



InG SOLUTION

Ingegneria e Geologia

Via Venezia 77c/o Galleria Aringhieri 56038 Ponsacco PI
www.ingsolution.it info@ingsolution.it

Ingegneria e Geologia

Ing. David Fiori
Ing. Fabio Fiorentini
Geol. Filippo Bendinelli

INDIRIZZATO A:



COMUNE DI PONTERA

UFFICIO TECNICO

INTERVENTO:

PROPOSTA DI VARIANTE URBANISTICA AL REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE VIGENTE RELATIVO AI COMPARTI N. 2 ZONA D1b

Via di Gello Est (Zona industriale Gello di Pontedera)

COMMITTENTE
Borsò Metalli Srl

GEOLOGO
Geol. Filippo Bendinelli
Ordine Geologi Toscana n. 1745
Cell 340/4679882
Mail: f.bendinelli@ingsolution.it
P.IVA 02119060503

PROGETTISTA ARCHITETTONICO
Arch. Franco Panicucci

DESCRIZIONE ELABORATO

INDAGINE DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA, IDRAULICA E SISMICA

Ai sensi del
DPGR 30-01-2020, n.5/R
L.R. 10-11-2014, n.65
L.R. 01/08/2018, n.41

Ambito					Livello Prog.					Pratica	Identificativo	Tav
Strutture	Acustica	Termica	Geologia	Altro	Fattibilità	preliminare	Definitivo	Esecutivo	As-Built	19-23	GEO	--
			X				X					

Rev	Data	Motivazione	Redatto	Approvato	Timbro e/o Firma
0	06/2023	Prima Emissione	Geol. F. Bendinelli	Geol. F. Bendinelli	
1	11/2023	Variazione lotto	Geol. F. Bendinelli	Geol. F. Bendinelli	
2	12/2023	Variazione lotto	Geol. F. Bendinelli	Geol. F. Bendinelli	
3	11/2024	Variazione lotto	Geol. F. Bendinelli	Geol. F. Bendinelli	
4	12/2024	Correzioni testo	Geol. F. Bendinelli	Geol. F. Bendinelli	

Questo documento è di proprietà esclusiva dell'autore . E' proibita la riproduzione anche parziale a terzi senza autorizzazione

1. INTRODUZIONE

Su incarico della **Borsò Metalli Srl** è stata elaborata la presente *indagine Geologica* a supporto della *“Proposta di Variante Urbanistica al Regolamento Urbanistico comunale vigente relativo al comparto numero 2 ZONA D1b”*.

L'area sottoposta ad analisi preliminare ricade in Via di Gello Est, all'interno della Zona Industriale Gello di Pontedera.

La variante si prefigge il seguente obiettivo:

- 1) Variazione areale del comparto n.2 determinata la riduzione del comparto n.2 rispetto allo stato attuale, con conseguente variazione dei parametri perimetrici specifici delle due aree in oggetto. Tale variante è richiesta al fine di progettazione e realizzazione successiva di una nuova Lottizzazione industriale nel comparto n.2 ZONA D1b.

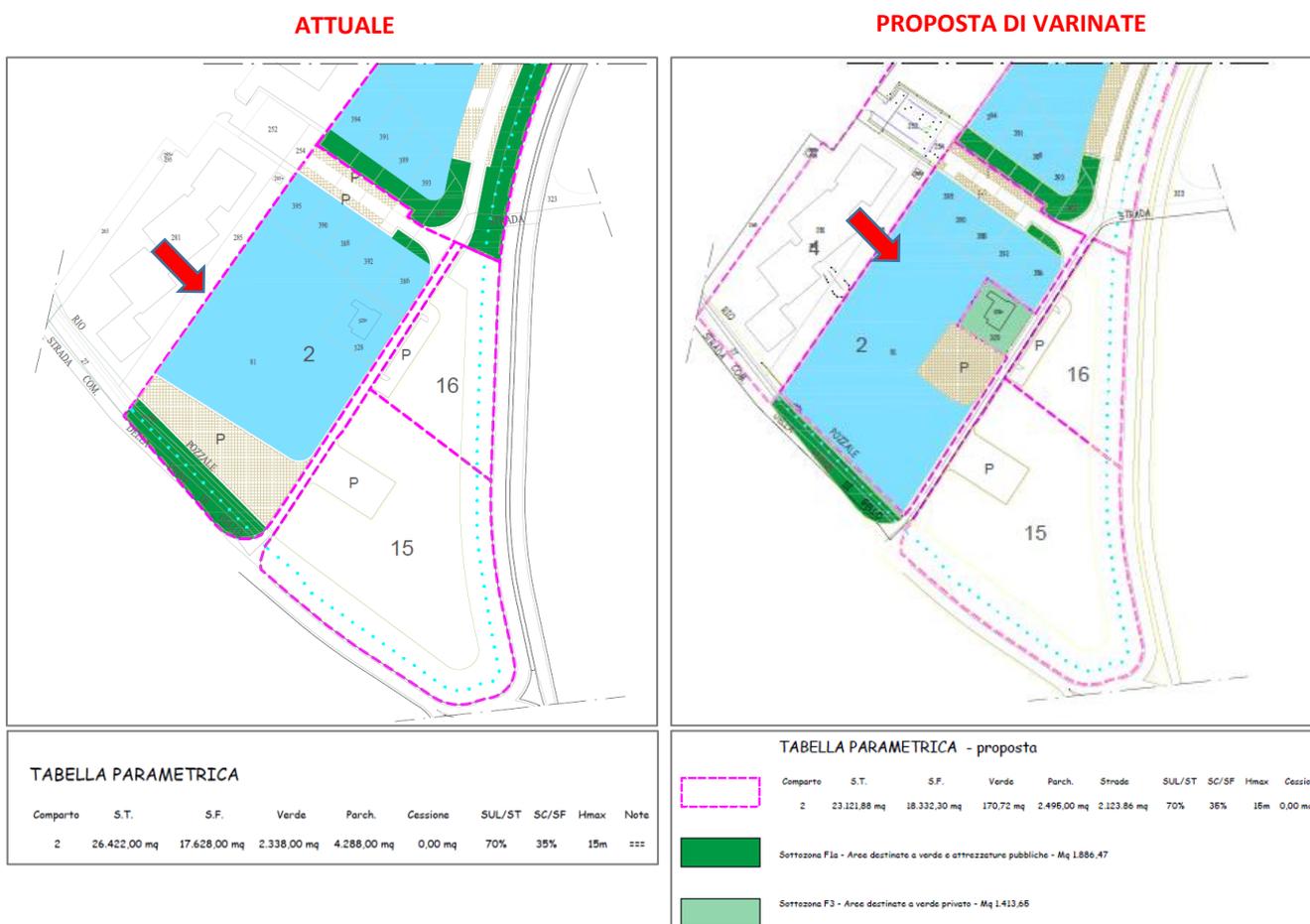


Figura 1: Estratto Tavolo di Progetto di Proposta di Variante con raffigurata la perimetrazione allo stato attuale del comparto 2 del Regolamento Urbanistico (immagine a sinistra), ed estratto con perimetrazione del comparto 2 allo Stato Proposto.

L'area in studio ricade nel **Comune di Pontedera (PI)** in **Viale di Gello Est**

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 17 gennaio 2018 T.U.: “Aggiornamento - Norme Tecniche per le Costruzioni”;

DPGR 30 gennaio 2020, n. 5/R Regolamento di attuazione dell’articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n.65 contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche;

L.R. n.65 del 10/11/2014 – Norme per il Governo del Territorio.

D.P.C.M. 06/05/2005 - Piano di Bacino del Fiume Arno (P.A.I.) “Stralcio Assetto Idrogeologico” del. C.I. n° 235 del 3 marzo 2016 - Autorità di Bacino del Fiume Arno - Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.).

L.R. 41/R del 01/08/2018 - Disposizioni urgenti in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d’acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010 n. 49;

D.Lgs 10/02/2006 n. 152 - “Norme in materia di Ambiente”;

Del. GRT n. 421 del 26/05/2014 (BURT n.22 04.06.2014) - Classificazione sismica del territorio regionale;

Strumenti Urbanistici del Comune di Pontedera (PISA)

Piano Strutturale Intercomunale Unione Valdera – Delibera di Giunta n.73 del 08/06/2020

3. APPROFONDIMENTO DEL QUADRO CONOSCITIVO DELL'AREA

3.1. METODOLOGIA DI INDAGINE

La richiesta di variante del Regolamento Urbanistico, di una specifica area del territorio comunale, passa obbligatoriamente dalla realizzazione di un aggiornamento del quadro conoscitivo che consenta di definire le condizioni di pericolosità dell'area oggetto della proposta di variante di piano.

Più propriamente lo studio si è svolto secondo un approccio metodologico che ha analizzato i seguenti aspetti:

- a) Acquisizione degli elaborati geologici di supporto alla pianificazione territoriale del Comune di Pontedera: Piano Strutturale, Regolamento Urbanistico e Piano Strutturale Intercomunale (Unione Valdera)
- b) Analisi della cartografia PAI "Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante" e della PGRA " Piano di Gestione del Rischio Alluvioni" specifico dell'area di Bacino dell'Arno.
- c) Acquisizione e analisi di dati interferometrici SAR satellitari, per analizzare eventuale presenza di fenomeni di subsidenza dei terreni;
- d) Acquisizione e valutazione dello studio Idraulico eseguito da H.S. INGEGNERIA srl dei dott. Ing. Pozzolini e Ing. Pucci, eseguito a supporto del "progetto di deviazione del Fosso Rotina tra Via Santa Lucia SUD e la Strada di Patto (Aprile 2020)".
- e) Eseguita una specifica indagine sismica MASW all'interno dell'area del comparto n.2, con l'obiettivo di realizzare una caratterizzazione sismica preliminare del sottosuolo in esame.
- f) Eseguite n.3 indagini penetrometriche (CPT) spinte alla profondità di 15.0 m d.p.c con punta meccanica Begeman, con l'obiettivo di realizzare una caratterizzazione litologica preliminare del sottosuolo in esame.
- g) Sono stati analizzati e confermati i risultati dello Studio di Microzonazione Sismica di Livello 1
- h) Sono state analizzate le Carte della Pericolosità (Geologica, Idraulica e Sismica) del Piano Strutturale Intercomunale redatto ai sensi del DPGR 53/R
- i) Sono state fatte considerazioni preliminari in merito al Rischio Idraulico atteso nell'area oggetto di Variante e nelle aree limitrofe, sulla base dello studio idraulico precedentemente citato
- j) In fase finale di studio è stato specificato la necessità di eseguire una campagna di indagini geologiche e sismiche in ambito di Progetto di Lottizzazione Industriale nel comparto specifico, la quale dovrà contenere le indagini previste dalla normativa vigente in materia (DPRG 19 gennaio 2022, n.1/R)

In ambito Geologico, idraulico e sismico non sono intervenute modifiche rispetto al quadro conoscitivo di base aggiornato con il Piano Strutturale Intercomunale.

Di seguito saranno approfonditi i singoli aspetti sopra elencati.

3.2. ASPETTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, LITOTECNICO E IDROGEOLOGICO

L'area di intervento si trova nella porzione occidentale del territorio comunale di Pontedera (PI), più precisamente al margine dell'area industriale di Gello.



Figura 2: Immagine satellitare Google Earth con riportata porzione di area comunale del Comune di Pontedera. In rosso si evidenzia area di Comparto 2 e 3 oggetto di Variante Urbanistica ZONA D1b

La variante in oggetto, come accennato nelle pagine iniziali, prevede una variazione di forma del comparto n.2 della ZONA D1b, più propriamente la riduzione areale del comparto n.2.

In Ambito Geologico e Geomorfologico l'area in analisi rientra nella porzione di pianura alluvionale dell'Arno delimitata nel suo insieme a nord dal bacino fluviale-lacustre di Bientina ed a sud dalla Valdera. I Terreni Olocenici presenti nell'area specifica di intervento sono costituiti da **Depositi alluvionali recenti ed attuali (b)** deposti dalle acque dei corsi d'acqua, principali e secondari, che dopo aver definito i promontori collinari pisani e le relative valli, laminavano le loro acque ricche di sedimenti nella pianura; tale aspetto comporta l'affioramento dei sedimenti limosi argillosi e argille limose.

L'area di intervento pianeggiante, non è interessata da fenomeni di dissesto tali da impedire la fattibilità dell'intervento in progetto.

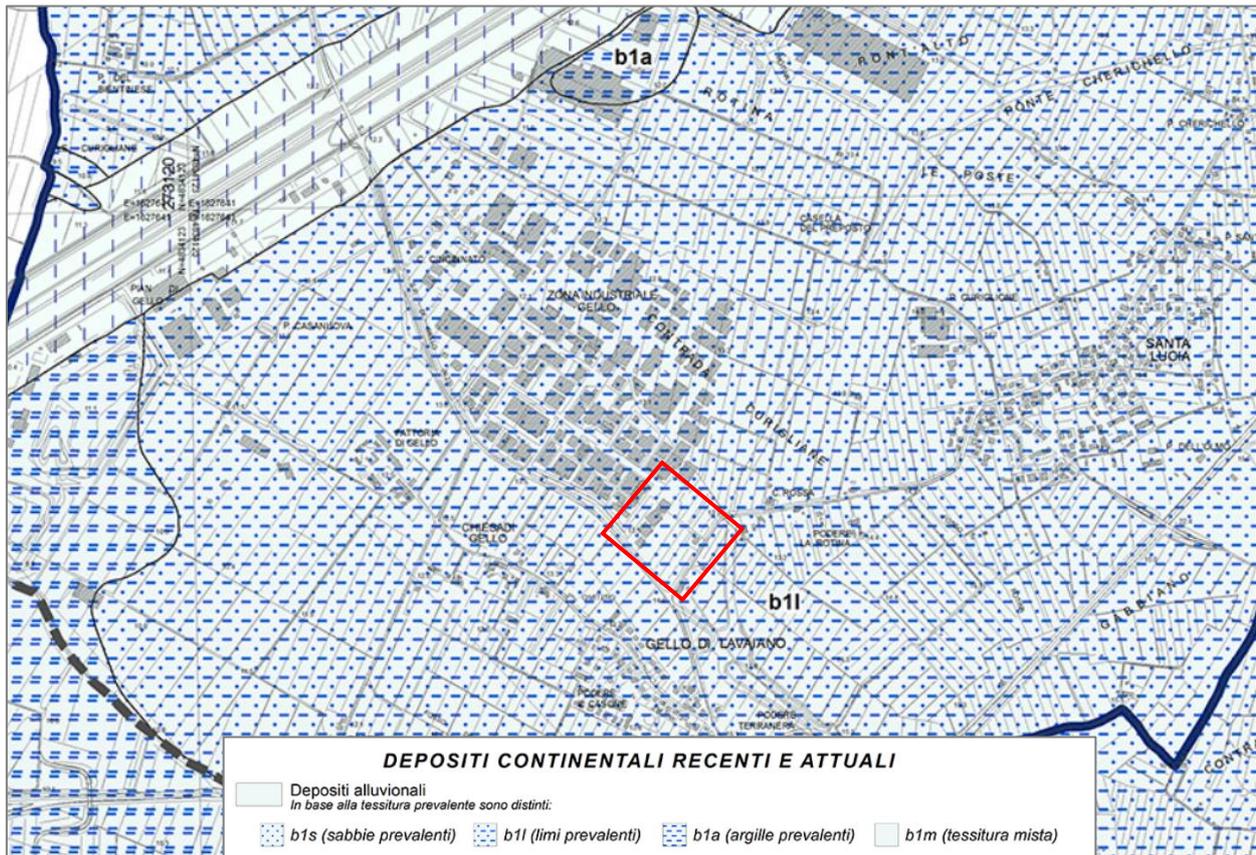


Figura 3: Estratto Carta Geologica Piano Strutturale Intercomunale (Unione Valdera), con riportata l'area del comparto n. 2 oggetto di Variante

In Ambito Litotecnico si riscontra una certa omogeneità di classificazione tra la cartografia Comunale e la Cartografia del Piano Strutturale Intercomunale, nelle quali si evidenziano aree caratterizzate da sedimenti di natura limosa argillosa. Tale aspetto è stato confermato anche a seguito delle indagini geognostiche dirette eseguite in situ.

