

COMUNE DI PONSACCO

(Pisa)

PROGETTO UNITARIO CONVENZIONATO

Comparto CTP 5 - Viale Italia

Relazione di fattibilità geologica

(L.R. 41/18 – Delibera 40 del 28 Marzo 2024 - D.P.G.R. 1/R- D.P.G.R. 5/R)

COMMITTENZA: SNEP SPA

PROGETTISTA: Arch. Fabrizio Macchi

GEOLOGO : Dott. PAOLO GIANI

MARZO 2026

PREMESSA

La presente relazione di fattibilità geologica supporta il Piano Unitario Convenzionato individuato dalla scheda norma dell'area CTP5 del vigente Piano Operativo del Comune di Ponsacco e riferito alla costruzione di un fabbricato per attività commerciale. In questa sede si valutano le condizioni di fattibilità dell'intervento alla luce dei criteri di definizione del grado di rischio geomorfologico, idraulico e sismico locale stimato sulla base di eventuali dati esistenti e/o sull'incrocio delle informazioni disponibili con i criteri definiti dalla disciplina del D.P.G.R. n. 5/R del 30/01/2020.

Per definire la fattibilità del Piano attuativo ne è stata inoltre verificata la compatibilità rispetto alle salvaguardie ed ai vincoli sovraordinati alla disciplina del P.R.G., introdotti dalle normative nazionali e regionali sul rischio geomorfologico e idraulico (Delibera 40 del 28 Marzo 2024 dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale e L.R. 41/2018).

Relativamente alla caratterizzazione geotecnica dei terreni si fa riferimento ad un'indagine effettuata in loco consistita in un sondaggio a carotaggio, analisi di laboratorio certificato e nr 4 prove penetrometriche CPT mentre dal punto di vista sismico sono state eseguite un'indagine sismica Masw e un cono sismico (SCPTU, ciò già conformemente a quanto previsto dal D.P.G.R. 1/R, essendo l'intervento edilizio in progetto in classe di indagine 4.

1.DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il Progetto Unitario Convenzionato (PUC) del comparto CTP.5, riguarda un'area a destinazione industriale/artigianale/commerciale a fronte di Viale Italia (UTOE 1). Il comparto si colloca dunque a sud dell'attuale zona industriale/artigianale/commerciale del PIP 2. Il Progetto Unitario Convenzionato prevede la realizzazione di un fabbricato destinato a n.2 esercizi commerciali al dettaglio e di relativi standard urbanistici rimanendo ferme le previsioni della scheda norma di comparto sia per quanto riguarda la realizzazione

degli spazi pubblici sia per quanto riguarda la realizzazione degli indici disponibili da utilizzare ai fini edificatori. I parametri urbanistici previsti nel comparto CTP.5 sono:

- Destinazione d'uso ammesse: Industriale - artigianale - commerciale al dettaglio
- direzionale e di servizio
- commerciale all'ingrosso e depositi.
- Strumento di attuazione: Progetto Unitario Convenzionato (P.U.C.)

Parametri Urbanistici:

ST mq. 7.368

SE mq. 3.600

H. max mt. 11

IC. 45%

Verde Pubblico mq. 1.168

2. GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA DEL SITO

Il fabbricato in progetto andrà a collocarsi nella vasta pianura alluvionale posta sulla sinistra orografica del fiume Arno, in un'area pertanto caratterizzata da una conformazione morfologica pressochè pianeggiante, a leggera pendenza verso ONO (2.5-3‰), caratterizzata da quote medie intorno ai 20,0m s.l.m..

Tracciando un breve quadro dell'assetto idrografico e idraulico del sito di intervento e della zona circostante si rileva che in origine il deflusso delle acque piovane era garantito da alcune fosse campestri parallele dirette prevalentemente SSO-NNE le quali confluivano le acque basse nella Fossa Nuova corrente a sud.

La geologia di superficie è costituita da sedimenti alluvionali olocenici, di prevalente composizione silico-clastica, caratterizzati dall'alternanza di limi sabbiosi sciolti o poco addensati ed argille limose di media plasticità e consistenza. Tali depositi olocenici sono legati al sovralluvionamento che si è sviluppato nella Pianura di Pisa durante la deglaciazione postwurmiana che ha prodotto la risalita del livello del mare.

In generale in questi sedimenti prevalgono le sabbie nelle zone adiacenti ai corsi d'acqua attuale (e a quelli antichi), sabbie accumulate durante le esondazioni del passato;

nelle zone più lontane dai fiumi, invece, che sono rimaste leggermente depresse e quindi soggette ad impaludamenti, sono più diffuse le argille e le torbe dato che le esondazioni vi trasportavano solo i materiali più fini. I suoli superficiali, nelle zone dove prevalgono sedimenti sabbioso-limosi e limo-sabbiosi garantiscono un apprezzabile drenaggio verticale. Nei siti dove invece prevalgono sedimenti fini limo-argillosi l'infiltrazione verticale risulta difficoltosa per cui la circolazione delle acque piovane si concentra nel primo metro provocando nei periodi molto umidi saturazioni e ristagni temporanei. Nel tempo si sono verificate ampie modifiche del tracciato del fiume principale; da immagini da satellite sono stati infatti rilevati numerosi tratti di alvei fluviali abbandonati per naturale evoluzione del corso fluviale, nonchè paleoalvei sepolti che testimoniano una significativa variazione del regime di deposizione e quindi una notevole eteropia laterale dei sedimenti alluvionali.

Per quanto riguarda l'idrogeologia, nell'area esiste una attiva circolazione idrica sotterranea spiegabile con la presenza di una falda freatica regionale direttamente alimentata dalle piogge e dalla filtrazione laterale delle acque dell'Arno e dei canali principali; da essa attingono i pozzi a sterro localizzati presso molti dei fabbricati rurali e non dispersi nella pianura a sud dell'Arno.

La circolazione sotterranea, pur modesta, interessa esclusivamente gli strati sabbiosi e limo-sabbiosi a maggiore permeabilità, per cui, data la notevole vicinanza dei medesimi, origina modeste falde sospese separate da livelli argillosi, saturi ma improduttivi. Nell'area in esame, alla luce dei numerosi sondaggi effettuati, oltre i nove-dieci metri di profondità si riscontrano frequenti livelli di sabbie limose interessate da circolazione di falda costante, probabilmente caratterizzata da una leggera pressione.

Entro il foro di ispezione delle prove effettuate è stato rilevato un livello d'acqua stabilizzato intorno a 1,00mt di profondità dal p.c., indicativo verosimilmente di una circolazione freatica entro i limi subsuperficiali, ma potrebbe derivare anche da livelli acquiferi in pressione presenti più in profondità. Alla luce di quanto sopra evidenziato si consiglia di realizzare lo scavo preliminare alla realizzazione delle fondazioni in periodo secco ovvero di prendere in considerazione la possibilità di dotare il cantiere di pompa idrovora per consentire il getto delle strutture, qualora vi fossero venute d'acqua di un certo rilievo entro lo sbancamento.

3. INDAGINI EFFETTUATE

Prove penetrometriche CPT

Le prove CPT effettuate in loco consentono in questa fase una prima caratterizzazione del sottosuolo di intervento, differenziandolo nei livelli a diverso grado di addensamento. Sulla base delle correlazioni empiriche e semiempiriche proposte dalla letteratura specializzata ed in ragione della diversa resistenza geomeccanica dei terreni rilevati, si sono quindi attribuiti i parametri geotecnici ai vari litotipi differenziati nel sottosuolo. Gli orizzonti litologici con differenti caratteristiche geotecniche al di sotto del suolo pedologico (litotipo A) stimato dello spessore di circa 80cm sono pertanto i seguenti:

LITOTIPO B: ARGILLE E LIMI DEBOLMENTE SABBIOSI DI MEDIA CONSISTENZA ($10 < Q_c < 20 \text{ Kg/cm}^2$)

In relazione ai parametri meccanico-fisici possono essere derivati i seguenti valori:

- Coesione non drenata	$C_u = 0,50-0,80 \text{ kg/cm}^2$
- Coesione efficace	$c' = 15,1 \text{ KPa}$
- Angolo di attrito efficace	$\phi' = 19,7^\circ$
- Peso di volume	$\gamma = 1,80 \text{ kg/dm}^3$
- Modulo di deformazione edometrico	$40 < M_o < 60 \text{ Kg/cm}^2$

LITOTIPO C: ARGILLE E LIMI DEBOLMENTE SABBIOSI DI BUONA CONSISTENZA ($22 < Q_c < 100 \text{ Kg/cm}^2$)

In relazione ai parametri meccanico-fisici possono essere derivati i seguenti valori:

- Coesione non drenata	$C_u > 0,85 \text{ kg/cm}^2$
- Coesione efficace	$c' = 12,3 \text{ KPa}$
- Angolo di attrito efficace	$\phi' = 24,9^\circ$
- Peso di volume secco	$\gamma = 1,85 \text{ kg/dm}^3$
- Modulo di deformazione edometrico	$M_o = 66-297 \text{ Kg/cm}^2$

Indagine sismica Masw

L'indagine M.A.S.W. è stata condotta con l'obiettivo di determinare il parametro V_{Seq} , necessario al fine della classificazione dei suoli, per la definizione dell'azione sismica di progetto, volendo procedere secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018).

Si rimanda alla fase esecutiva l'esecuzione di una campagna sismica di dettaglio conforme a quanto previsto dal D.P.G.R. 1/R, essendo l'intervento edilizio in progetto in classe di indagine 4.

La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede 3 fasi fondamentali:

- acquisizioni multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale lungo uno stendimento rettilineo di sorgente-geofoni;
- estrazione del modo fondamentale dalla curva di dispersione (grafico velocità di fase rispetto alla frequenza) delle onde superficiali di Rayleigh;
- inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali 1D delle V_s .

Per ottenere un profilo V_s vengono generate onde sismiche usando una sorgente impattante come un martello su una piastra vengono generate sia onde di volume (P e S), sia onde di superficie (Rayleigh e Love), che si propagano in tutte le direzioni.

Alcune di queste onde vengono riflesse e disperse quando incontrano oggetti superficiali o poco profondi (ad esempio, fondazioni di edifici, ecc.) e diventano rumore.

Inoltre, vengono quasi sempre rilevate vibrazioni da rumore ambientale proveniente dal traffico veicolare, dall'attività industriale e, in generale, dall'attività umana.

Il vantaggio principale dell'approccio multicanale della tecnica MASW sta nella possibilità di distinguere tutte queste onde dovute al rumore e di isolarle dalle onde superficiali di Rayleigh evidenziando solo il modo fondamentale di oscillazione dei terreni.

L'isolamento del modo fondamentale di oscillazione si basa su molteplici caratteristiche sismiche dei segnali. Le proprietà della dispersione di tutti i tipi di onde (di volume e superficiali) sono visualizzate attraverso un metodo di trasformazione (basato sull'analisi spettrale dei segnali sismici) del campo d'onda che converte direttamente i segnali sismici acquisiti in una immagine dove un modello di dispersione è riconosciuto nella distribuzione dell'energia trasformata in oscillazioni. Successivamente, il modo

fondamentale (proprietà fondamentale della dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh) viene estratto da un modello specifico. Lo stendimento impiegato per il profilo MASW in oggetto ha le seguenti caratteristiche:

- n. geofoni: 24
- spaziatura fra i geofoni: 2m
- n. shots: sono state effettuate 5 rilevazioni, impiegando la massa battente, a distanze di 2 m, 3,0 m, 4,0m, 8,0m e 10,0m dalla linea geofonica.
- tempo di acquisizione : 1.000 msec.

Il software winMasw presenta come soluzione due modelli: il modello migliore cioè quello che presenta la differenza minore tra la curva osservata e calcolata, e un modello medio calcolato secondo un'operazione statistica, fornendo per ciascun modello il valore di Vs30. Di seguito sono riportate le velocità Vs e gli spessori dei livelli sismici costituenti i due modelli.

- secondo il MODELLO MEDIO

strato n.	1	2	3	4
VS (m/s):	141	224	252	330
spessori (m):	4.9	7.7	8.4	

- secondo il MODELLO MIGLIORE:

strato n.	1	2	3	4
VS (m/s):	140	206	280	300
spessori (m):	3.8	6.0	7.0	

Il valore della Vseq determinato identifica una categoria di sottosuolo di tipo C secondo la tabella 3.2.II del DM 17 gennaio 2018 (aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”), corrispondente a 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”.

Cono sismico

La prova consiste nella misurazione dei tempi di arrivo di impulsi sismici di taglio (SH) generati in superficie ad un ricevitore posto all'interno di una punta sismica montata su una batteria di aste applicate ad un penetrometro. Quindi permette la misura diretta delle velocità di propagazione VsH delle onde di taglio (onde SH) fra due profondità successive a cui si trova la punta all'interno del suolo da investigare. Il metodo prevede l'infissione nel terreno mediante penetrometro statico di una batteria di aste dotate di piezocono sismico al cui interno si trovano due accelerometri disposti ortogonalmente tra loro (direzioni sx e sy) e rispetto all'asse di penetrazione. Ad intervalli di un metro viene arrestata la penetrazione, energizzata la sorgente sismica in superficie ed eseguita la registrazione delle onde d'arrivo alla punta. Terminata la registrazione si procede con l'infissione fino al successivo metro di profondità, e la procedura viene ripetuta. Quindi con intervalli di 1m viene ricostruita la sismostratigrafia del sottosuolo. In fig.1 è schematizzato il metodo sopra descritto.

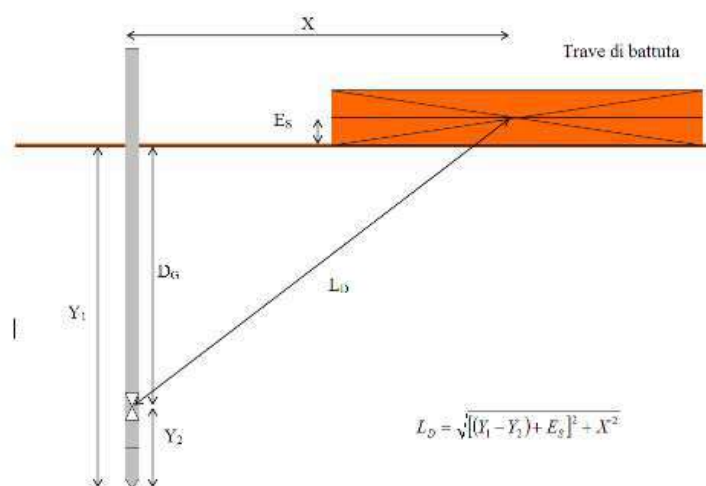


Fig.1 - schema di acquisizione con cono sismico

La sorgente sismica per le onde Vs è costituita da una massa battente (mazza dal peso di $7kg$) che colpisce trasversalmente una trave posta ortogonalmente all'asse di penetrazione della punta, ad una distanza di 1,0m

Il sistema di starter è costituito da un geofono posizionato in adiacenza della trave di battuta e collegato al sistema d'acquisizione.

I segnali sono stati ottenuti o da singole energizzazioni o mediante stacking (somma di più energizzazioni) e non hanno subito filtraggi in post-acquisizione vale a dire durante l'elaborazione ed analisi successiva alla registrazione di campagna. Per ogni profondità a cui è stata eseguita l'acquisizione sismica si riportano in allegato i segnali registrati dagli accelerometri X o Y. E' stato calcolato il delay time (ritardo di arrivo dell'onda tra i due accelerometri posti a profondità successiva di 1 metro con metodo di "picking manuale" e calcolata la velocità Vs per ciascun metro di avanzamento. Il valore di $V_{S,eq}$ ottenuto corrisponde a $V_{S,30}$ rientrando nel caso specifico tra quelli compresi nella **categoria di sottosuolo C** secondo la tabella 3.2.II del DM 17 gennaio 2018

4. INQUADRAMENTO URBANISTICO: NORMATIVE SOVRAORDINATE AL P.R.G.

4.1 Piano di bacino del fiume Arno: Delibera 40 del 28 Marzo 2024

L'autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale con la Delibera 40 del 28 Marzo 2024 impone che a far data dal termine di cui all'art. 1 comma 2 ("Le misure di salvaguardia di cui alla presente deliberazione trovano applicazione a far data dalla pubblicazione dell'avviso di adozione sulla Gazzetta Ufficiale e restano in vigore fino all'approvazione del PAI dissemi distrettuale, ai sensi dell'art. 57 comma 1, lettera a), numero 2) del decreto legislativo n. 152/2006 e alla conseguente pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale e, comunque, per un periodo non superiore a tre anni.") , per l'intero territorio distrettuale dell'Appennino Settentrionale:

- a. trovano applicazione le mappe di cui all'art. 6 della disciplina di piano del PAI dissemi distrettuale che, dalla medesima data, sostituiscono quelle dei PAI vigenti; in particolare le mappe di cui all'art. 6 comma 1 della disciplina di piano del PAI

dissesti costituiscono il riferimento cartografico unico in materia di pericolosità da dissesti di natura geomorfologica.

b. le mappe di cui all'art. 6 della disciplina di piano del PAI dissesti sono pubblicate sul sito web dell'Autorità all'indirizzo https://www.appenninosettentrionale.it/itc/?page_id=3112.

c. le attività di riesame e le conseguenti modifiche delle mappe di cui all'art. 6 della disciplina di piano del PAI dissesti sono disciplinate ai sensi dell'art. 15 della medesima disciplina e di quanto riportato negli allegati n. 2 e n. 3 della stessa

Nel caso in esame l'area di intervento è esterna alle zone classificate a pericolosità elevata o molto elevata, pertanto non è soggetta a vincoli o salvaguardie.

4.2 P.G.R.A.

Nella cartografia a supporto del **P.G.R.A.** (Piano di gestione del rischio alluvioni, redatto ai sensi della direttiva 2007/60/CE e del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49, adottato in data 17/12/2015) l'area in esame in parte risulta compresa nelle aree a pericolosità per alluvioni bassa (**P1**) ed in parte nelle aree a pericolosità per alluvioni media (**P2**)

4.3 L.R. 41/2018

In relazione alle misure di salvaguardia adottate dalla Regione Toscana in materia di rischio idraulico e tutela dei corsi d'acqua si rileva che l'area in esame è esterna alle fasce della larghezza di 10 metri dai cigli di sponda o dal piede esterno degli argini dei corsi d'acqua censiti nel comune di Ponsacco, per cui non è soggetta al vincolo di inedificabilità di cui all'art. 1.

5. CLASSI DI PERICOLOSITA'

5.1D.P.G.R. n. 53/R

Seguendo le direttive del D.P.G.R. n. 53/R, l'area in esame è stata classificata come segue:

➤ **PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA (CLASSE G1 – PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA BASSA)**

Ricadono in questa classe “.....aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche e giaciturali

non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi”

➤ **PERICOLOSITA' IDRAULICA**

L'area in esame risulta classificata in parte a pericolosità idraulica media (**P.I. 2**, ovvero “Alluvioni poco frequenti”: aree interessate da allagamenti per eventi con tempi di ritorno compresi tra 200 e 500 anni”) in parte a pericolosità idraulica bassa (**P.I. 1**, ovvero “Alluvioni rare e di estrema intensità”: aree interessate da allagamenti per eventi con tempi di ritorno superiori a 500anni)

➤ **PERICOLOSITA' SISMICA (CLASSE S2 – PERICOLOSITA' SISMICA MEDIA)**

Per valutare la pericolosità sismica locale ai sensi del *DPGR 53/R* (punto C.5 allegato A) si sono considerate:

- le caratteristiche geolitologiche e geomorfologiche dell'area;
- le caratteristiche litostratigrafiche rilevate mediante la campagna geognostica effettuata in adiacenza all'area in esame;
- le risultanze delle specifiche indagini geo-sismiche, effettuate in prospettiva di una MS di I livello, le quali hanno consentito di rilevare un profilo delle Vs da cui si evince una categoria “C” di suolo di fondazione e di indagini in sismica passiva che hanno escluso l'esistenza di frequenze di risonanza associabili a contatti tra litotipi a caratteristiche di velocità sismica (e quindi fisico-meccaniche) significativamente differenti.

Gli studi disponibili hanno consentito di rilevare che non esiste una suscettibilità di amplificazione locale in quanto non si rileva la presenza di significativi contrasti di impedenza sismica al di sotto della copertura alluvionale.

Per questo è stata definita una **Pericolosità sismica locale media (S.2)**: ricadono in questa classe “...zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3)

6. D. P. G. R. n. 5/R

Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche.

Alla luce delle cartografie di base disponibili, nello specifico per l'area in oggetto si ha:

PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

BASSA G1: aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche e giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfologici

PERICOLOSITA' IDRAULICA

P1

Aree a pericolosità da **alluvioni rare** o di estrema intensità (**P1**), come classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del d.lgs.49/2010

P2

Aree a pericolosità per **alluvioni poco frequenti (P2)**, come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera e) della l.r.41/2018

PERICOLOSITA' SISMICA

MEDIA S2:

- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali connessi con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore a 1hz;
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione (F_x) < 1.4;
- zone stabili suscettibili di amplificazione topografica (pendii con inclinazione superiore a 15 gradi);
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, non rientranti tra quelli previsti nelle classi di pericolosità sismica S.3;

7.FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO EDILIZIO

Di seguito si rivalutano pertanto le condizioni di fattibilità specifiche per l'area in esame alla luce della destinazione d'uso e dei criteri di definizione del grado di rischio geomorfologico, idraulico e sismico locale stimato sulla base dei criteri definiti dalla nuova disciplina.

- La fattibilità in relazione agli aspetti geomorfologici è **F2**.

Questo comparto ricade in pericolosità geologica bassa G.1 in quanto area in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi, di conseguenza non è necessario dettare condizioni di attuazione dovute a limitazioni di carattere geomorfologico. Gli approfondimenti di indagine (già effettuati in questa fase) consistono, nel rispetto del DPGR 1/R/2022 (Art.5-Allegato1 Linee guida sulle tipologie e classi di indagini geologiche, geofisiche e geotecniche da allegare ai progetti), nell'esecuzione di verifiche geotecniche dirette volte ad investigare i terreni effettivamente interessati dalle nuove costruzioni, definendo il modello geologico e geotecnico del sottosuolo attraverso l'esecuzione di prove geognostiche, sondaggi, analisi di laboratorio delle terre, ecc. le cui quantità e tipologia sono definite in funzione della classe di indagine di riferimento (paragrafo 3 dell'Allegato 1).

-La fattibilità in relazione agli aspetti idraulici è **F3**

Dalle schede di fattibilità geologiche redatte a supporto del POC risulta che il presente comparto è caratterizzato da:

- ☐ Pericolosità da alluvione variabile, da P1 a P2.
- ☐ Magnitudo moderata (M1), con presenza di aree minimali a magnitudo severa (M2) e molto severa (M3) ininfluenti ai fini del rischio idraulico dell'area in quanto corrispondenti a scoline e fossi di guardia stradali esistenti.
- ☐ **Battente TR200** variabile, con un **valore medio** sul comparto pari a **0.23 m**.

□ **Quota di esondazione** TR200 variabile con un valore massimo di **18.40 m s.l.m.**, da assumersi come quota di esondazione a **cui sommare il franco di progetto**.

□ Volume potenzialmente sottratto alle esondazioni per TR200 pari a 1113.4 mc su tutto il comparto. Considerando l'indice di copertura dell'area di pertinenza pari a 0.45 si ha un'area massima occupata da fabbricati pari a 1859.3 m², cui corrisponde un volume sottratto alle esondazioni pari a circa 230 m³, che sommato ai **volumi di esondazione** che interessano la viabilità da luogo a volumi intorno a **510 mc**.

Per la realizzazione di interventi di nuova costruzione si fa riferimento a quanto previsto all'art.11 della LR 41/2018. Il non aggravio del rischio in altre aree è definito secondo quanto prescritto dall'art.8 comma 2 della L.R. 41/2018. Per la realizzazione dei nuovi fabbricati **è possibile procedere con interventi di sopraelevazione** di cui all'art. 8, comma 1, lett. c) della L.R. 41/2018. Per i nuovi fabbricati **il franco** sulla quota di esondazione da assumere nell'imposta del piano di calpestio del piano terra **è pari a 30 cm**.

Per la realizzazione della nuova viabilità si può fare riferimento all'articolo 13 della LR 41/2018, comma 2. Deve essere assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, non deve essere superato il rischio medio R2 e devono essere previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali. A tal fine dovrà essere disposta idonea cartellonistica di avviso e dovrà essere aggiornato il piano di protezione civile comunale. Eventuali chiusure temporanee del breve tratto in esame appaiono poco utili ai fini della gestione del rischio alluvioni, in quanto anche le aree circostanti al lotto sono anch'esse interessate da pericolosità idraulica. Sul previsto tracciato stradale si hanno comunque battenti dell'ordine di 28 cm, tali da rientrare nel rischio medio R2.

Il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree verrà assicurato attraverso la realizzazione di opere o interventi che invasino temporaneamente le acque di esondazione, assicurando il successivo drenaggio delle acque verso un corpo idrico recettore.

Al fine di garantire l'invarianza idraulica della trasformazione del comparto (in base alle superfici impermeabili, semi-permeabili e permeabili a verde di progetto) è stato effettuato uno studio apposito da parte del'Ing. Fancesca Lotti che ha definito un volume di "stoccaggio temporaneo" da rilasciare gradualmente nel reticolo secondario pari a 251mc.

Il volume da compensare, considerato come il volume massimo (analogamente a quanto previsto per altri comparti posti nel settore nord come ad es. comparto 6a e sub-comparto 6b), tra “volume da compensare per esondazione con TR200” e “carico idraulico di progetto” (relativo all’invarianza idraulica TR30 durata 1h), risulta pertanto pari a 510mc.

L’area scelta per la compensazione/invarianza idraulica è contigua all’area soggetta a PUC (adiacente al confine sud del comparto) ed ha una superficie di 3030mq e sarà prevista una profondità media di scavo pari a cm. 20 andando a sviluppare così un volume pari circa mc 600mc nettamente superiore alle volumetria sopra definita (510mc) ai fini del non aggravio verso le aree adiacenti. Lo scarico delle opere di invaso avverrà nelle scoline campestri prossime all’area di intervento, vista l’impossibilità di scarico diretto in un corso d’acqua del reticolo idrografico, conformemente a quanto indicato nelle schede di fattibilità del PO..

A tal proposito preme sottolineare come questa soluzione sia preferibile sia rispetto alla realizzazione di vasche al di sotto del fabbricato dove lo svuotamento non sarebbe stato possibile per gravità sia rispetto alla soluzione proposta nella scheda di fattibilità di P.O. (peraltro non vincolante) che avrebbe dovuto prevedere una altezza di invaso di 0,44mt, ben più alta di quella prevista.

Essendo il comparto già in una condizione di Magnitudo idraulica moderata, recepite le indicazioni di cui sopra l’intervento risulta fattibile ai sensi della L.R. 41/2018 in base all’Art. 11 comma 1, rientrando il caso in esame nell’eccezione di cui all’art. 8 comma 1 lettera b della stessa.

La fattibilità in relazione agli aspetti sismici è F2

Questo comparto ricade in **pericolosità sismica media S.2** in quanto zona stabile suscettibile di amplificazioni locali priva di un alto contrasto di impedenza sismica (zona 2002 delle Mops), di conseguenza **non è necessario indicare condizioni di attuazione**

per la fase attuativa o progettuale degli interventi. Limitatamente a quelle connesse con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore ad 1herz, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione tiene conto dell'analisi combinata della frequenza fondamentale del terreno e del periodo proprio delle tipologie edilizie, al fine di verificare l'eventuale insorgenza di fenomeni di doppia risonanza terreno-struttura nella fase della progettazione edilizia. Gli approfondimenti di indagine (già effettuati in questa fase) consistono, nel rispetto del DPGR 1/R/2022 (Art.5-Allegato1 Linee guida sulle tipologie e classi di indagini geologiche, geofisiche e geotecniche da allegare ai progetti), nell'esecuzione di verifiche geofisiche volte ad investigare i terreni effettivamente interessati dalle nuove costruzioni, definendo il modello sismico del sottosuolo attraverso l'esecuzione di prove sismiche di superficie, prove penetrometriche con cono sismico, prove geofisiche in foro di sondaggio, ecc. le cui quantità e tipologia sono definite in funzione della classe di indagine di riferimento (paragrafo 3 dell'Allegato 1).

Alla luce di quanto sopra evidenziato si conclude che il Piano Unitario Convenzionato in esame (CTP 5) è compatibile con le disposizioni del P.O. del comune di Ponsacco e con le normative sovraordinate sul rischio geomorfologico idraulico e sismico ed è pertanto fattibile dal punto di vista geologico.

