 5.20.Coefficiente di consolidazione | 27 |
| 6.PROVA ...CPT06 | 27 |
| 6.1.Coesione non drenata (Kg/cm ²) | 28 |
| 6.2.Modulo Edometrico (Kg/cm ²) | 29 |
| 6.3.Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm ²) | 29 |
| 6.4.Modulo di deformazione a taglio | 29 |
| 6.5.Grado di sovraconsolidazione | 29 |
| 6.6.Peso unità di volume | 29 |
| 6.7.Peso unità di volume saturo | 29 |
| 7.PROVA ...CPT07 | 30 |
| 7.1.Coesione non drenata (Kg/cm ²) | 31 |
| 7.2.Modulo Edometrico (Kg/cm ²) | 31 |
| 7.3.Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm ²) | 32 |
| 7.4.Modulo di deformazione a taglio | 32 |
| 7.5.Grado di sovraconsolidazione | 32 |
| 7.6.Peso unità di volume | 32 |
| 7.7.Peso unità di volume saturo | 32 |
| 7.8.Densità relativa (%) | 33 |
| 7.9.Angolo di resistenza al taglio (°) | 33 |
| 7.10.Modulo di Young (Kg/cm ²) | 33 |
| 7.11.Modulo Edometrico (Kg/cm ²) | 33 |
| 7.12.Modulo di deformazione a taglio | 33 |
| 7.13.Grado di sovraconsolidazione | 33 |
| 7.14.Modulo di reazione Ko | 33 |
| 7.15.Fattori di compressibilità C Crm | 34 |
| 7.16.Peso unità di volume | 34 |
| 7.17.Peso unità di volume saturo | 34 |
| 7.18.Liquefazione - | 34 |
| 7.19.Permeabilità | 34 |
| 7.20.Coefficiente di consolidazione | 34 |
| 8.PROVA ...CPT08 | 35 |
| 8.1.Coesione non drenata (Kg/cm ²) | 36 |
| 8.2.Modulo Edometrico (Kg/cm ²) | 36 |
| 8.3.Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm ²) | 36 |
| 8.4.Modulo di deformazione a taglio | 37 |
| 8.5.Grado di sovraconsolidazione | 37 |
| 8.6.Peso unità di volume | 37 |
| 8.7.Peso unità di volume saturo | 37 |
| 8.8.Densità relativa (%) | 37 |
| 8.9.Angolo di resistenza al taglio (°) | 38 |
| 8.10.Modulo di Young (Kg/cm ²) | 38 |
| 8.11.Modulo Edometrico (Kg/cm ²) | 38 |
| 8.12.Modulo di deformazione a taglio | 38 |

| | |
|--|----|
| 8.13.Grado di sovraconsolidazione | 38 |
| 8.14.Modulo di reazione K_0 | 38 |
| 8.15.Fattori di compressibilità C_{vm} | 38 |
| 8.16.Peso unità di volume | 38 |
| 8.17.Peso unità di volume saturo | 39 |
| 8.18.Liquefazione - | 39 |
| 8.19.Permeabilità | 39 |
| 8.20.Coefficiente di consolidazione | 39 |
| Indice | 40 |