In ambito Idrogeologico nella zona può essere presente una falda freatica discontinua legata alla possibile distribuzione dei litotipi alluvionali della pianura; la cartografia redatta a supporto del Piano Strutturale Comunale mette in evidenza un livello piezometrico compreso tra -10.0m e -11.0m. In ambito di esecuzione della campagna di indagini in situ è stata riscontrata presenza di falda, misurata nel foro di indagine, molto più superficiale e compresa tra -1.15m e -3.60m d.p.c.. La presenza di falda può essere correlata alla presenza di orizzonti di sabbia e/o sabbia limosa intercalati nella successione alluvionale prevalentemente coesiva.

Non si riscontrano aste fluviali principali che possono interferire con l'area oggetto di variante e determinare problematiche idrauliche.

4. PERICOLOSITÀ GEOLOGICA, IDRAULICA E SISMICA DELL'AREA

Per la valutazione della Pericolosità geologica e della fattibilità dell'intervento è stato fatto riferimento alle indagini, attualmente vigenti eseguite a supporto del Piano Strutturale Intercomunale (<https://unione.valdera.pi.it/232323-blocco-links-pie-di-pagina-232323/piano-strutturale-intercomunale/3383#>), del quale fa parte anche il Comune di Pontedera. Tali indagini, utilizzate in quanto più recenti in attesa del POC comunale, sono conformi al D.P.G.R. n.53/R.

Questi elaborati esprimono il diverso grado di pericolosità per il territorio in funzione delle caratteristiche litotecniche e geotecniche dei terreni, delle condizioni geomorfologiche, idrogeologiche e di sicurezza sismica e idraulica dell'area, delimitando le aree potenzialmente vulnerabili al verificarsi di eventi critici. Attraverso le necessarie analisi ed approfondimenti tecnico scientifici vengono caratterizzate aree omogenee dal punto di vista delle pericolosità e delle criticità rispetto agli specifici fenomeni che le generano, producendo cartografie separate, che individuano gli scenari di pericolosità che caratterizzano il territorio comunale. Le limitazioni e le prescrizioni che derivano dalle diverse classi di pericolosità condizionano la fattibilità dei possibili interventi.

Il Piano Strutturale Intercomunale vigente non prevede per questa zona oggetto di variante approfondimenti di indagine per gli aspetti geologici, idraulici e sismici; inoltre, dalla sua stesura non sono intervenute modifiche rispetto al quadro conoscitivo esistente e per questo può essere recepito integralmente senza la necessità di ulteriori approfondimenti a livello di Variante del Regolamento Urbanistico.

Il quadro conoscitivo relativamente agli aspetti idraulici di supporto al Piano Strutturale Intercomunale è stato aggiornato di recente (2019-2020), non sono intervenute modifiche che possono averlo modificato da allora. Pertanto, anche in questo caso il quadro conoscitivo di riferimento sarà quello del Piano Strutturale Intercomunale, che per gli aspetti idraulici è stato supportato da uno studio idraulico (*H.S. INGEGNERIA srl dei dott. Ing. Pozzolini e Ing. Pucci – Aprile 2020*). Il Comune di Pontedera ha in corso di realizzazione uno studio idraulico complessivo comunale, ancora in fase di realizzazione.

Dalla stesura del Piano Strutturale, del Regolamento Urbanistico e del Piano Strutturale Intercomunale non sono intervenute modifiche rispetto al quadro conoscitivo esistente relativamente agli aspetti geologici, sismici ed idraulici.

Pertanto, per la stesura della Variante al Regolamento Urbanistico in oggetto non è stato necessario procedere con l'aggiornamento del quadro conoscitivo locale: viene acquisito integralmente quello vigente (Piano Strutturale Intercomunale). Gli studi eseguiti confermano le classi di pericolosità del Piano Strutturale Intercomunale redatto ai sensi del DPGR 53/R.

Di seguito si analizzeranno in dettaglio le classi di pericolosità che interessano lo specifico dell'area.

4.1 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

La Carta della Pericolosità Geologica (Fig. 4) colloca l'area all'interno della **CLASSE G.2** corrispondente a **PERICOLOSITÀ GEOLOGICA MEDIA**.

Questa classe di pericolosità geomorfologica comprende *le [...] aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto[...]*"

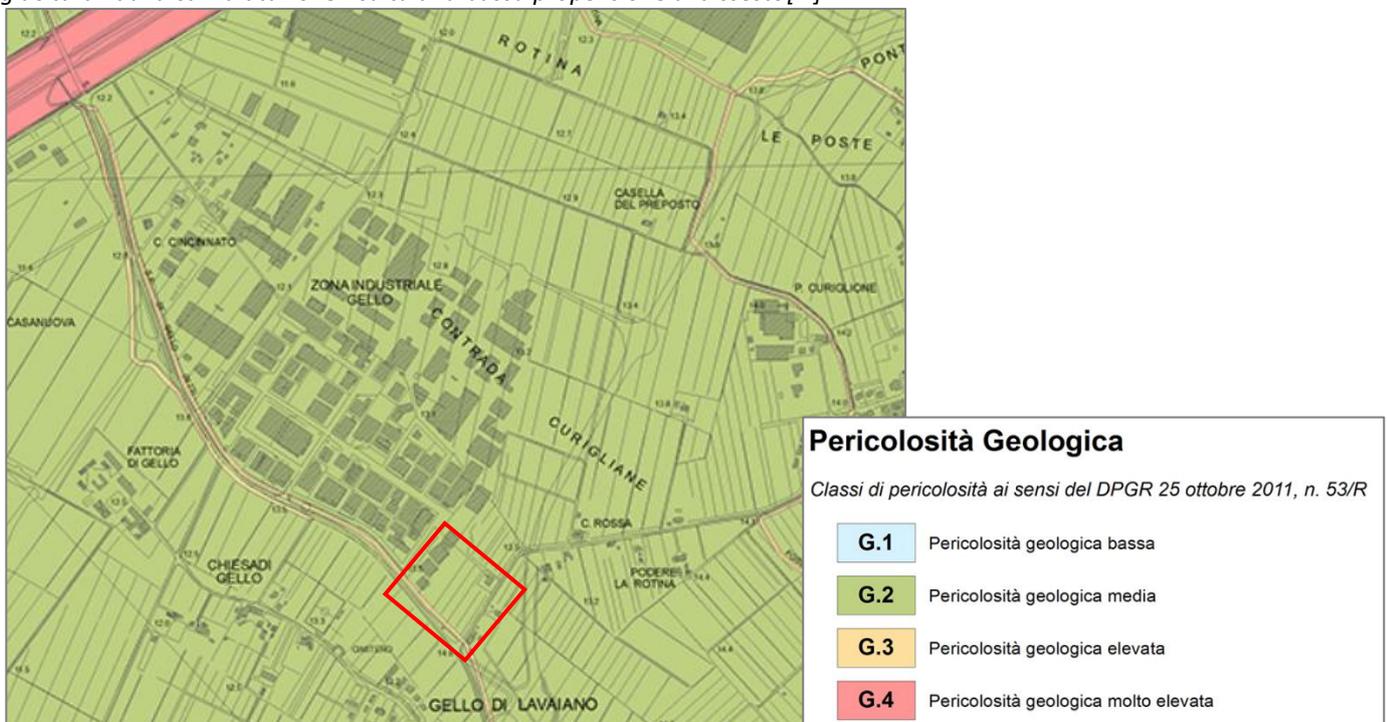


Figura 4 Estratto Carta Pericolosità Geologica Piano Intercomunale Unione Valdera – Area Pontedera

Dal sopralluogo eseguito, in parallelo alle indagini geognostiche realizzate, si conferma l'assenza di problematiche morfologiche per l'area di intervento.

In ambito di classificazione PAI – Piano di Bacino dell' Arno (Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino settentrionale), l'intervento ricade in area non classificata.

In ambito di Fattibilità Geologica (5/R del 30/01/2020), le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio, al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area.

Per gli interventi previsti in aree caratterizzate da questa pericolosità geologica le indagini dovranno essere svolte nella fase di progetto esecutivo per ogni singolo intervento ed avranno come obiettivo la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo. In ragione delle scadenti caratteristiche geotecniche dei depositi olocenici presenti nell'area di intervento, la realizzazione degli interventi previsti nell'area in oggetto, ovvero le opere di urbanizzazione primaria e secondaria oltre ai manufatti edilizi dei singoli lotti, dovrà essere supportata da apposite indagini geognostiche di dettaglio, finalizzate alla verifica puntuale delle caratteristiche geotecniche dei terreni, che potrebbero dar luogo instabilità a breve termine (rottura dei terreni di fondazione) e lungo termine (cedimenti assoluti e differenziali).

Pertanto dovranno essere realizzate specifiche relazioni geologiche e geotecniche, supportate da adeguate indagini geotecniche e geofisiche nel rispetto della normativa tecnica e sismica per le costruzioni vigente (D.M. 17/01/2018 e D.P.G.R. 1/R del 19/01/2022).

4.2 PERICOLOSITÀ IDRAULICA

La Carta della Pericolosità Idraulica (Fig. 5), in linea con quanto previsto nella PGRA, colloca l'area all'interno della **CLASSE P.2** corrispondente a **PERICOLOSITÀ IDRAULICA MEDIA (Alluvioni poco frequenti)**

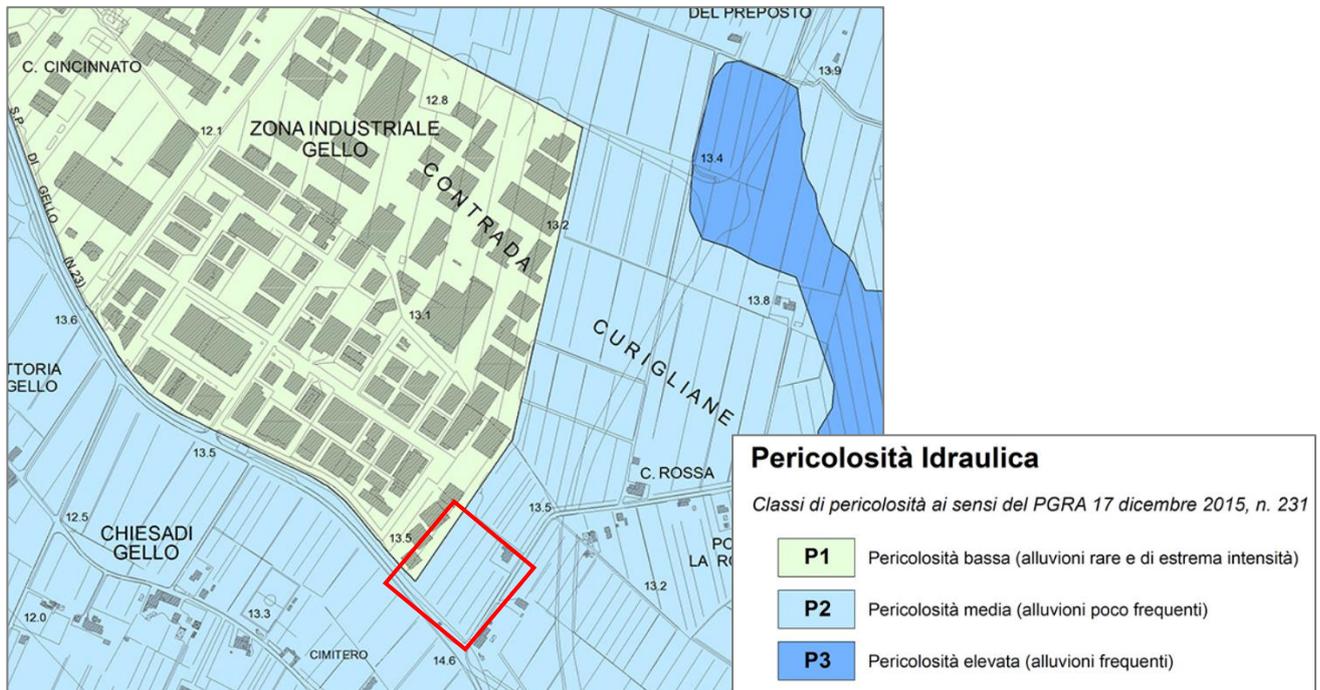


Figura 5: Estratto Carta Pericolosità Idraulica Piano Intercomunale Unione Valdera – Area Pontedera

In tale ambito si rimanda allo studio idraulico di dettaglio realizzato, in tale ambito di analisi di lottizzazione, dall'Ing. Silvia Lucia la quale analizza le opere di progetto previste nell'ottica di garantire l'invarianza idraulica del territorio. Il tutto è stato analizzato su base Lidar e secondo quanto previsto dal Piano Operativo Comunale di Pontedera (Estratto Carta dei battenti idraulici con $Tr=200$ anni).

In ambito di Fattibilità Idraulica (5/R del 30/01/2020), non è necessario indicare condizioni di attuazione ulteriori rispetto a quelle ampiamente descritte nell'elaborato appena citato, al quale si rimanda.

4.3 PERICOLOSITÀ SISMICA

La Carta della Pericolosità Sismica (Fig. 6) colloca l'area all'interno della **CLASSE S.2** corrispondente a **PERICOLOSITÀ SISMICA MEDIA**.