Castel del Bosco, 26/03/2026

Il Geologo

APPENDICI

- Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica (tratta da PGRA - Bacino del fiume Arno)
- Estratto da Google Maps con ubicazione indagini
- Carta Geologica
- Carta Litotecnica
- Stralcio Carta di Pericolosità Geomorfologica (53/R.)
- Stralcio Carta di Pericolosità Idraulica (53/R.)
- Carta delle zone a maggior pericolosità sismica locale (53/R.)
- Carta delle M.O.P.S
- Stralcio Carta di Pericolosità Geomorfologica (5/R.)
- Stralcio Carta di Pericolosità Idraulica (5/R.)
- Carta dei battenti
- Carta della velocità
- Carta della Magnitudo
- Carta della Pericolosità sismica (5/R.)
- Carta del rischio sismico
- Carta della vulnerabilità sismica
- Planimetria generale
- Sezione litostratigrafica scala 1:100
- Tav 6 del progettista
- Elaborati prove penetrometriche statiche CPT1, CPT2, CPT 3 e CPT4
- Allegato fotografico
- Analisi di laboratorio
- Indagine masw
- Cono sismico

ESTRATTO DA GOOGLE MAPS CON UBICAZIONE INDAGINI



SCPTU
■

CONO SISMICO

S1



SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO

CPT1



PROVE PENETROMETRICHE STATICHE



INDAGINE MASW

Mappa della Pericolosità da alluvione



14/01/2026, 14:25:29

Limiti Comunali
CTR 1:10000 - II Edizione

CTR_10K_WGS84

Pericolosità Dominio Fluviale
P1
P2
P3
Pericolosità Dominio Costiero
P2



COMPARTO CTP 5

1:4,514

0 0.04 0.08 0.16 mi
0 0.05 0.1 0.2 km

Sources: Esri, Vantor, Airbus DS, USGS, NGA, NASA, CGIAR, N Robinson, NCEAS, NLS, OS, NMA, Geodatastyrelsen, Rijkswaterstaat, GSA, Geoland, FEMA, Intermap, and the GIS user community, Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale

Carta geologica e geomorfologica



COMPARTO CTP 5

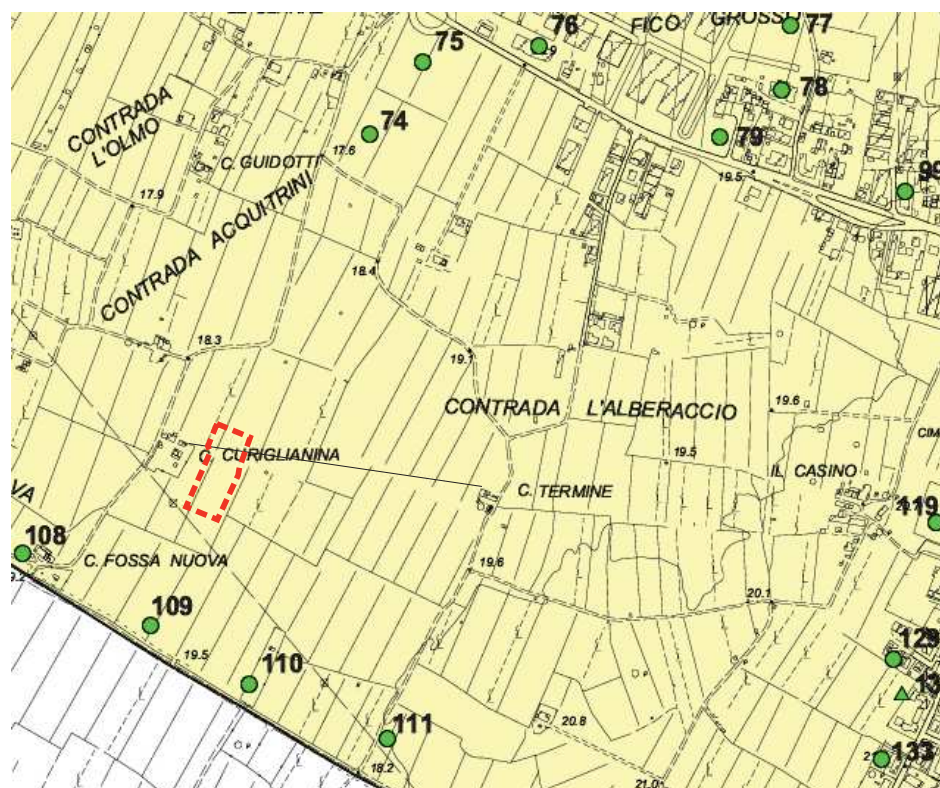
Complesso neoautoctono

	bna - Depositi alluvionali recenti Olocene
	bnat - Depositi alluvionali terrazzati Olocene
	bnb - Depositi alluvionali terrazzati Pleistocene medio - pleistocene superiore
	VILe - Sabbie e conglomerati Zancleano - piacentino
	VILb - Sabbie, sabbie ciottolose e sabbie siltoso-argillose e limi sabbiosi Rusciniano - villafranchiano
	VILa - Conglomerati e ciottolami poligenici Rusciniano - villafranchiano
	PLIs - Sabbie e arenarie gialle zancleano - piacentino

CARTA LITOTECNICA

tratta da
INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE
DI SUPPORTO ALLA PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO COMUNALE

L.R. n° 1-2005, D.C.R. n° 72-2007, D.P.C.M. 6/05/2005, D.P.G.R. n°26/r-2007



COMPARTO CTP 5

Classi litotecniche

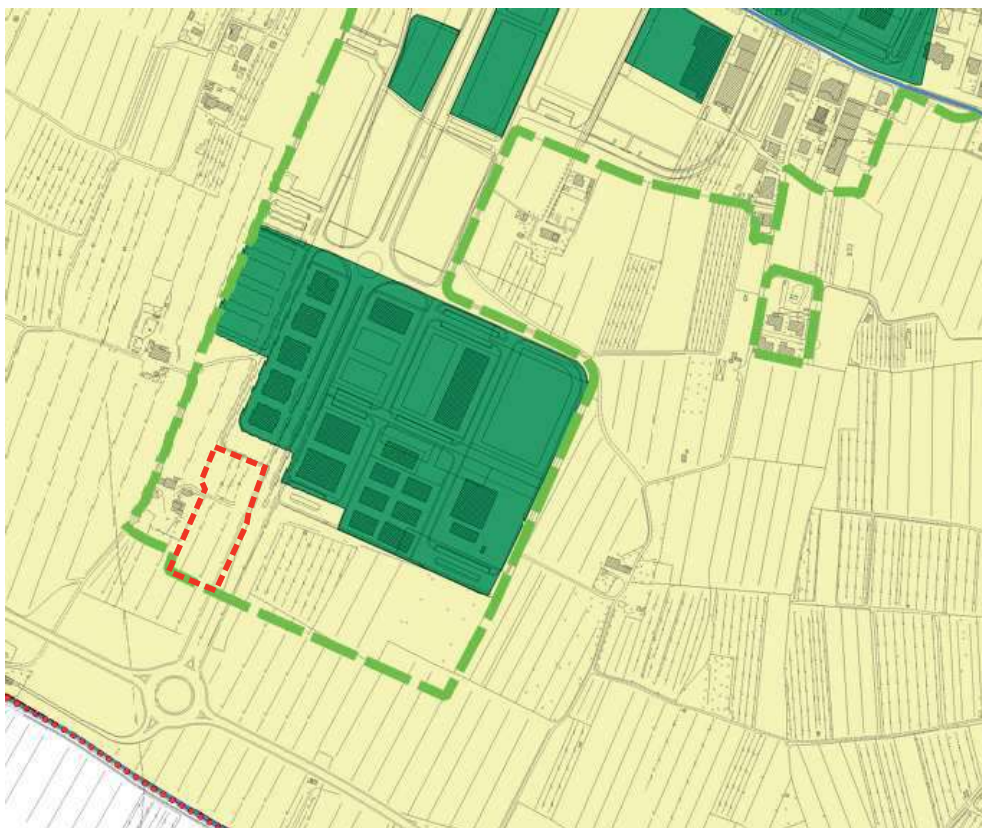
-  **Unità 1:** Formazioni di media resistenza (non rappresentata)
-  **Unità 2:** Formazioni semicoerenti conglomeratiche (q6 - q11)
-  **Unità 3:** Formazioni incoerenti sabbiose (at - p3)
-  **Unità 4:** Formazioni coerenti di scarsa resistenza (non rappresentata)
-  **Unità 5:** Formazioni pseudocoerenti argilloso-sabbiose (a)
-  **Unità 6:** Formazioni pseudocoerenti prevalentemente argillose (q2)
-  **Unità 7:** Accumulo di materiale rimaneggiato (discariche, detrito di versante, frane, ex cavi) - laghi
-  **Corsi d'acqua principali**

Ubicazione Prove in sito

-  **Ubicazione Prove Penetrometriche Dinamiche leggere**
-  **Ubicazione Prove Penetrometriche Dinamiche pesanti**
-  **Ubicazione Prove Penetrometriche Statiche**
-  **Ubicazione Sondaggi**
-  **Ubicazione Saggi**

G.06.a

Carta della pericolosità geologica



COMPARTO CTP 5

CLASSI DI PERICOLOSITA' AI SENSI DEL D.P.G.R. N.53R



Pericolosità geologica bassa (G.1):

aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.



Pericolosità geologica media (G.2):

aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 15%.



Pericolosità geologica elevata (G.3)

aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'attività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori al 15%.

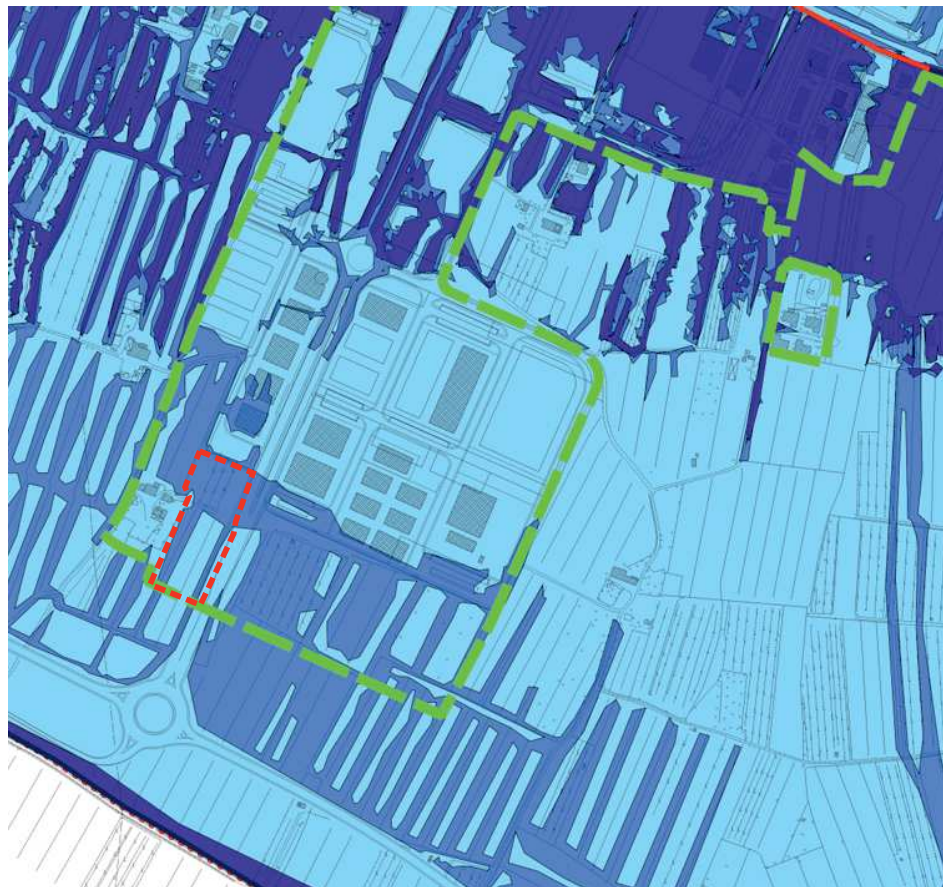


Pericolosità geologica molto elevata (G.4)

aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza, aree interessate da soliflussi.

G.08.a

Carta della pericolosità idraulica



pericolosità idraulica

-  P1 - Pericolosità bassa (alluvioni rare e di estrema intensità)
-  P2 - Pericolosità media (alluvioni poco frequenti)
-  P3 - Pericolosità elevata (alluvioni frequenti)

Reticolo idrografico ai sensi del L.R.79/2012

-  Corsi d'acqua appartenente al reticolo
-  Corso d'acqua appartenente ad altro reticolo
-  Corso d'acqua tombato

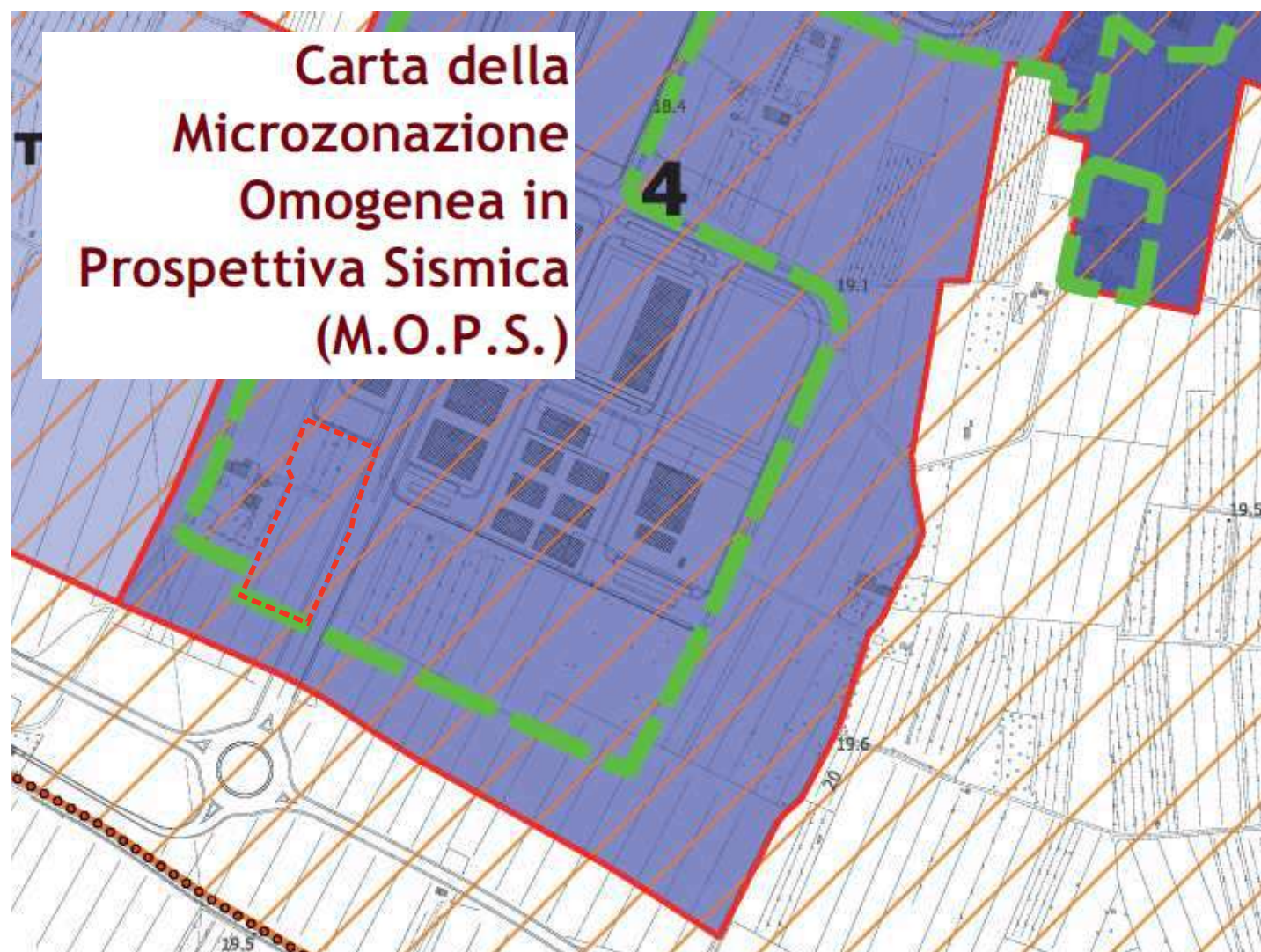
Confini

-  Limite comunale
-  Territorio urbano



COMPARTO CTP 5

Carta della Microzonazione Omogenea in Prospettiva Sismica (M.O.P.S.)



AREE DI INTERESSE

- Limiti comunali
- U.T.O.E. vigenti (Aree di analisi della carta MOPS)
- Perimetro territorio urbanizzato
- U.T.O.E. di progetto

ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'

- Corpo di frana attivo
- Corpo di frana quiescente
- Area interessata da soliflusso

COMPARTO CTP 5

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI (con un alto contrasto di impedenza sismica)

- Zona 7 FONDOVALLE FIUME CASCINA - CAPOLUOGO
Depositi alluvionali recenti prevalentemente limosi da poca a media consistenza
Depositi alluvionali recenti prevalentemente argilloso-sabbiosi da poca a media consistenza
- Zona 8 FONDOVALLE FIUME ERA-CASCINA - CAPOLUOGO EST
Depositi alluvionali recenti prevalentemente argilloso-limosi da poca a media consistenza
- Zona 10 FONDOVALLE FIUME ERA - ZONA VAL DI CAVA
Depositi alluvionali argillo-limosi prevalentemente poco consistenti

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI (prive di un alto contrasto di impedenza sismica)

- Zona 1 FONDOVALLE FIUME CASCINA - ZONA LE MELORIE NORD
Depositi alluvionali recenti prevalentemente argillosi di media consistenza
Depositi alluvionali recenti prevalentemente argilloso-limosi di media consistenza.
- Zona 2 FONDOVALLE FIUME CASCINA - ZONA LE MELORIE SUD
Depositi alluvionali recenti prevalentemente argilloso-sabbiosi di media consistenza.
- Zona 3 FONDOVALLE FIUME CASCINA - ZONA PRODUTTIVA NORD
Depositi alluvionali recenti prevalentemente argilloso-limosi di medio/alta consistenza
Depositi alluvionali recenti prevalentemente argilloso-sabbiosi di medio/alta consistenza.
- Zona 4 FONDOVALLE FIUME CASCINA - ZONA PRODUTTIVA SUD
Depositi alluvionali recenti prevalentemente argilloso-sabbiosi di media consistenza
Depositi alluvionali recenti prevalentemente argillosi di medio/alta consistenza
- Zona 5 FONDOVALLE FIUME CASCINA - CAPOLUOGO NORD
Depositi alluvionali recenti prevalentemente limoso-argillosi di media consistenza
- Zona 6 FONDOVALLE FIUME CASCINA - CAPOLUOGO SUD
Depositi alluvionali recenti prevalentemente argillosi di bassa/media consistenza
Depositi alluvionali recenti prevalentemente argilloso-sabbiosi di media consistenza
Depositi alluvionali recenti prevalentemente argillosi di media consistenza
- Zona 9 FONDOVALLE FIUME ERA-CASCINA - CAPOLUOGO EST
Depositi alluvionali recenti prevalentemente argilloso-limosi di media consistenza
Depositi alluvionali recenti prevalentemente argilloso-limosi di bassa/media consistenza
- Zona 11 FONDOVALLE FIUME ERA - ZONA VAL DI CAVA
Depositi alluvionali terrazzati pleistocenici prevalentemente argillo-limosi e sabbiosi di media/alta consistenza
Depositi alluvionali terrazzati pleistocenici prevalentemente sabbiosi e addensati

ZONE STABILI (substrato sismico ipotizzato)

- 12 RILIEVO COLLINARE I POGGINI - UNITA' DEL PLIOCENE
Formazione VIa prevalentemente sabbiosa da mediam. addensati a addensati

G.13.a

Carta della pericolosità sismica locale



COMPARTO CTP 5

CLASSI DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE



Pericolosità sismica locale bassa (S.1)

zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.



Pericolosità sismica locale media (S.2)

zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3).



Pericolosità sismica locale elevata (S.3)

zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri.



Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4)

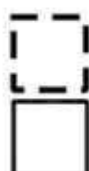
zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; terreni suscettibili di liquefazione dinamica in comuni classificati in zona sismica 2.

carta delle aree ed elementi esposti a fenomeni geologici **G.1**



COMPARTO CPT 5

LEGENDA



Confine comunale

Perimetro del territorio urbanizzato

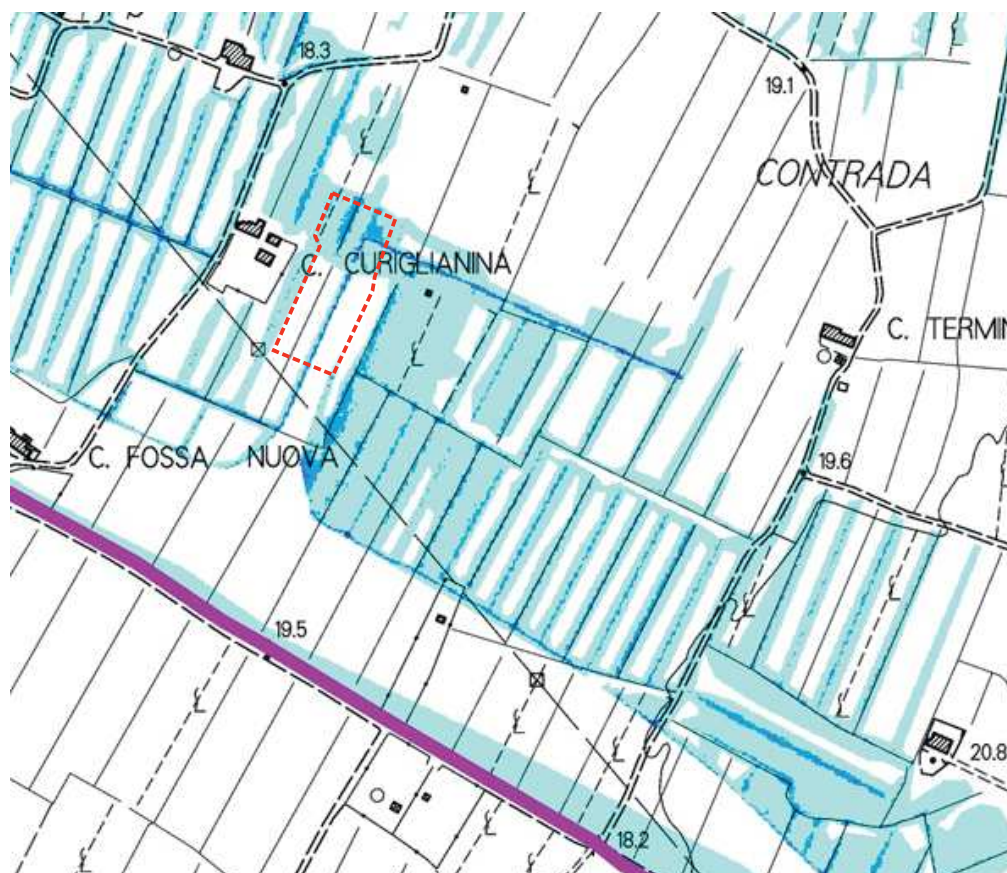
Pericolosità geologica



Molto elevata (G.4)

Elevata (G.3)

Altezze di esondazione per Tr200



COMPARTO CTP5

LEGENDA

-  Comune Ponsacco
-  Reticolo L.R. 79/2012
- H_{TR200}**
 -  ≤ 0.3
 -  0.30-0.5
 -  0.5-1
 -  > 1

Velocità di esondazione per Tr200



COMPARTO CTP 5

LEGENDA

-  Comune Ponsacco
-  Reticolo L.R. 79/2012
- V_TR200**
-  <0.25
-  0.25-0.5
-  0.5-1
-  1-2
-  >2

Magnitudo idraulica



COMPARTO CTP 5

LEGENDA

-  Comune Ponsacco
-  Reticolo L.R. 79/2012
- M_TR200
-  Moderata
-  Severa
-  Molto severa



COMPARTO CTP 5

LEGENDA



Confine comunale



Perimetro del territorio urbanizzato

Pericolosità da alluvione



Bassa (P1)



Media (P2)



Elevata (P3)



COMPARTO CTP 5

LEGENDA



Confine comunale

Perimetro del territorio urbanizzato

Rischio sismico



Basso



Medio-basso

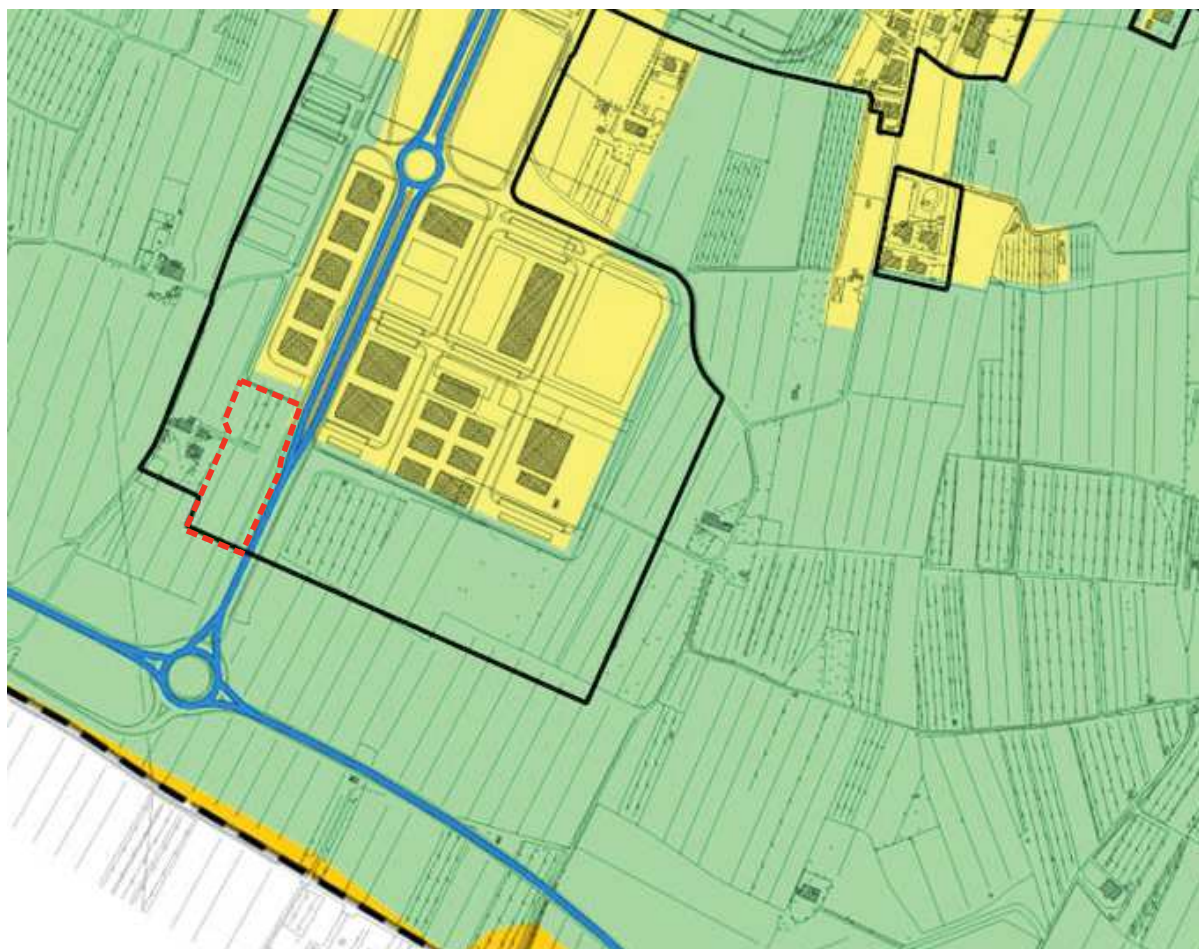


Medio-alto



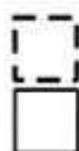
Alto

carta della vulnerabilità sismica **G.3.1**



COMPARTO CTP 5

LEGENDA



Confine comunale

Perimetro del territorio urbanizzato

Vulnerabilità sismica



Bassa

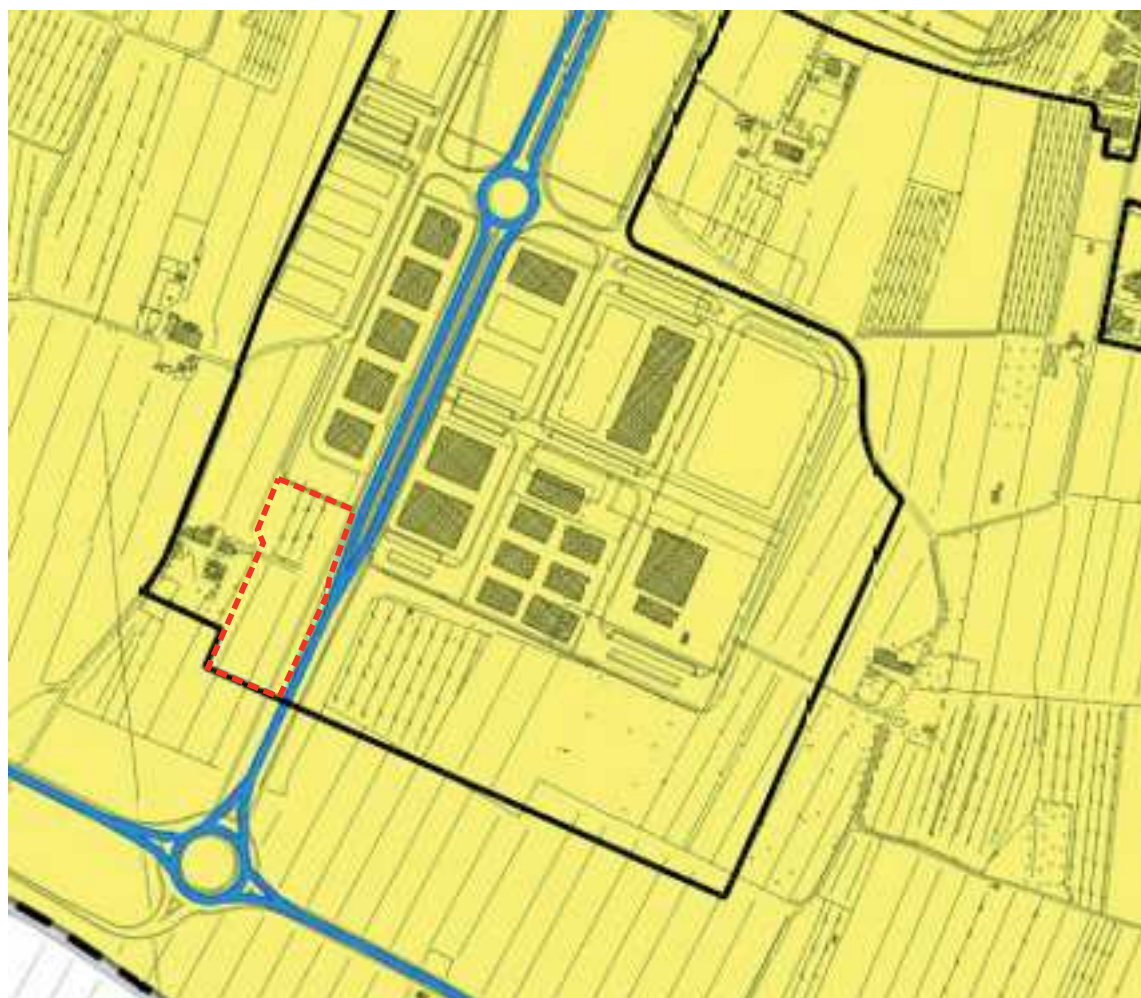
Medio-bassa

Medio-alta

Alta

carta dell'esposizione sismica

G.3.2



COMPARTO CTP 5

LEGENDA



Confine comunale

Perimetro del territorio urbanizzato

Esposizione sismica



Bassa



Medio-bassa

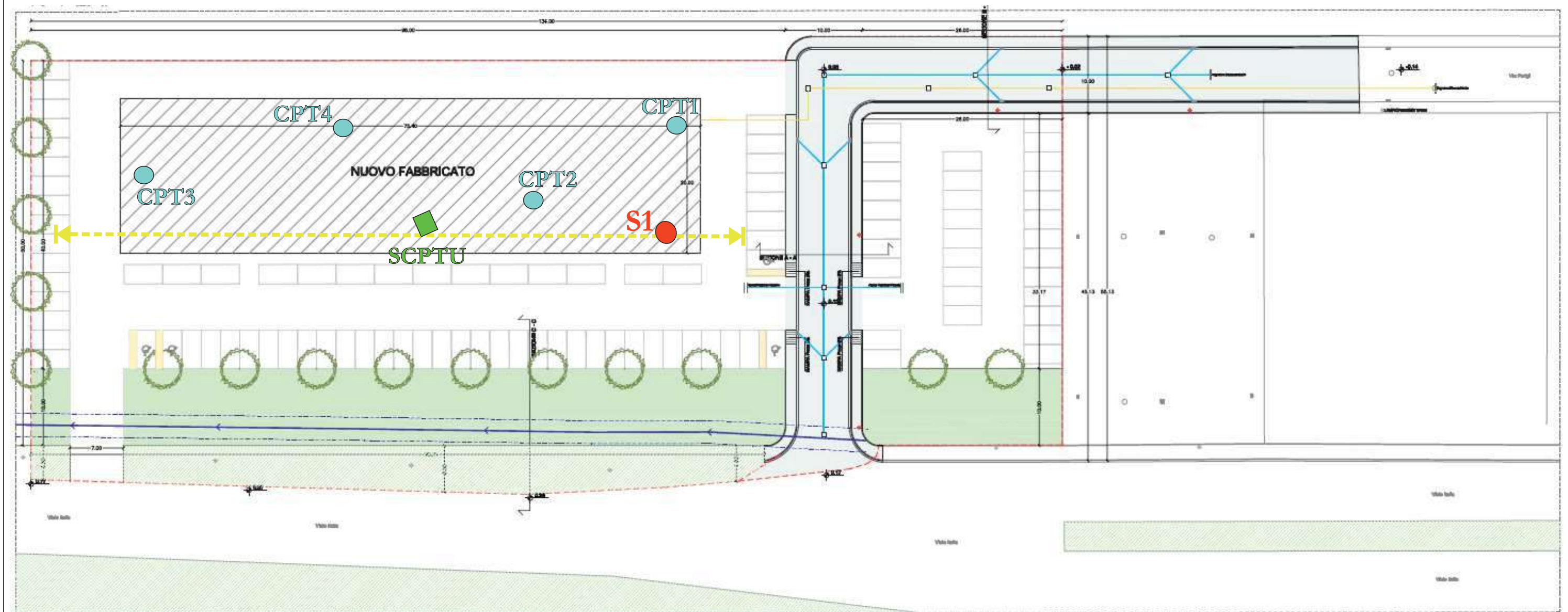


Medio-alta



Alta

PLANIMETRIA GENERALE CON UBICAZIONE INDAGINI



SCPTU

CONO SISMICO

S1

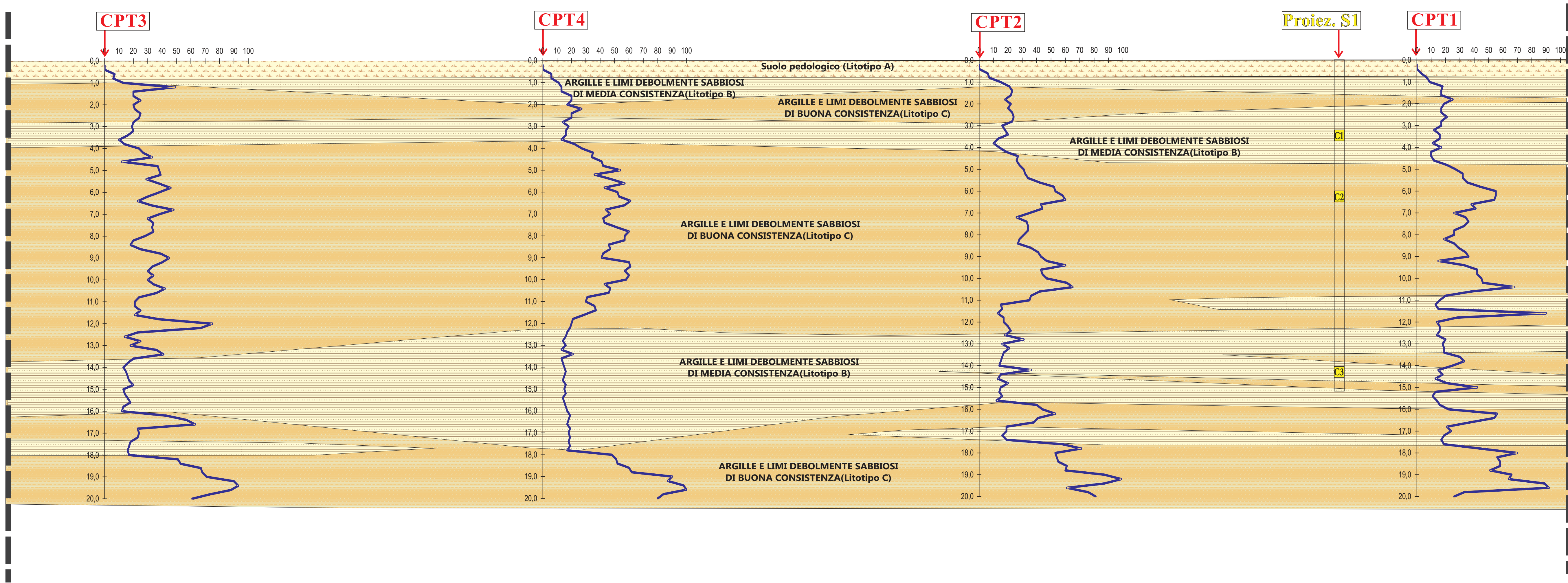
SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO

CPT1

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

 **INDAGINE MASW**

SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA
SCALA 1:100



6

TAV.