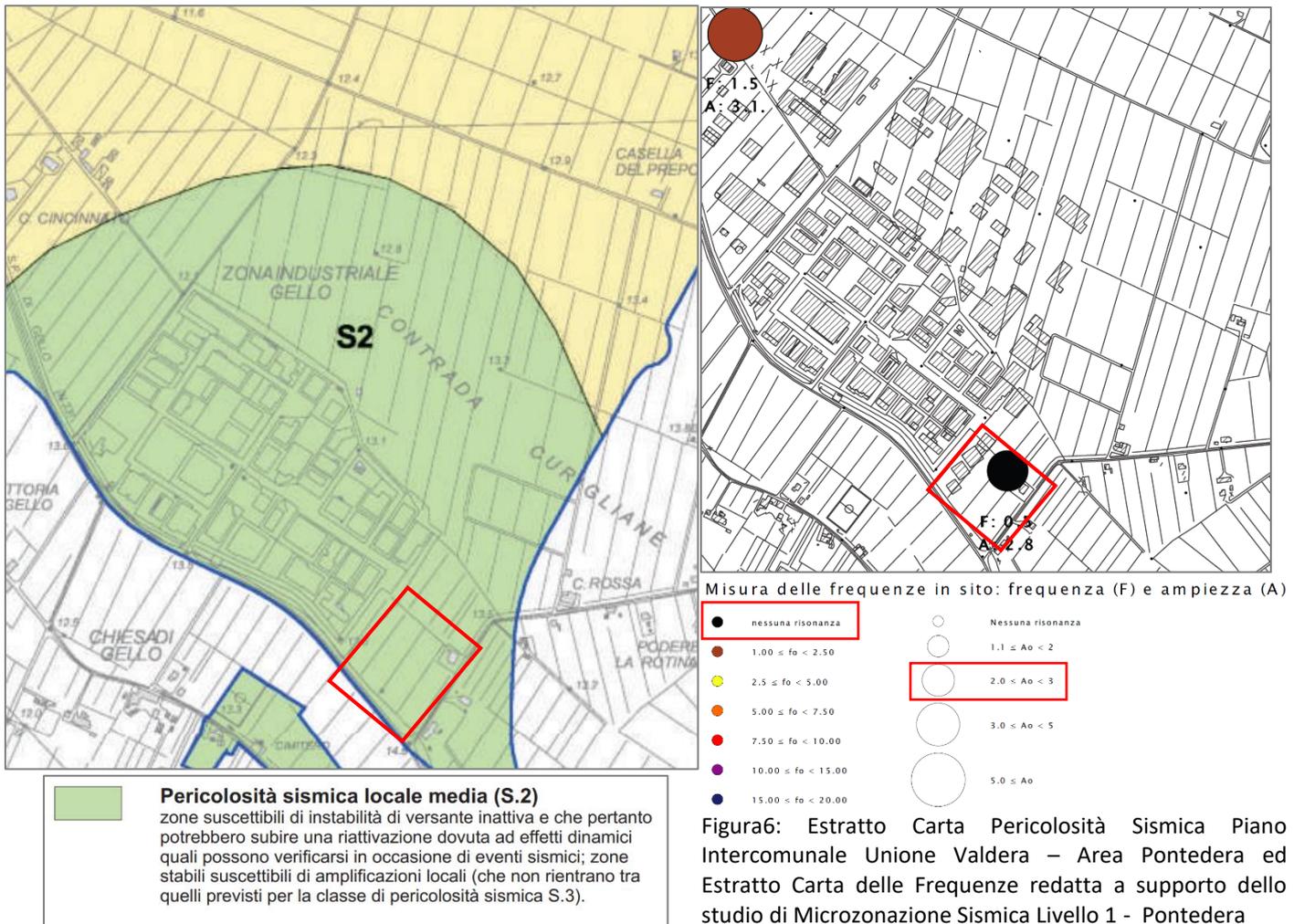


Figura6: Estratto Carta Pericolosità Sismica Piano Intercomunale Unione Valdera – Area Pontedera ed Estratto Carta delle Frequenze redatta a supporto dello studio di Microzonazione Sismica Livello 1 - Pontedera

In ambito di Fattibilità Sismica (5/R del 30/01/2020), 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 1 herz, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione tiene conto dell'analisi della frequenza fondamentale del terreno e del periodo proprio delle tipologie edilizie [...]

5. INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI

La presente fase di studio si concentra sulla proposta di Variante al Regolamento urbanistico, nello specifico nella modifica delle dimensioni delle due aree di comparto della Zona D1b (comparto 2).

Tale fase di studio richiede, ai sensi della normativa vigente, indagini specifiche preliminari che consentano di eseguire una caratterizzazione di massima del sito. Tali parametri ottenuti dovranno essere verificati puntualmente e integrati in sede di progettazione esecutiva.

E' stata eseguita una campagna geognostica e sismica nel Maggio 2023.

Nel complesso la programmazione di indagini geologiche in situ ha previsto:

- **n.3 Prova Penetrometrica Statiche (CPT)** con profondità massima raggiunta cad. -15.0 m p.c.
- Indagine sismica **MASW**

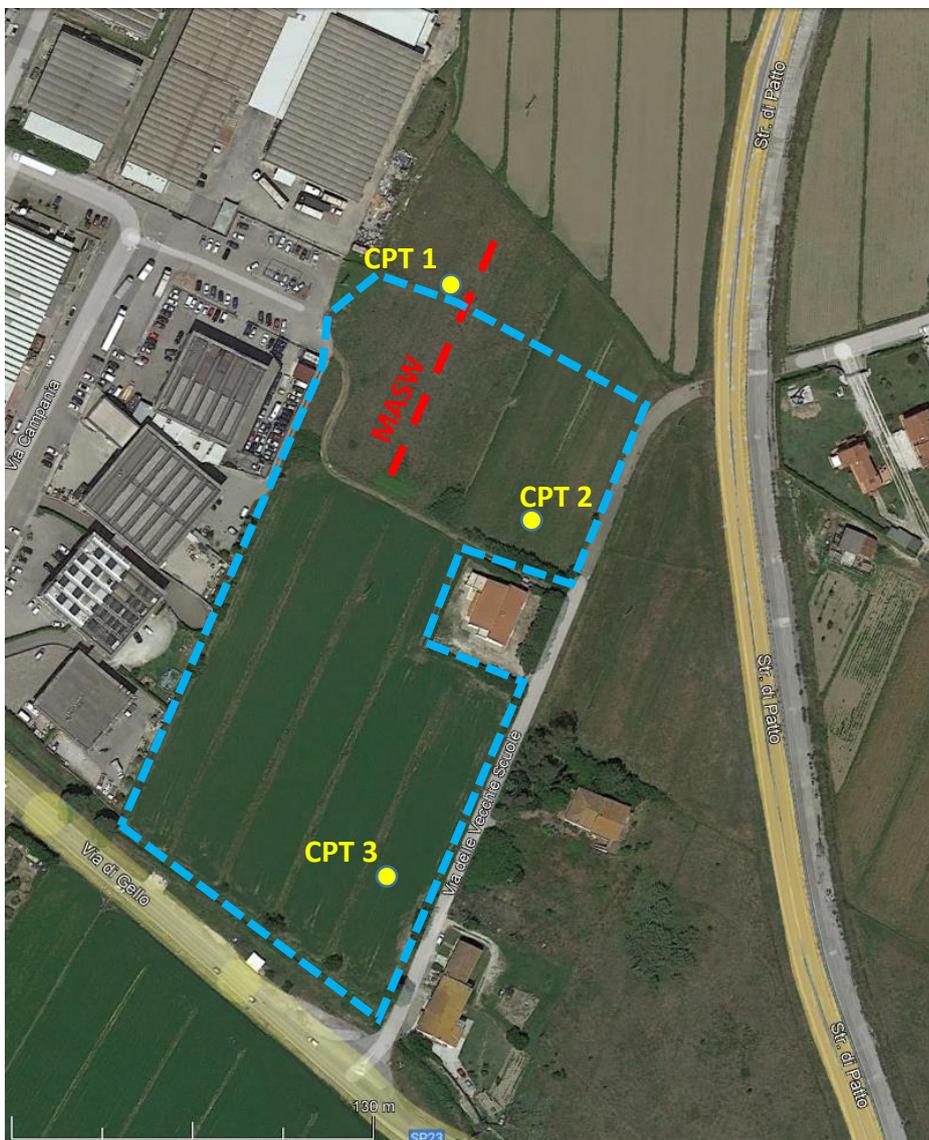


Figura 7: Immagine satellitare Google Earth nella quale sono riportati i confini del nuovo comparto 2 Zona D1b, oggetto di variante, con relative posizioni delle indagini geologiche e sismiche eseguite in fase preliminare

I dati ottenuti dalle indagini sono ritenuti idonei per la caratterizzazione litologica e sismica delle aree specifiche di analisi.

PROVA PENETROMETRICA (CPT)

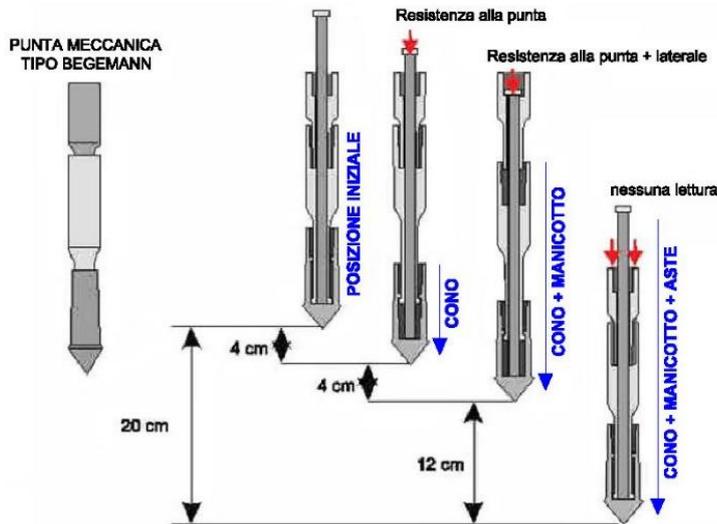
Alla ricostruzione stratigrafica ed alla caratterizzazione geotecnica dei litotipi presenti nel sottosuolo si è giunti mediante la realizzazione di n.3 prove penetrometriche in modalità di esecuzione Statica (CPT).

Le indagini sono state programmate per raggiungere la quota di circa -15.0m d.p.c., idonea per la caratterizzazione del volume geotecnico. Nessuna delle tre verticali ha riscontrato problemi nel raggiungimento della profondità prefissata.

CPT1	CPT2
	
<p>Profondità raggiunta: -15.0 m d.p.c.</p>	<p>Profondità raggiunta: -15.0 m d.p.c.</p>
CPT3	
	
<p>Profondità raggiunta: -15.0 m d.p.c.</p>	

Le prove sono state eseguite utilizzando un Penetrometro modello *PAGANI-Modello TG63-200*. Il certificato della prova è riportato in allegato.

La prova penetrometrica statica (CPT) consiste nell'inserire a pressione verticalmente una punta conica nel terreno, ad intervalli di 20 cm, presente all'estremità di una batteria di aste; nei prima 4 cm si



legge la Resistenza alla Punta mentre nei successivi 4 cm il valore di Resistenza alla Punta più Resistenza Laterale, mentre negli ultimi 12 cm non si effettua nessuna lettura e si torna in posizione di partenza.

L'elaborazione dei dati acquisiti consente di risalire all'Angolo d'Attrito interno (" ϕ ") (per i litotipi prevalentemente granulari) e alla Coesione non drenata (" C_u ") (per i litotipi prevalentemente coesivi). Per ciascun livello

individuato sono stati ricavati i valori del peso di volume, del modulo edometrico e dei principali parametri geotecnici.

Ai fini di completezza parametrica potrebbero essere inseriti, a scopo cautelativo, valori di Angolo di attrito/ Coesione drenata quando necessari derivanti da analisi di indagini pregresse eseguite nell'intorno dell'area e da formule di correlazione bibliografiche (ϕ indicato negli elaborati di prova allegati e ridotto ulteriormente; C' da formula Sorensen e Okkels, 2013). La tipologia di indagine eseguita in situ, in linea con normativa vigente, non consente di ottenere direttamente valori di Coesione drenata (C').

Il sottoscritto ritiene che tali possono essere utilizzati ai fini di verifiche geotecniche richieste, in quanto ritenuti cautelativi e congrui con la tipologia di sottosuolo esaminato.

INDAGINE SISMICA MASW

In ambito di classificazione sismica dei terreni vi si è giunti attraverso la stima dei valori della Velocità Media delle Onde Sismiche di Taglio "VSeq", ottenuti mediante la realizzazione di un'indagine MASW in modalità attiva eseguita nell'area di intervento, i cui risultati sono stati riportati nella parte "Relazione Sismica" della seguente indagine.



6. PROVE PENETROMETRICHE: MODELLO GEOTECNICO CON PARAMETRI MEDI

Prova CPT1

Unità Litotecnica A – Argilla e Argilla organica consistente

L'unità litologica in esame interessa la porzione di sottosuolo esaminato, tra la Piano campagna fino a **-13.00 m d.p.c.**

U.L. A	qc=15-30 (kg/cm ²)
	Valore Geotecnico Medio
γ (t/m ³)	1.93
ϕ (°)	--
Dr (%)	--
Mo (kg/cm ²)	55
C' (kg/cm ²)*	--
Cu (kg/cm ²)	1.23
Note:	

γ (t/m³)= Peso di volume secco del terreno

ϕ '(°)= Angolo di resistenza al taglio

Dr(%)= Densità relativa

Mo (kg/cm²)= Modulo di deformazione drenato

C' (kg/cm²)= Coesione drenata (stimato)

Cu (kg/cm²)= Coesione non drenata

Unità Litotecnica B – Argilla limosa consistente

L'unità litologica in esame interessa la restante porzione di sottosuolo esaminato, tra la quota **-13.0 m** fino a **-15.0 m d.p.c.**

U.L. B	qc=25-35 (kg/cm ²)
	Valore Geotecnico Medio
γ (t/m ³)	2.04
ϕ (°)	--
Dr (%)	--
Mo (kg/cm ²)	84
C' (kg/cm ²)*	--
Cu (kg/cm ²)	1.78
Note:	

γ (t/m³)= Peso di volume secco del terreno

ϕ '(°)= Angolo di resistenza al taglio

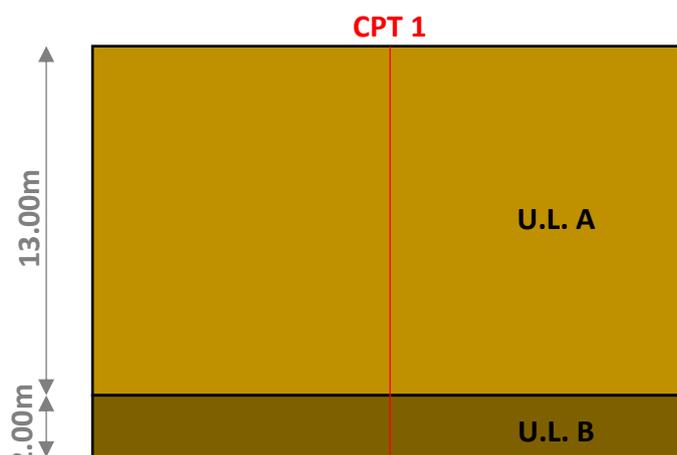
Dr(%)= Densità relativa

Mo (kg/cm²)= Modulo di deformazione drenato

C' (kg/cm²)= Coesione drenata (stimato)

Cu (kg/cm²)= Coesione non drenata

Al termine dell' indagine geognostica eseguita è stata rilevata la presenza di acqua alla quota di -1.60m d.p.c. a seguito di inserimento di Freatimetro nel foro di indagine.



Prova CPT2

Unità Litotecnica A – Argilla e Argilla organica consistente

L'unità litologica in esame interessa la porzione di sottosuolo esaminato, tra la Piano campagna fino a **-12.40 m d.p.c.**

U.L. A	qc=15-30 (kg/cm ²)
	Valore Geotecnico Medio
γ (t/m ³)	1.93
ϕ (°)	--
Dr (%)	--
Mo (kg/cm ²)	55
C' (kg/cm ²)*	--
Cu (kg/cm ²)	1.23
Note:	

γ (t/m³)= Peso di volume secco del terreno
 ϕ '(°)= Angolo di resistenza al taglio
 Dr(%)= Densità relativa
 Mo (kg/cm²)= Modulo di deformazione drenato
 C' (kg/cm²)= Coesione drenata (stimato)
 Cu (kg/cm²)= Coesione non drenata

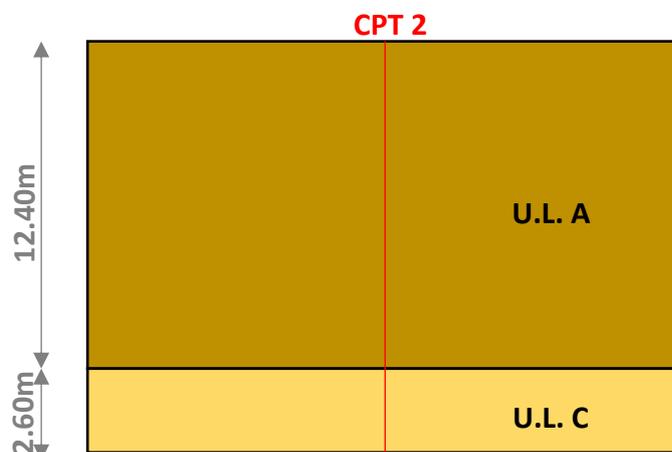
Unità Litotecnica C – Sabbia limosa mediamente addensata

L'unità litologica in esame interessa la totale porzione di sottosuolo esaminato, tra la quota **-12.40 m** fino a **-15.0 m d.p.c.**

U.L. C	qc=35-45 (kg/cm ²)
	Valore Geotecnico Medio
γ (t/m ³)	1.80
ϕ (°)	36.35
Dr (%)	--
Mo (kg/cm ²)	126.60
C' (kg/cm ²)*	--
Cu (kg/cm ²)	--
Note:	

γ (t/m³)= Peso di volume secco del terreno
 ϕ '(°)= Angolo di resistenza al taglio
 Dr(%)= Densità relativa
 Mo (kg/cm²)= Modulo di deformazione drenato
 C' (kg/cm²)= Coesione drenata (stimato)
 Cu (kg/cm²)= Coesione non drenata

Al termine dell' indagine geognostica eseguita è stata rilevata la presenza di acqua alla quota di -3.60m d.p.c. a seguito di inserimento di Freatimetro nel foro di indagine.



Prova CPT3

Unità Litotecnica A – Argilla e Argilla organica consistente

L'unità litologica in esame interessa la porzione di sottosuolo esaminato, tra la Piano campagna fino a **-14.40 m d.p.c.**

U.L. A	qc=15-30 (kg/cm ²)
	Valore Geotecnico Medio
γ (t/m ³)	1.93
ϕ (°)	--
Dr (%)	--
Mo (kg/cm ²)	55
C' (kg/cm ²)*	--
Cu (kg/cm ²)	1.23
Note:	

γ (t/m³)= Peso di volume secco del terreno
 ϕ '(°)= Angolo di resistenza al taglio
 Dr(%)= Densità relativa
 Mo (kg/cm²)= Modulo di deformazione drenato
 C' (kg/cm²)= Coesione drenata (stimato)
 Cu (kg/cm²)= Coesione non drenata

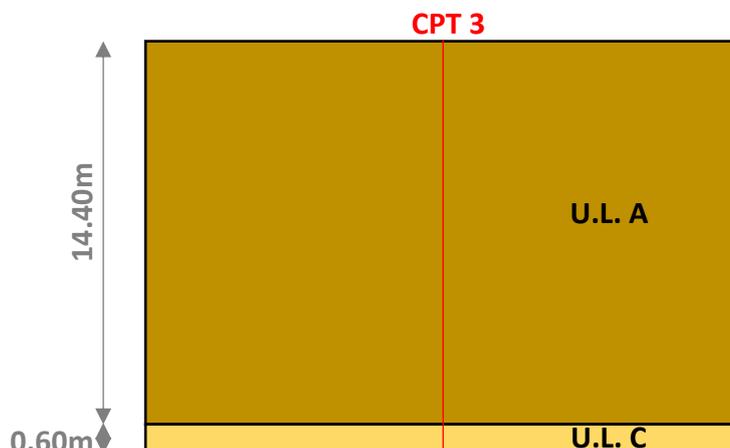
Unità Litotecnica C – Sabbia limosa mediamente addensata

L'unità litologica in esame interessa la totale porzione di sottosuolo esaminato, tra la quota **-14.40 m** fino a **-15.0 m d.p.c.**

U.L. C	qc=35-40 (kg/cm ²)
	Valore Geotecnico Medio
γ (t/m ³)	1.80
ϕ (°)	36.35
Dr (%)	--
Mo (kg/cm ²)	126.60
C' (kg/cm ²)*	--
Cu (kg/cm ²)	--
Note: I Valori di Cu e C', data la natura litologica dei terreni e la modalità di indagine, non sono opportunamente riportati.	

γ (t/m³)= Peso di volume secco del terreno
 ϕ '(°)= Angolo di resistenza al taglio
 Dr(%)= Densità relativa
 Mo (kg/cm²)= Modulo di deformazione drenato
 C' (kg/cm²)= Coesione drenata (stimato)
 Cu (kg/cm²)= Coesione non drenata

Al termine dell' indagine geognostica eseguita è stata rilevata la presenza di acqua alla quota di -1.15m d.p.c. a seguito di inserimento di Freatimetro nel foro di indagine.



CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Analizzando il contesto geologico stratigrafico ed i risultati acquisiti con le prove penetrometriche statiche Eseguite, è stato possibile formulare le seguenti considerazioni a carattere generale, da verificare sempre puntualmente in fase esecutiva:

- A) in superficie è presente un primo orizzonte talvolta indurito per effetto dell'essiccazione, riconducibile all'orizzonte agrario;
- B) le tre verticali di indagine hanno attraversato la successione olocenica della formazione dei "Depositi alluvionali (b)", costituiti generalmente da terreni argillosi, argillo-limosi ed argilloso-organici, alla base dei quali sono presenti livelli centimetrici di sabbie limose e sabbie;
- C) i terreni indagati hanno una composizione prevalentemente coesiva (argille, argille limose ed argille organiche) ad eccezione della porzione più profonda della prova CPT2 e CPT3 che presenta terreni a natura litologica granulare mista.
- D) all'interno della successione Argillosa più superficiale (U.L. A) sono presenti livelli centimetrici di torbe;
- E) nei fori lasciati dalle prove penetrometriche è stata misurata direttamente la presenza di acqua compresa tra 1,15 m e 3,60 m dal p.c. (22/05/2023);
- F) l'assetto lito-stratigrafico dell'area di intervento può ritenersi abbastanza omogeneo, anche se può presentare delle variazioni litologiche e geotecniche verticali e laterali, in termini di resistenza alla punta e litologici, proprie del sistema deposizionale di origine (deposito alluvionale recente);
- G) l'assetto lito-stratigrafico dell'area di intervento viene descritto nei modelli geologici ricostruiti (modello geologico locale); questo dovrà essere verificato puntualmente in sede di progettazione esecutiva;
- H) i risultati ottenuti, seppur di massima, confermano l'assetto geologico-stratigrafico esposto nei paragrafi precedenti, che nell'insieme giustificano le variazioni litologiche laterali e verticali generalmente presenti nel contesto geologico-stratigrafico olocenico di pianura;
- I) le strutture di fondazione dei manufatti previsti dovranno essere verificate onde evitare problematiche di stabilità a breve e lungo termine, ovvero la loro forma, dimensione e profondità di imposta dovrà garantire la stabilità delle opere previste sia a breve che a lungo termine, in modo da potersi ritenere verificata agli Stati Limite di Utilizzo (SLU - SLV) ed agli Stati Limite di Esercizio (SLE- SLD);
- J) il piano di campagna indicato si riferisce al piano di calpestio presente al momento delle indagini (22/05/2023).

Le indagini sono state eseguite per evidenziare l'assetto geologico-stratigrafico generale dei terreni presenti nell'area di intervento; questi dati potranno essere utilizzati come base per redigere la campagna geognostica di supporto alla progettazione e realizzazione dei manufatti secondo quanto previsto dalla normativa vigente in materia (NTC18, DPGR 5/R, etc.).



Modellazione Sismica

Con l'entrata in vigore del *D.M.14/01/2008* e aggiornamenti successivi (**NTC18**), di seguito nominato NTC, la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido, viene definita mediante un approccio "sito dipendente". In pratica non si progetta stimando l'azione sismica a partire dalla zona, ma calcolandola ad hoc per il sito in progetto.

A. CLASSE DI SISMICITÀ DEL TERRITORIO COMUNALE e STIMA DELLA PSB

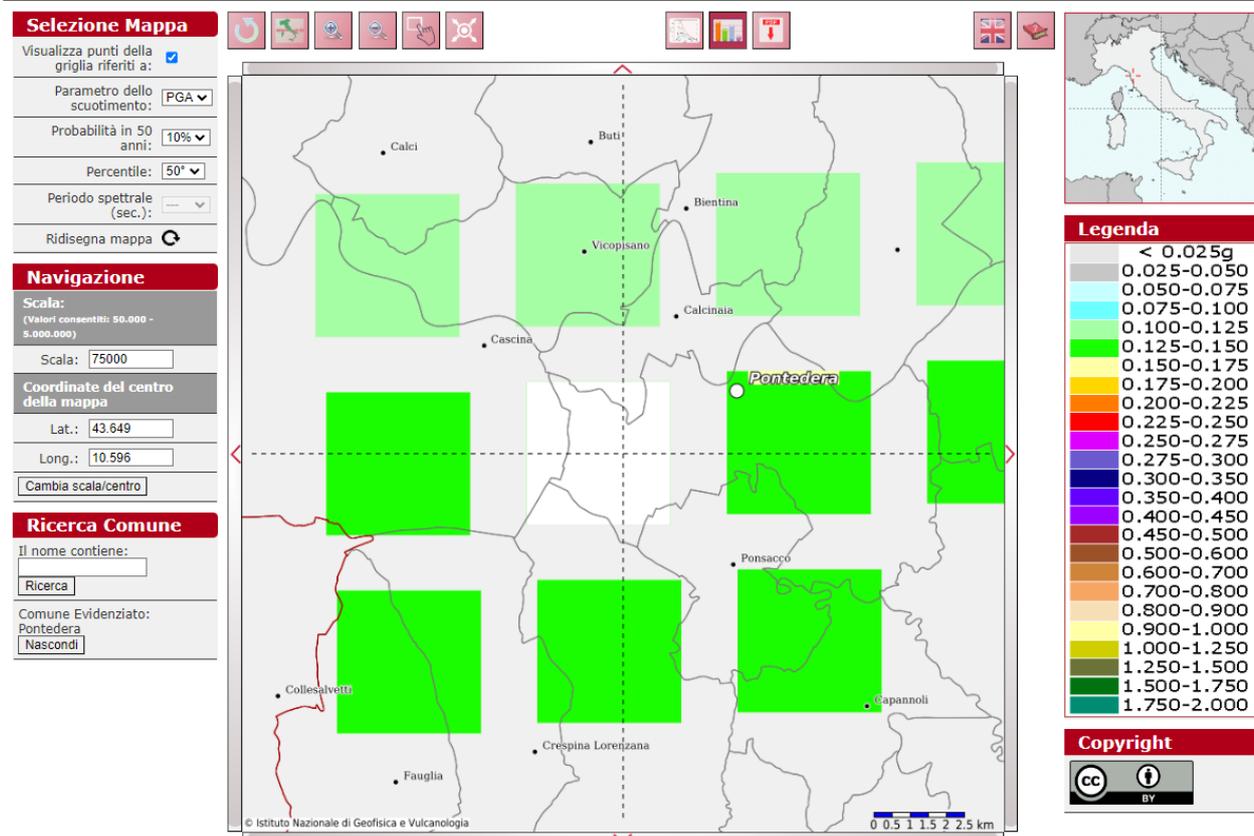
CLASSE DI SISMICITÀ DEL TERRITORIO COMUNALE

Con l'Ordinanza del P.C.M. N° 3.519 del 28/04/06 e la Delibera di G.R.T. n° 431 del 19/06/06 sono stati approvati i "Criteri generali da utilizzare per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone". A livello di mappatura macrosismica, l'intero territorio nazionale viene considerato sismico e suddiviso in quattro zone sulla base di un differente valore dell'accelerazione di picco "ag" su terreno a comportamento litoide (espressa come frazione dell'accelerazione di gravità), derivante da studi macrosismici e sismotettonici a carattere nazionale.

Il *Comune di Pontedera* rientra ai sensi della DGRT 421/2014 all'interno della **zona sismica 3**. La Mappa di Pericolosità sismica (MPS) riferita alla Toscana (mappa mediana al 50° percentile) colloca il *Comune di Pontedera* tra le zone caratterizzate da valori di accelerazione sismica compresi tra 0.125 e 0.150 g (i valori di accelerazione sono riferiti ad un tempo di ritorno pari a 475 anni - INGV,2004).

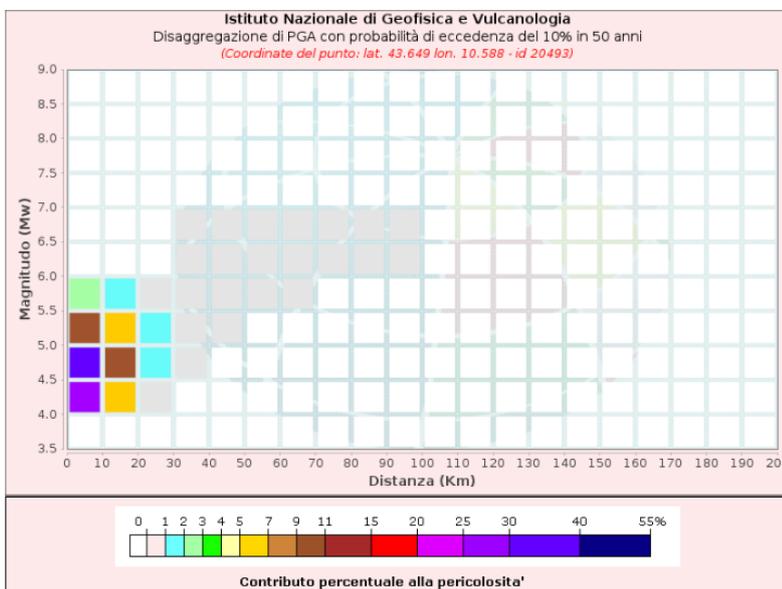


Modello di pericolosità sismica MPS04-S1



Ai fini della valutazione della pericolosità sismica si riportano i dati di disaggregazione specifici del sito in esame.