Dott. FABRIZIO MACCHI
ARCHITETTO

STUDIO DI PROGETTAZIONE
Via del Miro, 50 int. 2 - PONSACCO (PI)
Tel. e fax: 0567/733140 - p. iva 00420540607

PROPRIETA':
SNEP S.P.A.

COMUNE:
PONSACCO
Viale Italia

OGGETTO:
PROGETTO UNITARIO CONVENZIONATO
COMPARTO CTP.5

IL PROGETTISTA

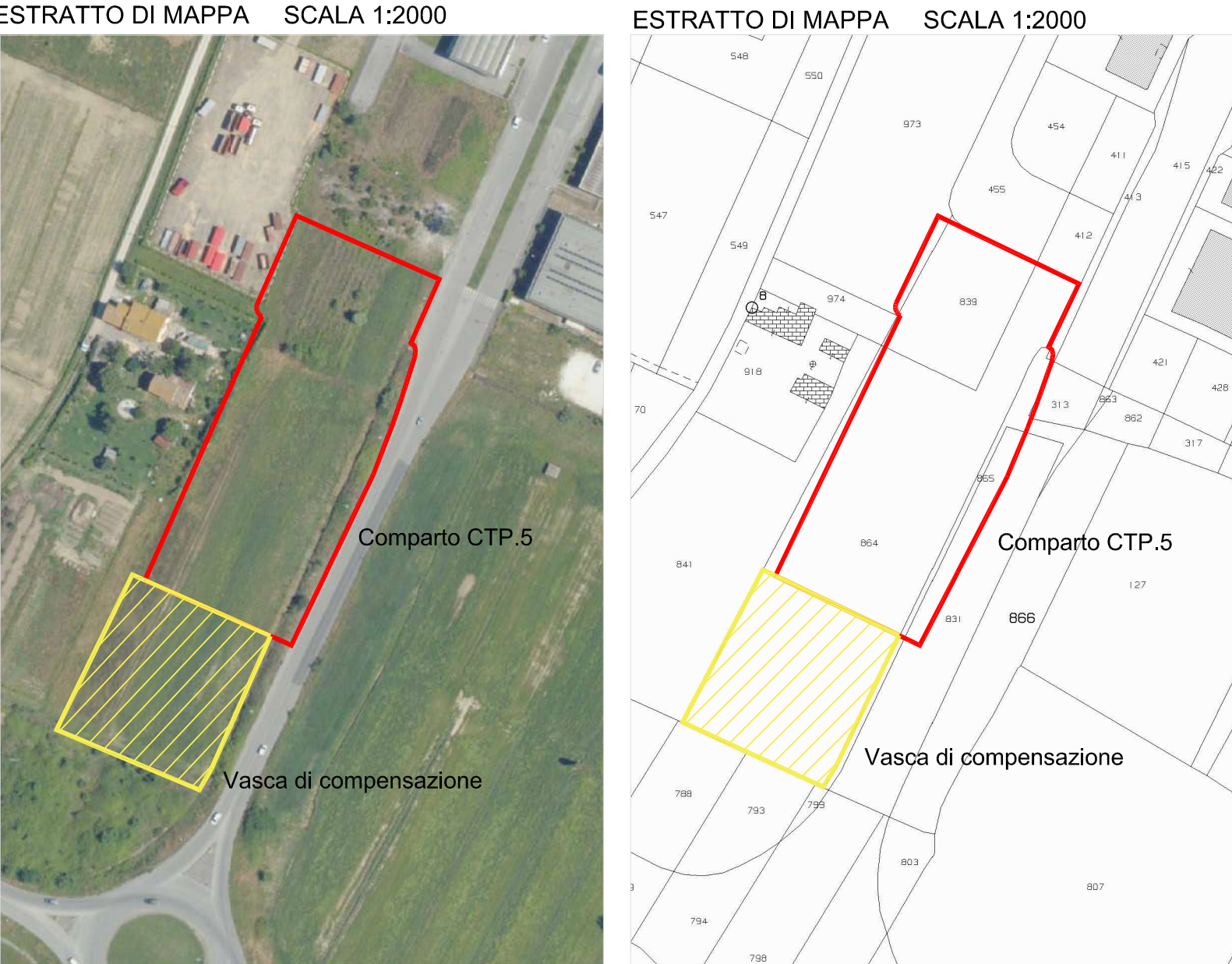
SCALA 1:2000-1:500
1:200-1:50

MARZO 2026

Vasca di compensazione
Schema idraulico
Profilo, Sezioni

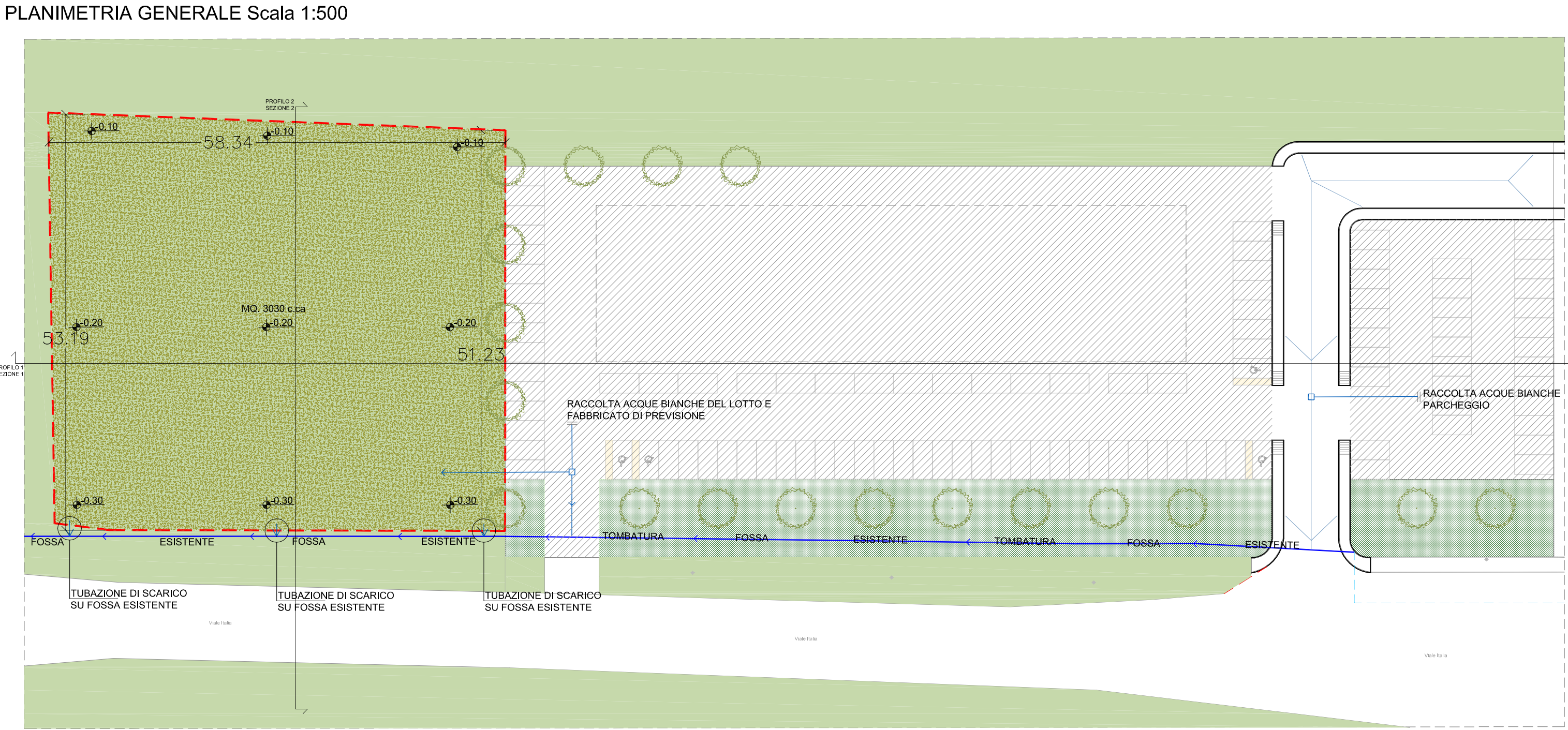
Dott. Arch. Fabrizio Macchi

La proprietà di questo disegno è riservata a termini di legge e ne vieta la riproduzione e la divulgazione anche parziale



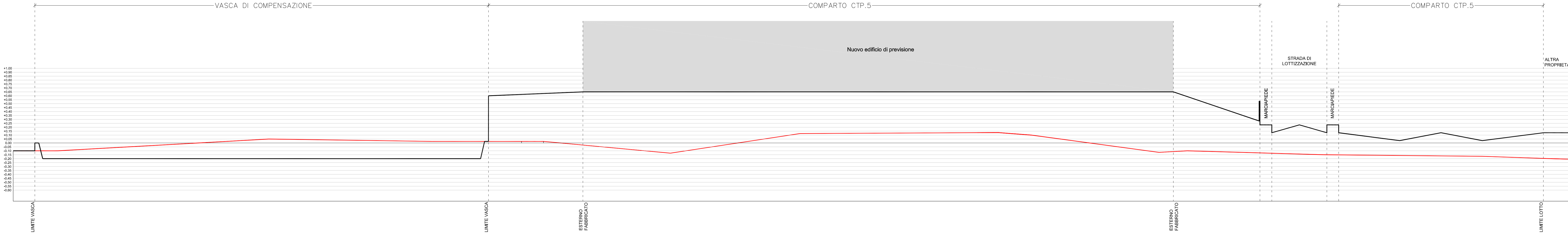
SCHEMA PARCELLARE
Vasca di compensazione fuori comparto

PARTICELLA	QUALITA' E CLASSE	SUPERFICIE (Mq)	SUP. RICADENTE NELLA LOTTE DA RILIEVO	PROPRIETARIO E INTESATARIO CATASTALE
864	SEMINATIVO 2°	6185	3030	SNEP S.P.A.

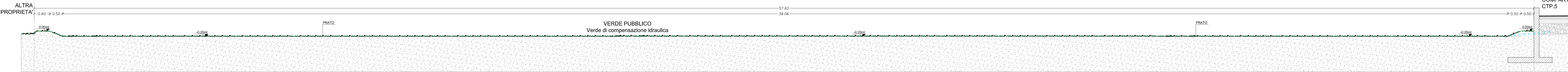


PROFILO 1
SCALA DISTANZE 1:200
SCALA ALTEZZE 1:20

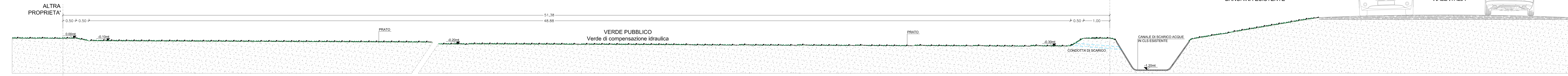
Quota di progetto
Quota di campagna



SEZIONE 1 Scala 1:50

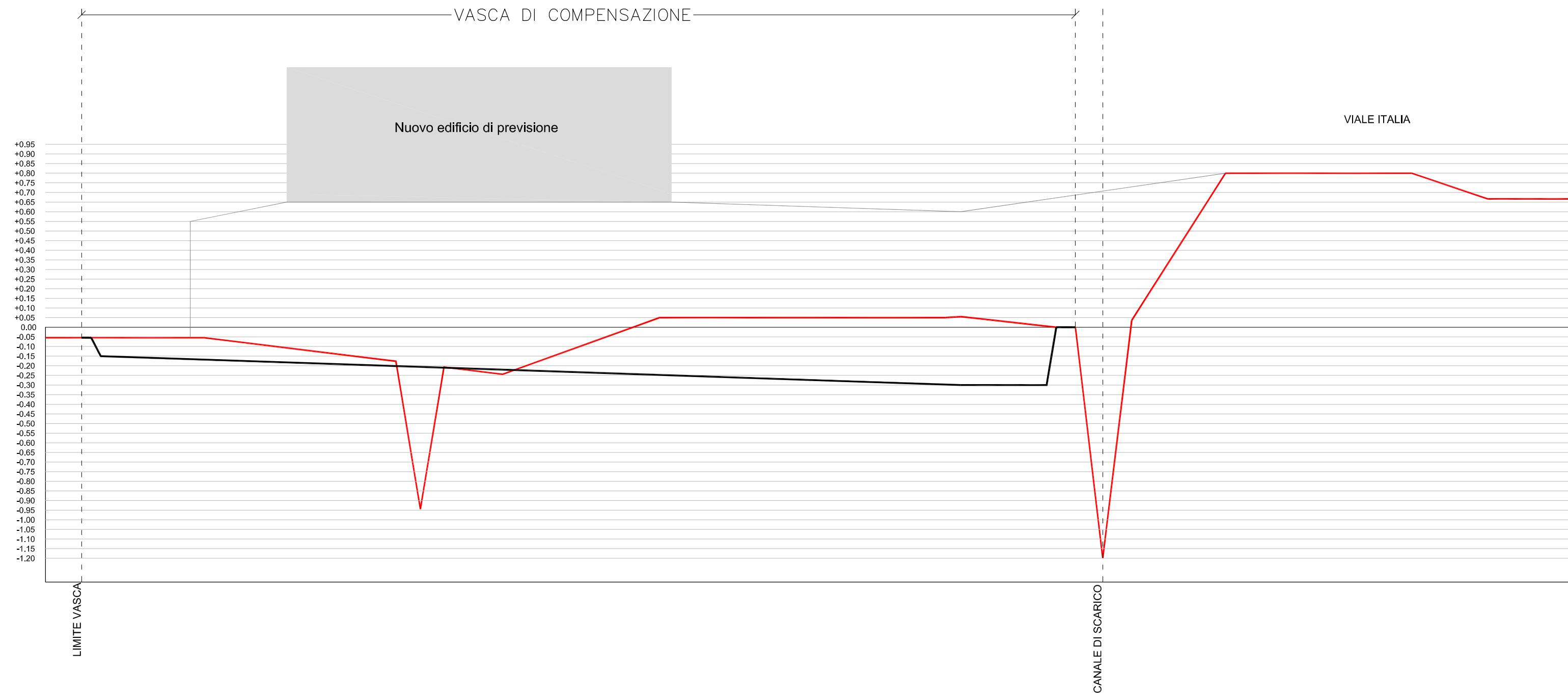


SEZIONE 2 Scala 1:50



PROFILO 2
SCALA DISTANZE 1:200
SCALA ALTEZZE 1:20

Quota di progetto
Quota di campagna



PENETRATIO s.r.l.

Via P.Maioli 37, 56028 San Miniato (PI)

tel.0571-418116

PEC: penetratiosnc@lamiaptec.it

Rif:

Rif arch int

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT

committente:	SNEP SPA	data:	02/12/2025
località:	CANTIERE CTP 5	Numero di prove:	4
Comune:	PONSACCO (PI)		
Note:			

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

Penetrometro: statico/dinamico PAGANI TG 63-200 da 20 ton, autoancorante

Sistema di ancoraggio: aste elicoidali di serie (mm) Ø100x750

Sistema di misura: cella di carico AEP con visualizzatore Pagani

Punta: conica meccanica Ø 35.7 mm, angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$ - (area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$)

Manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (Ø 35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. = 150 cm^2)

Velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm / sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)

Spinta massima rilevabile dalla cella di carico 200 kN

Passo di lettura 0,20 m



CPT 1



CPT 2



CPT 3



CPT 4

PROVA PENETROMETRICA STATICA

CPT 1

LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

2.0105-157

- committente : SNEP SPA
 - lavoro :
 - località : PONSACCO VIALE ITALIA CTP5
 - assist. cantiere :

- data : 02/12/2025
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : 1,00 da quota inizio

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	-----	----	10,20	46,0	89,0	46,0	3,13	15,0
0,40	----	----	--	0,40	----	10,40	68,0	115,0	68,0	2,93	23,0
0,60	3,0	9,0	3,0	0,40	7,0	10,60	38,0	82,0	38,0	2,93	13,0
0,80	7,0	13,0	7,0	0,80	9,0	10,80	20,0	64,0	20,0	1,73	12,0
1,00	9,0	21,0	9,0	0,87	10,0	11,00	16,0	42,0	16,0	1,60	10,0
1,20	18,0	31,0	18,0	1,60	11,0	11,20	13,0	37,0	13,0	1,67	8,0
1,40	17,0	41,0	17,0	1,60	11,0	11,40	15,0	40,0	15,0	2,80	5,0
1,60	17,0	41,0	17,0	1,40	12,0	11,60	90,0	132,0	90,0	2,93	31,0
1,80	25,0	46,0	25,0	1,73	14,0	11,80	28,0	72,0	28,0	1,00	28,0
2,00	19,0	45,0	19,0	1,20	16,0	12,00	14,0	29,0	14,0	0,53	26,0
2,20	17,0	35,0	17,0	1,13	15,0	12,20	16,0	24,0	16,0	0,87	18,0
2,40	17,0	34,0	17,0	1,20	14,0	12,40	16,0	29,0	16,0	1,33	12,0
2,60	21,0	39,0	21,0	1,27	17,0	12,60	14,0	34,0	14,0	1,00	14,0
2,80	17,0	36,0	17,0	0,93	18,0	12,80	20,0	35,0	20,0	1,47	14,0
3,00	17,0	31,0	17,0	0,87	20,0	13,00	18,0	40,0	18,0	0,93	19,0
3,20	12,0	25,0	12,0	0,80	15,0	13,20	19,0	33,0	19,0	1,47	13,0
3,40	16,0	28,0	16,0	1,00	16,0	13,40	19,0	41,0	19,0	0,80	24,0
3,60	16,0	31,0	16,0	0,80	20,0	13,60	30,0	42,0	30,0	0,87	35,0
3,80	11,0	23,0	11,0	0,73	15,0	13,80	33,0	46,0	33,0	2,33	14,0
4,00	17,0	28,0	17,0	0,87	20,0	14,00	25,0	60,0	25,0	1,60	16,0
4,20	10,0	23,0	10,0	0,67	15,0	14,20	15,0	39,0	15,0	0,93	16,0
4,40	10,0	20,0	10,0	0,40	25,0	14,40	18,0	32,0	18,0	0,93	19,0
4,60	12,0	18,0	12,0	0,73	16,0	14,60	13,0	27,0	13,0	1,40	9,0
4,80	21,0	32,0	21,0	1,27	17,0	14,80	21,0	42,0	21,0	0,87	24,0
5,00	27,0	46,0	27,0	1,93	14,0	15,00	42,0	55,0	42,0	3,13	13,0
5,20	32,0	61,0	32,0	1,87	17,0	15,20	13,0	60,0	13,0	0,60	22,0
5,40	32,0	60,0	32,0	2,00	16,0	15,40	11,0	20,0	11,0	0,73	15,0
5,60	35,0	65,0	35,0	2,53	14,0	15,60	14,0	25,0	14,0	1,20	12,0
5,80	44,0	82,0	44,0	2,27	19,0	15,80	16,0	34,0	16,0	1,87	9,0
6,00	55,0	89,0	55,0	3,13	18,0	16,00	22,0	50,0	22,0	2,07	11,0
6,20	55,0	102,0	55,0	2,93	19,0	16,20	56,0	87,0	56,0	2,13	26,0
6,40	54,0	98,0	54,0	3,07	18,0	16,40	54,0	86,0	54,0	2,07	26,0
6,60	38,0	84,0	38,0	2,47	15,0	16,60	37,0	68,0	37,0	2,60	14,0
6,80	41,0	78,0	41,0	2,73	15,0	16,80	21,0	60,0	21,0	1,13	19,0
7,00	26,0	67,0	26,0	2,47	11,0	17,00	24,0	41,0	24,0	1,40	17,0
7,20	34,0	71,0	34,0	2,40	14,0	17,20	19,0	40,0	19,0	1,13	17,0
7,40	36,0	72,0	36,0	2,33	15,0	17,40	17,0	34,0	17,0	0,87	20,0
7,60	33,0	68,0	33,0	1,80	18,0	17,60	19,0	32,0	19,0	1,47	13,0
7,80	26,0	53,0	26,0	1,73	15,0	17,80	44,0	66,0	44,0	2,20	20,0
8,00	26,0	52,0	26,0	2,00	13,0	18,00	70,0	103,0	70,0	3,47	20,0
8,20	19,0	49,0	19,0	1,67	11,0	18,20	56,0	108,0	56,0	2,40	23,0
8,40	26,0	51,0	26,0	1,60	16,0	18,40	58,0	94,0	58,0	1,53	38,0
8,60	29,0	53,0	29,0	1,73	17,0	18,60	58,0	81,0	58,0	2,67	22,0
8,80	34,0	60,0	34,0	1,60	21,0	18,80	51,0	91,0	51,0	3,40	15,0
9,00	36,0	60,0	36,0	1,80	20,0	19,00	66,0	117,0	66,0	3,53	19,0
9,20	15,0	42,0	15,0	1,47	10,0	19,20	64,0	117,0	64,0	3,53	18,0
9,40	33,0	55,0	33,0	1,93	17,0	19,40	89,0	142,0	89,0	2,93	30,0
9,60	42,0	71,0	42,0	2,60	16,0	19,60	92,0	136,0	92,0	2,87	32,0
9,80	42,0	81,0	42,0	3,27	13,0	19,80	33,0	76,0	33,0	3,27	10,0
10,00	45,0	94,0	45,0	2,87	16,0	20,00	26,0	75,0	26,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (senza anello allargatore) -
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann ϕ = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA

CPT 2

LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

2.0105-157

- committente : SNEP SPA
 - lavoro :
 - località : PONSACCO VIALE ITALIA CTP5
 - assist. cantiere :

- data : 02/12/2025
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	-----	----	10,20	61,0	100,0	61,0	2,80	22,0
0,40	----	----	--	0,20	----	10,40	65,0	107,0	65,0	3,80	17,0
0,60	6,0	9,0	6,0	0,33	18,0	10,60	42,0	99,0	42,0	2,93	14,0
0,80	7,0	12,0	7,0	0,67	10,0	10,80	36,0	80,0	36,0	3,13	11,0
1,00	15,0	25,0	15,0	1,13	13,0	11,00	35,0	82,0	35,0	2,20	16,0
1,20	21,0	38,0	21,0	1,80	12,0	11,20	15,0	48,0	15,0	1,60	9,0
1,40	23,0	50,0	23,0	2,07	11,0	11,40	16,0	40,0	16,0	1,53	10,0
1,60	22,0	53,0	22,0	2,20	10,0	11,60	13,0	36,0	13,0	0,80	16,0
1,80	18,0	51,0	18,0	1,73	10,0	11,80	17,0	29,0	17,0	0,47	36,0
2,00	22,0	48,0	22,0	1,73	13,0	12,00	17,0	24,0	17,0	0,73	23,0
2,20	20,0	46,0	20,0	1,53	13,0	12,20	20,0	31,0	20,0	1,07	19,0
2,40	23,0	46,0	23,0	1,33	17,0	12,40	22,0	38,0	22,0	1,00	22,0
2,60	24,0	44,0	24,0	1,40	17,0	12,60	18,0	33,0	18,0	0,73	25,0
2,80	23,0	44,0	23,0	1,47	16,0	12,80	31,0	42,0	31,0	1,47	21,0
3,00	16,0	38,0	16,0	1,20	13,0	13,00	16,0	38,0	16,0	1,27	13,0
3,20	18,0	36,0	18,0	1,13	16,0	13,20	21,0	40,0	21,0	1,33	16,0
3,40	20,0	37,0	20,0	1,53	13,0	13,40	17,0	37,0	17,0	1,07	16,0
3,60	13,0	36,0	13,0	0,60	22,0	13,60	16,0	32,0	16,0	1,07	15,0
3,80	10,0	19,0	10,0	0,47	21,0	13,80	15,0	31,0	15,0	1,07	14,0
4,00	14,0	21,0	14,0	0,87	16,0	14,00	14,0	30,0	14,0	1,47	10,0
4,20	19,0	32,0	19,0	1,13	17,0	14,20	36,0	58,0	36,0	2,13	17,0
4,40	27,0	44,0	27,0	1,73	16,0	14,40	15,0	47,0	15,0	1,00	15,0
4,60	26,0	52,0	26,0	2,00	13,0	14,60	13,0	28,0	13,0	1,47	9,0
4,80	28,0	58,0	28,0	1,93	14,0	14,80	20,0	42,0	20,0	1,87	11,0
5,00	31,0	60,0	31,0	2,20	14,0	15,00	15,0	43,0	15,0	1,13	13,0
5,20	32,0	65,0	32,0	2,93	11,0	15,20	14,0	31,0	14,0	0,67	21,0
5,40	34,0	78,0	34,0	2,73	12,0	15,40	16,0	26,0	16,0	1,07	15,0
5,60	42,0	83,0	42,0	2,53	17,0	15,60	12,0	28,0	12,0	2,73	4,0
5,80	52,0	90,0	52,0	3,53	15,0	15,80	40,0	81,0	40,0	2,87	14,0
6,00	53,0	106,0	53,0	3,33	16,0	16,00	44,0	87,0	44,0	2,40	18,0
6,20	58,0	108,0	58,0	2,53	23,0	16,20	53,0	89,0	53,0	1,93	27,0
6,40	60,0	98,0	60,0	2,40	25,0	16,40	41,0	70,0	41,0	2,73	15,0
6,60	43,0	79,0	43,0	2,60	17,0	16,60	38,0	79,0	38,0	2,60	15,0
6,80	44,0	83,0	44,0	2,47	18,0	16,80	19,0	58,0	19,0	1,67	11,0
7,00	35,0	72,0	35,0	2,93	12,0	17,00	19,0	44,0	19,0	1,00	19,0
7,20	26,0	70,0	26,0	2,67	10,0	17,20	16,0	31,0	16,0	0,73	22,0
7,40	33,0	73,0	33,0	2,33	14,0	17,40	19,0	30,0	19,0	1,73	11,0
7,60	34,0	69,0	34,0	1,73	20,0	17,60	58,0	84,0	58,0	2,47	24,0
7,80	34,0	60,0	34,0	1,33	25,0	17,80	71,0	108,0	71,0	3,53	20,0
8,00	31,0	51,0	31,0	1,40	22,0	18,00	53,0	106,0	53,0	2,40	22,0
8,20	28,0	49,0	28,0	1,73	16,0	18,20	54,0	90,0	54,0	2,47	22,0
8,40	27,0	53,0	27,0	1,60	17,0	18,40	55,0	92,0	55,0	3,13	18,0
8,60	36,0	60,0	36,0	2,80	13,0	18,60	61,0	108,0	61,0	3,93	16,0
8,80	41,0	83,0	41,0	2,80	15,0	18,80	60,0	119,0	60,0	3,73	16,0
9,00	43,0	85,0	43,0	2,80	15,0	19,00	87,0	143,0	87,0	3,93	22,0
9,20	47,0	89,0	47,0	3,20	15,0	19,20	99,0	158,0	99,0	3,73	27,0
9,40	60,0	108,0	60,0	3,40	18,0	19,40	87,0	143,0	87,0	3,93	22,0
9,60	43,0	94,0	43,0	2,73	16,0	19,60	81,0	140,0	81,0	4,00	20,0
9,80	44,0	85,0	44,0	2,80	16,0	19,80	76,0	136,0	76,0	4,40	17,0
10,00	47,0	89,0	47,0	2,60	18,0	20,00	81,0	147,0	81,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (senza anello allargatore) -
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann ϕ = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA

CPT 3

LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

2.0105-157

- committente : SNEP SPA
 - lavoro :
 - località : PONSACCO VIALE ITALIA CTP5
 - assist. cantiere :

- data : 02/12/2025
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	-----	----	10,20	34,0	63,0	34,0	1,80	19,0
0,40	----	----	--	0,33	----	10,40	42,0	69,0	42,0	1,87	22,0
0,60	7,0	12,0	7,0	0,53	13,0	10,60	36,0	64,0	36,0	1,73	21,0
0,80	6,0	14,0	6,0	0,47	13,0	10,80	24,0	50,0	24,0	1,07	22,0
1,00	13,0	20,0	13,0	2,73	5,0	11,00	21,0	37,0	21,0	1,00	21,0
1,20	49,0	90,0	49,0	1,40	35,0	11,20	21,0	36,0	21,0	0,87	24,0
1,40	20,0	41,0	20,0	1,60	12,0	11,40	25,0	38,0	25,0	1,27	20,0
1,60	20,0	44,0	20,0	1,53	13,0	11,60	21,0	40,0	21,0	1,13	19,0
1,80	25,0	48,0	25,0	1,87	13,0	11,80	38,0	55,0	38,0	1,40	27,0
2,00	20,0	48,0	20,0	1,53	13,0	12,00	75,0	96,0	75,0	2,33	32,0
2,20	21,0	44,0	21,0	1,47	14,0	12,20	67,0	102,0	67,0	2,13	31,0
2,40	25,0	47,0	25,0	1,53	16,0	12,40	23,0	55,0	23,0	1,20	19,0
2,60	24,0	47,0	24,0	1,53	16,0	12,60	14,0	32,0	14,0	0,60	23,0
2,80	20,0	43,0	20,0	1,27	16,0	12,80	25,0	34,0	25,0	0,53	47,0
3,00	19,0	38,0	19,0	1,20	16,0	13,00	18,0	26,0	18,0	1,20	15,0
3,20	20,0	38,0	20,0	1,73	12,0	13,20	36,0	54,0	36,0	1,33	27,0
3,40	16,0	42,0	16,0	0,80	20,0	13,40	41,0	61,0	41,0	1,60	26,0
3,60	10,0	22,0	10,0	0,47	21,0	13,60	20,0	44,0	20,0	0,93	21,0
3,80	14,0	21,0	14,0	0,67	21,0	13,80	16,0	30,0	16,0	0,73	22,0
4,00	24,0	34,0	24,0	1,27	19,0	14,00	13,0	24,0	13,0	1,00	13,0
4,20	27,0	46,0	27,0	1,53	18,0	14,20	15,0	30,0	15,0	1,07	14,0
4,40	33,0	56,0	33,0	1,80	18,0	14,40	16,0	32,0	16,0	0,87	18,0
4,60	32,0	59,0	32,0	1,53	21,0	14,60	17,0	30,0	17,0	1,47	12,0
4,80	37,0	60,0	37,0	1,67	22,0	14,80	20,0	42,0	20,0	1,20	17,0
5,00	38,0	63,0	38,0	1,53	25,0	15,00	13,0	31,0	13,0	0,87	15,0
5,20	39,0	62,0	39,0	2,07	19,0	15,20	14,0	27,0	14,0	0,87	16,0
5,40	29,0	60,0	29,0	1,60	18,0	15,40	16,0	29,0	16,0	0,93	17,0
5,60	38,0	62,0	38,0	2,00	19,0	15,60	18,0	32,0	18,0	1,07	17,0
5,80	46,0	76,0	46,0	2,13	22,0	15,80	13,0	29,0	13,0	0,87	15,0
6,00	38,0	70,0	38,0	2,40	16,0	16,00	12,0	25,0	12,0	1,13	11,0
6,20	30,0	66,0	30,0	1,07	28,0	16,20	43,0	60,0	43,0	1,87	23,0
6,40	23,0	39,0	23,0	0,93	25,0	16,40	57,0	85,0	57,0	1,67	34,0
6,60	33,0	47,0	33,0	1,87	18,0	16,60	63,0	88,0	63,0	3,13	20,0
6,80	48,0	76,0	48,0	2,60	18,0	16,80	23,0	70,0	23,0	1,73	13,0
7,00	38,0	77,0	38,0	1,20	32,0	17,00	24,0	50,0	24,0	1,13	21,0
7,20	30,0	48,0	30,0	1,80	17,0	17,20	23,0	40,0	23,0	1,33	17,0
7,40	34,0	61,0	34,0	1,73	20,0	17,40	18,0	38,0	18,0	1,07	17,0
7,60	33,0	59,0	33,0	1,80	18,0	17,60	17,0	33,0	17,0	0,93	18,0
7,80	34,0	61,0	34,0	1,40	24,0	17,80	16,0	30,0	16,0	1,00	16,0
8,00	28,0	49,0	28,0	1,33	21,0	18,00	17,0	32,0	17,0	3,20	5,0
8,20	20,0	40,0	20,0	1,20	17,0	18,20	51,0	99,0	51,0	3,33	15,0
8,40	18,0	36,0	18,0	1,20	15,0	18,40	53,0	103,0	53,0	3,00	18,0
8,60	26,0	44,0	26,0	1,13	23,0	18,60	67,0	112,0	67,0	3,00	22,0
8,80	39,0	56,0	39,0	2,13	18,0	18,80	68,0	113,0	68,0	3,47	20,0
9,00	45,0	77,0	45,0	1,87	24,0	19,00	71,0	123,0	71,0	3,47	20,0
9,20	40,0	68,0	40,0	1,27	32,0	19,20	90,0	142,0	90,0	2,87	31,0
9,40	33,0	52,0	33,0	1,07	31,0	19,40	93,0	136,0	93,0	2,53	37,0
9,60	30,0	46,0	30,0	1,67	18,0	19,60	88,0	126,0	88,0	3,87	23,0
9,80	34,0	59,0	34,0	1,33	25,0	19,80	73,0	131,0	73,0	3,93	19,0
10,00	30,0	50,0	30,0	1,93	16,0	20,00	61,0	120,0	61,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (senza anello allargatore) -
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann ϕ = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA

CPT 4

LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

2.0105-157

- committente : SNEP SPA
 - lavoro :
 - località : PONSACCO VIALE ITALIA CTP5
 - assist. cantiere :

- data : 02/12/2025
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	-----	----	10,20	43,0	100,0	43,0	3,40	13,0
0,40	----	----	--	0,20	----	10,40	47,0	98,0	47,0	3,73	13,0
0,60	6,0	9,0	6,0	0,47	13,0	10,60	46,0	102,0	46,0	4,33	11,0
0,80	6,0	13,0	6,0	0,33	18,0	10,80	31,0	96,0	31,0	3,40	9,0
1,00	11,0	16,0	11,0	0,87	13,0	11,00	30,0	81,0	30,0	2,67	11,0
1,20	13,0	26,0	13,0	1,20	11,0	11,20	36,0	76,0	36,0	3,40	11,0
1,40	13,0	31,0	13,0	1,00	13,0	11,40	37,0	88,0	37,0	1,87	20,0
1,60	20,0	35,0	20,0	1,20	17,0	11,60	29,0	57,0	29,0	1,67	17,0
1,80	20,0	38,0	20,0	1,33	15,0	11,80	21,0	46,0	21,0	1,33	16,0
2,00	17,0	37,0	17,0	1,40	12,0	12,00	20,0	40,0	20,0	1,27	16,0
2,20	27,0	48,0	27,0	2,00	14,0	12,20	19,0	38,0	19,0	1,27	15,0
2,40	20,0	50,0	20,0	1,47	14,0	12,40	17,0	36,0	17,0	1,07	16,0
2,60	20,0	42,0	20,0	1,33	15,0	12,60	16,0	32,0	16,0	1,07	15,0
2,80	14,0	34,0	14,0	0,67	21,0	12,80	14,0	30,0	14,0	0,80	17,0
3,00	18,0	28,0	18,0	0,60	30,0	13,00	16,0	28,0	16,0	0,87	18,0
3,20	16,0	25,0	16,0	0,80	20,0	13,20	13,0	26,0	13,0	1,27	10,0
3,40	6,0	18,0	6,0	0,40	15,0	13,40	21,0	40,0	21,0	0,73	29,0
3,60	13,0	19,0	13,0	0,47	28,0	13,60	13,0	24,0	13,0	0,93	14,0
3,80	22,0	29,0	22,0	1,13	19,0	13,80	14,0	28,0	14,0	1,13	12,0
4,00	27,0	44,0	27,0	1,40	19,0	14,00	15,0	32,0	15,0	1,00	15,0
4,20	35,0	56,0	35,0	1,80	19,0	14,20	16,0	31,0	16,0	1,53	10,0
4,40	34,0	61,0	34,0	1,67	20,0	14,40	15,0	38,0	15,0	1,53	10,0
4,60	41,0	66,0	41,0	2,20	19,0	14,60	14,0	37,0	14,0	1,60	9,0
4,80	42,0	75,0	42,0	1,60	26,0	14,80	16,0	40,0	16,0	1,00	16,0
5,00	54,0	78,0	54,0	2,60	21,0	15,00	15,0	30,0	15,0	1,07	14,0
5,20	36,0	75,0	36,0	2,33	15,0	15,20	16,0	32,0	16,0	1,07	15,0
5,40	47,0	82,0	47,0	1,73	27,0	15,40	14,0	30,0	14,0	0,67	21,0
5,60	57,0	83,0	57,0	2,27	25,0	15,60	15,0	25,0	15,0	0,80	19,0
5,80	43,0	77,0	43,0	2,53	17,0	15,80	18,0	30,0	18,0	0,93	19,0
6,00	52,0	90,0	52,0	3,00	17,0	16,00	17,0	31,0	17,0	1,40	12,0
6,20	53,0	98,0	53,0	2,80	19,0	16,20	19,0	40,0	19,0	1,20	16,0
6,40	61,0	103,0	61,0	3,13	19,0	16,40	18,0	36,0	18,0	1,00	18,0
6,60	57,0	104,0	57,0	3,60	16,0	16,60	17,0	32,0	17,0	0,80	21,0
6,80	44,0	98,0	44,0	3,53	12,0	16,80	19,0	31,0	19,0	0,80	24,0
7,00	47,0	100,0	47,0	2,60	18,0	17,00	18,0	30,0	18,0	0,87	21,0
7,20	42,0	81,0	42,0	2,67	16,0	17,20	19,0	32,0	19,0	0,80	24,0
7,40	43,0	83,0	43,0	3,13	14,0	17,40	18,0	30,0	18,0	1,40	13,0
7,60	51,0	98,0	51,0	2,93	17,0	17,60	19,0	40,0	19,0	1,27	15,0
7,80	60,0	104,0	60,0	2,93	20,0	17,80	17,0	36,0	17,0	1,53	11,0
8,00	57,0	101,0	57,0	2,20	26,0	18,00	48,0	71,0	48,0	2,47	19,0
8,20	57,0	90,0	57,0	2,93	19,0	18,20	51,0	88,0	51,0	2,27	23,0
8,40	46,0	90,0	46,0	2,80	16,0	18,40	52,0	86,0	52,0	2,60	20,0
8,60	47,0	89,0	47,0	3,20	15,0	18,60	60,0	99,0	60,0	3,40	18,0
8,80	42,0	90,0	42,0	3,13	13,0	18,80	62,0	113,0	62,0	3,80	16,0
9,00	41,0	88,0	41,0	2,60	16,0	19,00	90,0	147,0	90,0	3,33	27,0
9,20	60,0	99,0	60,0	2,93	20,0	19,20	87,0	137,0	87,0	3,27	27,0
9,40	61,0	105,0	61,0	2,13	29,0	19,40	98,0	147,0	98,0	3,73	26,0
9,60	57,0	89,0	57,0	2,73	21,0	19,60	100,0	156,0	100,0	4,20	24,0
9,80	60,0	101,0	60,0	2,67	22,0	19,80	84,0	147,0	84,0	4,27	20,0
10,00	58,0	98,0	58,0	3,80	15,0	20,00	80,0	144,0	80,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (senza anello allargatore) -
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann ϕ = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

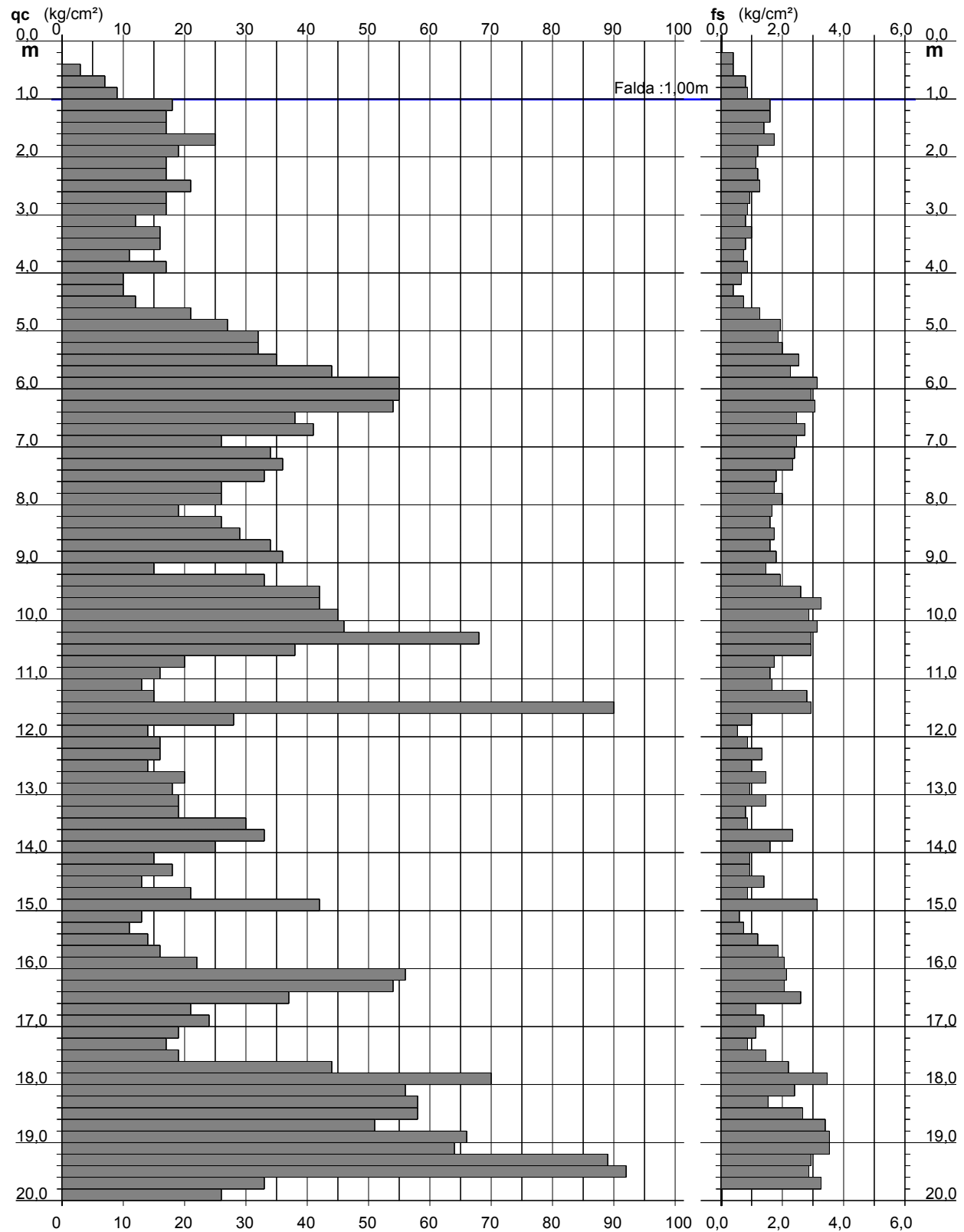
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.0105-157

- committente : SNEP SPA
- lavoro :
- località : PONSACCO VIALE ITALIA CTP5
- assist. cantiere :

- data : 02/12/2025
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 1,00 da quota inizio



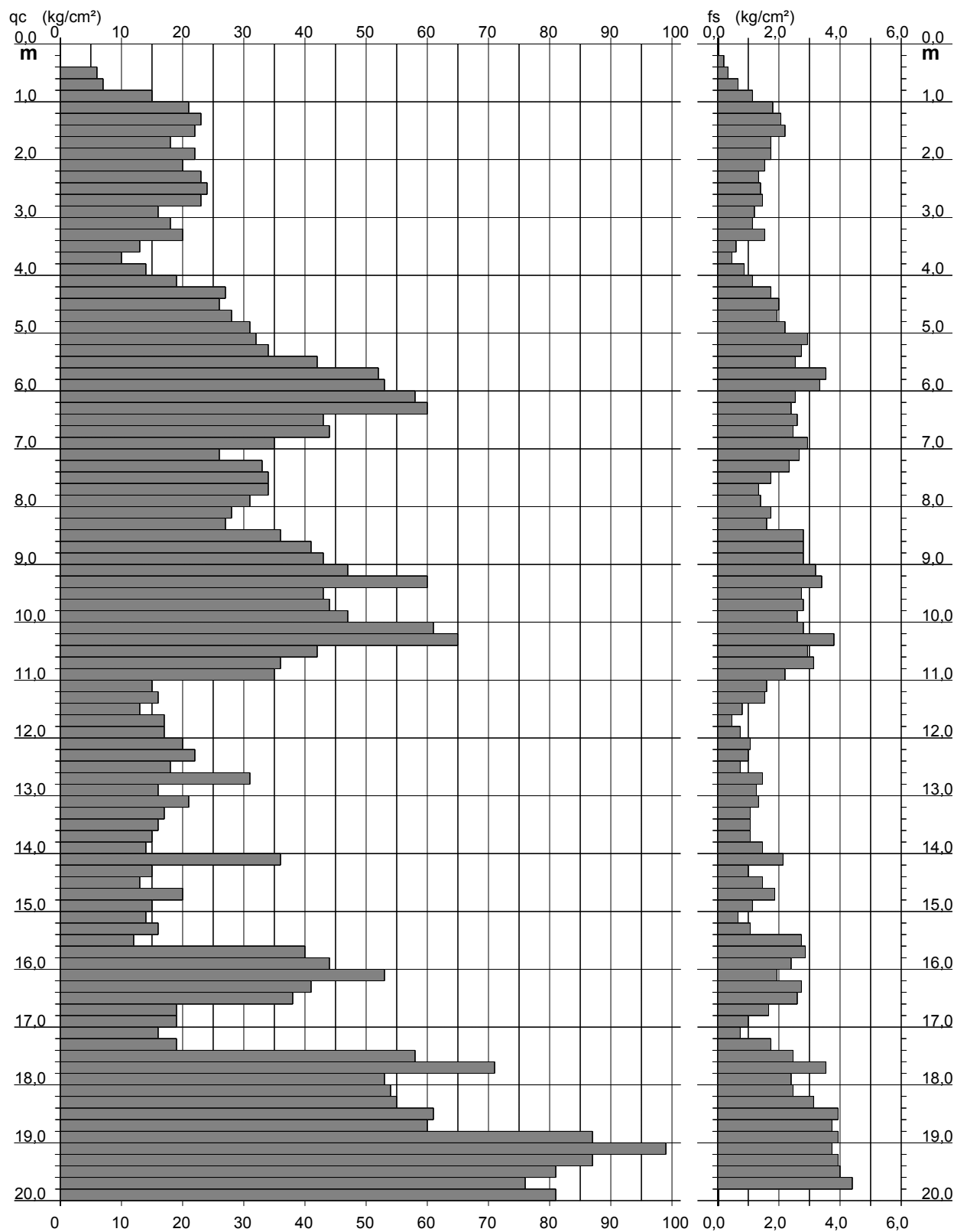
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.0105-157

- committente : SNEP SPA
- lavoro :
- località : PONSACCO VIALE ITALIA CTP5
- assist. cantiere :

- data : 02/12/2025
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : Falda non rilevata



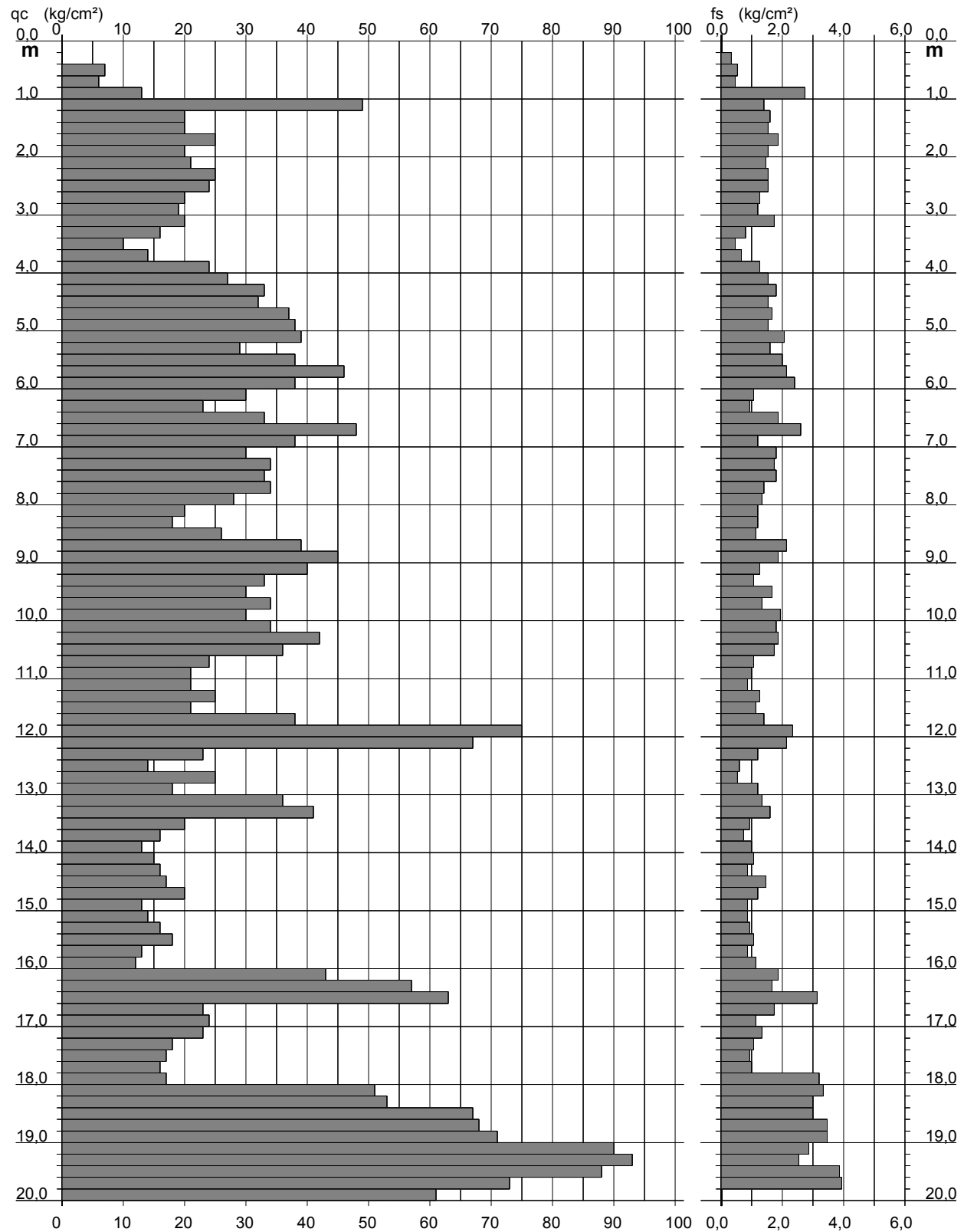
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

2.0105-157

- committente : SNEP SPA
- lavoro :
- località : PONSACCO VIALE ITALIA CTP5
- assist. cantiere :

- data : 02/12/2025
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : Falda non rilevata



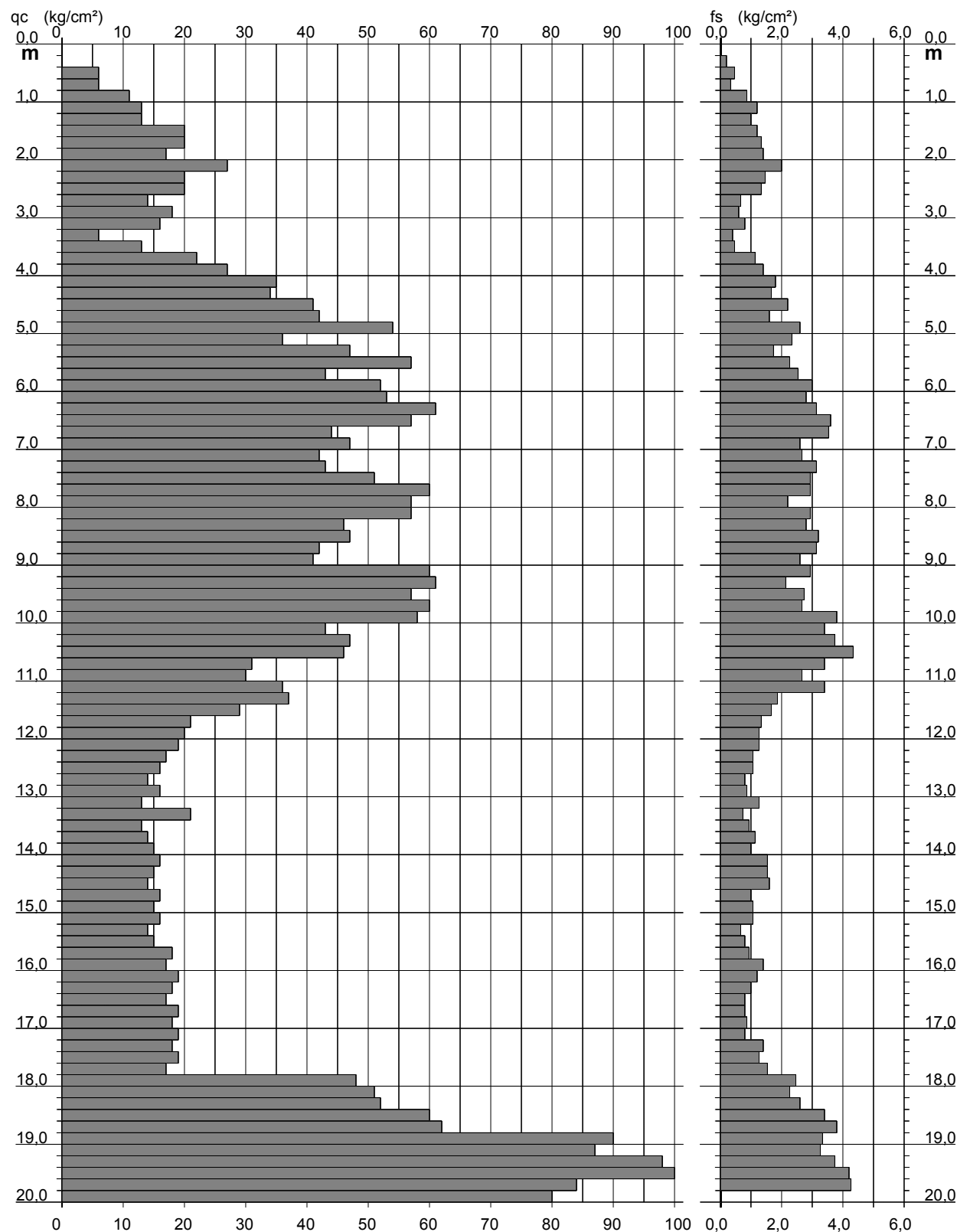
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 4

2.0105-157

- committente : SNEP SPA
- lavoro :
- località : PONSACCO VIALE ITALIA CTP5
- assist. cantiere :

- data : 02/12/2025
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

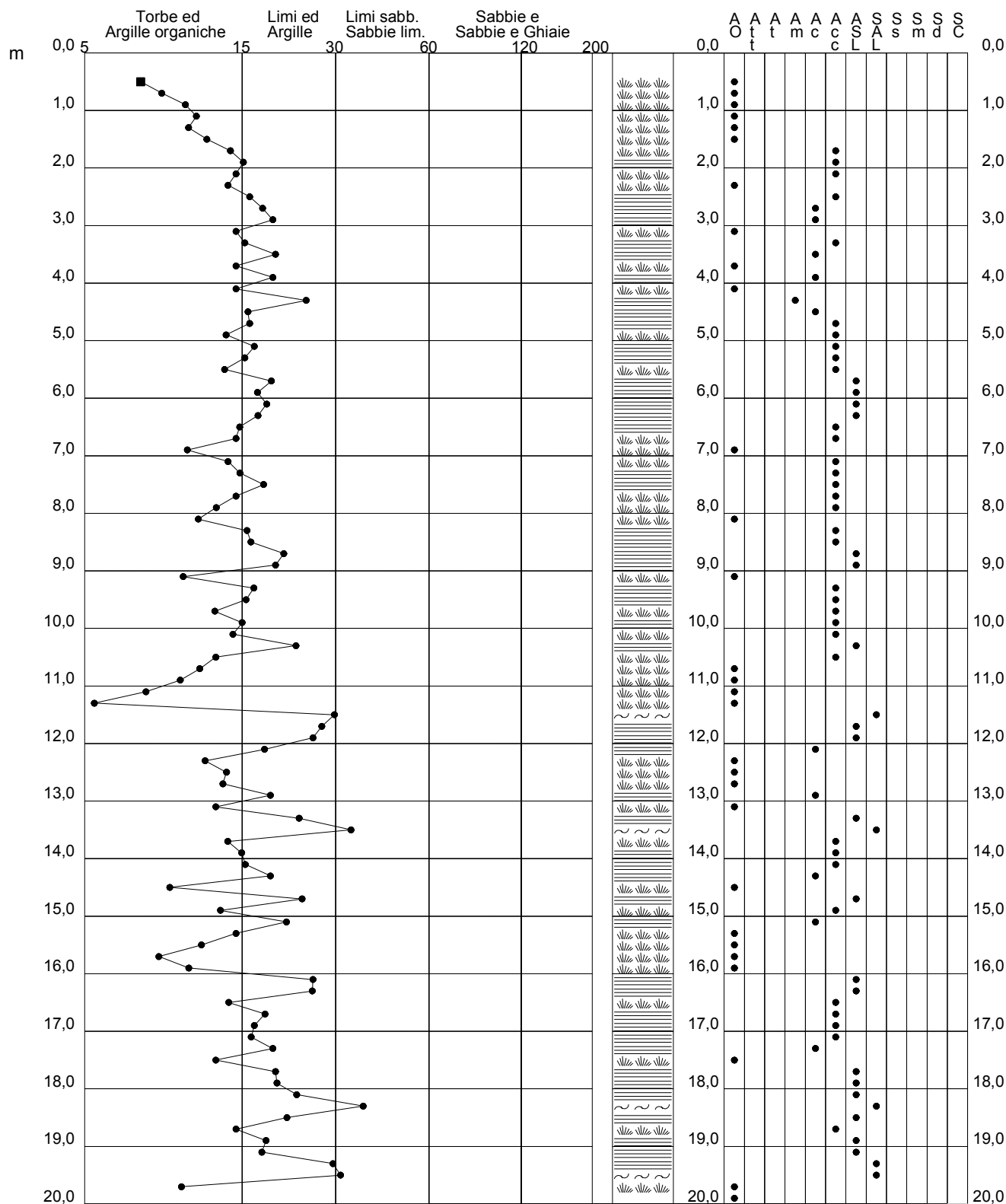
2.0105-157

- committente : SNEP SPA
- lavoro :
- località : PONSACCO VIALE ITALIA CTP5
- assist. cantiere :

- data : 02/12/2025
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 1,00 da quota inizio

qc/fs (Begemann 1965 A.G.I. 1977)

qc - fs/qc (Schmertmann 1978)



PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

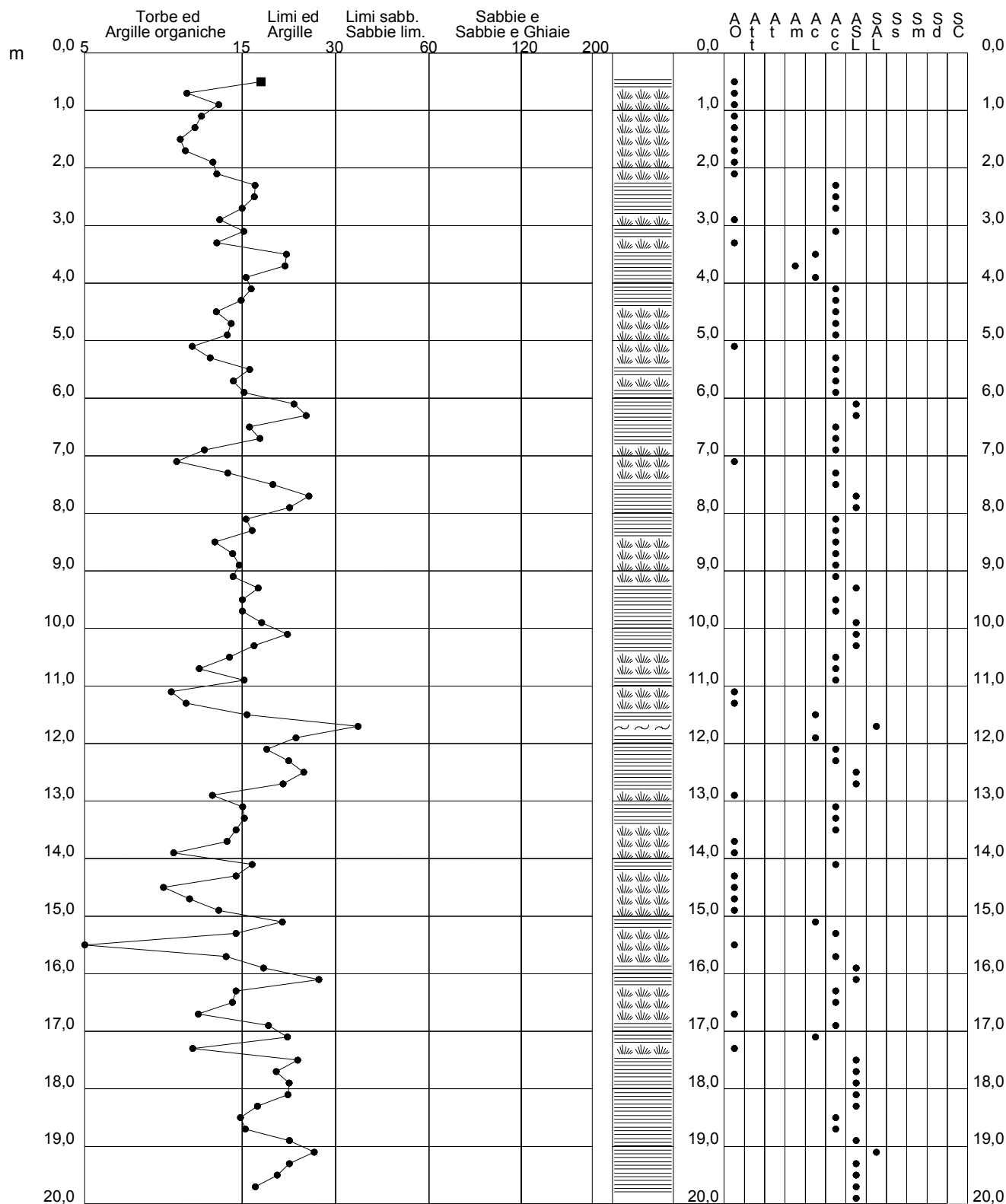
2.0105-157

- committente : SNEP SPA
- lavoro :
- località : PONSACCO VIALE ITALIA CTP5
- assist. cantiere :

- data : 02/12/2025
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : Falda non rilevata

qc/fs (Begemann 1965 A.G.I. 1977)

qc - fs/qc (Schmertmann 1978)



PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 3

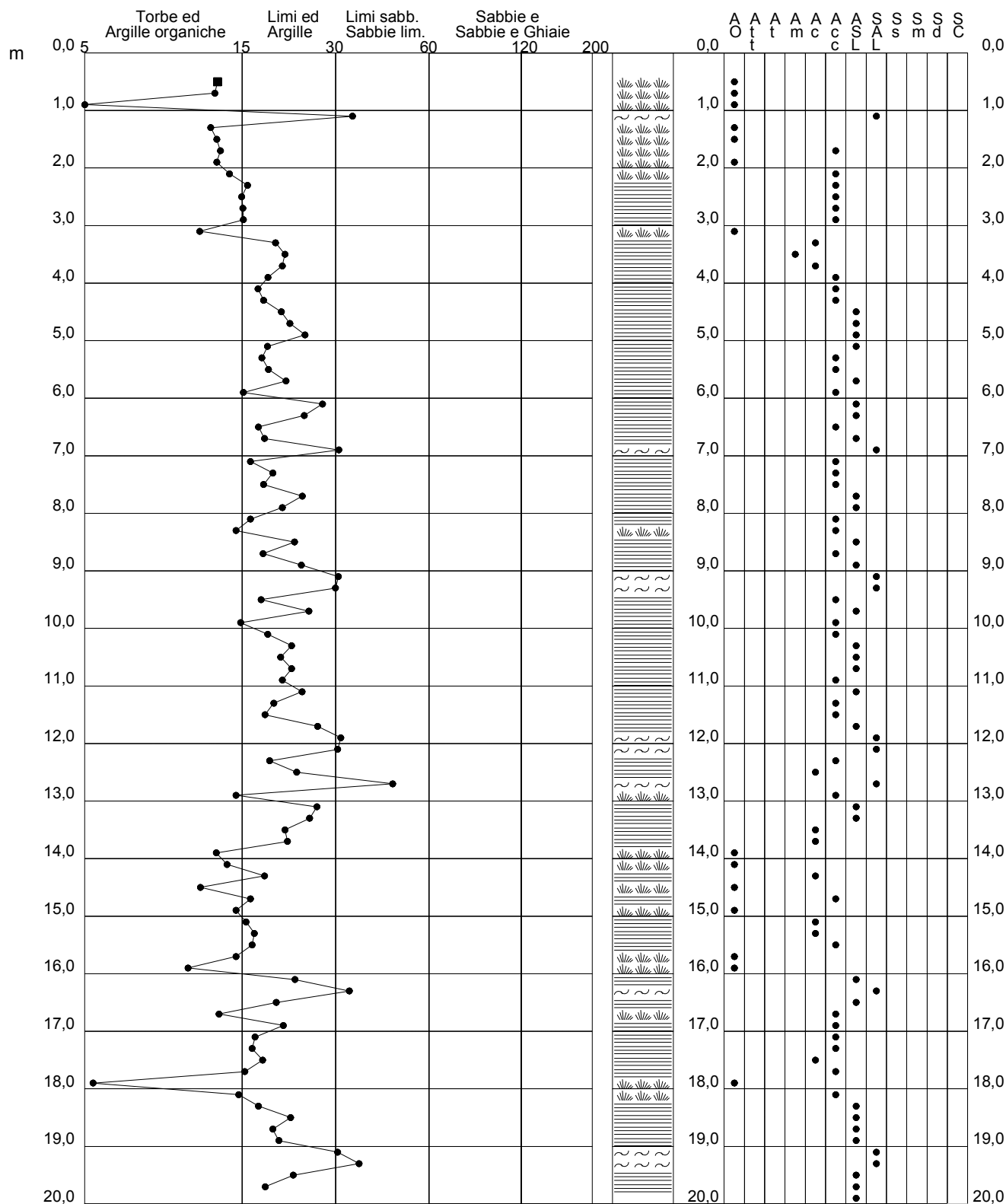
2.0105-157

- committente : SNEP SPA
- lavoro :
- località : PONSACCO VIALE ITALIA CTP5
- assist. cantiere :