La disaggregazione (o deaggregazione) della pericolosità sismica (es. *McGuire, 1995; Bazzurro e Cornell, 1999*) è un'operazione che consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M. Espresso in altri termini il processo di disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso. (Spallarossa D., Barani S., 2007. Disaggregazione della pericolosità sismica in termini di M-R-e. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D14, <http://esse1.mi.ingv.it/d14.html>)



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni
(Coordinate del punto: lat. 43.649 lon. 10.588 - id 20493)

Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	25.2000	32.7000	10.8000	2.0300	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	5.4500	10.8000	6.1400	1.7200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.1900	1.3800	1.6200	0.6530	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0198	0.2430	0.1910	0.0619	0.0117	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0265	0.1820	0.2330	0.0478	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0493	0.1530	0.0365	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0046	0.0667	0.0200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0169	0.0082	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0030	0.0031	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.77	8.47	0.865

PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE (PSB)

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto atteso al sito di interesse, nelle NTC08, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima (**ag**) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale.. Secondo le NTC08 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno TR(30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'**Allegato A**:

ag= accelerazione orizzontale massima;

F₀= valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

ag, il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

F₀ e **TC*** i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri vengono forniti dalla tabella, contenuta nell'**Allegato B**, per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

Pertanto per poter procedere all'interpolazione delle coordinate geografiche, in accordo alla procedura delle NTC, bisogna calcolare le distanze che intercorrono tra i 4 punti del reticolo e il punto di interesse. Questo calcolo può essere eseguito approssimativamente utilizzando le formule della trigonometria sferica, che danno la distanza geodetica tra due punti, di cui siano note le coordinate geografiche.

SITO OGGETTO DELL'INDAGINE

LATITUDINE (WGS84)	LONGITUDINE (WGS84)	CLASSE USO	VITA NOMINALE
43,6412659	10,5998201	2	50

SITI DI RIFERIMENTO

	LATITUDINE(ED 50)	LONGITUDINE(ED 50)	DISTANZA
Sito 1 ID: 20493	43,648910	10,587950	1273,90
Sito 2 ID: 20494	43,650590	10,657050	4619,15
Sito 3 ID: 20716	43,600620	10,659340	6603,34
Sito 4 ID: 20715	43,598940	10,590330	4887,46

	PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO	Tr anni	ag	F _o	T _c * (s)
(SLO) OPERATIVITÀ	81%	30	0,042g	2,541	0,232
(SLD) DANNO	63%	50	0,054g	2,515	0,247
(SLV) SALVAGUARDIA DELLA VITA	10%	475	0,133g	2,486	0,274
(SLC) PREVENZIONE DAL COLLASSO	5%	975	0,166g	2,521	0,282

dove:

Tr = periodo di ritorno dell'azione sismica, espresso in anni

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa al sito. Il valore di a_g è dipendente dalle coordinate che identificano il sito su cui dovrà insistere la costruzione

F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale. Il valore di F_o è dipendente dalle coordinate che identificano il sito su cui dovrà insistere la costruzione

B. STIMA DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE

INDAGINI PER LA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO

Alla classificazione del suolo di fondazione si è giunti, data la tipologia di analisi richiesta, attraverso la realizzazione in situ di una prospezione sismica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves).

La MASW è un metodo geofisico che permette di ottenere un modello verticale delle onde di taglio (Vs) a partire dallo studio della modalità di propagazione delle onde di superficie (onde di Rayleigh e onde di Love). Trattasi di onde la cui propagazione interessa un limitato spessore a partire dalla superficie terrestre a causa del decadimento esponenziale della loro ampiezza con la profondità.

Il metodo MASW si basa sul fenomeno della dispersione della velocità, ovvero della separazione di un'onda sismica in più componenti di diversa lunghezza d'onda con propria ampiezza e fase e velocità di propagazione che dipende dalle caratteristiche del mezzo attraversato. A causa della dispersione, le componenti a corta lunghezza d'onda (alta frequenza) hanno velocità che dipendono dalle caratteristiche delle porzioni più superficiali del mezzo attraversato mentre le componenti a grande lunghezza d'onda (bassa frequenza) si propagano con velocità che sono funzione anche delle caratteristiche dei livelli più profondi. Nello specifico, la velocità delle onde di superficie tipo Rayleigh dipende in misura dominante dalla Vs e dagli spessori dei terreni presenti in un dato sito mentre nel caso delle onde tipo Love l'unico fattore di controllo è rappresentato dalla Vs. Grazie a questo fenomeno, un opportuno processo di calcolo che utilizzi l'analisi della dispersione della velocità delle onde superficiali può consentire di ricavare informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità ed, in particolare, della Vs.

La classificazione dei terreni è stata effettuata mediante la stima dei valori della Velocità Media delle Onde Sismiche di Taglio, "Vs"

Alla classificazione sismica del sottosuolo si è giunti attraverso la stima della Velocità Media delle Onde Sismiche di Taglio "V_{Seq}". In questo particolare contesto geologico alla classificazione all'interno delle

“Categorie del Suolo di Fondazione” ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018 T.U.: “Aggiornamento - Norme Tecniche per le Costruzioni”, è stata effettuata attraverso una media ponderata dei valori di velocità delle onde di taglio sul piano orizzontale, nei primi 30m di profondità. La “ V_{seq} ”; viene stimata mediante la seguente espressione:

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

con

h_i = spessore dello strato i -esimo;

$V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;

N = numero di strati;

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

Dall’elaborazione della prospezione sismica di riferimento si ottiene un

$$V_{seq} = 222 \text{ m/sec}$$

il che permette di inserire il terreno di fondazione all’interno del “**profilo stratigrafico C**”.

Tale categoria corrisponde 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.*

COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA “T”

L’intervento ricade su una superficie pianeggiante e quindi con pendenze $i < 15^\circ$, tale da farlo ricadere all’interno della categoria topografica **T1 – Pendii con inclinazione media $i < 15^\circ$.**

C. PERICOLOSITA' SISMICA DI SITO

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e delle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale **Se (0)** consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Per il sito di intervento è stato considerato:

- Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5%
- Fattore di Alterazione dello Spettro Elastico: 1,000
- Categoria di Sottosuolo: C
- Categoria Topografica: T1

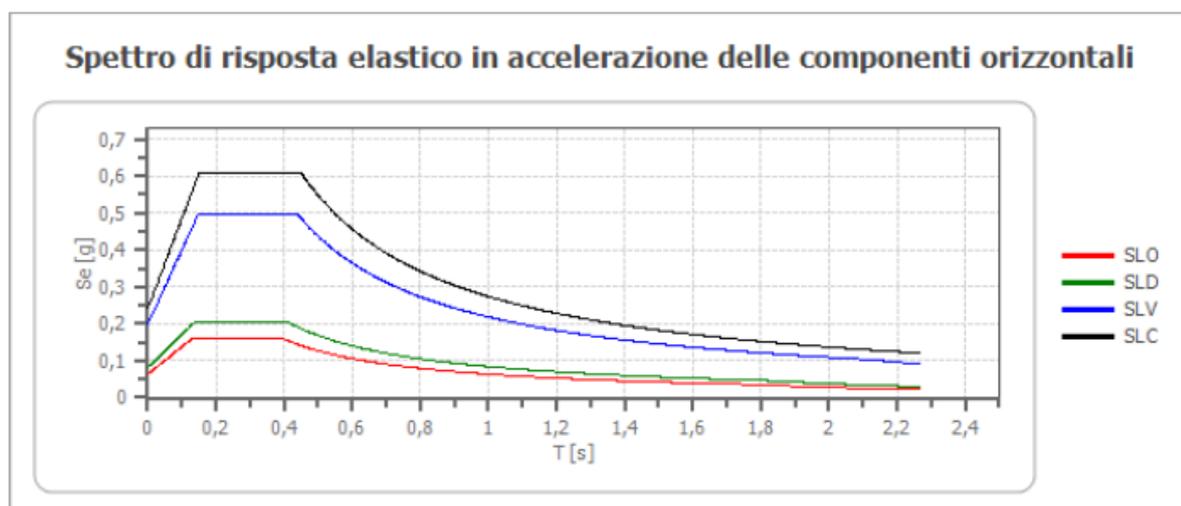
PARAMETRI SISMICI DI SITO

CAT. SOTTOSUOLO	CAT. TOPOGRAFICA	PERIODO RIFERIMENTO	COEFFICIENTE CU
C	T1	50 anni	1

COEFFICIENTI SISMICI STABILITÀ DI PENDII E FONDAZIONI:

COEFFICIENTI	SLO	SLD	SLV	SLC
KH	0,013	0,016	0,048	0,058
KV	0,006	0,008	0,024	0,029
AMAX (M/S ²)	0,623	0,797	1,951	2,365
BETA	0,200	0,200	0,240	0,240

SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE DELLE COMPONENTI ORIZZONTALI



COEFFICIENTI SISMICI DI SITO

	cu	ag	Tc*	Ss	Cc	St	S
SLO	1,0	0,042	0,232	1,500	1,700	1,000	1,500
SLD	1,0	0,054	0,247	1,500	1,670	1,000	1,500
SLV	1,0	0,133	0,274	1,500	1,610	1,000	1,500
SLC	1,0	0,166	0,282	1,450	1,600	1,000	1,450

	η	TB	TC	TD	Se (0)	Se(TB)
SLO	1	0,131	0,394	1,769	0,063	0,161
SLD	1	0,137	0,412	1,817	0,081	0,204
SLV	1	0,147	0,441	2,131	0,199	0,495
SLC	1	0,150	0,450	2,265	0,241	0,608

 S_s = Coefficiente di amplificazione stratigrafica

 C_c = Coefficiente funzione della categoria di suolo

 S_t = Coefficiente di Amplificazione topografica

 K_h = coefficiente di intensità sismica orizzontale.

 K_v = coefficiente di intensità sismica verticale.

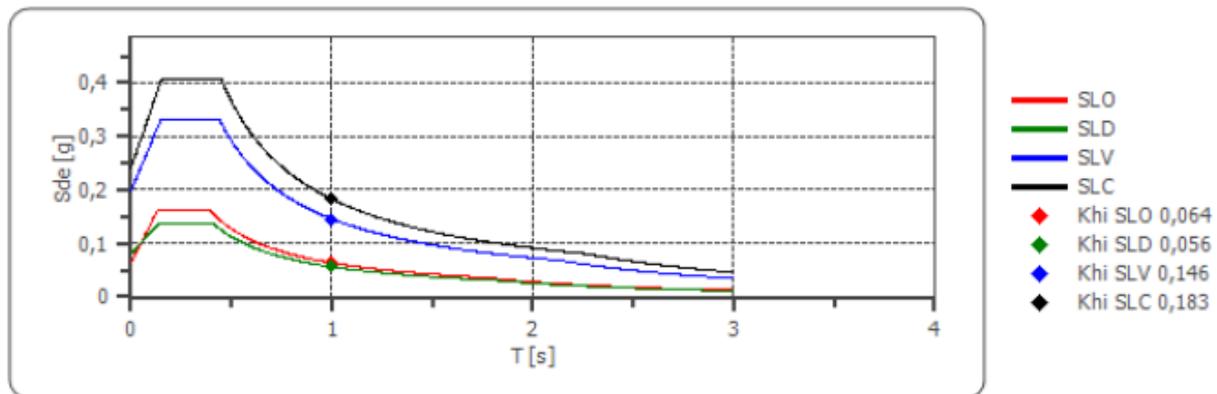
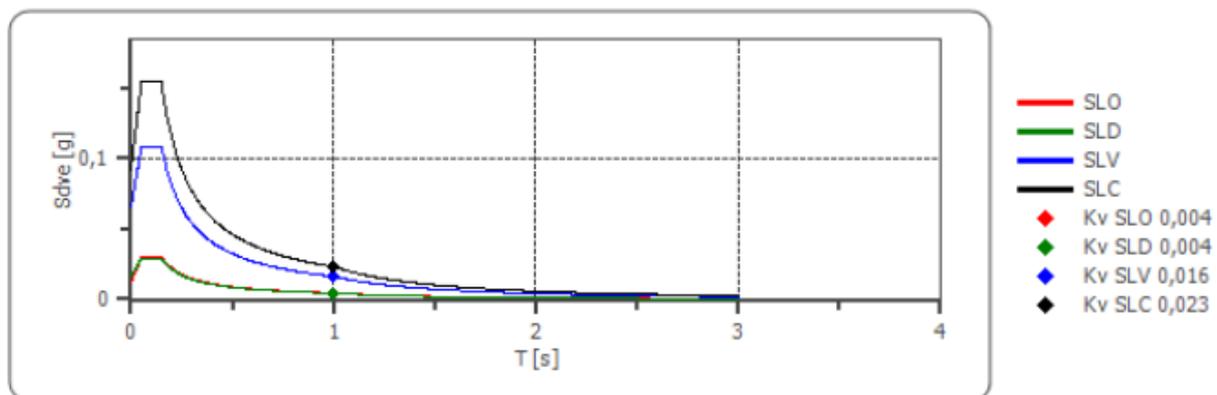
 η = fattore alterazione spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi diversi dal 5%

 S = coefficiente categoria di sottosuolo

 T_c = Periodo corrispondente al tratto a velocità costante dello spettro

 T_b = Periodo corrispondente al tratto ad accelerazione costante dello spettro

 $S_e(0)$ = Valore dello spettro elastico al periodo 0

SPETTRO DI PROGETTO DELLE COMPONENTI ORIZZONTALI
Spettro di progetto delle componenti orizzontali

Spettro di progetto delle componenti verticali


Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50

Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50

Periodo fondamentale T: 1.00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,064	0,056	0,146	0,183
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0,004	0,004	0,016	0,023

D. VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Le NTC propongono una griglia di casi per i quali il sito non presenta possibilità di liquefazione dei terreni. Le NTC recitano che *“La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze”*:

- 1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;*
- 2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;*
- 3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)60 > 30$ oppure $qc1N > 180$ dove $(N1)60$ e il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $qc1N$ e il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;*
- 4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.*

Quando nessuna delle condizioni precedenti risulta soddisfatta ed il terreno di fondazione comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda (in genere vanno considerati livelli con spessore superiore a 3 m), occorre valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione alle profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili. Salvo utilizzare procedure di analisi avanzate, la verifica può essere effettuata con metodologie di tipo storico-empirico in cui il coefficiente di sicurezza viene definito dal rapporto tra la resistenza disponibile alla liquefazione e la sollecitazione indotta dal terremoto di progetto. La resistenza alla liquefazione può essere valutata sulla base dei risultati di prove in sito o di prove cicliche di laboratorio. La sollecitazione indotta dall'azione sismica è stimata attraverso la conoscenza dell'accelerazione massima attesa alla profondità di interesse. L'adeguatezza del margine di sicurezza nei confronti della liquefazione deve essere valutata e motivata dal progettista.

E' inoltre importante, al di là dei risultati della verifica, valutare le conseguenze della eventuale liquefazione degli strati sabbiosi, tenendo sempre presente che:

- lo strato liquefacibile deve avere uno spessore maggiore di 3 m oppure due contorni impermeabili;
- la liquefazione può avere effetti sulle fondazioni superficiali solo se lo strato superficiale non è soggetto a liquefazione e più sottile di 3 m.

La valutazione della Magnitudo attesa è stata effettuata secondo quanto proposto dagli *“Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica - Gruppo di lavoro MS 2008”* dove viene indicato il metodo che si basa, a partire sempre dalla zonazione sismogenetica, sulle coppie di valori *“Magnitudo media - distanza M-R”* caratteristici di ogni sito desunti dai dati di disaggregazione della pericolosità sismica (vedi dati Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Gruppo di lavoro, 2004 e INGV Spallarossa e Barani, 2007), i quali ci permettono di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito per determinati

tempi di ritorno. L'uso di tale metodica ci viene indicato anche dal Responsabile P.O. – Valutazione effetti locali in zona sismica - Settore Prevenzione Sismica della Regione Toscana.

Nel caso specifico e solo a titolo esemplificativo da verificare puntualmente in sede progettazione esecutiva, si è proceduto con la verifica alla liquefazione dei terreni di fondazione utilizzando il metodo di Idriss e Boulanger 2014 a partire dalle prove CPT eseguite; per queste sono state assunte ipotetiche le seguenti caratteristiche:

- magnitudo attesa M_{max} 5,91-6,14 (ZS9 – n° 921);
- livello piezometrico della falda: livello misurato in ogni foro di indagine al termine della prova
- accelerazione $a_{MAX} = a_{gSLV} \times (S_s \times S_t) = 0.195$
- profilo stratigrafico: come indicato nel modello geologico delle singole prove CPT analizzate.

Adottando il metodo della *“Stima del rischio di liquefazione con il metodo di Idriss e Boulanger (2014)”* è stato possibile verificare che i terreni indagati con e tre prove eseguite risultano non liquefacibili (N.L.) come evidenziato dalla tabella di analisi dei dati per lo spessore considerato (15,0 metri); questi risultati dovranno essere verificati puntualmente in sede di progettazione esecutiva.

Pertanto, in linea di massima i depositi presenti nell'area di intervento non sono suscettibili a liquefazione, in quanto il parametro CRR è sempre maggiore del parametro CSR, con un valore di Magnitudo pari a 6,14 (*“zona 921”* dalle ZS9). Ovviamente, in ragione delle possibili variazioni litostratigrafiche e litotecniche presenti nei depositi alluvionali recenti ed attuali, sarà necessario eseguire un'indagine puntuale per la verifica oggettiva del rischio di liquefazione dei terreni di fondazione in sede di progettazione esecutiva.

Inoltre, per quanto riguarda la valutazione della potenzialità di liquefazione dei terreni facciamo presente che il potenziale di liquefazione prodotto per tensioni cicliche derivate da un evento tellurico, nasce dall'istantaneo incremento di pressioni neutre sottoposte all'accelerazione sismica che possono comportare il totale annullamento delle pressioni effettive intergranulari, determinando il completo decadimento della resistenza tangenziale di un terreno a comportamento esclusivamente granulare.

Perché ciò possa accadere occorre che il sedimento non sia dotato di coesione e che il drenaggio non sia talmente rapido da avvenire istantaneamente; per tali motivazioni, soltanto i depositi sabbiosi fini monogranulari, saturi e non addensati risultano soggetti a tale tipo di rischio.

E. VALUTAZIONE E CONSIDERAZIONE DEL FENOMENO DI SUBSIDENZA

La subsidenza naturale è dell'ordine di grandezza di qualche millimetro l'anno e quindi le sue conseguenze sono relativamente ridotte, in quanto esse si manifestano in tempi geologici e comunque assai lunghi. Ben diverso è invece il caso della subsidenza indotta dall'attività antropica, che può raggiungere valori da dieci ad oltre cento volte superiori, fino a determinare possibili fenomeni di interferenza con le attività umane. Per poter misurare e stimare l'entità della subsidenza in una determinata area si può ricorrere all'utilizzo di vari sistemi di misurazione, più o meno accurati.

La Regione Toscana ha varato un progetto di monitoraggio in continuo delle deformazioni del terreno del territorio regionale toscano tramite interferometria radar satellitare. L'interferometria radar satellitare si basa sull'analisi di lunghe serie di immagini SAR (Synthetic Aperture Radar) acquisite da piattaforma satellitare sulla stessa area in tempi diversi, in modo da consentire misurazioni non invasive e ad alta precisione degli spostamenti del suolo e dei manufatti.

L'interferometria SAR satellitare rappresenta lo strumento più all'avanguardia per la misura degli spostamenti superficiali e consente l'individuazione, la mappatura e l'analisi, anche tramite le serie temporali degli spostamenti, di quelle aree interessate da deformazioni indotte da fenomeni di dissesto idrogeologico come frane e subsidenza indotta da pompaggi della risorsa idrica o connessa allo sfruttamento della risorsa geotermica. Tale metodologia sebbene non consenta di intercettare fenomeni improvvisi ed imminenti, permette comunque un monitoraggio continuo di eventuali spostamenti e deformazioni che protraendosi nel tempo possono essere precursori e causa di possibili eventuali criticità sul territorio e sulle infrastrutture regionali.

L'obiettivo generale dell'attività riguarda il monitoraggio geomorfologico in continuo dello scenario deformativo del territorio della Regione Toscana tramite dati radar interferometrici satellitari. Tale approccio di monitoraggio è finalizzato ad aggiornare in modo dinamico e continuo il quadro conoscitivo del territorio regionale per il rischio idrogeologico e geomorfologico, e a rilevare tempestivamente situazioni di criticità basate sull'individuazione di anomalie. La disponibilità di dati su tutto il territorio della Regione Toscana e il programma di acquisizioni rapide e sistematiche permettono oggi di effettuare analisi continue, specifiche e sempre aggiornate delle deformazioni in atto.

In questo contesto si inseriscono gli studi per il monitoraggio dei fenomeni di subsidenza dei terreni, visto che possono essere considerati fenomeni a dinamica lenta (per la stessa area sia hanno letture ogni 6 gg, visto che ogni satellite impiega 12 gg per registrare i dati della stessa area).

Considerando la precisione delle misure e la copertura spaziale e temporale, tra i campi di applicazione primari dei dati interferometrici ricade l'individuazione e mappatura delle aree in subsidenza: le aree urbane, frequentemente affette da subsidenza sia areale che locale, sono ambienti ideali per l'utilizzo dei

dati interferometrici. Infatti, i lenti movimenti verticali legati all'abbassamento del suolo e l'alta densità di edifici e manufatti antropici rende la subsidenza in area urbana lo scenario migliore per un'analisi interferometrica.

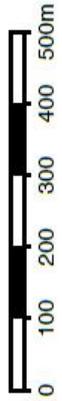
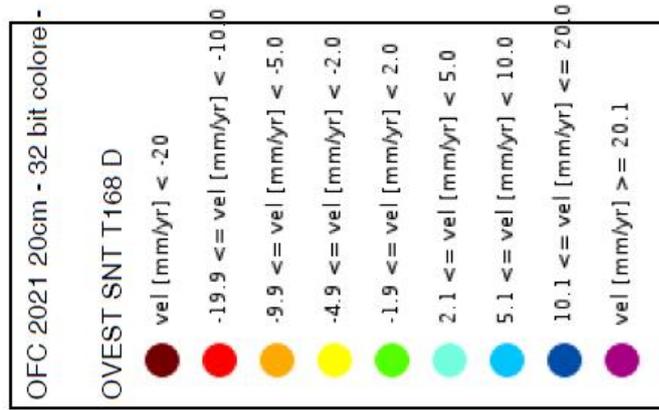
Questo metodo consente la valutazione dell'andamento nel tempo delle deformazioni, visto che le serie temporali, grafici che rappresentano lo spostamento registrato alla data di acquisizione, sono il prodotto ultimo e più avanzato dell'analisi interferometrica. Permettono di ripercorrere la storia deformativa di un punto misura indietro nel tempo (fino ad ottobre 2014 nel caso del geoportale).

I dati PS del Geoportale Regione Toscana vengono visualizzati utilizzando una specifica scala colori la quale potrà essere riprodotta dall'utente attraverso un file di vestizione consegnato congiuntamente ai dati puntuali. I punti di misura sono classificati secondo la velocità media annua di deformazione (espressa in mm/anno) secondo tale convenzione:

- il colore verde corrisponde a quei punti la cui velocità di deformazione è molto bassa, compresa tra - 2,0 e +2,0 mm/anno, ovvero all'interno dell'intervallo di sensibilità della tecnica interferometrica e definito sulla base della deviazione standard dei dati utilizzati;
- con i colori da giallo a rosso sono classificati quei punti di misura con velocità di deformazione negativa, che corrisponde a movimenti in allontanamento dal satellite lungo la linea di vista sensorebersaglio;
- con i colori da azzurro a blu sono classificati quei punti di misura con velocità di deformazione positiva, che corrisponde a movimenti in avvicinamento al satellite lungo la linea di vista sensorebersaglio.

Il tema della subsidenza nell'ambito della pianura alluvionale nel territorio comunale di Pontedera e di quelli dei comuni limitrofi è oggetto di attenzione in ragione di possibili fenomeni di subsidenza indotta dalla presenza di terreni scadenti o per sovrasfruttamento delle falde acquifere confinate presenti nella successione lito-stratigrafica della zona di intervento. In particolare, sono stati analizzati i dati interferometrici satellitari che forniscono indicazioni sugli spostamenti sull'asse dei punti "bersaglio" in grado di riflettere con continuità le radiazioni radar emesse da sonde orbitali collocate a circa 800 chilometri di quota rispetto alla superficie terrestre.

Sia nell'area di studio che nelle aree limitrofe (dove sono presenti i manufatti – bersaglio), la misurazione rimane sempre al di sotto del limite inferiore di misurazione, quindi è possibile affermare che il fenomeno di subsidenza, se presente, non rientra tra i casi da attenzionare. È opportuno ricordare che lo spostamento misurato non è quello verticale ma quello lungo LOS (direttrice satellite-bersaglio), quello verticale, se presente può essere diverso e dipendente dall'inclinazione della direttrice LOS.



06.07.2023

CONCLUSIONI AMBITO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Su incarico della Borsò Metalli Srl è stata elaborata dal sottoscritto la presente *indagine Geologica* a supporto della "Proposta di Variante Urbanistica al Regolamento Urbanistico comunale vigente relativo al comparto numero 2".

L'area sottoposta ad analisi preliminare ricade in Via di Gello Est, all'interno della Zona Industriale Gello di Pontedera.

La variante si prefigge il seguente obiettivo:

- 1) Variazione areale del comparto n.2 determinata la riduzione del comparto n.2 rispetto allo stato attuale, con conseguente variazione dei parametri perimetrici specifici delle due aree in oggetto. Tale variante è richiesta al fine di progettazione e realizzazione successiva di una nuova Lottizzazione industriale nel comparto n.2 ZONA D1b.

In ambito Geologico l'area (Fig.3) è caratterizzata dall'affioramento di sedimenti riconducibili alla formazione **Depositi alluvionali recenti ed attuali (b)**.

La campagna di indagini preliminare eseguita è stata programmata ai sensi della normativa vigente, risultando esaustiva, per ricostruire in iniziale conoscitiva il modello litologico di sottosuolo.

In ambito di futura fase di progettazione edilizia, saranno realizzate opportune indagini geognostiche secondo quanto previsto dalla normativa vigente in materia.

Per la valutazione della Pericolosità geologica e della fattibilità dell'intervento è stato fatto riferimento alle indagini eseguite a supporto del Piano Intercomunale della Valdera (ai sensi del DPGR 53/R);, in cui è incluso anche il Comune di Pontedera,:

- Pericolosità Geologica: Classe G.2 - Pericolosità **media**;
- Pericolosità Idraulica: Classe P.2 - Pericolosità **media**;
- Pericolosità Sismica: Classe S.2 - Pericolosità **media**;

Nel complesso della valutazione Geologica eseguita non si è evidenziato elementi che, allo stato attuale dei luoghi, possano limitare o condizionare la proposta di Variante Urbanistica del comparto in oggetto.