- data : 02/12/2025
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : Falda non rilevata

qc/fs (Begemann 1965 A.G.I. 1977)

qc - fs/qc (Schmertmann 1978)



PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 4

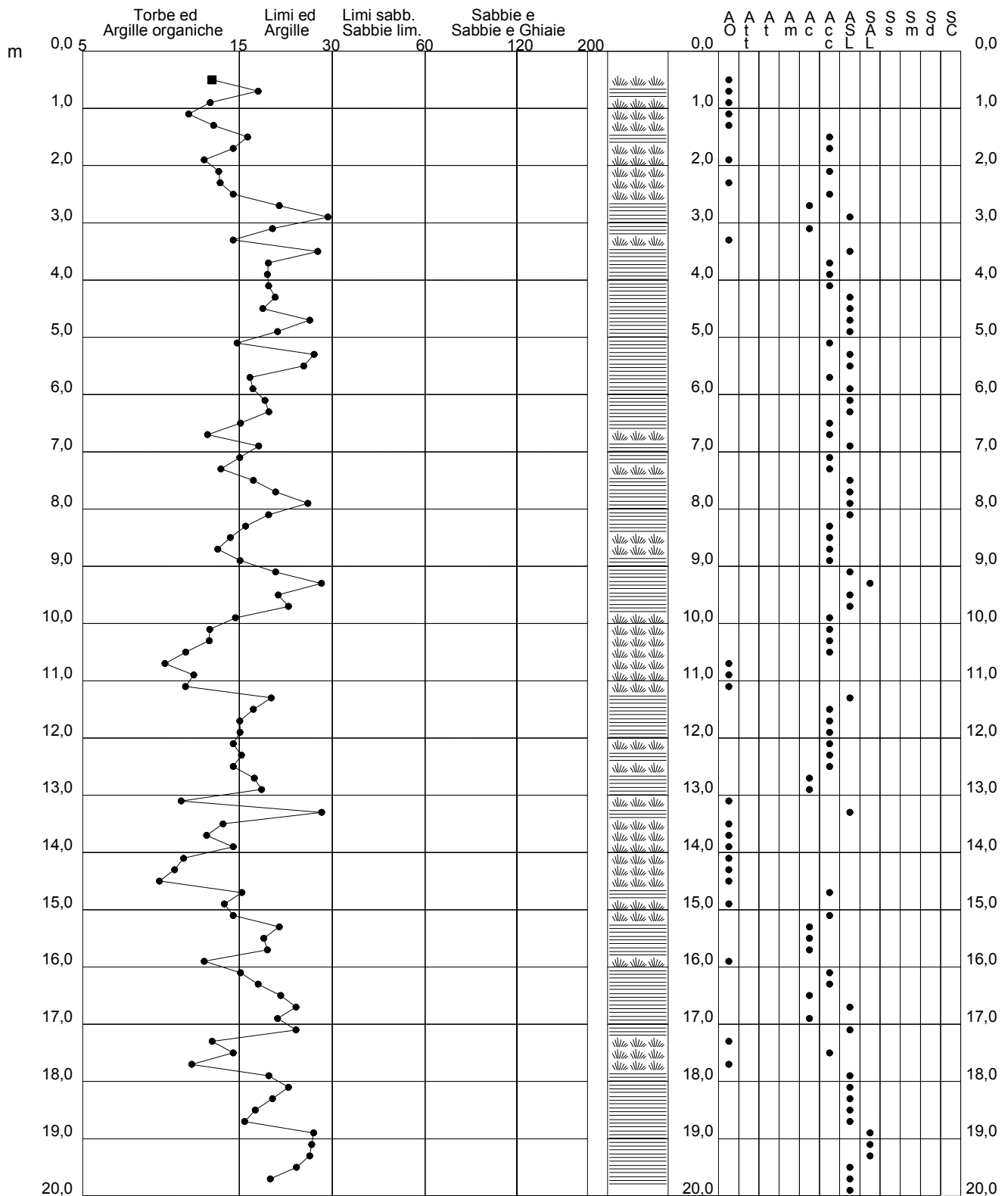
2.0105-157

- committente : SNEP SPA
- lavoro :
- località : PONSACCO VIALE ITALIA CTP5
- assist. cantiere :

- data : 02/12/2025
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : Falda non rilevata

qc/fs (Begemann 1965 A.G.I. 1977)

qc - fs/qc (Schmertmann 1978)



CPT 1

2.0105-157

- data : 02/12/2025
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 1,00 da quota inizio

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0.20	--	--	???	1.85	0.04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	--	--	???	1.85	0.07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.60	3	7	1***	1.85	0.11	0.15	9.1	6	9	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.80	7	9	1***	1.85	0.15	0.35	18.4	14	21	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.00	9	10	2/III	0.88	0.17	0.45	21.9	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.20	18	11	2/III	0.98	0.19	0.75	36.1	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.40	17	11	2/III	0.97	0.20	0.72	30.4	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.60	17	12	2/III	0.97	0.22	0.72	27.2	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.80	25	14	4/4:	0.94	0.24	0.91	32.7	155	232	75	59	36	38	40	43	37	28	0.127	42	63	75
2.00	19	16	2/III	0.99	0.26	0.78	24.3	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.20	17	15	2/III	0.97	0.28	0.72	20.4	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.40	17	14	2/III	0.97	0.30	0.72	18.8	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.60	21	17	4/4:	0.93	0.32	0.82	20.5	140	210	63	46	34	37	39	42	35	27	0.094	35	53	63
2.80	17	18	2/III	0.97	0.34	0.72	16.2	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.00	17	20	2/III	0.97	0.36	0.72	15.1	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.20	12	15	2/III	0.92	0.38	0.57	10.6	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.40	16	16	2/III	0.96	0.40	0.70	12.7	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.60	16	20	2/III	0.96	0.42	0.70	12.0	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.80	11	15	2/III	0.91	0.43	0.54	8.2	104	155	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.00	17	20	2/III	0.97	0.45	0.72	11.3	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.20	10	15	2/III	0.90	0.47	0.50	6.8	120	180	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.40	10	25	2/III	0.90	0.49	0.50	6.5	126	190	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.60	12	16	2/III	0.92	0.51	0.57	7.3	126	188	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.80	21	17	4/4:	0.93	0.53	0.82	11.0	140	210	63	34	33	35	38	41	32	27	0.066	35	53	63
5.00	27	14	4/4:	0.95	0.55	0.95	12.5	161	242	81	42	34	36	39	41	33	28	0.084	45	68	81
5.20	32	17	4/4:	0.97	0.56	1.07	13.9	181	272	96	47	35	37	39	42	34	29	0.096	53	80	96
5.40	32	16	4/4:	0.97	0.58	1.07	13.3	181	272	96	46	34	37	39	42	34	29	0.094	53	80	96
5.60	35	14	4/4:	0.98	0.60	1.17	14.3	198	298	105	48	35	37	39	42	34	29	0.100	58	88	105
5.80	44	19	4/4:	1.00	0.62	1.47	18.3	249	374	132	55	36	38	40	42	35	31	0.118	73	110	132
6.00	55	18	4/4:	1.01	0.64	1.83	23.2	312	467	165	62	37	39	41	43	36	31	0.136	92	138	165
6.20	55	19	4/4:	1.01	0.66	1.83	22.3	312	467	165	61	37	39	41	43	36	31	0.134	92	138	165
6.40	54	18	4/4:	1.01	0.68	1.80	21.0	306	459	162	60	36	38	41	43	36	31	0.131	90	135	162
6.60	38	15	4/4:	0.99	0.70	1.27	13.1	215	323	114	47	35	37	39	42	34	30	0.097	63	95	114
6.80	41	15	4/4:	1.00	0.72	1.37	13.9	232	349	123	49	35	37	39	42	34	30	0.102	68	103	123
7.00	26	11	4/4:	0.95	0.74	0.93	8.3	177	266	78	33	33	35	38	41	31	28	0.064	43	65	78
7.20	34	14	4/4:	0.98	0.76	1.13	10.3	193	289	102	42	34	36	39	41	32	29	0.083	57	85	102
7.40	36	15	4/4:	0.99	0.78	1.20	10.7	204	306	108	43	34	36	39	41	33	30	0.086	60	90	108
7.60	33	18	4/4:	0.97	0.80	1.10	9.3	191	287	99	39	33	36	38	41	32	29	0.078	55	83	99
7.80	26	15	4/4:	0.95	0.82	0.93	7.3	203	304	78	31	32	35	38	40	31	28	0.059	43	65	78
8.00	26	13	4/4:	0.95	0.84	0.93	7.1	209	314	78	30	32	35	38	40	30	28	0.058	43	65	78
8.20	19	11	2/III	0.99	0.86	0.78	5.5	233	349	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8.40	26	16	4/4:	0.95	0.88	0.93	6.7	224	336	78	29	32	35	37	40	30	28	0.055	43	65	78
8.60	29	17	4/4:	0.96	0.90	0.98	7.0	225	337	87	32	32	35	38	41	31	29	0.062	48	73	87
8.80	34	21	4/4:	0.98	0.92	1.13	8.2	219	329	102	37	33	36	38	41	31	29	0.073	57	85	102
9.00	36	20	4/4:	0.99	0.94	1.20	8.6	222	333	108	38	33	36	38	41	32	30	0.076	60	90	108
9.20	15	10	2/III	0.95	0.96	0.67	4.0	267	400	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9.40	33	17	4/4:	0.97	0.98	1.10	7.3	241	362	99	34	33	35	38	41	31	29	0.067	55	83	99
9.60	42	16	4/4:	1.00	1.00	1.40	9.6	240	360	126	42	34	36	39	41	32	30	0.085	70	105	126
9.80	42	13	4/4:	1.00	1.02	1.40	9.4	243	364	126	42	34	36	39	41	32	30	0.084	70	105	126
10.00	45	16	4/4:	1.00	1.04	1.50	10.0	255	383	135	44	34	36	39	41	32	31	0.088	75	113	135
10.20	46	15	4/4:	1.01	1.06	1.53	10.0	261	391	138	44	34	37	39	42	32	31	0.089	77	115	138
10.40	68	23	4/4:	1.02	1.08	2.27	15.9	385	578	204	57	36	38	40	43	34	32	0.122	113	170	204
10.60	38	13	4/4:	0.99	1.10	1.27	7.5	268	402	114	36	33	36	38	41	31	30	0.072	63	95	114
10.80	20	12	4/4:	0.93	1.11	0.80	4.1	311	467	60	14	30	33	36	39	27	27	0.027	33	50	60
11.00	16	10	2/III	0.96	1.13	0.70	3.4	319	478	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11.20	13	8	2/III	0.93	1.15	0.60	2.8	307	461	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11.40	15	5	2/III	0.95	1.17	0.67	3.1	323	485	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11.60	90	31	3:::	0.98	1.19	--	--	--	--	--	64	37	39	41	43	35	33	0.142	150	225	270
11.80	28	28	4/4:	0.96	1.21	0.97	4.7	336	504	84	24	31	34	37	40	29	28	0.045	47	70	84
12.00	14	26	2/III	0.94	1.23	0.64	2.8	326	489	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12.20	16	18	2/III	0.96	1.25	0.70	3.0	342	513	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12.40	16	12	2/III	0.96	1.27	0.70	3.0	345	518	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12.60	14	14	2/III	0.94	1.29	0.64	2.6	333	499	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12.80	20	14	4/4:	0.93	1.30	0.80	3.4	367	550	60	10	29	32	36	39	27	27	0.021	33	50	60
13.00	18	19	2/III	0.98	1.32	0.75	3.1	365	547	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13.20	19	13	2/III	0.99	1.34	0.78	3.2	373	559	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13.40	19	24	2/III	0.99	1.36	0.78	3.1	376	564	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13.60	30	35	3:::	0.88	1.38	--	--	--	--	--	23	31	34	37	40	28	29	0.043	50	75	90
13.80	33	14	4/4:	0.97	1.40	1.10	4.6	390	585	99	26	32	34	37	40	29	29	0.049	55	83	99
14.00	25	16	4/4:	0.94	1.42	0.91	3.6	401	601	75	16	30	33	36	39	27	28	0.030	42	63	75
14.20	15	16	2/III	0.95	1.44	0.67	2.4	358	537	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
14.40	18	19	2/III	0.98	1.46	0.75	2.7	385	578	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
14.60	13	9	2/III	0.93	1.48	0.60	2.1	337	505	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
14.80	21	24	4/4:	0.93	1.50	0.82	3.0	408	612	63	9	29	32	35	39	26	27	0.018	35	53	63
15.00	42	13	2/III	0.93	1.52	1.40	5.7	407	610	126	32	32	35	38	41	30	30	0.062	70	105	126
15.20	13	22	2/III	0.93	1.53																

CPT 2

2.0105-157

- data : 02/12/2025
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : Falda non rilevata

Software by: Dr.D.Merlin - 0425/840820

PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 3

2.0105-157

- committente : SNEP SPA
- lavoro :
- località : PONSACCO VIALE ITALIA CTP5
- assist. cantiere :

- data : 02/12/2025
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : Falda non rilevata

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	7	13	1***	1,85	0,11	0,35	26,4	14	21	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	6	13	1***	1,85	0,15	0,30	15,2	12	18	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	13	5	2IIII	1,85	0,19	0,60	27,6	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	49	35	3IIII	1,85	0,22	--	--	--	--	--	84	40	41	43	45	41	31	0,204	82	123	147
1,40	20	12	4I/I	1,85	0,26	0,80	25,7	136	204	60	50	35	37	40	42	36	27	0,103	33	50	60
1,60	20	13	4I/I	1,85	0,30	0,80	21,8	136	204	60	46	34	37	39	42	35	27	0,095	33	50	60
1,80	25	13	4I/I	1,85	0,33	0,91	22,0	155	232	75	51	35	37	40	42	35	28	0,107	42	63	75
2,00	20	13	4I/I	1,85	0,37	0,80	16,5	136	204	60	41	34	36	39	41	34	27	0,082	33	50	60
2,20	21	14	4I/I	1,85	0,41	0,82	15,2	140	210	63	40	34	36	39	41	33	27	0,080	35	53	63
2,40	25	16	4I/I	1,85	0,44	0,91	15,4	155	232	75	44	34	37	39	42	34	28	0,090	42	63	75
2,60	24	16	4I/I	1,85	0,48	0,89	13,5	151	227	72	41	34	36	39	41	33	28	0,082	40	60	72
2,80	20	16	4I/I	1,85	0,52	0,80	10,8	136	204	60	33	33	35	38	41	32	27	0,064	33	50	60
3,00	19	16	2IIII	1,85	0,55	0,78	9,5	133	200	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	20	12	4I/I	1,85	0,59	0,80	9,1	141	211	60	29	32	35	37	40	31	27	0,057	33	50	60
3,40	16	20	2IIII	1,85	0,63	0,70	7,1	157	235	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	10	21	2IIII	1,85	0,67	0,50	4,4	186	279	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	14	21	2IIII	1,85	0,70	0,64	5,5	190	285	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	24	19	4I/I	1,85	0,74	0,89	7,9	178	267	72	30	32	35	38	40	31	28	0,058	40	60	72
4,20	27	18	4I/I	1,85	0,78	0,95	8,0	186	279	81	33	33	35	38	41	31	28	0,064	45	68	81
4,40	33	18	4I/I	1,85	0,81	1,10	9,1	193	290	99	39	33	36	38	41	32	29	0,077	55	83	99
4,60	32	21	4I/I	1,85	0,85	1,07	8,3	203	304	96	37	33	36	38	41	32	29	0,072	53	80	96
4,80	37	22	4I/I	1,85	0,89	1,23	9,5	213	319	111	41	34	36	39	41	32	30	0,081	62	93	111
5,00	38	25	4I/I	1,85	0,93	1,27	9,3	221	331	114	41	34	36	39	41	32	30	0,081	63	95	114
5,20	39	19	4I/I	1,85	0,96	1,30	9,1	229	343	117	41	34	36	39	41	32	30	0,081	65	98	117
5,40	29	18	4I/I	1,85	1,00	0,98	6,2	262	393	87	29	32	35	37	40	30	29	0,057	48	73	87
5,60	38	19	4I/I	1,85	1,04	1,27	8,1	248	372	114	38	33	36	38	41	31	30	0,075	63	95	114
5,80	46	22	4I/I	1,85	1,07	1,53	9,8	261	392	138	44	34	36	39	41	32	31	0,088	77	115	138
6,00	38	16	4I/I	1,85	1,11	1,27	7,4	273	409	114	36	33	36	38	41	31	30	0,071	63	95	114
6,20	30	28	4I/I	1,85	1,15	1,00	5,3	313	470	90	27	32	35	37	40	29	29	0,052	50	75	90
6,40	23	25	4I/I	1,85	1,18	0,87	4,3	331	496	69	17	30	33	36	39	28	28	0,033	38	58	69
6,60	33	18	4I/I	1,85	1,22	1,10	5,5	331	496	99	29	32	35	37	40	30	29	0,056	55	83	99
6,80	48	18	4I/I	1,85	1,26	1,60	8,5	299	448	144	41	34	36	39	41	32	31	0,082	80	120	144
7,00	38	32	3IIII	1,85	1,30	--	--	--	--	--	32	33	35	38	41	30	30	0,063	63	95	114
7,20	30	17	4I/I	1,85	1,33	1,00	4,4	372	558	90	24	31	34	37	40	29	29	0,045	50	75	90
7,40	34	20	4I/I	1,85	1,37	1,13	5,0	378	567	102	27	32	35	37	40	29	29	0,052	57	85	102
7,60	33	18	4I/I	1,85	1,41	1,10	4,6	391	587	99	26	32	34	37	40	29	29	0,049	55	83	99
7,80	34	24	4I/I	1,85	1,44	1,13	4,6	402	602	102	26	32	34	37	40	29	29	0,050	57	85	102
8,00	28	21	4I/I	1,85	1,48	0,97	3,7	418	627	84	19	31	33	36	39	28	28	0,036	47	70	84
8,20	20	17	4I/I	1,85	1,52	0,80	2,8	406	609	60	7	29	32	35	39	26	27	0,015	33	50	60
8,40	18	15	2IIII	1,85	1,55	0,75	2,5	396	594	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,60	26	23	4I/I	1,85	1,59	0,93	3,2	443	664	78	14	30	33	36	39	27	28	0,028	43	65	78
8,80	39	18	4I/I	1,85	1,63	1,30	4,7	452	678	117	28	32	35	37	40	29	30	0,053	65	98	117
9,00	45	24	4I/I	1,85	1,66	1,50	5,5	451	676	135	32	32	35	38	41	30	31	0,062	75	113	135
9,20	40	32	3IIII	1,85	1,70	--	--	--	--	--	28	32	35	37	40	29	30	0,053	67	100	120
9,40	33	31	3IIII	1,85	1,74	--	--	--	--	--	20	31	34	37	40	28	29	0,039	55	83	99
9,60	30	18	4I/I	1,85	1,78	1,00	3,1	488	732	90	17	30	33	36	39	27	29	0,032	50	75	90
9,80	34	25	4I/I	1,85	1,81	1,13	3,5	511	767	102	20	31	34	37	40	28	29	0,039	57	85	102
10,00	30	16	4I/I	1,85	1,85	1,00	2,9	500	751	90	16	30	33	36	39	27	29	0,030	50	75	90
10,20	34	19	4I/I	1,85	1,89	1,13	3,3	529	793	102	19	31	34	36	40	27	29	0,037	57	85	102
10,40	42	22	4I/I	1,85	1,92	1,40	4,2	537	806	126	26	32	34	37	40	28	30	0,050	70	105	126
10,60	36	21	4I/I	1,85	1,96	1,20	3,4	551	827	108	20	31	34	37	40	28	30	0,039	60	90	108
10,80	24	22	4I/I	1,85	2,00	0,89	2,3	484	725	72	6	29	32	35	38	25	28	0,014	40	60	72
11,00	21	21	4I/I	1,85	2,03	0,82	2,0	460	690	63	1	28	31	35	38	25	27	0,003	35	53	63
11,20	21	24	4I/I	1,85	2,07	0,82	2,0	462	693	63	1	28	31	35	38	25	27	0,001	35	53	63
11,40	25	20	4I/I	1,85	2,11	0,91	2,2	499	749	75	6	29	32	35	38	25	28	0,014	42	63	75
11,60	21	19	4I/I	1,85	2,15	0,82	1,9	466	698	63	--	28	31	35	38	25	27	--	35	53	63
11,80	38	27	4I/I	1,85	2,18	1,27	3,2	606	909	114	20	31	34	36	40	27	30	0,037	63	95	114
12,00	75	32	3IIII	1,85	2,22	--	--	--	--	--	43	34	36	39	41	31	32	0,086	125	188	225
12,20	67	31	3IIII	1,85	2,26	--	--	--	--	--	38	33	36	38	41	30	32	0,076	112	168	

PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 4

2.0105-157

- committente : SNEP SPA
- lavoro :
- località : PONSACCO VIALE ITALIA CTP5
- assist. cantiere :

- data : 02/12/2025
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : Falda non rilevata

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	6	13	1***	1,85	0,11	0,30	21,8	12	18	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	6	18	2////	1,85	0,15	0,30	15,2	51	77	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	11	13	2////	1,85	0,19	0,54	23,8	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	13	11	2////	1,85	0,22	0,60	22,0	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	13	13	2////	1,85	0,26	0,60	18,1	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	20	17	4././.	1,85	0,30	0,80	21,8	136	204	60	46	34	37	39	42	35	27	0,095	33	50	60
1,80	20	15	4././.	1,85	0,33	0,80	18,8	136	204	60	44	34	36	39	41	34	27	0,088	33	50	60
2,00	17	12	2////	1,85	0,37	0,72	14,5	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	27	14	4././.	1,85	0,41	0,95	18,1	161	242	81	49	35	37	39	42	35	28	0,101	45	68	81
2,40	20	14	4././.	1,85	0,44	0,80	13,1	136	204	60	36	33	36	38	41	33	27	0,072	33	50	60
2,60	20	15	4././.	1,85	0,48	0,80	11,9	136	204	60	35	33	35	38	41	32	27	0,067	33	50	60
2,80	14	21	2////	1,85	0,52	0,64	8,1	124	186	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	18	30	4././.	1,85	0,55	0,75	9,1	132	198	56	27	32	35	37	40	31	27	0,052	30	45	54
3,20	16	20	2////	1,85	0,59	0,70	7,7	144	216	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	6	15	1***	1,85	0,63	0,30	2,5	33	50	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	13	28	2////	1,85	0,67	0,60	5,6	180	270	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	22	19	4././.	1,85	0,70	0,85	7,9	169	254	66	29	32	35	37	40	30	28	0,055	37	55	66
4,00	27	19	4././.	1,85	0,74	0,95	8,5	176	263	81	34	33	35	38	41	31	28	0,067	45	68	81
4,20	35	19	4././.	1,85	0,78	1,17	10,4	198	298	105	42	34	36	39	41	33	29	0,085	58	88	105
4,40	34	20	4././.	1,85	0,81	1,13	9,5	195	293	102	40	34	36	39	41	32	29	0,080	57	85	102
4,60	41	19	4././.	1,85	0,85	1,37	11,4	232	349	123	45	34	37	39	42	33	30	0,092	68	103	123
4,80	42	26	4././.	1,85	0,89	1,40	11,1	238	357	126	45	34	37	39	42	33	30	0,092	70	105	126
5,00	54	21	4././.	1,85	0,93	1,80	14,4	306	459	162	53	35	38	40	42	34	31	0,111	90	135	162
5,20	36	15	4././.	1,85	0,96	1,20	8,3	229	344	108	38	33	36	38	41	31	30	0,075	60	90	108
5,40	47	27	4././.	1,85	1,00	1,57	11,0	266	400	141	46	34	37	39	42	33	31	0,094	78	118	141
5,60	57	25	4././.	1,85	1,04	1,90	13,4	323	485	171	52	35	37	40	42	34	31	0,109	95	143	171
5,80	43	17	4././.	1,85	1,07	1,43	9,0	254	382	129	41	34	36	39	41	32	30	0,083	72	108	129
6,00	52	17	4././.	1,85	1,11	1,73	11,0	295	442	156	47	35	37	39	42	33	31	0,096	87	130	156
6,20	53	19	4././.	1,85	1,15	1,77	10,8	300	451	159	47	35	37	39	42	33	31	0,096	88	133	159
6,40	61	19	4././.	1,85	1,18	2,03	12,3	346	519	183	51	35	37	40	42	33	32	0,106	102	153	183
6,60	57	16	4././.	1,85	1,22	1,90	10,9	323	485	171	48	35	37	39	42	33	31	0,098	95	143	171
6,80	44	12	4././.	1,85	1,26	1,47	7,6	307	460	132	38	33	36	38	41	31	31	0,076	73	110	132
7,00	47	18	4././.	1,85	1,30	1,57	8,0	311	467	141	40	34	36	39	41	31	31	0,079	78	118	141
7,20	42	16	4././.	1,85	1,33	1,40	6,7	340	510	126	35	33	35	38	41	31	30	0,069	70	105	126
7,40	43	14	4././.	1,85	1,37	1,43	6,6	350	525	129	35	33	35	38	41	31	30	0,069	72	108	129
7,60	51	17	4././.	1,85	1,41	1,70	8,0	338	507	153	41	34	36	39	41	31	31	0,081	85	128	153
7,80	60	20	4././.	1,85	1,44	2,00	9,4	346	519	180	45	34	37	39	42	32	32	0,093	100	150	180
8,00	57	26	4././.	1,85	1,48	1,90	8,6	351	526	171	43	34	36	39	41	32	31	0,087	95	143	171
8,20	57	19	4././.	1,85	1,52	1,90	8,3	361	542	171	43	34	36	39	41	32	31	0,086	95	143	171
8,40	46	16	4././.	1,85	1,55	1,53	6,2	408	611	138	35	33	35	38	41	30	31	0,067	77	115	138
8,60	47	15	4././.	1,85	1,59	1,57	6,2	418	626	141	35	33	35	38	41	30	31	0,068	78	118	141
8,80	42	13	4././.	1,85	1,63	1,40	5,2	446	670	126	30	32	35	38	40	29	30	0,058	70	105	126
9,00	41	16	4././.	1,85	1,66	1,37	4,9	461	691	123	29	32	35	37	40	29	30	0,056	68	103	123
9,20	60	20	4././.	1,85	1,70	2,00	7,7	413	620	180	41	34	36	39	41	31	32	0,083	100	150	180
9,40	61	29	4././.	1,85	1,74	2,03	7,6	423	635	183	41	34	36	39	41	31	32	0,083	102	153	183
9,60	57	21	4././.	1,85	1,78	1,90	6,8	450	674	171	39	33	36	38	41	31	31	0,077	95	143	171
9,80	60	22	4././.	1,85	1,81	2,00	7,1	453	679	180	40	34	36	39	41	31	32	0,080	100	150	180
10,00	58	15	4././.	1,85	1,85	1,93	6,6	473	710	174	38	33	36	38	41	31	31	0,076	97	145	174
10,20	43	13	4././.	1,85	1,89	1,43	4,5	527	790	129	27	32	35	37	40	29	30	0,053	72	108	129
10,40	47	13	4././.	1,85	1,92	1,57	4,9	533	800	141	30	32	35	38	40	29	31	0,058	78	118	141
10,60	46	11	4././.	1,85	1,96	1,53	4,6	546	819	138	29	32	35	37	40	29	31	0,055	77	115	138
10,80	31	9	4././.	1,85	2,00	1,03	2,8	529	794	93	15	30	33	36	39	27	29	0,029	52	78	93
11,00	30	11	4././.	1,85	2,03	1,00	2,6	524	787	90	13	30	33	36	39	26	29	0,026	50	75	90
11,20	36	11	4././.	1,85	2,07	1,20	3,2	575	863	108	19	31	34	36	40	27	30	0,036	60	90	108
11,40	37	20	4././.	1,85	2,11	1,23	3,2	587	880	111	20	31	34	36	40	27	30	0,037	62	93	111
11,60	29	17	4././.	1,85	2,15	0,98	2,4	530	794	87	11	30	33	36	39	26	29	0,022	48	73	87
11,80	21	16	4././.	1,85	2,18	0,82	1,9	467	701	63	--	28	31	35	38	25	27	--	35	53	63
12,00	20	16	4././.	1,85	2,22	0,80	1,8	458	687	60	--	28	31	35	38	25	27	--	33	50	60
12,20	19	15</																			

ALLEGATO FOTOGRAFICO SONDAGGIO S1 CTP 5 - CASSETTE CATALOGATRICI



CASSETTA CATALOGATRICE 0-5m



CASSETTA CATALOGATRICE 5-10m



CASSETTA CATALOGATRICE 10-15m



UBICAZIONE SONDAGGIO



SONDA GEO 205



PIEZOMETRO S1



Autorizzazione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Settore A – Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 – ART. 59 DPR 380/2001 – Circolare 7618/STC 2010

LABOTER Srl

Lab. Geotecnico - C.S.LL.PP. Decr. 2436/13

Committente : Dott. Geologo Paolo Giani
Cantiere : CTP5 - Viale Italia - Ponsacco (PI)

Verbale Accettazione n° : 598 del 23/12/2025
Data Certificazione : 04/02/2026
Campioni n°: 3
Certificati da n° a n° : 00655 a 00662





COMMITTENTE:	Dott. Geologo Paolo Giani		
RIFERIMENTO:	CTP5 - Viale Italia - Ponsacco (PI)		
SONDAGGIO:	CAMPIONE:	C1	PROFONDITA': m 3.2-3.6

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	25,2	%
Peso di volume	19,7	kN/m³
Peso di volume secco	15,7	kN/m³
Peso di volume saturo	19,7	kN/m³
Peso specifico	26,4	kN/m³
Indice dei vuoti	0,678	
Porosità	40,4	%
Grado di saturazione	100,0	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		%
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
UNI 11531-1		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	%
Sabbia	%
Limo	%
Argilla	%
D 10	mm
D 50	mm
D 60	mm
D 90	mm
Passante set. 10	%
Passante set. 42	%
Passante set. 230	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa
c_u	kPa
σ_{Rim}	kPa
$c_{u\ Rim}$	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	15,1	kPa	
ϕ'	19,7	°	
c'_{Res}		kPa	
ϕ'_{Res}		°	

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm²/sec	k cm/sec

FOTOGRAFIA



OSSERVAZIONI

Tipo di campione: Cilindrico		Qualità del campione: Q 5
------------------------------	--	---------------------------

Posizione delle prove		cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
CF	TD					
		0				Argilla limosa con concrezioni e ciottoli spersi MUNSELL SOIL COLOR: 2.5Y 5/6 Light olive brown
		10	150			Classificazione del terreno in base alla resistenza al pocket penetrometer e vane test
		20	175			< 24.5 kPa molto molle
		30	125			24.5 - 49.1 kPa molle
						49.1 - 98.1 kPa plastico
						98.1 - 196.2 kPa consistente
						196.2 - 392.4 kPa molto consistente
						>392,4 kPa duro
					36	

**LABOTER S.r.l.**Via di Montalbano 65
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00655	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/02/26	Inizio analisi: 23/01/26
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 598 del 23/12/25		Apertura campione: 23/01/26	Fine analisi: 24/01/26

COMMITTENTE: Dott. Geologo Paolo Giani
RIFERIMENTO: CTP5 - Viale Italia - Ponsacco (PI)
SONDAGGIO: CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 3.2-3.6

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 25,2 %☒ Omogeneo

Struttura del materiale:

☐ Stratificato☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



LABOTER S.r.l.
Via di Montalbano 65
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.it

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00656	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/02/26	Inizio analisi: 23/01/26
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 598 del 23/12/25		Apertura campione: 23/01/26	Fine analisi: 23/01/26

COMMITTENTE: Dott. Geologo Paolo Giani
RIFERIMENTO: CTP5 - Viale Italia - Ponsacco (PI)
SONDAGGIO: CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 3.2-3.6

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 part2-par.7

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 19,7 kN/m³

**LABOTER S.r.l.**Via di Montalbano 65
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00657** Pagina 1/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 598 del 23/12/25