Ponsacco, 20/12/2024 (rev.4)

Dr. Geol. Filippo Bendinelli
Ordine dei Geologi della Toscana n° 1745



Sono parte integrante della presente i seguenti elaborati:

Certificato prove penetrometriche CPT; Certificato indagine sismica MASW; Report di analisi Liquefazione dei terreni

Geologo consulente: Dott. Geol. Bendinelli Filippo	Ubicazione indagine: Via Emilia Romagna - Loc. Gello, Comune di Pontedera (PI)	Data esecuzione: 22.05.2023
Penetrometro statico PAGANI TG63-200 con spinta di 200 KN e dispositivo di misura costituito da cella di carico elettrica con display digitale - Prova eseguita con punta Begemann ed anello allargatore ad 1 m dalla punta.		PROVA CPT1
Quota (m) s.l.m.: ~13 m	Falda: <input type="checkbox"/> no <input checked="" type="checkbox"/> si	Soggiacenza dal p.c.: -1.60 m
Note sperimentatore:		

Schema costruttivo piezometro	Prof. (metri)	Lpunta	Lp+m	Rpunta	Rlater.	Rp/Rl	Litologia Begemann (1965)
		kg/cm ²		kg/cm ²			
	0,2	-	-	-	-	-	Stima non eseguibile
	0,4	-	-	0	0,4	0,0	Stima non eseguibile
	0,6	6	12	6	0,3	22,5	Argille
	0,8	8	12	8	1,1	7,5	Torbe - Argille Torbose
	1,0	10	26	10	1,1	8,8	Torbe - Argille Torbose
	1,2	12	29	12	1,1	10,6	Torbe - Argille Torbose
	1,4	24	41	24	1,5	15,7	Argille
	1,6	18	41	18	1,1	15,9	Argille
	1,8	14	31	14	0,7	19,1	Argille
	2,0	12	23	12	0,9	12,9	Torbe - Argille Torbose
	2,2	14	28	14	1,1	12,4	Torbe - Argille Torbose
	2,4	15	32	15	0,8	18,8	Argille
	2,6	20	32	20	1,0	20,0	Argille
	2,8	23	38	23	1,3	17,3	Argille
	3,0	25	45	25	1,1	23,4	Argille
	3,2	27	43	27	1,9	14,5	Torbe - Argille Torbose
	3,4	18	46	18	0,9	20,8	Argille
	3,6	16	29	16	0,6	26,7	Argille - Argille Limose
	3,8	20	29	20	1,0	20,0	Argille
	4,0	24	39	24	1,4	17,1	Argille
	4,2	23	44	23	1,1	20,3	Argille
	4,4	23	40	23	1,1	21,6	Argille
	4,6	24	40	24	0,3	72,0	Sabbie limose
	4,8	26	31	26	0,6	43,3	Limi - Argille Sabbiose
	5,0	23	32	23	0,9	24,6	Argille - Argille Limose
	5,2	19	33	19	1,0	19,0	Argille
	5,4	22	37	22	1,2	18,3	Argille
	5,6	19	37	19	1,1	16,8	Argille
	5,8	19	36	19	1,4	13,6	Torbe - Argille Torbose
	6,0	17	38	17	0,8	21,3	Argille
	6,2	18	30	18	0,7	24,5	Argille - Argille Limose
	6,4	15	26	15	1,0	15,0	Argille
	6,6	11	26	11	0,2	55,0	Limi Sabbiosi - Sabbie Limose
	6,8	12	15	12	0,7	16,4	Argille
	7,0	11	22	11	0,4	27,5	Argille - Argille Limose
	7,2	18	24	18	0,6	30,0	Argille - Argille Limose
	7,4	14	23	14	0,6	23,3	Argille
	7,6	9	18	9	0,4	22,5	Argille
	7,8	9	15	9	0,7	13,5	Torbe - Argille Torbose
	8,0	4	14	4	0,8	5,0	Torbe - Argille Torbose

Geologo consulente: Dott. Geol. Bendinelli Filippo	Ubicazione indagine: Via Emilia Romagna - Loc. Gello, Comune di Pontedera (PI)	Data esecuzione: 22.05.2023
Penetrometro statico PAGANI TG63-200 con spinta di 200 KN e dispositivo di misura costituito da cella di carico elettrica con display digitale - Prova eseguita con punta Begemann ed anello allargatore ad 1 m dalla punta.		PROVA CPT1
Quota (m) s.l.m.: ~13 m	Falda: <input type="checkbox"/> no <input checked="" type="checkbox"/> si	Soggiacenza dal p.c.: -1.60 m
Note sperimentatore:		

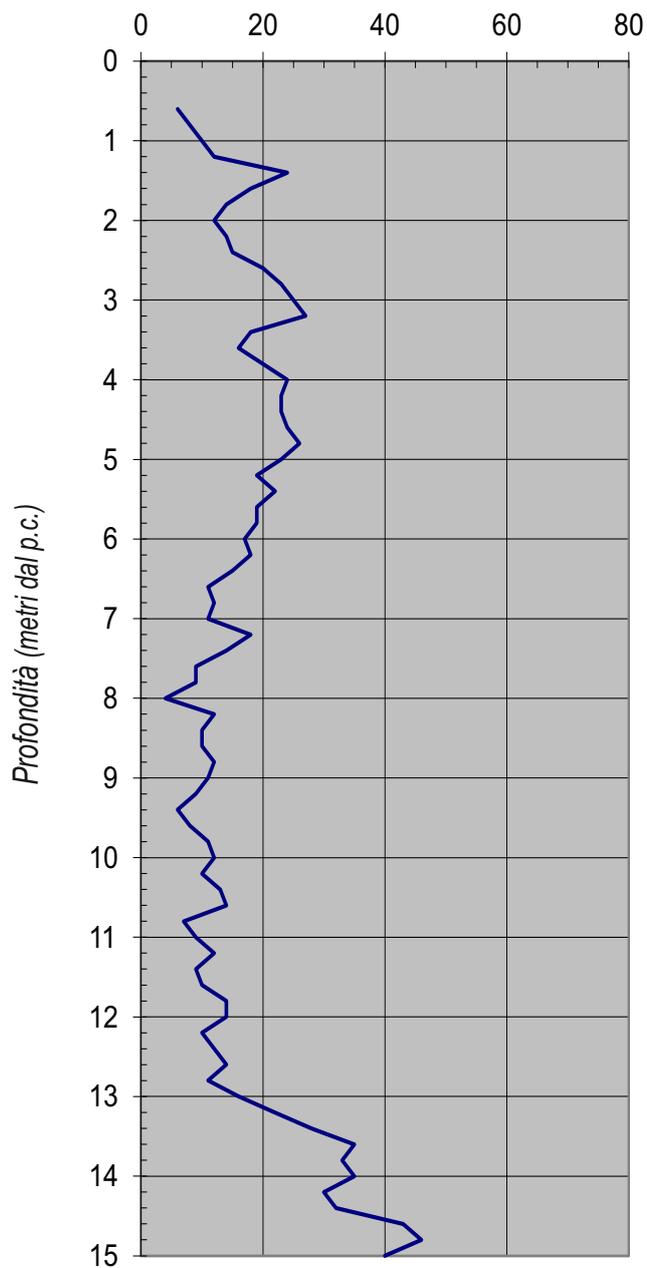
Schema costruttivo piezometro	Prof. (metri)	Lpunta	Lp+m	Rpunta	Rlater.	Rp/Rl	Litologia Begemann (1965)
		kg/cm ²		kg/cm ²			
	0,2	-	-	-	-	-	Stima non eseguibile
	0,4	-	-	0	0,4	0,0	Stima non eseguibile
	0,6	6	12	6	0,3	22,5	Argille
	0,8	8	12	8	1,1	7,5	Torbe - Argille Torbose
	1,0	10	26	10	1,1	8,8	Torbe - Argille Torbose
	1,2	12	29	12	1,1	10,6	Torbe - Argille Torbose
	1,4	24	41	24	1,5	15,7	Argille
	1,6	18	41	18	1,1	15,9	Argille
	1,8	14	31	14	0,7	19,1	Argille
	2,0	12	23	12	0,9	12,9	Torbe - Argille Torbose
	2,2	14	28	14	1,1	12,4	Torbe - Argille Torbose
	2,4	15	32	15	0,8	18,8	Argille
	2,6	20	32	20	1,0	20,0	Argille
	2,8	23	38	23	1,3	17,3	Argille
	3,0	25	45	25	1,1	23,4	Argille
	3,2	27	43	27	1,9	14,5	Torbe - Argille Torbose
	3,4	18	46	18	0,9	20,8	Argille
	3,6	16	29	16	0,6	26,7	Argille - Argille Limose
	3,8	20	29	20	1,0	20,0	Argille
	4,0	24	39	24	1,4	17,1	Argille
	4,2	23	44	23	1,1	20,3	Argille
	4,4	23	40	23	1,1	21,6	Argille
	4,6	24	40	24	0,3	72,0	Sabbie limose
	4,8	26	31	26	0,6	43,3	Limi - Argille Sabbiose
	5,0	23	32	23	0,9	24,6	Argille - Argille Limose
	5,2	19	33	19	1,0	19,0	Argille
	5,4	22	37	22	1,2	18,3	Argille
	5,6	19	37	19	1,1	16,8	Argille
	5,8	19	36	19	1,4	13,6	Torbe - Argille Torbose
	6,0	17	38	17	0,8	21,3	Argille
	6,2	18	30	18	0,7	24,5	Argille - Argille Limose
	6,4	15	26	15	1,0	15,0	Argille
	6,6	11	26	11	0,2	55,0	Limi Sabbiosi - Sabbie Limose
	6,8	12	15	12	0,7	16,4	Argille
	7,0	11	22	11	0,4	27,5	Argille - Argille Limose
	7,2	18	24	18	0,6	30,0	Argille - Argille Limose
	7,4	14	23	14	0,6	23,3	Argille
	7,6	9	18	9	0,4	22,5	Argille
	7,8	9	15	9	0,7	13,5	Torbe - Argille Torbose
	8,0	4	14	4	0,8	5,0	Torbe - Argille Torbose

Geologo consulente: Dott. Geol. Bendinelli Filippo	Ubicazione indagine: Via Emilia Romagna - Loc. Gello, Comune di Pontedera (PI)	Data esecuzione: 22.05.2023
Penetrometro statico PAGANI TG63-200 con spinta di 200 KN e dispositivo di misura costituito da cella di carico elettrica con display digitale - Prova eseguita con punta Begemann ed anello allargatore ad 1 m dalla punta.		PROVA CPT1
Quota (m) s.l.m.: ~13 m	Falda: <input type="checkbox"/> no <input checked="" type="checkbox"/> si	Soggiacenza dal p.c.: -1.60 m
Note sperimentatore:		

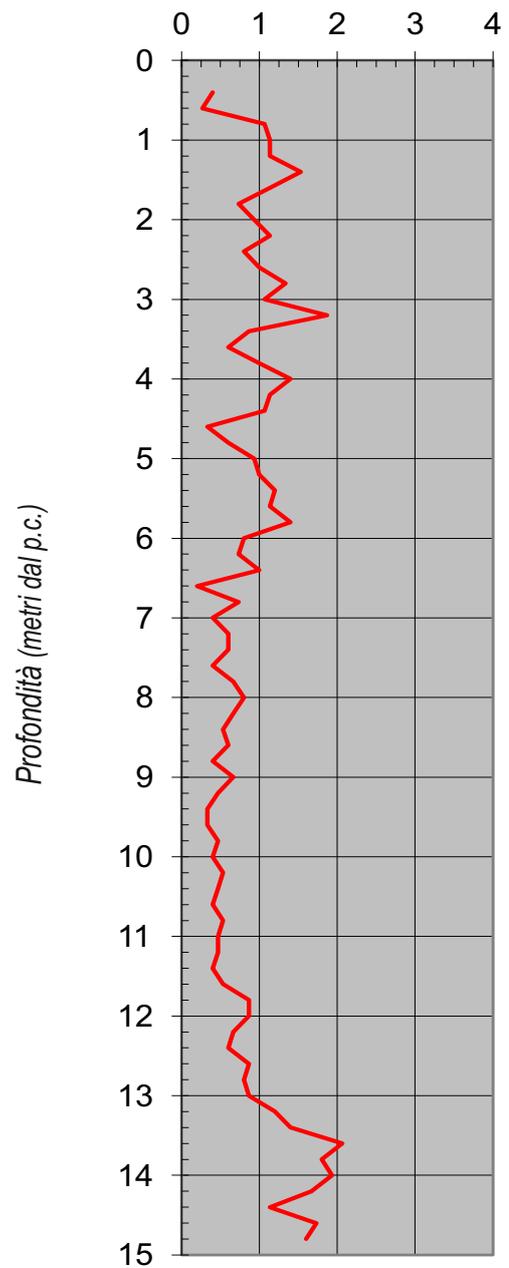
Schema costruttivo piezometro	Prof. (metri)	Lpunta	Lp+m	Rpunta	Rlater.	Rp/Rl	Litologia Begemann (1965)
		kg/cm ²		kg/cm ²			
	8,2	12	24	12	0,7	18,0	Argille
	8,4	10	20	10	0,5	18,8	Argille
	8,6	10	18	10	0,6	16,7	Argille
	8,8	12	21	12	0,4	30,0	Argille - Argille Limose
	9,0	11	17	11	0,7	16,5	Argille
	9,2	9	19	9	0,5	19,3	Argille
	9,4	6	13	6	0,3	18,0	Argille
	9,6	8	13	8	0,3	24,0	Argille
	9,8	11	16	11	0,5	23,6	Argille
	10,0	12	19	12	0,4	30,0	Argille - Argille Limose
	10,2	10	16	10	0,5	18,8	Argille
	10,4	13	21	13	0,5	27,9	Argille - Argille Limose
	10,6	14	21	14	0,4	35,0	Limi - Argille Sabbiose
	10,8	7	13	7	0,5	13,1	Torbe - Argille Torbose
	11,0	9	17	9	0,5	19,3	Argille
	11,2	12	19	12	0,5	25,7	Argille - Argille Limose
	11,4	9	16	9	0,4	22,5	Argille
	11,6	10	16	10	0,5	18,8	Argille
	11,8	14	22	14	0,9	16,2	Argille
	12,0	14	27	14	0,9	16,2	Argille
	12,2	10	23	10	0,7	15,0	Argille
	12,4	12	22	12	0,6	20,0	Argille
	12,6	14	23	14	0,9	16,2	Argille
	12,8	11	24	11	0,8	13,8	Torbe - Argille Torbose
	13,0	16	28	16	0,9	18,5	Argille
	13,2	22	35	22	1,2	18,3	Argille
	13,4	28	46	28	1,4	20,0	Argille
	13,6	35	56	35	2,1	16,9	Argille
	13,8	33	64	33	1,8	18,3	Argille
	14,0	35	62	35	1,9	18,1	Argille
	14,2	30	59	30	1,7	18,0	Argille
	14,4	32	57	32	1,1	28,2	Argille - Argille Limose
	14,6	43	60	43	1,7	24,8	Argille - Argille Limose
	14,8	46	72	46	1,6	28,8	Argille - Argille Limose
	15,0	40	64	40	0,0	-	Stima non eseguibile
	15,2	Fine prova					
	15,4						
	15,6						
	15,8						
	16,0						

Prova penetrometrica statica CPT1

Resistenza alla punta
RP (Kg/cm²)



Resistenza laterale
RL (Kg/cm²)



Geologo consulente: Dott. Geol. Bendinelli Filippo	Ubicazione indagine: Via Scuole Vecchie - Loc. Gello, Comune di Pontedera (PI)	Data esecuzione: 22.05.2023
Penetrometro statico PAGANI TG63-200 con spinta di 200 KN e dispositivo di misura costituito da cella di carico elettrica con display digitale - Prova eseguita con punta Begemann ed anello allargatore ad 1 m dalla punta.		PROVA CPT2
Quota (m) s.l.m.: ~13 m	Falda: <input type="checkbox"/> no <input checked="" type="checkbox"/> si	Soggiacenza dal p.c.: -3.60 m
Note sperimentatore:		