DATA DI EMISSIONE: 04/02/26

Inizio analisi: 23/01/26

Apertura campione: 23/01/26

Fine analisi: 26/01/26

COMMITTENTE: Dott. Geologo Paolo Giani

RIFERIMENTO: CTP5 - Viale Italia - Ponsacco (PI)

SONDAGGIO:

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.2-3.6

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

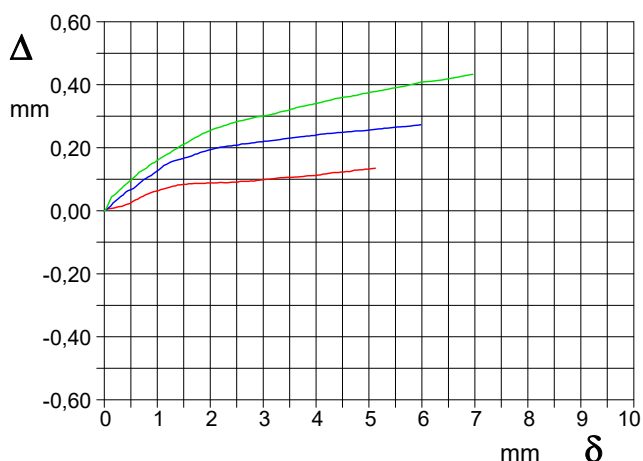
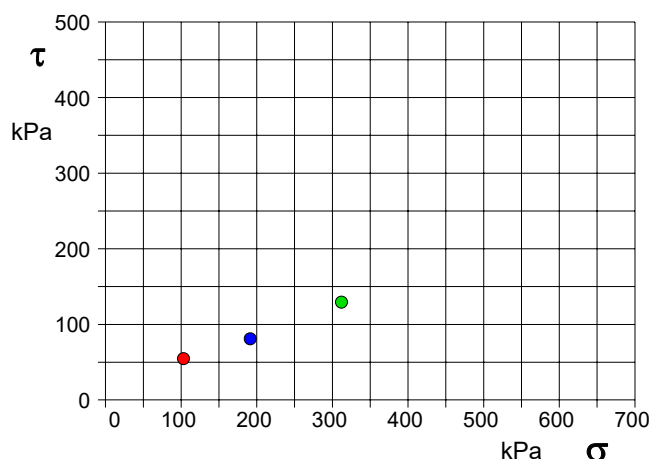
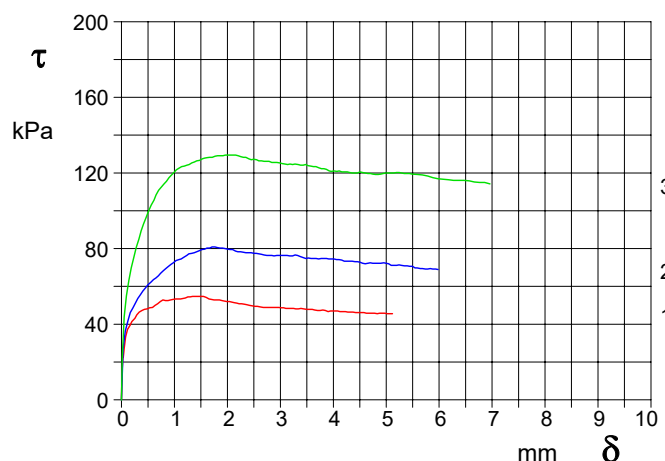
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	103	191	312
Tensione a rottura (kPa):	55	81	129
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	1,34	1,71	1,96
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,08	0,18	0,25
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 25,7	--- 26,2	--- 25,1
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19,7 24,8	19,7 24,8	19,7 24,7

DIAGRAMMATensione - Pressione verticale

Tipo di prova: Consolidata - lenta

Velocità di deformazione: 0,007 mm / min

Tempo di consolidazione (ore): 24

DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

**LABOTER S.r.l.**Via di Montalbano 65
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00657	Pagina 2/4	DATA DI EMISSIONE: 04/02/26	Inizio analisi: 23/01/26
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 598 del 23/12/25		Apertura campione: 23/01/26	Fine analisi: 26/01/26

COMMITTENTE: Dott. Geologo Paolo Giani
RIFERIMENTO: CTP5 - Viale Italia - Ponsacco (PI)
SONDAGGIO: CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 3.2-3.6

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0,005	8,9	0,00	0,031	26,7	0,00	0,015	22,2	0,00
0,005	9,2	0,00	0,166	46,1	0,03	0,137	63,1	0,04
0,027	22,5	0,00	0,306	53,6	0,05	0,277	80,6	0,06
0,049	27,2	0,01	0,452	59,2	0,06	0,416	93,1	0,09
0,162	39,4	0,01	0,605	63,6	0,08	0,562	103,1	0,11
0,289	45,0	0,01	0,738	66,9	0,10	0,701	110,8	0,13
0,430	47,8	0,02	0,888	70,6	0,11	0,848	115,6	0,14
0,584	48,9	0,03	1,030	73,6	0,13	0,989	120,3	0,16
0,733	51,9	0,05	1,169	75,3	0,15	1,135	123,3	0,17
0,880	52,5	0,06	1,327	77,5	0,16	1,278	124,4	0,19
1,022	53,3	0,06	1,471	78,9	0,17	1,421	126,4	0,20
1,160	53,6	0,07	1,616	80,3	0,17	1,570	127,8	0,22
1,297	54,4	0,08	1,763	80,8	0,18	1,714	128,3	0,23
1,440	54,7	0,08	1,906	80,3	0,19	1,863	129,2	0,25
1,598	54,2	0,09	2,053	79,4	0,20	2,008	129,4	0,26
1,746	52,8	0,09	2,197	78,3	0,20	2,155	129,4	0,26
1,896	52,5	0,09	2,347	77,8	0,21	2,304	128,3	0,27
2,036	51,9	0,09	2,501	77,5	0,21	2,452	126,9	0,28
2,180	51,1	0,09	2,645	76,9	0,21	2,592	126,4	0,29
2,322	50,6	0,09	2,786	76,4	0,22	2,743	126,1	0,29
2,468	49,7	0,09	2,935	76,4	0,22	2,888	125,6	0,30
2,626	49,2	0,09	3,077	76,4	0,22	3,037	125,0	0,30
2,774	48,9	0,10	3,231	76,1	0,22	3,181	124,7	0,31
2,924	48,9	0,10	3,375	75,8	0,23	3,335	124,4	0,31
3,061	48,6	0,10	3,531	75,0	0,23	3,479	124,4	0,32
3,202	48,3	0,10	3,675	74,7	0,23	3,622	123,3	0,33
3,341	48,1	0,11	3,823	74,7	0,24	3,774	122,2	0,33
3,498	47,8	0,11	3,963	74,4	0,24	3,922	121,1	0,34
3,648	47,5	0,11	4,108	74,2	0,24	4,068	120,8	0,34
3,802	47,5	0,11	4,261	73,3	0,25	4,213	120,6	0,35
3,947	46,9	0,11	4,411	73,1	0,25	4,359	120,0	0,36
4,081	46,9	0,11	4,555	72,2	0,25	4,508	120,6	0,36
4,227	46,7	0,12	4,700	72,5	0,25	4,653	119,7	0,36
4,371	46,4	0,12	4,845	72,2	0,25	4,797	119,2	0,37
4,523	46,1	0,12	4,997	72,2	0,26	4,945	119,7	0,37
4,684	45,8	0,13	5,145	71,1	0,26	5,091	120,0	0,38
4,829	45,6	0,13	5,289	71,1	0,26	5,245	120,3	0,38
4,971	45,8	0,13	5,444	70,6	0,26	5,390	119,7	0,39
5,117	45,6	0,14	5,584	69,7	0,27	5,587	119,2	0,39
			5,739	69,2	0,27	5,882	117,5	0,40
			5,880	69,2	0,27	6,177	116,4	0,41
						6,471	116,1	0,42
						6,763	115,0	0,43

**LABOTER S.r.l.**Via di Montalbano 65
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00657** Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 598 del 23/12/25

DATA DI EMISSIONE: 04/02/26

Inizio analisi: 23/01/26

Apertura campione: 23/01/26

Fine analisi: 26/01/26

COMMITTENTE: Dott. Geologo Paolo Giani

RIFERIMENTO: CTP5 - Viale Italia - Ponsacco (PI)

SONDAGGIO:

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.2-3.6

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1

Pressione (kPa)	103
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,996
Sezione (cm²):	36,00
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

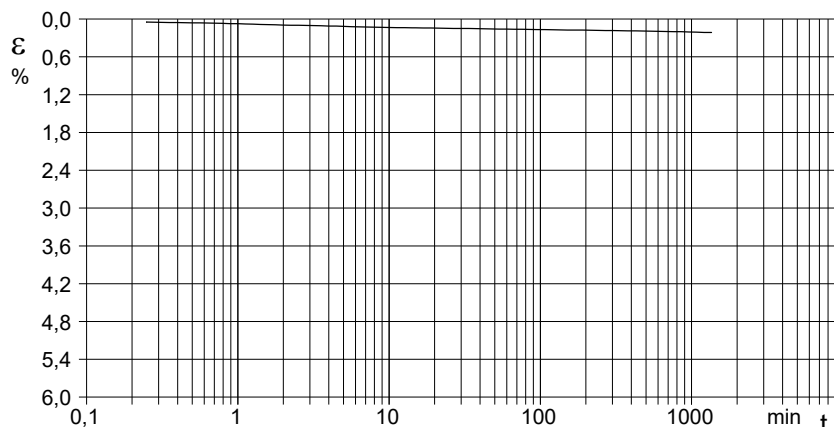


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2

Pressione (kPa)	191
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,942
Sezione (cm²):	36,00
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

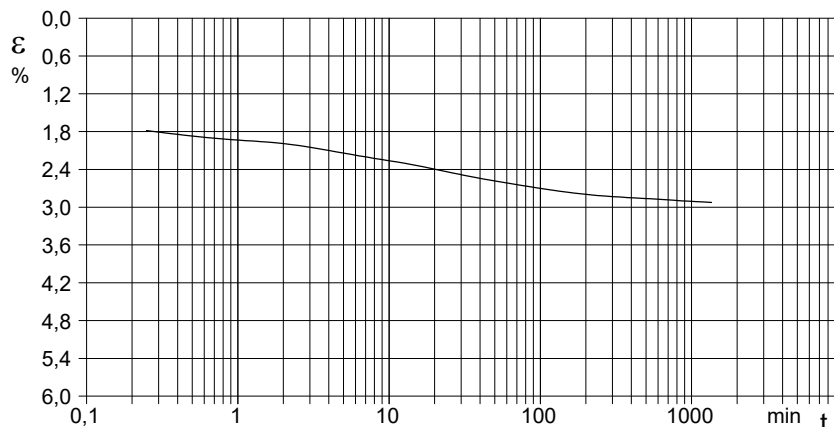
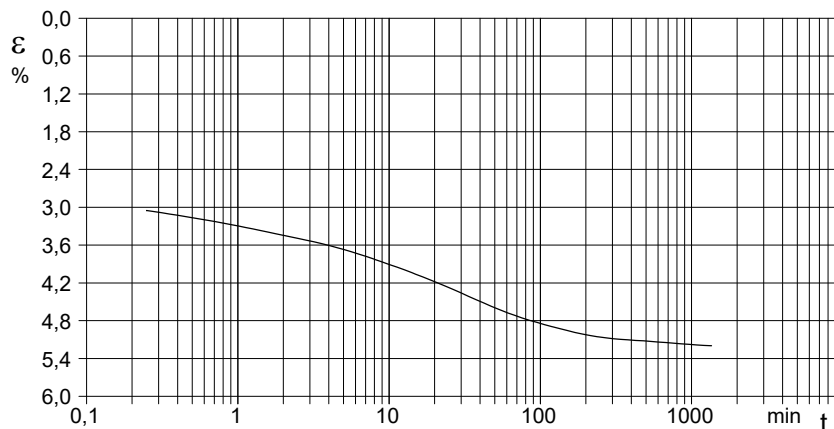


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3

Pressione (kPa)	312
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,896
Sezione (cm²):	36,00
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 50 x T₅₀

Vs = Df / tf



Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

COMMITTENTE: Dott. Geologo Paolo Giani				
RIFERIMENTO: CTP5 - Viale Italia - Ponsacco (PI)				
SONDAGGIO:		CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	3.2-3.6

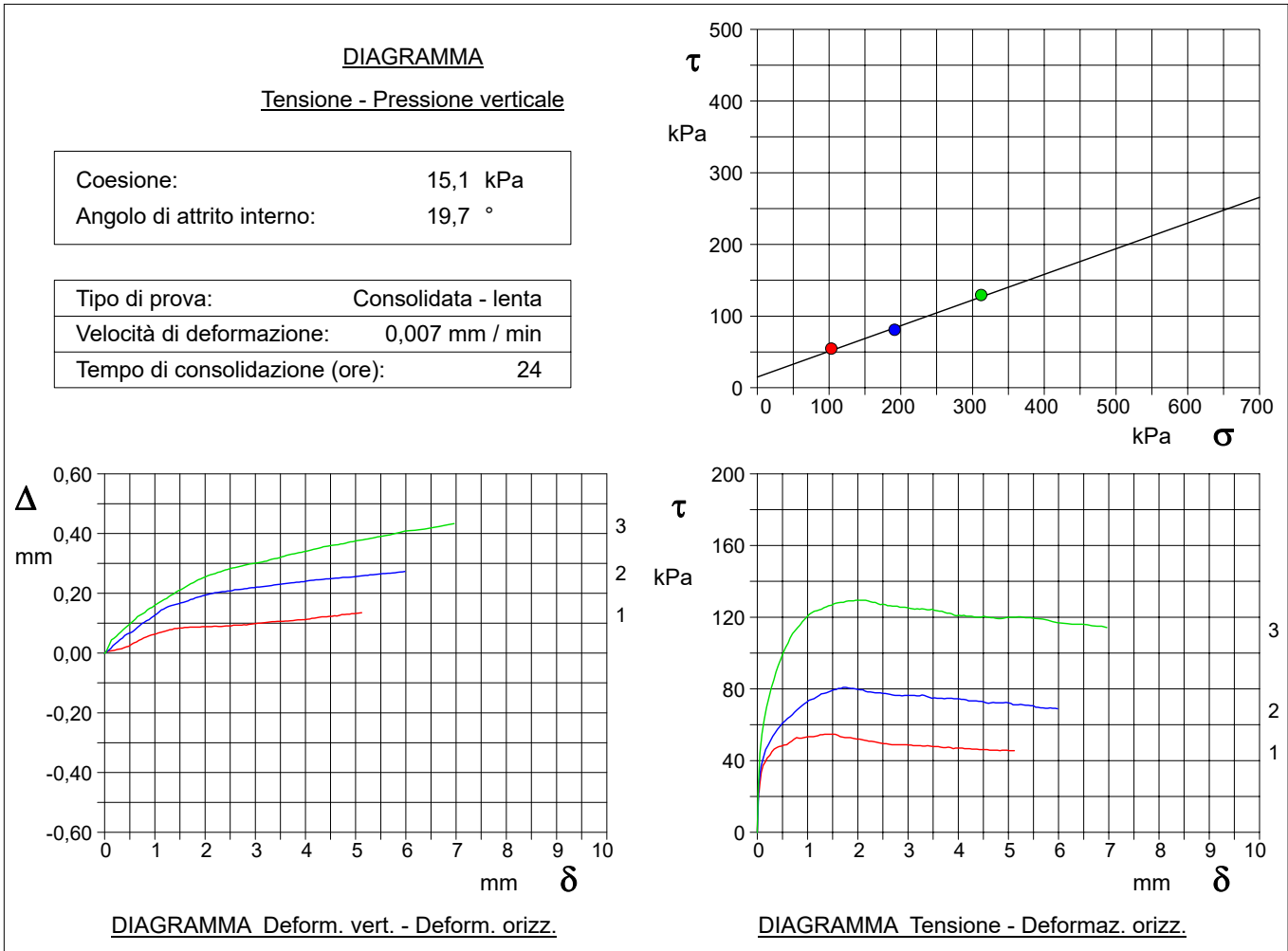
Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

SGEO - Laboratorio 8.1 - 2025

Il direttore del laboratorio
Dott. ~~Georgio~~ Paolo Tognelli

COMMITTENTE: Dott. Geologo Paolo Giani			
RIFERIMENTO: CTP5 - Viale Italia - Ponsacco (PI)			
SONDAGGIO:	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	3.2-3.6
PROVA DI TAGLIO DIRETTO			
Modalità di prova: Norma ASTM D 3080			

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	103	191	312
Tensione a rottura (kPa):	55	81	129
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	1,34	1,71	1,96
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,08	0,18	0,25
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 25,7	--- 26,2	--- 25,1
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19,7 24,8	19,7 24,8	19,7 24,7





COMMITTENTE:	Dott. Geologo Paolo Giani		
RIFERIMENTO:	CTP5 - Viale Italia - Ponsacco (PI)		
SONDAGGIO:	CAMPIONE:	C2	PROFONDITA': m 6.0-6.4

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	24,6	%
Peso di volume	19,7	kN/m³
Peso di volume secco	15,8	kN/m³
Peso di volume saturo	19,7	kN/m³
Peso specifico	26,4	kN/m³
Indice dei vuoti	0,671	
Porosità	40,2	%
Grado di saturazione	98,7	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		%
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
UNI 11531-1		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	%
Sabbia	%
Limo	%
Argilla	%
D 10	mm
D 50	mm
D 60	mm
D 90	mm
Passante set. 10	%
Passante set. 42	%
Passante set. 230	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa
c_u	kPa
σ_{Rim}	kPa
$c_{u\ Rim}$	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	12,3	kPa	
ϕ'	24,9	°	
c'_{Res}		kPa	
ϕ'_{Res}		°	

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm²/sec	k cm/sec

FOTOGRAFIA



OSSERVAZIONI

Tipo di campione: Cilindrico		Qualità del campione: Q 5
------------------------------	--	---------------------------

Posizione delle prove		cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
CF	TD					
		0				Argilla limosa con concrezioni MUNSELL SOIL COLOR: 2.5Y 5/4 Light olive brown Classificazione del terreno in base alla resistenza al pocket penetrometer e vane test < 24.5 kPa molto molle 24.5 - 49.1 kPa molle 49.1 - 98.1 kPa plastico 98.1 - 196.2 kPa consistente 196.2 - 392.4 kPa molto consistente >392,4 kPa duro
		10	100			
		20	50			
		30	100			
		40			42	



LABOTER S.r.l.
Via di Montalbano 65
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.it

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00658	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/02/26	Inizio analisi: 23/01/26
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 598 del 23/12/25		Apertura campione: 23/01/26	Fine analisi: 24/01/26

COMMITTENTE: Dott. Geologo Paolo Giani
RIFERIMENTO: CTP5 - Viale Italia - Ponsacco (PI)
SONDAGGIO: CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 6.0-6.4

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 24,6 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

**LABOTER S.r.l.**Via di Montalbano 65
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00659	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/02/26	Inizio analisi: 23/01/26
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 598 del 23/12/25		Apertura campione: 23/01/26	Fine analisi: 23/01/26

COMMITTENTE: Dott. Geologo Paolo Giani
RIFERIMENTO: CTP5 - Viale Italia - Ponsacco (PI)
SONDAGGIO: CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 6.0-6.4

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 part2-par.7

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 19,7 kN/m³

**LABOTER S.r.l.**Via di Montalbano 65
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00660** Pagina 1/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 598 del 23/12/25

DATA DI EMISSIONE: 04/02/26

Inizio analisi: 23/01/26

Apertura campione: 23/01/26

Fine analisi: 31/01/26

COMMITTENTE: Dott. Geologo Paolo Giani

RIFERIMENTO: CTP5 - Viale Italia - Ponsacco (PI)

SONDAGGIO:

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 6.0-6.4

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

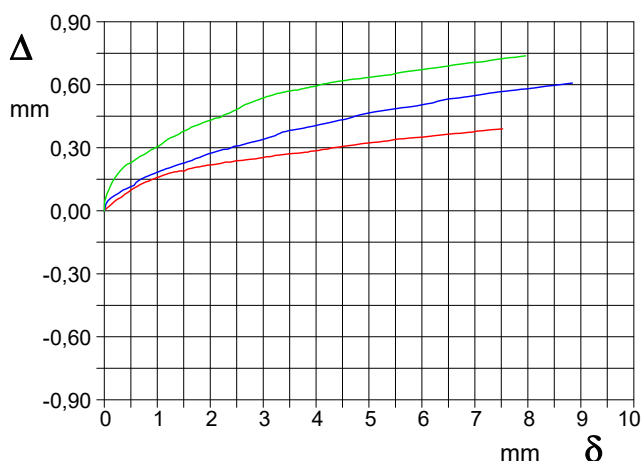
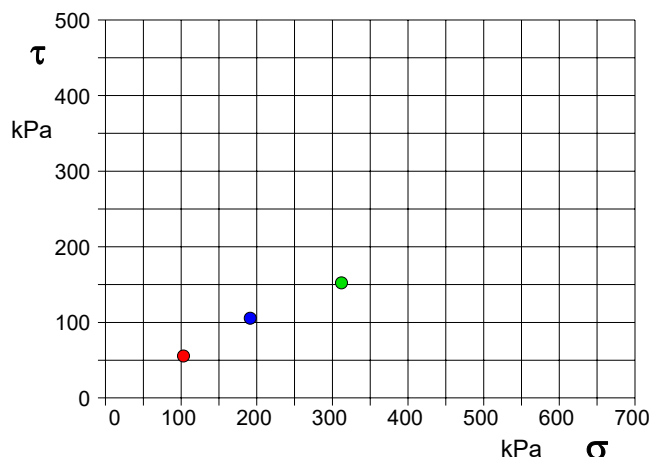
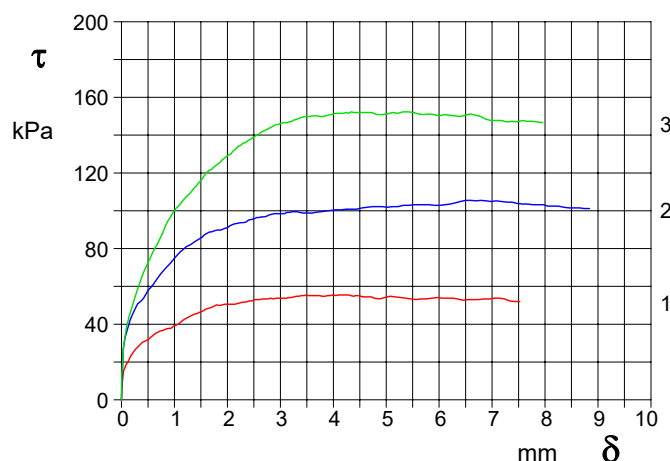
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	103	191	312
Tensione a rottura (kPa):	55	106	152
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	3,49	6,50	4,34
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,27	0,53	0,61
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 21,5	--- 25,1	--- 21,7
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	20,4 26,0	19,1 26,0	19,7 26,4

DIAGRAMMATensione - Pressione verticale

Tipo di prova: Consolidata - lenta

Velocità di deformazione: 0,007 mm / min

Tempo di consolidazione (ore): 24

DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

**LABOTER S.r.l.**Via di Montalbano 65
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00660	Pagina 2/4	DATA DI EMISSIONE: 04/02/26	Inizio analisi: 23/01/26
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 598 del 23/12/25		Apertura campione: 23/01/26	Fine analisi: 31/01/26

COMMITTENTE: Dott. Geologo Paolo Giani
RIFERIMENTO: CTP5 - Viale Italia - Ponsacco (PI)
SONDAGGIO: CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 6.0-6.4

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0,005	6,0	0,00	0,032	27,0	0,03	0,004	12,7	0,04
0,083	18,4	0,02	0,162	42,2	0,07	0,140	43,8	0,13
0,218	25,1	0,05	0,307	50,9	0,09	0,293	57,6	0,19
0,355	29,3	0,07	0,455	55,6	0,11	0,436	68,6	0,22
0,495	31,8	0,10	0,601	61,0	0,14	0,580	77,4	0,24
0,635	35,0	0,12	0,746	66,8	0,16	0,730	85,5	0,27
0,788	36,7	0,14	0,885	71,2	0,17	0,874	94,3	0,29
0,934	37,8	0,15	1,029	75,9	0,19	1,023	101,1	0,31
1,082	40,3	0,17	1,170	79,6	0,20	1,167	105,7	0,33
1,228	43,1	0,18	1,318	82,3	0,21	1,315	109,9	0,35
1,372	45,2	0,19	1,463	85,0	0,23	1,457	114,8	0,37
1,516	46,6	0,19	1,612	88,0	0,24	1,607	120,1	0,39
1,651	48,4	0,20	1,753	89,4	0,25	1,751	123,3	0,41
1,797	50,2	0,21	1,904	90,0	0,27	1,901	126,9	0,42
1,946	50,5	0,22	2,045	92,1	0,28	2,065	130,0	0,44
2,093	50,5	0,22	2,196	93,4	0,29	2,196	133,9	0,45
2,234	51,2	0,23	2,352	94,1	0,30	2,343	136,0	0,46
2,380	51,9	0,23	2,504	95,8	0,31	2,483	138,9	0,48
2,516	53,0	0,24	2,647	96,8	0,32	2,631	141,3	0,50
2,662	53,4	0,24	2,786	97,8	0,33	2,776	143,5	0,52
2,814	53,7	0,25	2,927	98,5	0,34	2,918	145,6	0,53
2,969	53,7	0,25	3,074	98,5	0,35	3,062	146,6	0,54
3,117	53,7	0,26	3,224	99,5	0,36	3,216	147,3	0,55
3,258	54,4	0,26	3,369	99,1	0,38	3,360	149,1	0,56
3,397	55,1	0,27	3,513	98,8	0,38	3,514	149,8	0,57
3,536	55,1	0,27	3,656	99,1	0,39	3,657	150,2	0,58
3,692	55,1	0,28	3,951	100,2	0,40	3,801	149,8	0,58
3,842	54,8	0,28	4,243	100,8	0,42	3,947	150,9	0,59
3,995	55,5	0,29	4,544	101,5	0,44	4,094	151,6	0,60
4,145	55,5	0,29	4,837	102,2	0,46	4,242	151,9	0,61
4,287	55,5	0,30	5,123	102,2	0,47	4,388	151,9	0,62
4,427	55,1	0,30	5,425	102,8	0,48	4,626	151,9	0,62
4,570	54,4	0,31	5,720	103,2	0,49	4,922	150,9	0,63
4,721	54,4	0,31	6,013	102,8	0,51	5,219	151,6	0,64
4,975	54,1	0,32	6,301	104,2	0,52	5,515	151,9	0,65
5,270	54,1	0,33	6,596	105,5	0,54	5,808	151,2	0,67
5,560	53,0	0,34	6,887	105,2	0,54	6,098	150,9	0,68
5,855	53,7	0,35	7,177	104,9	0,56	6,396	149,8	0,69
6,162	53,7	0,36	7,474	103,9	0,57	6,689	150,5	0,70
6,450	52,7	0,36	7,771	103,2	0,58	6,981	147,7	0,71
6,739	53,0	0,37	8,057	102,5	0,58	7,280	147,0	0,72
7,045	53,7	0,38	8,358	101,8	0,59	7,569	147,7	0,73
7,330	52,3	0,39	8,653	101,5	0,60	7,859	147,0	0,73

**LABOTER S.r.l.**Via di Montalbano 65
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00660** Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 598 del 23/12/25

DATA DI EMISSIONE: 04/02/26

Inizio analisi: 23/01/26

Apertura campione: 23/01/26

Fine analisi: 31/01/26

COMMITTENTE: Dott. Geologo Paolo Giani

RIFERIMENTO: CTP5 - Viale Italia - Ponsacco (PI)

SONDAGGIO:

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 6.0-6.4

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1

Pressione (kPa)	103
Altezza iniziale (cm)	2,400
Altezza finale (cm)	2,286
Sezione (cm²):	28,27
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

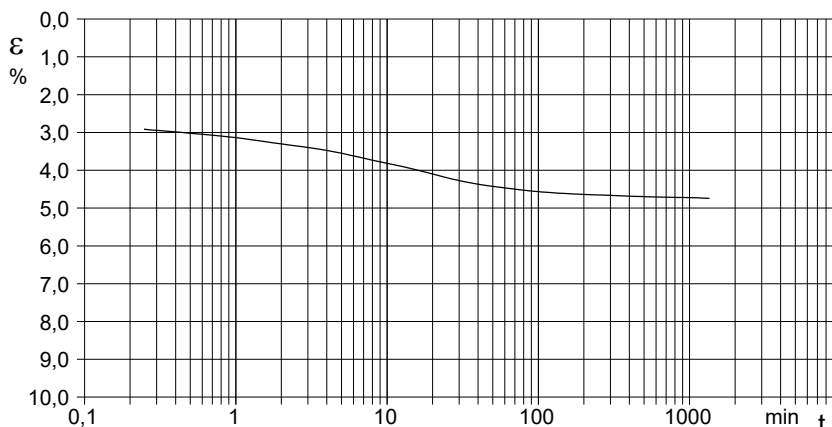


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2

Pressione (kPa)	191
Altezza iniziale (cm)	2,400
Altezza finale (cm)	2,204
Sezione (cm²):	28,27
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

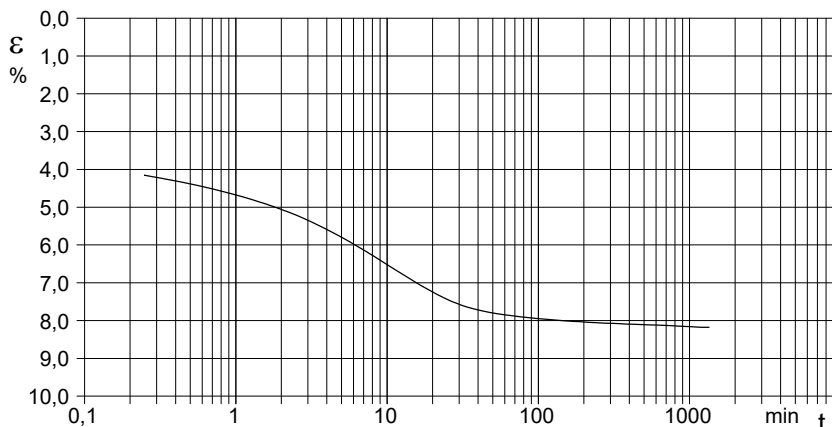
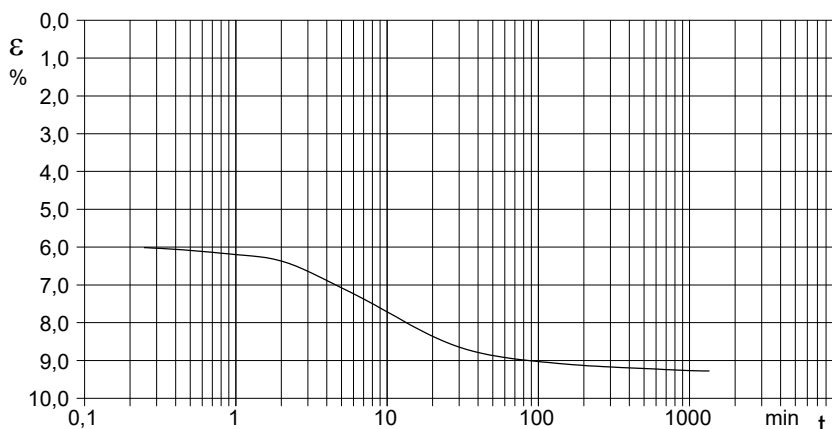


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3

Pressione (kPa)	312
Altezza iniziale (cm)	2,400
Altezza finale (cm)	2,177
Sezione (cm²):	28,27
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 50 x T₅₀

Vs = Df / tf



Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

COMMITTENTE: Dott. Geologo Paolo Giani				
RIFERIMENTO: CTP5 - Viale Italia - Ponsacco (PI)				
SONDAGGIO:	CAMPIONE:	C2	PROFONDITA': m	6.0-6.4

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

SGEO - Laboratorio 8.1 - 2025

Il direttore del laboratorio
Dott. ~~Georgio~~ Paolo Tognelli

COMMITTENTE: Dott. Geologo Paolo Giani			
RIFERIMENTO: CTP5 - Viale Italia - Ponsacco (PI)			
SONDAGGIO:	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m	6.0-6.4
PROVA DI TAGLIO DIRETTO			
Modalità di prova: Norma ASTM D 3080			

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	103	191	312
Tensione a rottura (kPa):	55	106	152
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	3,49	6,50	4,34
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,27	0,53	0,61
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 21,5	--- 25,1	--- 21,7
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	20,4 26,0	19,1 26,0	19,7 26,4

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione: 12,3 kPa
Angolo di attrito interno: 24,9 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
Velocità di deformazione: 0,007 mm / min
Tempo di consolidazione (ore): 24

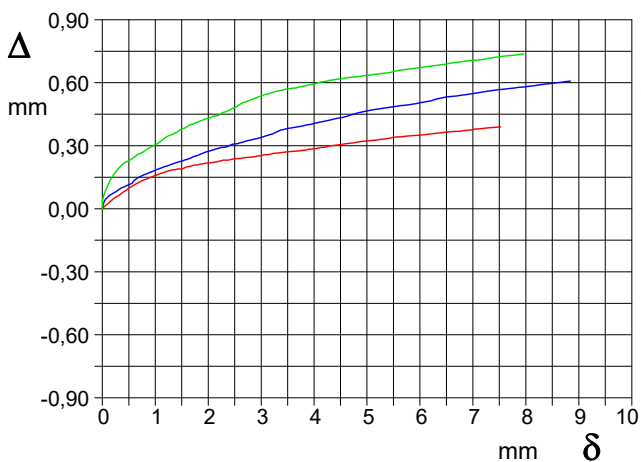
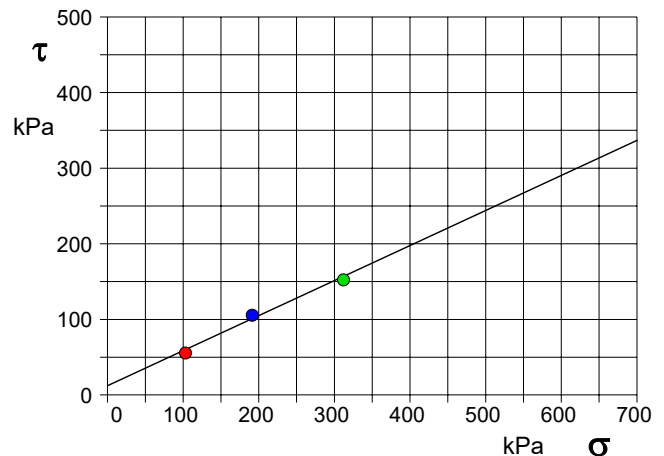


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

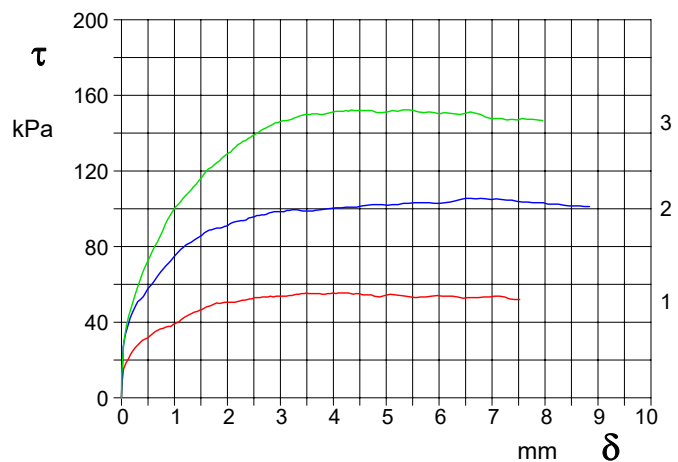


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

COMMITTENTE: Dott. Geologo Paolo Giani				
RIFERIMENTO: CTP5 - Viale Italia - Ponsacco (PI)				
SONDAGGIO:	CAMPIONE:	C3	PROFONDITA': m	14.0-14.5

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	20,1	%
Peso di volume		kN/m ³
Peso di volume secco		kN/m ³
Peso di volume saturo		kN/m ³
Peso specifico	26,4	kN/m ³
Indice dei vuoti		
Porosità		%
Grado di saturazione		%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
UNI 11531-1		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	1,7	%
Sabbia	38,4	%
Limo	43,9	%
Argilla	16,0	%
D 10	0,000615	mm
D 50	0,036970	mm
D 60	0,060332	mm
D 90	0,240779	mm
Passante set. 10	98,3	%
Passante set. 42	95,3	%
Passante set. 230	60,9	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa
c_u	kPa
σ_{Rim}	kPa
$c_{u \text{ Rim}}$	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta	
c'	kPa
ϕ'	°
c'_{Res}	kPa
ϕ'_{Res}	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C _d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	C' _{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	C _{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	C _u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec

FOTOGRAFIA



OSSERVAZIONI

Tipo di campione: Massivo Qualità del campione: Q 4

Posizione delle prove		cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
CF	GR	0				Limo con sabbia argilloso MUNSELL SOIL COLOR: 2.5Y 6/6 Olive yellow
		5				
		10				
		15				
		20			20	



LABOTER S.r.l.
Via di Montalbano 65
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.it

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00661	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/02/26	Inizio analisi: 23/01/26
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 598 del 23/12/25		Apertura campione: 23/01/26	Fine analisi: 24/01/26

COMMITTENTE: Dott. Geologo Paolo Giani
RIFERIMENTO: CTP5 - Viale Italia - Ponsacco (PI)
SONDAGGIO: CAMPIONE: C3 PROFONDITA': m 14.0-14.5

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 20,1 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



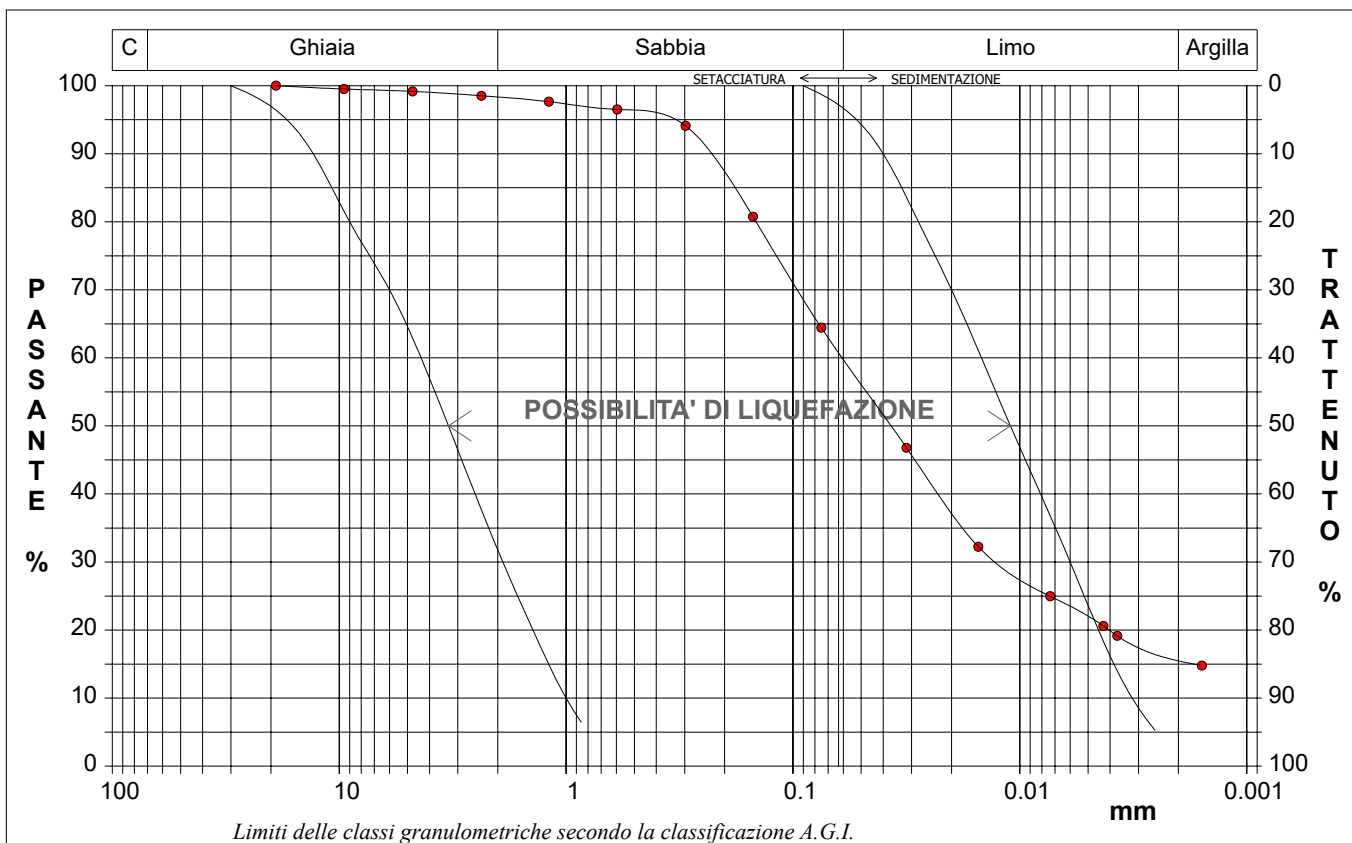
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00662	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/02/26	Inizio analisi: 26/01/26
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 598 del 23/12/25		Apertura campione: 23/01/26	Fine analisi: 29/01/26

COMMITTENTE: Dott. Geologo Paolo Giani
RIFERIMENTO: CTP5 - Viale Italia - Ponsacco (PI)
SONDAGGIO: CAMPIONE: C3 PROFONDITA': m 14.0-14.5

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 6913

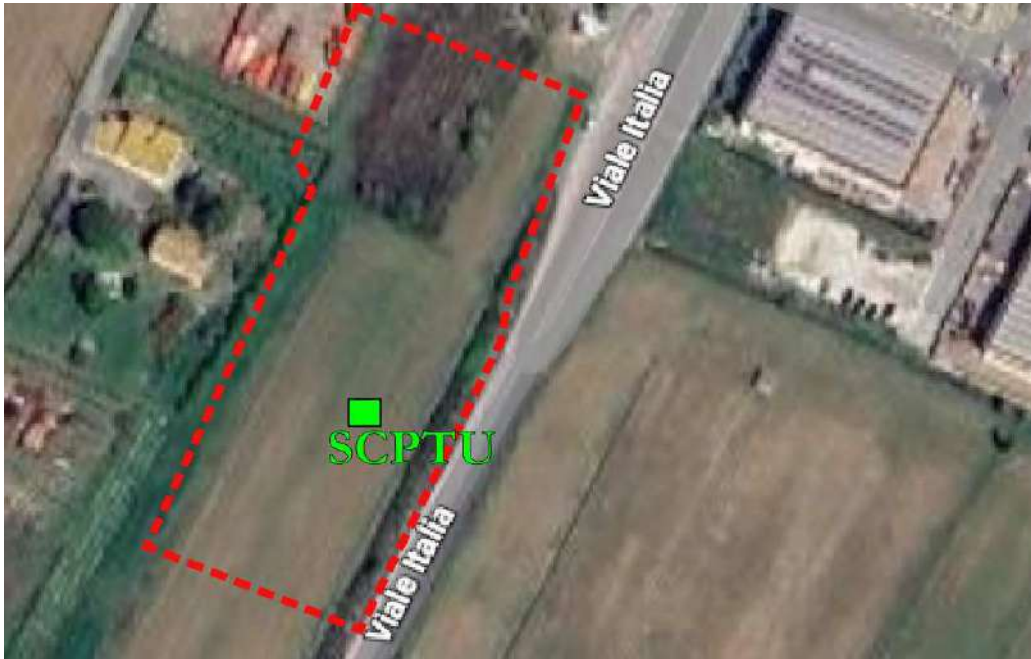
Ghiaia	1,7 %	Passante setaccio 2 mm	98,3 %	D10	0,00062 mm
Sabbia	38,4 %	Passante setaccio 0.5 mm	95,9 %	D30	0,01217 mm
Limo	43,9 %	Passante setaccio 0.063 mm	60,9 %	D50	0,03697 mm
Argilla	16,0 %			D60	0,06033 mm
				D90	0,24078 mm
Coefficiente di uniformità		98,08	Coefficiente di curvatura		3,99



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
19,0000	100,00	0,5950	96,50	0,0152	32,25				
9,5200	99,52	0,2970	94,10	0,0074	24,97				
4,7500	99,16	0,1500	80,75	0,0043	20,61				
2,3600	98,51	0,0750	64,44	0,0037	19,15			Setacci	8
1,1900	97,65	0,0316	46,80	0,0016	14,78			Punti sediment.	6

COMUNE DI PONSACCO (PI)

RISULTATI DI UNA PROSPEZIONE GEOFISICA IN FORO CON PUNTA SISMICA IN VIALE ITALIA-COMPARTO CTP 5



MARZO 2026

Committente: SNEP S.p.a.

INDICE

1 PREMESSE.....	3
2 GENERALITÀ SULLE PROSPEZIONI SISMICHE CON CONO SISMICO.....	3
4 STRUMENTAZIONE E METODOLOGIE IMPIEGATE.....	4
5 ANALISI DEI SEGNALI SISMICI.....	6

Allegati:

- Tabella tempi primi arrivi, profondità, profilo sismo stratigrafico di velocità Vs

COMUNE DI PONSACCO (PI)

RISULTATI DI UNA PROSPEZIONE GEOFISICA IN FORO CON PUNTA SISMICA IN VIALE ITALIA-COMPARTO CTP 5



1 PREMESSE

La presente relazione descrive i risultati della prospezione sismica con cono sismico eseguita nel Comune di Ponsacco, entro il comparto CTP 5 sito in Viale Italia.

L'indagine è stata eseguita con l'obiettivo di individuare le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi presenti (velocità delle onde Sh) e ricostruire quindi il profilo di velocità Vs dei terreni attraversati durante l'infissione del cono sismico.

2 GENERALITÀ SULLE PROSPEZIONI SISMICHE CON CONO SISMICO

Lo scopo di tali prove è quello di determinare direttamente la velocità di propagazione, all'interno del mezzo in esame, delle onde di taglio (onde S).

La prova consiste nella misurazione dei tempi di arrivo di impulsi sismici di taglio (SH) generati in superficie ad un ricevitore posto all'interno di una punta sismica montata su una batteria di aste applicate ad un penetrometro. Quindi permette la misura diretta delle velocità di propagazione VsH delle onde di taglio (onde SH) fra due profondità successive a cui si trova la punta all'interno del suolo da investigare.

Il metodo prevede l'infissione nel terreno mediante penetrometro statico di una batteria di aste dotate di piezocono sismico al cui interno si trovano due accelerometri disposti ortogonalmente tra loro (direzioni sx e sy) e rispetto all'asse di penetrazione. Ad intervalli di un metro viene arrestata la penetrazione, energizzata la sorgente sismica in superficie ed eseguita la registrazione delle onde d'arrivo alla punta. Terminata la registrazione si procede con l'infissione fino al succes-

sivo metro di profondità, e la procedura viene ripetuta. Quindi con intervalli di 1 m viene ricostruita la sismostratigrafia del sottosuolo. In fig.1 è schematizzato il metodo sopra descritto.

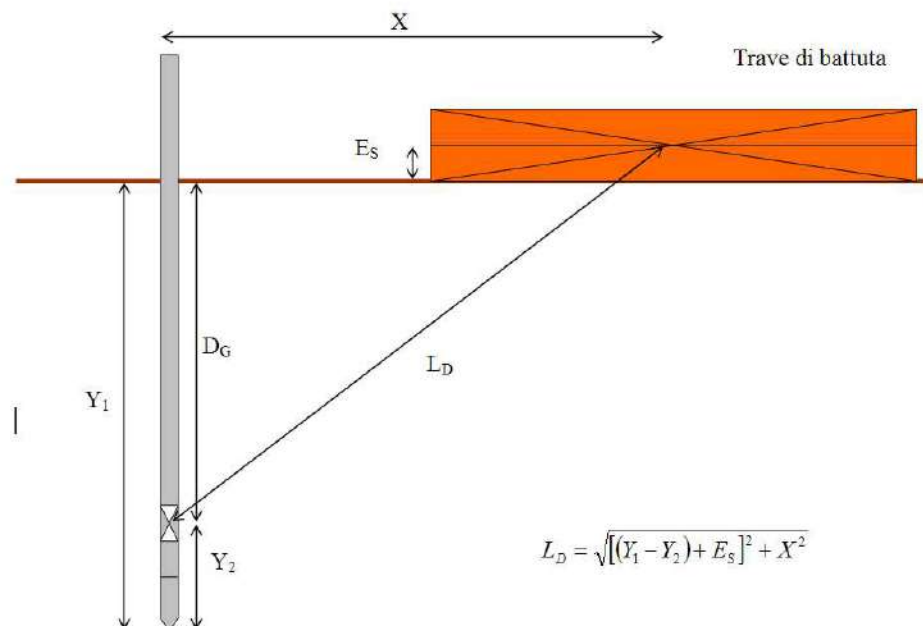


Fig.1 - schema di acquisizione con cono sismico

La sorgente sismica per le onde Vs è costituita da una massa battente (mazzetta dal peso di 7kg) che colpisce trasversalmente una trave posta ortogonalmente all'asse di penetrazione della punta, ad una distanza di 1,0m. Il sistema di starter è costituito da un geofono posizionato in adiacenza della trave di battuta e collegato al sistema d'acquisizione.

4 STRUMENTAZIONE E METODOLOGIE IMPIEGATE

Per l'indagine in oggetto si è impiegata un'attrezzatura Tecnopenta collegata ad un PC.

Il sistema si compone dei seguenti elementi:

- G1-CPLS D [Piezocono digitale]
- D1 SISMI USB2.0 [interfaccia di comunicazione bluetooth fra cono e PC]
- G1-EST CPL Blue [misura della profondità con pulsante di avviamento acquisizione]
- Cavo di collegamento piezocono D1-CPL Blue

Nella tabella 1 si riportano le specifiche tecniche del sistema TECNOPENA utilizzato.

Specifications G1-CPLS D		
Cone tip resistance (Qc)		
Sensor	8 strain gauges 350Ω complete bridge	
Background scale	50 MPa	
Sleeve friction (Fs)		
Sensors	8 strain gauges 350Ω complete bridge	
Background scale	500 kPa	
Neutral pressure (U)		
Sensor	Piezoresistive pressure transducer	Scale: 30 bar
Filter	Porous bronze, porosity 50 micrometres; 6 mm height	
Inclination (I)		
Sensor	Inertial MEMS accelerometer 3 axis	
Background scale	±15 degrees	
Temperature		
Sensor	Monolithic with inserted conditioner	
Measurement limits	−50°C to +150 °C	
G1-EST CPL Blue displacement transducer		
Sensor	Potentiometer, 10 rotations of 10 kΩ, range 150 cm (standard)	
Accelerometers		
Sensor	Inertial MEMS 3D accelerometer	+/-2g
Frequency	0 -300Hz (low pass filter at 300 Hz)	
Operating temperature	−40°C to +90°C	
D1-CPL Blue		
Dimensions	polyester 220 x 120 x 90 mm	
Digital output	Via Blue tooth	
Power supply (internal battery)	12 V _{DC}	
Autonomous operation	40hours at 50% of a battery's nominal capacity	
Cable		
Sheating	Polyurethane, RAL 1021 yellow	
Conductors	10 x 0.35 mm ²	
SW-SISMICA		
Amplification and filtering	Software adjustable amplification from 1 to 1000	
	Digital filters: Low/High/Band Pass, Notch; stacking	
Acquisition	By threshold passing <i>or</i> by trigger,	
Data files	CSV, txt	
D1-SISMI 2.0 USB		
Number of input channels	8 analogue to digital, m16 bit;	
Sampling rate (total)	400kHz	
Sampling rate per channel (seismic test)	100kHz	

Tab.1- specifiche sistema cono sismico tecnopenta.

Le energizzazioni sono state eseguite a 0,8 m dall'asse di penetrazione, con rilievo delle onde sismiche Sh, ad intervalli di 1,0m. Il canale 1 del sismografo è stato utilizzato per il trigger, mentre i canali 2 e 3 sono stati utilizzati per l'acquisizione delle onde Vs con tempo di acquisizione 200 msec.

L'acquisizione è iniziata da - 1 m da p.c., fino alla quota di -31 m da p.c.

5 ANALISI DEI SEGNALI SISMICI

I segnali sono stati ottenuti o da singole energizzazioni o mediante stacking (somma di più energizzazioni) e non hanno subito filtraggi in post-acquisizione vale a dire durante l'elaborazione ed analisi successiva alla registrazione di campagna. Per ogni profondità a cui è stata eseguita l'acquisizione sismica si riportano in allegato i segnali registrati dagli accelerometri X o Y.

E' stato calcolato il delay time (ritardo di arrivo dell'onda tra i due accelerometri posti a profondità successiva di 1 metro con metodo di "picking manuale" e calcolata la velocità V_s per ciascun metro di avanzamento. La tabella allegato 2 riporta i tempi di arrivo, il DT e le velocità V_s di ogni strato .

Si osserva che la stratigrafia sismica può non corrispondere esattamente con quella geologica e geotecnica, dato che essa considera maggiormente le caratteristiche elastiche e di addensamento dei terreni piuttosto che la stratigrafia caratteristica.

Il valore di V_{s30} così calcolato è pari a 225,1 m/s

Fermo restando che la scelta della corretta categoria di sottosuolo spetta al Progettista, sulla base delle sue conoscenze e valutazioni geologiche del sito oltre ai risultati della presente indagine sismica, si osserva che a partire da quota zero di p.c. data la profondità del substrato > 30 m, il valore di $V_{s,eq}$ ottenuto corrisponde a $V_{s,30}$ rientrando nel caso specifico tra quelli compresi nella **categoria di sottosuolo C** secondo la tabella 3.2.II del DM 17 gennaio 2018 (aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni), corrispondente a *“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”*.

San Miniato 12/03/2026

Geol. Giuseppe Lotti

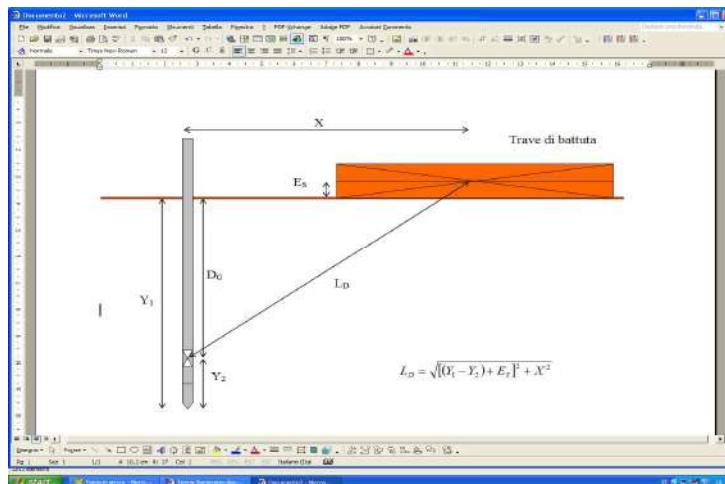
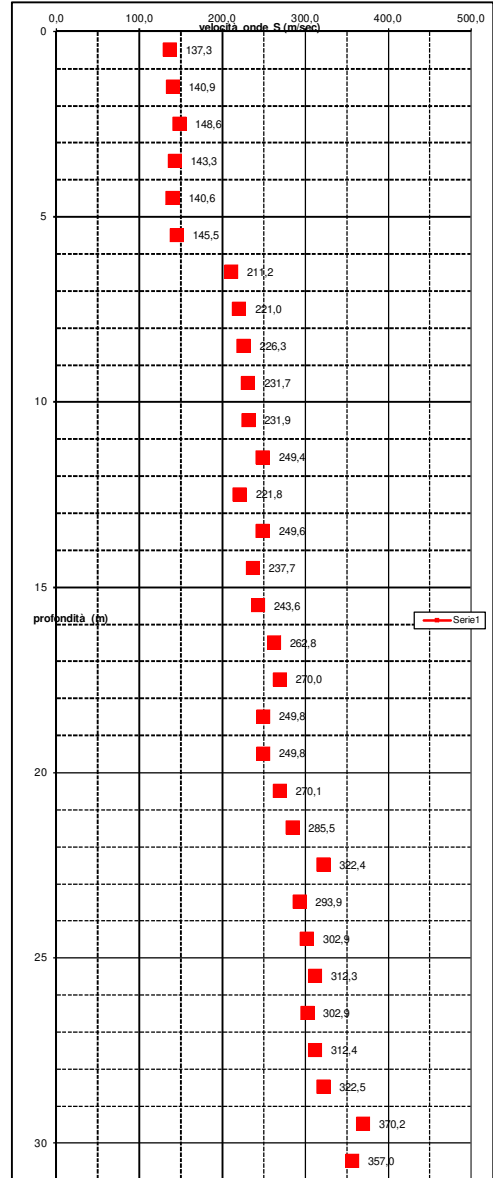
PROVA SISMICA IN FORO CON SISMOCONO TECNOPENTA

Operatore: geol. Paolo Giani - geol. Giuseppe Lotti
Data 05/03/2026
Distanza centro sorgente-verticale X: 0,8 m

Cantiere: Viale Italia - CTP5
Comune di Ponsacco
Committente: SNEP Spa

Vseq= 225,1 m/sec Categoria suolo di fondazione = C

Profondità punta elettrica (m)	Profondità corretta geofono D _G (m)	Distanza corretta L _D (m)	Tempo di arrivo dell'onda (millisecondi)	Differenza dell'intervallo di arrivo DT (millisecondi)	Velocità onde S dello strato (m/sec)
0	0	0,80000	0		
0,5				3,5	137,3
1	1	1,28062	3,5		0,007282
1,5				6,2	140,9
2	2	2,15407	9,7		0,007098
2,5				6,4	148,6
3	3	3,10483	16,1		0,006731
3,5				6,8	143,3
4	4	4,07922	22,9		0,006979
4,5				7	140,6
5	5	5,06360	29,9		0,007111
5,5				6,8	145,5
6	6	6,05310	36,7		0,006872
6,5				4,7	211,2
7	7	7,04557	41,4		0,004736
7,5				4,5	221,0
8	8	8,03990	45,9		0,004526
8,5				4,4	226,3
9	9	9,03549	50,3		0,00442
9,5				4,3	231,7
10	10	10,03195	54,6		0,004315
10,5				4,3	231,9
11	11	11,02905	58,9		0,004312
11,5				4	249,4
12	12	12,02664	62,9		0,00401
12,5				4,5	221,8
13	13	13,02459	67,4		0,004509
13,5				4	249,6
14	14	14,02284	71,4		0,004007
14,5				4,2	237,7
15	15	15,02132	75,6		0,004206
15,5				4,1	243,6
16	16	16,01999	79,7		0,004105
16,5				3,8	262,8
17	17	17,01881	83,5		0,003804
17,5				3,7	270,0
18	18	18,01777	87,2		0,003704
18,5				4	249,8
19	19	19,01683	91,2		0,004004
19,5				4	249,8
20	20	20,01599	95,6		0,004003
20,5				3,7	270,1
21	21	21,01523	99,3		0,003703
21,5				3,5	285,5
22	22	22,01454	102,8		0,003502
22,5				3,1	322,4
23	23	23,01391	105,9		0,003102
23,5				3,4	293,9
24	24	24,01333	109,3		0,003402
24,5				3,3	302,9
25	25	25,01280	112,6		0,003302
25,5				3,2	312,3
26	26	26,01230	115,8		0,003202
26,5				3,3	302,9
27	27	27,01185	119,1		0,003302
27,5				3,2	312,4
28	28	28,01143	122,3		0,003201
28,5				3,1	322,5
29	29	29,01103	122,1		0,003101
29,5				2,7	370,2
30	30	30,01066	124,8		0,002701
30,5				2,8	357,0
31	31	31,01032	127,6		0,002801



COMUNE DI PONSACCO

RISULTATI DI UNA PROSPEZIONE GEOFISICA M.A.S.W.

ESEGUITA ENTRO IL COMPARTO CTP 5



~~~~~

**MARZO 2026**

**COMMITTENTE: SNEP SPA**

**INDICE**

|                                                        |   |
|--------------------------------------------------------|---|
| 1 PREMESSE .....                                       | 3 |
| 2 GENERALITÀ SULLE ONDE SUPERFICIALI DI RAYLEIGH ..... | 3 |
| 3 IL METODO M.A.S.W .....                              | 5 |
| 4 STRUMENTAZIONE E METODOLOGIE IMPIEGATE .....         | 6 |
| 5 INTERPRETAZIONE DEI DATI .....                       | 7 |

***ALLEGATI:***

- *Grafici “common-shot gather”, spettro di velocità, e profilo verticale onde S*
- *Report di calcolo*

**RISULTATI DI UNA PROSPEZIONE GEOFISICA M.A.S.W.  
ESEGUITA ENTRO IL COMPARTO CTP 5  
VIALE ITALIA**



### **1 PREMESSA**

La presente relazione descrive i risultati della prospezione sismica M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves ovvero Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh) eseguita in loc. Ponsacco entro il comparto CTP 5 adiacente a Viale Italia .

L'indagine M.A.S.W. è stata condotta con l'obiettivo di determinare il parametro VSeq, necessario al fine della classificazione dei suoli, per la definizione dell'azione sismica di progetto, volendo procedere secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018).

### **2 GENERALITÀ SULLE ONDE SUPERFICIALI DI RAYLEIGH**

Le onde di Rayleigh sono polarizzate in un piano verticale (Fig. 1) e si generano in corrispondenza della superficie libera del mezzo quando viene sollecitato acusticamente. In questo tipo di onde le particelle descrivono un movimento di tipo ellittico la cui ampiezza decresce esponenzialmente con la distanza dalla superficie libera.

L'asse maggiore delle ellissi è normale alla superficie libera del mezzo ed alla direzione di propagazione delle onde e le particelle compiono questo movimento ellittico in senso retrogrado alla direzione di propagazione delle onde che vengono così generate.

Le onde superficiali di Rayleigh, quando si propagano in un mezzo omogeneo, non presentano dispersione e la loro velocità è uguale a  $0.92 V_s$ .

In un mezzo disomogeneo, quale la Terra, la loro velocità varia in funzione della lunghezza d'onda tra i limiti 0 e  $0.92 V_s$ .

La teoria della propagazione delle onde superficiali è ben conosciuta ed è descritta dettagliatamente da Ewing et al. (1957).

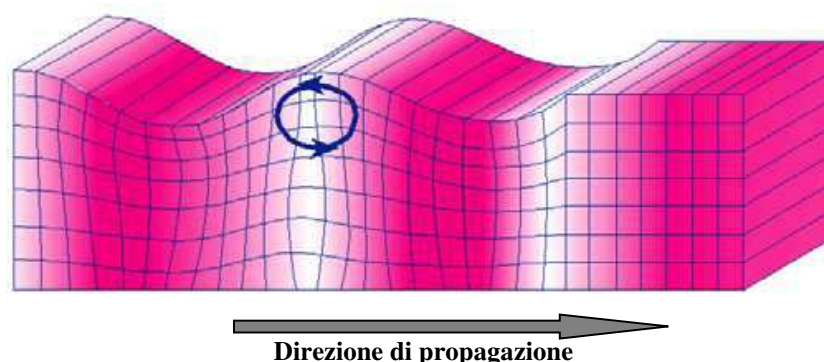


**Fig. 1 - Rappresentazione grafica della propagazione delle onde superficiali di Rayleigh caratterizzata dall'oscillazione polarizzata in un piano verticale e con movimento delle particelle retrogrado rispetto al senso di propagazione dell'onda.**

La determinazione della velocità delle onde di taglio  $V_S$  tramite le misure delle onde superficiali di Rayleigh risulta particolarmente indicata per suoli altamente attenuanti e ambienti rumorosi poiché la percentuale di energia convertita in onde di Rayleigh è di gran lunga predominante (67%) rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde  $P$  (7%) ed  $S$  (26%).

I metodi basati sull'analisi delle onde superficiali di Rayleigh forniscono una buona risoluzione e non sono limitati, a differenza del metodo a rifrazione, dalla presenza di inversioni di velocità in profondità. Inoltre la propagazione delle onde di Rayleigh, anche se influenzata dalla  $V_p$  e dalla densità, è funzione innanzitutto della  $V_s$ , parametro di fondamentale importanza per la caratterizzazione geotecnica di un sito secondo quanto previsto dal DM 17/01/2018, mentre la velocità delle onde  $P$  misurata in terreni saturi dipende in maniera sostanziale dalle vibrazioni trasmesse dal fluido interstiziale e non dallo scheletro solido del materiale, la velocità delle onde  $S$  è caratteristica delle vibrazioni trasmesse dal solo scheletro solido e, pertanto, a differenza delle onde  $P$ , risulta rappresentativa delle reali proprietà meccaniche del terreno.

La proprietà fondamentale delle onde superficiali di Rayleigh, sulla quale si basa l'analisi per la determinazione delle  $V_s$ , è costituita dal fenomeno della dispersione che si manifesta in mezzi stratificati. In caso di variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale si propaga a una diversa velocità (velocità di fase) che a sua volta corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda. (Fig. 2)

Pertanto, analizzando la curva di dispersione, ossia la variazione della velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda (o della frequenza, che è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda), è possibile determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità tramite processo di inversione.

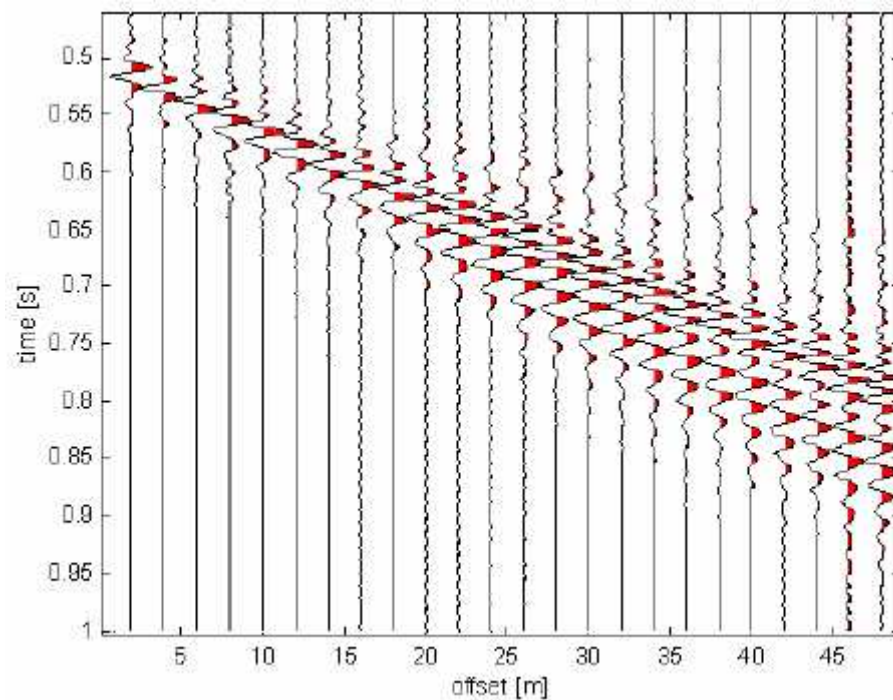


Fig. 2 – Segnali sismici che evidenziano (in rosso) le onde superficiali di Rayleigh in un mezzo stratificato. Risulta evidente il fenomeno della dispersione delle onde superficiali di Rayleigh in un mezzo stratificato.

### **3. IL METODO M.A.S.W.**

L'analisi multicanale delle onde superficiali di Rayleigh MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una efficiente ed accreditata metodologia sismica per la determinazione delle velocità delle onde di taglio  $V_S$ .

Tale metodo utilizza le onde superficiali di Rayleigh registrate da una serie di geofoni lungo uno stendimento rettilineo e collegati ad un sismografo multicanale. Le onde superficiali di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni e vengono successivamente analizzate attraverso tecniche computazionali, basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede 3 fasi fondamentali:

- acquisizioni multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale lungo uno stendimento rettilineo di sorgente-geofoni;
- estrazione del modo fondamentale dalla curva di dispersione (grafico velocità di fase rispetto alla frequenza) delle onde superficiali di Rayleigh;

- inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali 1D delle  $V/S$ .

Per ottenere un profilo  $V_s$  vengono generate onde sismiche usando una sorgente impattante come un martello su una piastra vengono generate sia onde di volume ( $P$  e  $S$ ), sia onde di superficie (Rayleigh e Love), che si propagano in tutte le direzioni.

Alcune di queste onde vengono riflesse e disperse quando incontrano oggetti superficiali o poco profondi (ad esempio, fondazioni di edifici, ecc.) e diventano rumore.

Inoltre, vengono quasi sempre rilevate vibrazioni da rumore ambientale proveniente dal traffico veicolare, dall'attività industriale e, in generale, dall'attività umana.

Il vantaggio principale dell'approccio multicanale della tecnica MASW sta nella possibilità di distinguere tutte queste onde dovute al rumore e di isolarle dalle onde superficiali di Rayleigh evidenziando solo il modo fondamentale di oscillazione dei terreni.

L'isolamento del modo fondamentale di oscillazione si basa su molteplici caratteristiche sismiche dei segnali. Le proprietà della dispersione di tutti i tipi di onde (di volume e superficiali) sono visualizzate attraverso un metodo di trasformazione (basato sull'analisi spettrale dei segnali sismici) del campo d'onda che converte direttamente i segnali sismici acquisiti in una immagine dove un modello di dispersione è riconosciuto nella distribuzione dell'energia trasformata in oscillazioni. Successivamente, il modo fondamentale (proprietà fondamentale della dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh) viene estratto da un modello specifico.

#### **4. STRUMENTAZIONE E METODOLOGIE IMPIEGATE**

Per l'indagine in oggetto si è impiegata un'attrezzatura AMBROGEO "ECHO12-24/2002 Sismic Unit", avente le seguenti caratteristiche:

- . numero di canali: 12
- . sampler interval: 0,296 msec
- . A/D conversion: 16 bit
- . input impedance: 1KOhm
- . Gain: 10 dB – 100 dB (step 1 dB)
- . saturation tension: +/- 2,3 V
- . saturation level: 100 dB
- . distortion: 0,01%
- . sampler:  
25 msec (191 punti)

50 msec (383 punti)  
100 msec (756 punti)  
200 msec (1530 punti)  
400 msec (3060 punti)  
800 msec (6121 punti)  
1000 msec

- . sampling: 130 microsec
- . filter low pass: 50/950 Hz, step 1 Hz
- . digital filter low pass: 1000-50
- . digital filter high pass: 0-250
- . frequency response: 7-950 Hz, filter at 950 Hz
- . dynamic range: 93 dB
- . noise: 0,66 uV RMS, gain = 55 dB
- . crosstalk: 52 dB, gain = 55 dB
- . power: 12 V.

Il software di acquisizione dati è "ECHO 12-24" vers. 7.00.

L'attrezzatura è completata da 2 cavi sismici a 12 takes out spazati a 5 m, con connettori cannon, montati su rullo, geofoni "Geospace" a 4,5 Hz, mazza di battuta da 8 Kg con interruttore starter, cavo trigger da 200 m montato su rullo.

Lo stendimento impiegato per il profilo MASW in oggetto ha le seguenti caratteristiche:

- n. geofoni: 24
- spaziatura fra i geofoni: 2m
- n. shots: sono state effettuate 5 rilevazioni, impiegando la massa battente, a distanze di 2 m, 3,0 m, 4 m, 8,0m e 10,0m dalla linea geofonica.
- tempo di acquisizione : 1.000 msec.

Il profilo è da considerare orizzontale, in quanto i dislivelli massimi lungo lo stendimento sono modesti (nell'ordine del centimetro).

## **5 INTERPRETAZIONE DEI DATI**

Per l'interpretazione dei dati è stato impiegato il software winMASW versione 6.0 professional, il quale consente la determinazione di profili verticali della velocità delle onde di taglio Vs. tramite il processo d'inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh acquisite con la tecnica masw.

Tale programma è in grado di operare sui records in formato SGY prodotti dalla strumentazione Ambrogeo.

Il processo si articola in due fasi:

- 1) determinazione dello spettro di velocità dove è possibile identificare la curva di dispersione, mediante il picking riconoscendo il solo modo fondamentale o anche i modi superiori.
- 2) Inversione della curva di dispersione mediante algoritmi genetici.

Per il processo d'inversione si procede definendo un intervallo di ricerca sia per quanto riguarda le velocità che per gli spessori, all'interno del quale il software valuta tutte le possibili soluzioni fornendo quella più rispondente al picking eseguito.

Risulta evidente che la rispondenza tra modello reale del sito e quello ottenuto dal processo d'inversione risente fortemente degli intervalli impostati all'interno dei quali il software esegue la ricerca.

Il modello calcolato sarà più prossimo a quello reale tante più informazioni del sito si avranno a disposizione e quindi tanto più gli intervalli di ricerca saranno stringenti.

È possibile inoltre procedere con la modellazione diretta inserendo un modello di partenza del sito e confrontando la curva sintetica calcolata dal software con quella di dispersione ottenuta dalle rilevazioni con tecnica masw.

Nel caso in esame il picking della curva di dispersione è stato eseguito riconoscendo il modo fondamentale e i primi due modi superiori utilizzando il grafico spettro di velocità/velocità di fase relativo allo shot con offset di 3 m, che è risultato con sufficiente grado di definizione. Anche gli spettri relativi agli altri shots sono risultati confrontabili con quello preso in esame.

I profili di velocità delle onde S ottenuti sono profili semplificati a 4 strati derivanti da parametri di partenza quali spessori e ranges di velocità.

Tali parametri son stimabili con indagini aggiuntive quali sondaggi geognostici prove penetrometriche, indagini sismica in foro o a rifrazione.

In assenza di tali approfondimenti non è possibile ottenere il modello reale sismo-stratigrafico, ma sarà comunque possibile fornire un valore di Vs30 affidabile.

Il software winMasw presenta come soluzione due modelli: il modello migliore cioè quello che presenta la differenza minore tra la curva osservata e calcolata, e un modello medio calcolato secondo un'operazione statistica, fornendo per ciascun modello il valore di Vs30.

Di seguito sono riportate le velocità Vs e gli spessori dei livelli sismici costituenti i due modelli.

- secondo il MODELLO MEDIO

| strato n.     | 1   | 2   | 3   | 4   |
|---------------|-----|-----|-----|-----|
| VS (m/s):     | 141 | 224 | 252 | 330 |
| spessori (m): | 4.9 | 7.7 | 8.4 |     |

- secondo il MODELLO MIGLIORE:

| strato n.     | 1   | 2   | 3   | 4   |
|---------------|-----|-----|-----|-----|
| VS (m/s):     | 140 | 206 | 280 | 300 |
| spessori (m): | 3.8 | 6.0 | 7.0 |     |

Con i dati ottenuti, per la zona di indagine si ha:

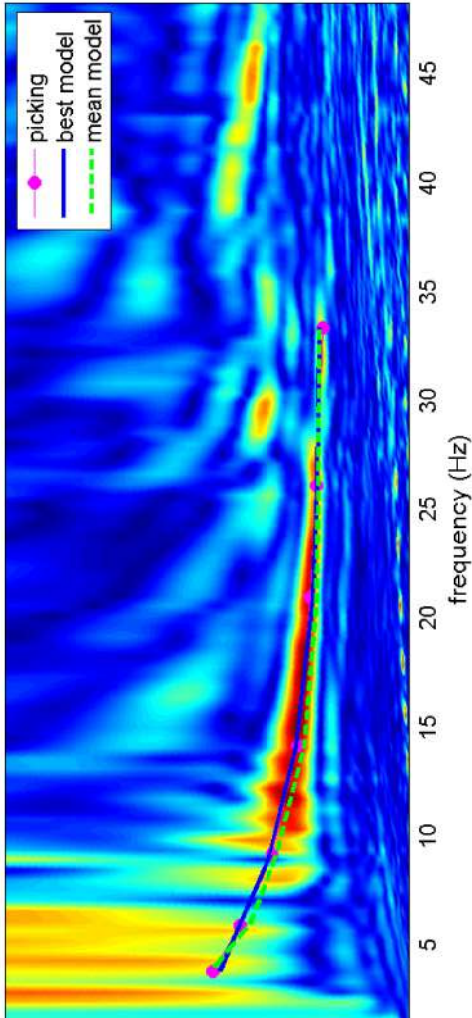
- VS30 del modello migliore: 239 m/s
- VS30 del modello medio: 231 m/s

Fermo restando che la scelta della corretta categoria di sottosuolo spetta al Progettista, sulla base delle proprie conoscenze e valutazioni geologiche del sito oltre ai risultati della presente indagine sismica, si osserva che il valore della  $V_{seq}$  determinato identifica una categoria di sottosuolo di tipo **C** secondo la tabella 3.2.II del DM 17 gennaio 2018 (aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”), corrispondente a 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”.

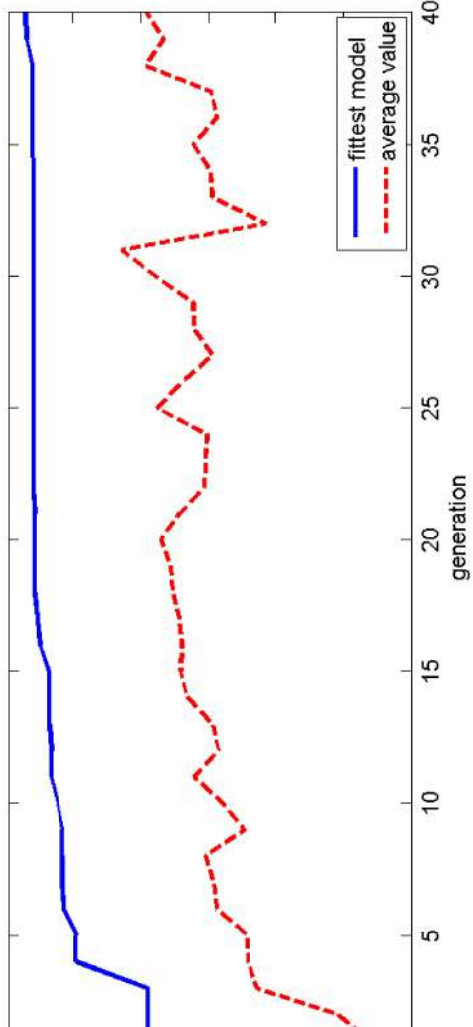
Castel del Bosco 9/03/2026

Geol. Giani Paolo

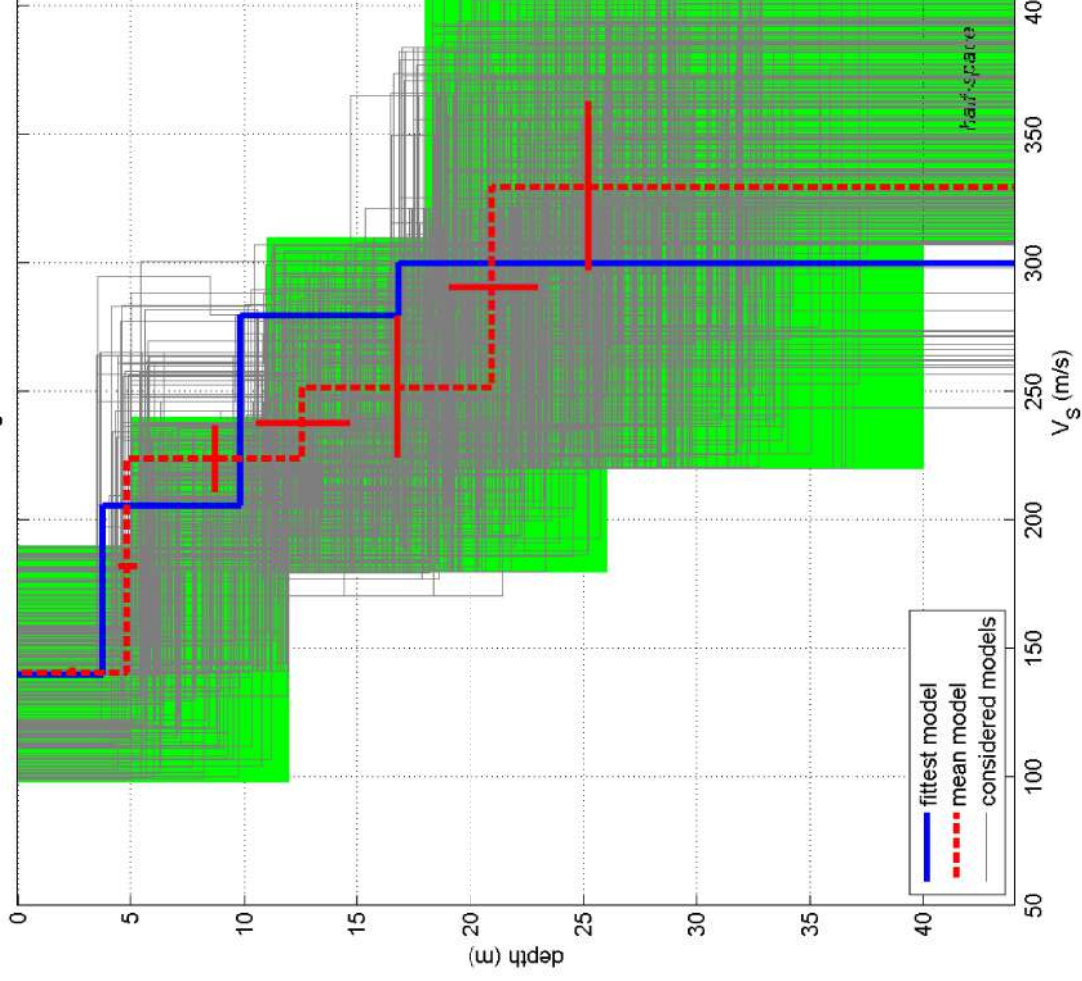
velocity spectrum & dispersion curve



misfit evolution



$V_s$  profile



dataset: 3m.SGY

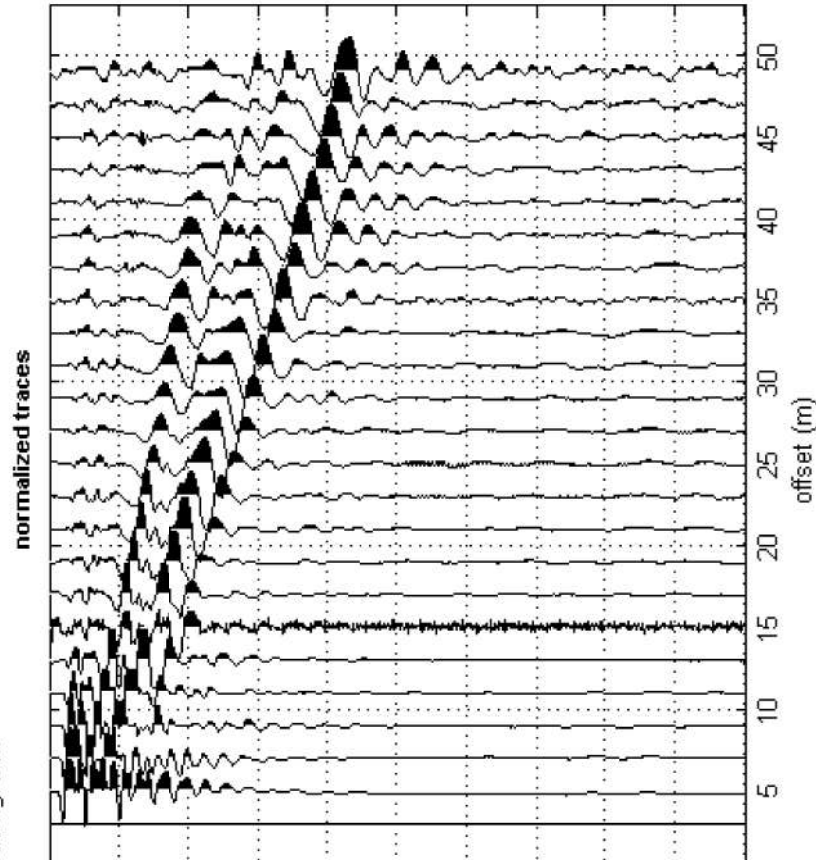
dispersion curve: 3m.cdp

Vs30 (best model): 239 m/s

Vs30 (mean model): 231 m/s

1 & processing (MASW analyses)

30GY  
131 ms  
set: 3 m  
spacing: 2 m



data selection

activate select cancel

60 save

filtering & spectra

filter cancel

spectrum spectrogram

refraction

refraction 100

upload save

clear refraction

time length to visualize (s)

done

flip traces

zero padding

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

MASW: compute velocity spectrum

phase velocity ☐  $f-k$  group velocity

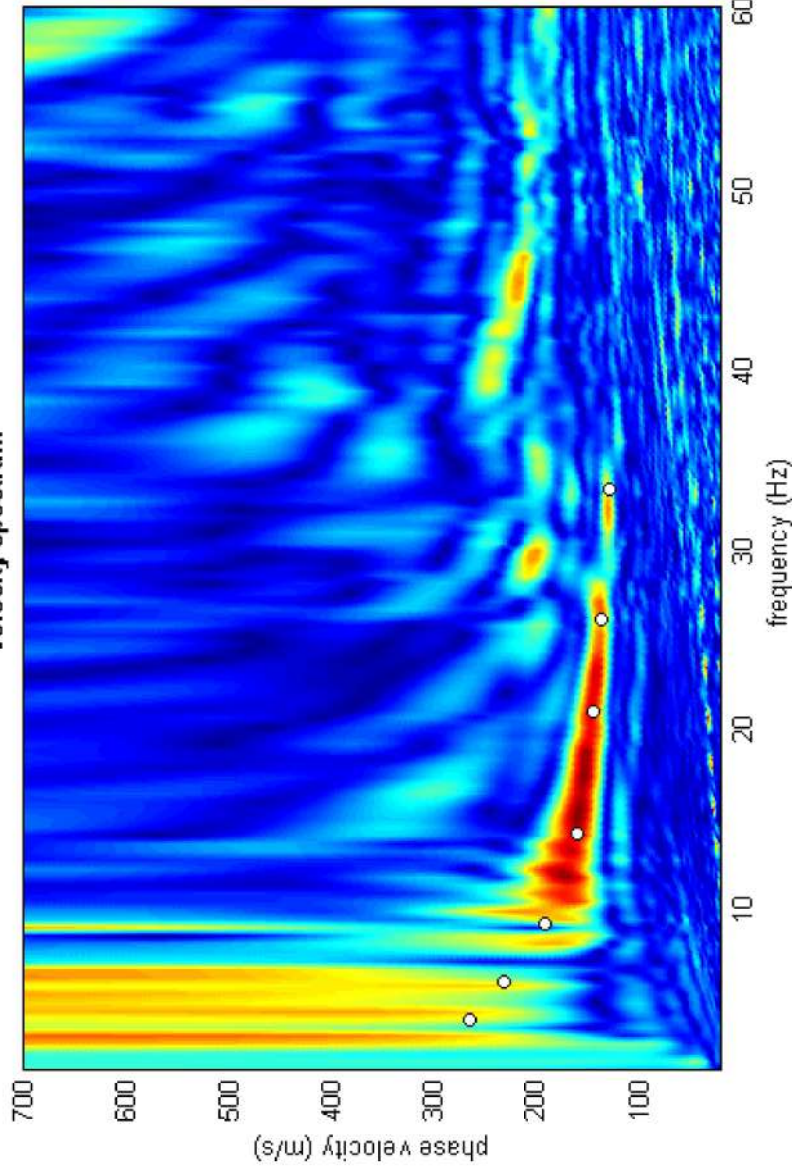
handling the spectra

save upload merge

explore spectrum

mode separation

velocity spectrum



general setting

Rayleigh ☐ 3 phase vel ☐

0 Reference depth ☐ Refraction

☐ H/V body waves

0 H/V modes (SW ellipticity)

about Poisson

☐ Poisson

Vs (m/s)

100 180 260 400 600 800 1200 0

thickness (m)

1 2 5 5 7 80 0

0.4 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.3 0.2

calculate upload mod. save model refresh

report

modelling

synthetics

ZVF ☐ elastic ☐ shows DC synthetics

==o== SECTION#1

dataset: 3m.SGY  
minimum offset (m): 3  
geophone spacing (m): 2  
sampling (ms): 0.131  
Dispersion curve: 3m.cdp  
Number of individuals: 30  
Number of generations: 31

Rayleigh-wave dispersion analysis

Analyzing phase Velocities

Adopted search space (minimum Vs & thickness): 98      5      180      6      220      7      307.004  
Adopted search space (maximum Vs & thickness): 190 12 240 14 310 14 440  
Adopted Poisson values: 0.4      0.35      0.35      0.35

Output folder: C:\Users\Giuseppe\Desktop\sisimiche temp\output\_disp

==o== SECTION#2

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -12.7094    -6.20898  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -11.831    -6.20898  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -9.4535    -6.209  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -9.1783    -4.1022  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -9.1594    -4.1022  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -8.243    -3.7481  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -8.1569    -3.7071  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -7.906    -3.6959  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -9.0696    -3.6959  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits: -8.4158    -3.5395  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits: -7.5689    -3.3557  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits: -8.2991    -3.3557  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits: -8.1225    -3.3007  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits: -7.377    -3.3007  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 15; average & best misfits: -7.1889    -3.3007  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 16; average & best misfits: -7.2134    -3.0287  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 17; average & best misfits: -7.1394    -2.9412  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 18; average & best misfits: -6.9543    -2.8659  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 19; average & best misfits: -6.8969    -2.8659  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 20; average & best misfits: -6.608    -2.8659  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 21; average & best misfits: -7.1501    -2.8659  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 22; average & best misfits: -7.8801    -2.8288  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 23; average & best misfits: -7.9062    -2.8288  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 24; average & best misfits: -7.9519    -2.8288  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 25; average & best misfits: -6.4919    -2.8288  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 26; average & best misfits: -7.2363    -2.8288  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 27; average & best misfits: -8.1286    -2.8288  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 28; average & best misfits: -7.5647    -2.8288  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 29; average & best misfits: -7.5542    -2.8288  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 30; average & best misfits: -6.4484    -2.8288  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 31; average & best misfits: -5.4488    -2.8288  
Forcing search space

Now a finer search around the most promising search space area

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -9.7088    -2.8288

Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -8.1154 -2.8288  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -8.0587 -2.8288  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -7.5642 -2.7841  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -8.2459 -2.7841  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -8.0745 -2.7841  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -6.1546 -2.7841  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -6.6758 -2.6144  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -6.187 -2.5927

Model after the Vs & Thickness optimization (fixed Poisson values):

Vs (m/s): 140 206 280 300

Thickness (m): 3.8 6 7

Poisson: 0.4 0.35 0.35 0.35

Vp & Density Optimization

p14 = 0

p15 = 7

p16 =

|        |        |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0.1133 | 0.1769 | 0.2739 | 0.4245 | 0.6286 | 0.7825 | 1.0000 |
| 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vp & Density - generation: 1; average & best misfits: -2.7596 -1.9863  
 Optimizing Vp & Density - generation: 2; average & best misfits: -3.0951 -1.9863  
 Optimizing Vp & Density - generation: 3; average & best misfits: -3.0769 -1.982  
 Optimizing Vp & Density - generation: 4; average & best misfits: -2.7648 -1.9659  
 Optimizing Vp & Density - generation: 5; average & best misfits: -2.5651 -1.8638  
 Optimizing Vp & Density - generation: 6; average & best misfits: -2.7928 -1.8638  
 Optimizing Vp & Density - generation: 7; average & best misfits: -2.6882 -1.8638  
 Optimizing Vp & Density - generation: 8; average & best misfits: -2.6497 -1.8638  
 Optimizing Vp & Density - generation: 9; average & best misfits: -2.6659 -1.8638

Number of models considered to calculate the average model: 78

#####  
 RESULTS  
 #####

Dataset: 3m.SGY

Analyzed curve/spectrum: 3m.cdp

===== SECTION#3

Analyzing Phase Velocities

Analyzing Rayleigh-Wave Dispersion

=====

MEAN MODEL

Vs (m/s): 141 224 252 330

Standard deviations (m/s): 1 13 28 33

Thickness (m): 4.9 7.7 8.4

Standard deviations (m): 0.4 2.1 2.0

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s): 288 397 647 995  
Density (gr/cm3): 1.75 1.83 1.95 2.05  
Vp/Vs ratio: 2.04 1.77 2.57 3.02  
Poisson: 0.34 0.27 0.41 0.44  
Shear modulus (MPa): 35 92 124 224  
Estimated static shear modulus (MPa): 0 0 0 0

Fundamental mode

Mean model

| f(Hz)   | VR(m/s)  |
|---------|----------|
| 3.77386 | 266.3261 |
| 5.89137 | 219.514  |
| 9.12335 | 184.9457 |
| 14.1385 | 149.8943 |
| 20.9368 | 135.5544 |
| 26.0634 | 133.0963 |
| 33.3075 | 132.0559 |

===== SECTION#4

BEST MODEL

Vs (m/s): 140 206 280 300  
thickness (m): 3.8204 6.0138 7

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s): 300 344 491 1973  
Density (gr/cm3): 1.76 1.80 1.88 2.22  
Vp/Vs ratio: 2.14 1.67 1.75 6.58  
Poisson: 0.36 0.22 0.26 0.49  
Shear modulus (MPa): 35 76 148 200  
Estimated static shear modulus (MPa): 0 0 0 0

dispersion curve (frequency - velocity)

Fundamental mode)

best model

| F(Hz)   | VR(m/s)  |
|---------|----------|
| 3.77386 | 255.7574 |
| 5.89137 | 231.8904 |
| 9.12335 | 193.5267 |
| 14.1385 | 160.7126 |
| 20.9368 | 140.1482 |
| 26.0634 | 134.9843 |
| 33.3075 | 132.4262 |

===== SECTION#5

Inversion quality: very good

Vs5 (mean model): 142 m/s  
Vs5 (best model): 151 m/s

Vs20 (mean model): 203 m/s  
Vs20 (best model): 217 m/s

Vs30 (mean model): 231 m/s  
Vs30 (best model): 239 m/s

## ==o== SECTION#6

For Italian Users:

Dalla normativa vigente (aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni, emanato con D.M. Infrastrutture del 17/01/2018, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n°8 del 20/02/2018):

A - 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 di 3 m.

B - 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.

C - 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.

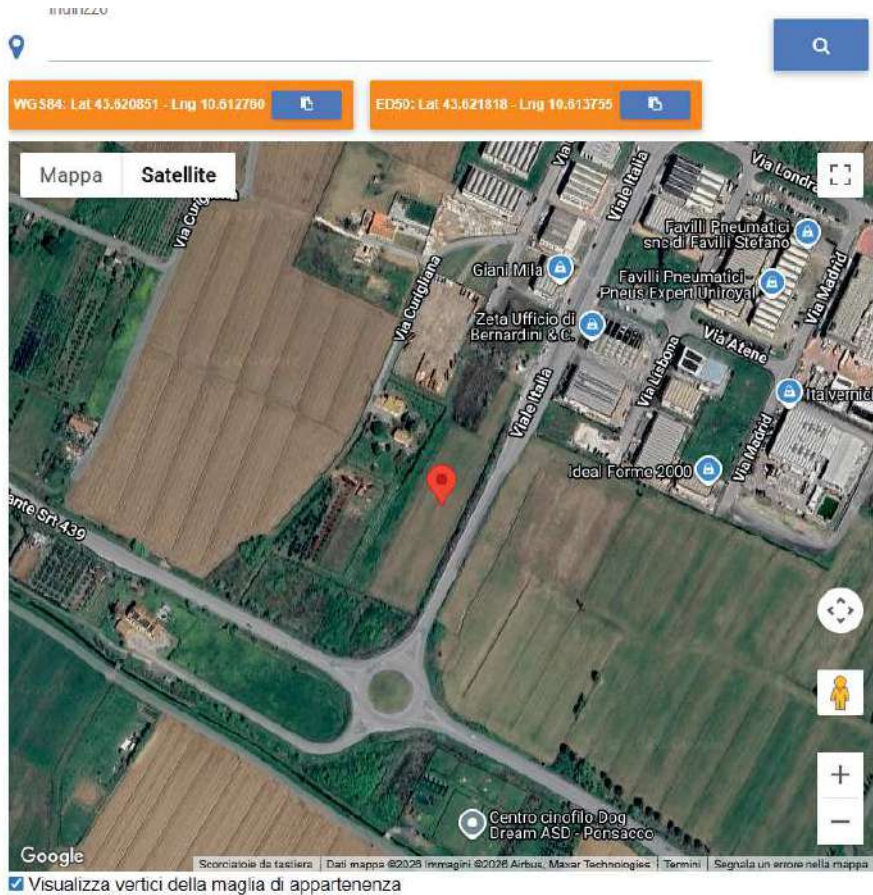
D - Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180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

E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C e D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Per queste cinque categorie di sottosuolo le azioni sismiche sono definite come descritto al § 3.2.3. del D.M.

17.01.2018. Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale per la determinazione delle azioni sismiche.

## PARAMETRI SISMICI



## Stati limite


 Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...


 Vita Nominale
 

50


 Interpolazione:
 

Media ponderata

**CU = 1**

| Stato Limite                                | Tr [anni] | $a_g$ [g] | Fo    | Tc' [s] |
|---------------------------------------------|-----------|-----------|-------|---------|
| Operatività (SLO)                           | 30        | 0.043     | 2.530 | 0.232   |
| Danno (SLD)                                 | 50        | 0.055     | 2.507 | 0.246   |
| Salvaguardia vita (SLV)                     | 475       | 0.136     | 2.477 | 0.274   |
| Prevenzione collasso (SLC)                  | 975       | 0.170     | 2.515 | 0.281   |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica | 50        |           |       |         |

### Coefficienti sismici

|                                                                                     |                                                               |                                                                                     |        |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|--|--|
|  | Tipo                                                          | Stabilità dei pendii e fondazioni                                                   |        |  |  |
| <input type="checkbox"/>                                                            | Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti. |                                                                                     |        |  |  |
|  | H (m)                                                         |  | us (m) |  |  |
|                                                                                     | 1                                                             |                                                                                     | 0.1    |  |  |
|  | Cat. Sottosuolo                                               | C                                                                                   |        |  |  |
|  | Cat. Topografica                                              | T1                                                                                  |        |  |  |

|                                 | SLO  | SLD  | SLV  | SLC  |
|---------------------------------|------|------|------|------|
| SS Amplificazione stratigrafica | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,44 |
| CC Coeff. funz categoria        | 1,70 | 1,67 | 1,61 | 1,60 |
| 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           | 0.013 | 0.017 | 0.049 | 0.059 |
| kV           | 0.006 | 0.008 | 0.024 | 0.029 |
| Amax [m/s²]  | 0.631 | 0.609 | 1.996 | 2.400 |
| Beta         | 0.200 | 0.200 | 0.240 | 0.240 |