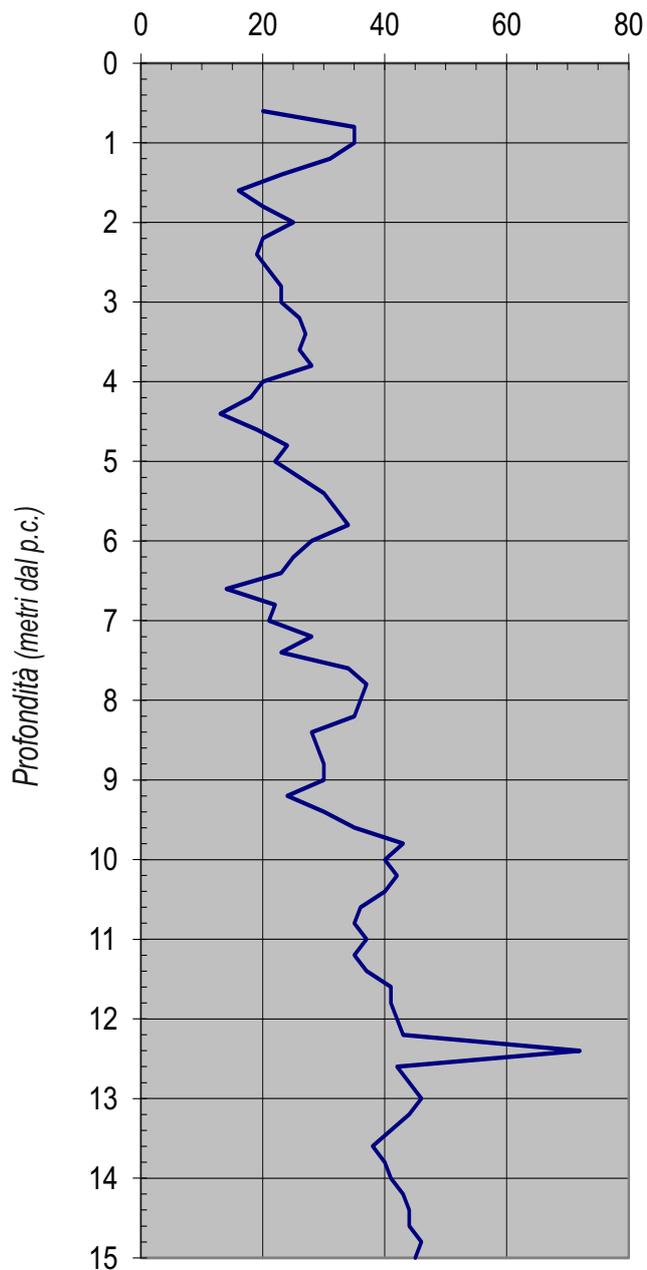
Schema costruttivo piezometro	Prof. (metri)	Lpunta	Lp+m	Rpunta	Rlater.	Rp/Rl	Litologia Begemann (1965)
		kg/cm ²		kg/cm ²			
	0,2	-	-	-	-	-	Stima non eseguibile
	0,4	-	-	0	0,7	0,0	Stima non eseguibile
	0,6	20	30	20	1,0	20,0	Argille
	0,8	35	50	35	0,8	43,8	Limi - Argille Sabbiose
	1,0	35	47	35	0,7	47,7	Limi Sabbiosi - Sabbie Limose
	1,2	31	42	31	2,3	13,7	Torbe - Argille Torbose
	1,4	23	57	23	1,4	16,4	Argille
	1,6	16	37	16	1,9	8,3	Torbe - Argille Torbose
	1,8	20	49	20	1,4	14,3	Torbe - Argille Torbose
	2,0	25	46	25	1,1	23,4	Argille
	2,2	20	36	20	1,1	18,8	Argille
	2,4	19	35	19	1,2	15,8	Argille
	2,6	21	39	21	1,6	13,1	Torbe - Argille Torbose
	2,8	23	47	23	1,4	16,4	Argille
	3,0	23	44	23	1,3	17,3	Argille
	3,2	26	46	26	1,9	13,4	Torbe - Argille Torbose
	3,4	27	56	27	1,5	18,4	Argille
	3,6	26	48	26	1,3	19,5	Argille
	3,8	28	48	28	1,9	15,0	Argille
	4,0	20	48	20	1,1	17,6	Argille
	4,2	18	35	18	1,3	13,5	Torbe - Argille Torbose
	4,4	13	33	13	0,6	21,7	Argille
	4,6	19	28	19	0,7	25,9	Argille - Argille Limose
	4,8	24	35	24	1,0	24,0	Argille
	5,0	22	37	22	1,2	18,3	Argille
	5,2	26	44	26	1,2	21,7	Argille
	5,4	30	48	30	1,7	17,3	Argille
	5,6	32	58	32	0,8	40,0	Limi - Argille Sabbiose
	5,8	34	46	34	1,3	25,5	Argille - Argille Limose
	6,0	28	48	28	1,7	16,8	Argille
	6,2	25	50	25	1,1	22,1	Argille
	6,4	23	40	23	0,4	57,5	Limi Sabbiosi - Sabbie Limose
	6,6	14	20	14	0,9	15,0	Argille
	6,8	22	36	22	1,3	17,4	Argille
	7,0	21	40	21	1,5	14,3	Torbe - Argille Torbose
	7,2	28	50	28	1,8	15,6	Argille
	7,4	23	50	23	2,0	11,5	Torbe - Argille Torbose
	7,6	34	64	34	2,1	16,5	Argille
	7,8	37	68	37	1,1	34,7	Limi - Argille Sabbiose
	8,0	36	52	36	1,0	36,0	Limi - Argille Sabbiose

Geologo consulente: Dott. Geol. Bendinelli Filippo	Ubicazione indagine: Via Scuole Vecchie - Loc. Gello, Comune di Pontedera (PI)	Data esecuzione: 22.05.2023
Penetrometro statico PAGANI TG63-200 con spinta di 200 KN e dispositivo di misura costituito da cella di carico elettrica con display digitale - Prova eseguita con punta Begemann ed anello allargatore ad 1 m dalla punta.		PROVA CPT2
Quota (m) s.l.m.: ~13 m	Falda: <input type="checkbox"/> no <input checked="" type="checkbox"/> si	Soggiacenza dal p.c.: -3.60 m
Note sperimentatore:		

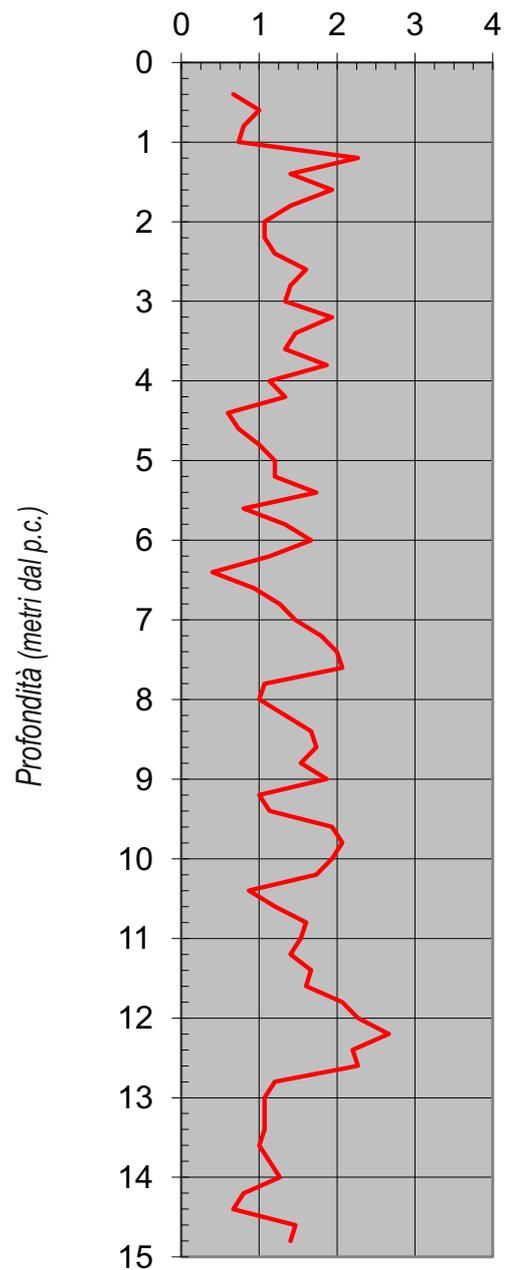
Schema costruttivo piezometro	Prof. (metri)	Lpunta	Lp+m	Rpunta	Rlater.	Rp/Rl	Litologia Begemann (1965)
		kg/cm ²		kg/cm ²			
	8,2	35	50	35	1,3	26,3	Argille - Argille Limose
	8,4	28	48	28	1,7	16,8	Argille
	8,6	29	54	29	1,7	16,7	Argille
	8,8	30	56	30	1,5	19,6	Argille
	9,0	30	53	30	1,9	16,1	Argille
	9,2	24	52	24	1,0	24,0	Argille
	9,4	30	45	30	1,1	26,5	Argille - Argille Limose
	9,6	35	52	35	1,9	18,1	Argille
	9,8	43	72	43	2,1	20,8	Argille
	10,0	40	71	40	1,9	20,7	Argille
	10,2	42	71	42	1,7	24,2	Argille
	10,4	40	66	40	0,9	46,2	Limi Sabbiosi - Sabbie Limose
	10,6	36	49	36	1,2	30,0	Argille - Argille Limose
	10,8	35	53	35	1,6	21,9	Argille
	11,0	37	61	37	1,5	24,1	Argille
	11,2	35	58	35	1,4	25,0	Argille - Argille Limose
	11,4	37	58	37	1,7	22,2	Argille
	11,6	41	66	41	1,6	25,6	Argille - Argille Limose
	11,8	41	65	41	2,1	19,8	Argille
	12,0	42	73	42	2,3	18,5	Argille
	12,2	43	77	43	2,7	16,1	Argille
	12,4	72	112	72	2,2	32,7	Limi - Argille Sabbiose
	12,6	42	75	42	2,3	18,5	Argille
	12,8	44	78	44	1,2	36,7	Limi - Argille Sabbiose
	13,0	46	64	46	1,1	43,1	Limi - Argille Sabbiose
	13,2	44	60	44	1,1	41,3	Limi - Argille Sabbiose
	13,4	41	57	41	1,1	38,4	Limi - Argille Sabbiose
	13,6	38	54	38	1,0	38,0	Limi - Argille Sabbiose
	13,8	40	55	40	1,1	35,3	Limi - Argille Sabbiose
	14,0	41	58	41	1,3	32,4	Limi - Argille Sabbiose
	14,2	43	62	43	0,8	53,8	Limi Sabbiosi - Sabbie Limose
	14,4	44	56	44	0,7	66,0	Sabbie limose
	14,6	44	54	44	1,5	30,0	Argille - Argille Limose
	14,8	46	68	46	1,4	32,9	Limi - Argille Sabbiose
	15,0	45	66	45	0,0	-	Stima non eseguibile
	15,2	Fine prova					
	15,4						
	15,6						
	15,8						
	16,0						

Prova penetrometrica statica CPT2

Resistenza alla punta
RP (Kg/cm²)



Resistenza laterale
RL (Kg/cm²)



Geologo consulente: Dott. Geol. Bendinelli Filippo		Ubicazione indagine: Via Scuole Vecchie - Loc. Gello, Comune di Pontedera (PI)		Data esecuzione: 22.05.2023
Penetrometro statico PAGANI TG63-200 con spinta di 200 KN e dispositivo di misura costituito da cella di carico elettrica con display digitale - Prova eseguita con punta Begemann ed anello allargatore ad 1 m dalla punta.				PROVA CPT3
Quota (m) s.l.m.: ~13 m	Falda: <input type="checkbox"/> no <input checked="" type="checkbox"/> si	Soggiacenza dal p.c.: -1.15 m		Note sperimentatore:

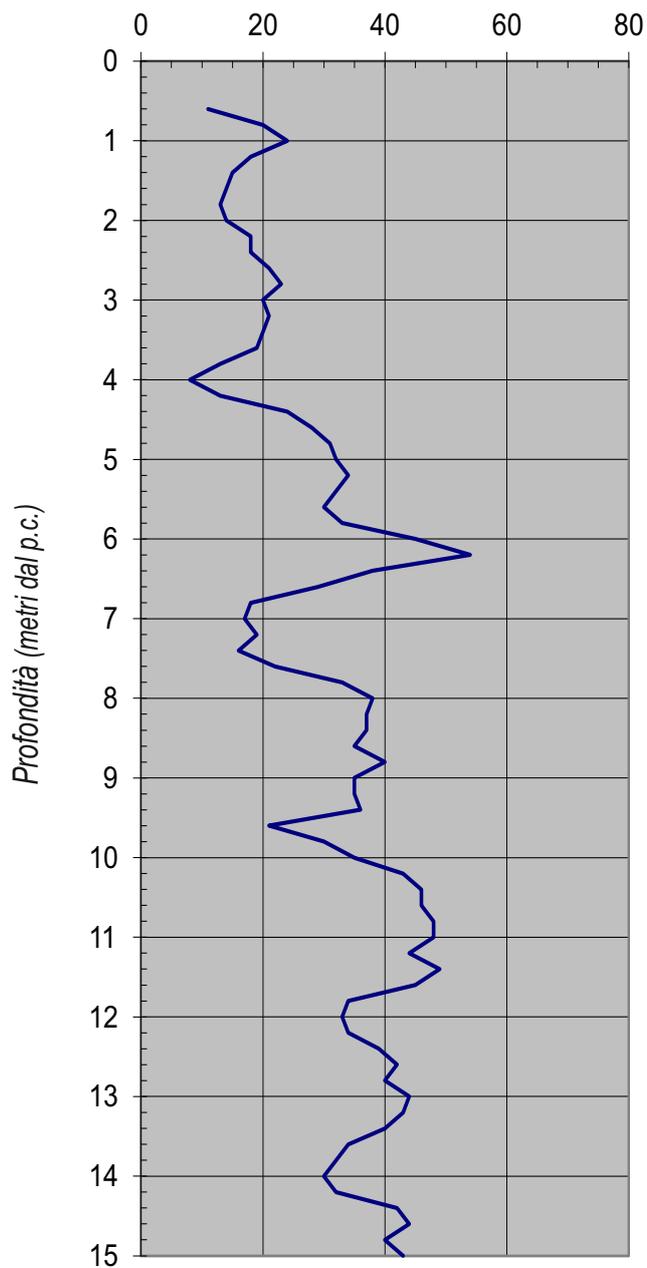
Schema costruttivo piezometro	Prof. (metri)	Lpunta	Lp+m	Rpunta	Rlater.	Rp/Rl	Litologia Begemann (1965)
		kg/cm ²		kg/cm ²			
	0,2	-	-	-	-	-	Stima non eseguibile
	0,4	-	-	0	0,6	0,0	Stima non eseguibile
	0,6	11	20	11	1,0	11,0	Torbe - Argille Torbose
	0,8	20	35	20	1,5	13,6	Torbe - Argille Torbose
	1,0	24	46	24	1,7	14,4	Torbe - Argille Torbose
	1,2	18	43	18	1,0	18,0	Argille
	1,4	15	30	15	1,3	11,3	Torbe - Argille Torbose
	1,6	14	34	14	0,9	15,0	Argille
	1,8	13	27	13	0,7	19,5	Argille
	2,0	14	24	14	0,8	17,5	Argille
	2,2	18	30	18	1,0	18,0	Argille
	2,4	18	33	18	1,3	13,5	Torbe - Argille Torbose
	2,6	21	41	21	1,5	14,3	Torbe - Argille Torbose
	2,8	23	45	23	1,4	16,4	Argille
	3,0	20	41	20	1,4	14,3	Torbe - Argille Torbose
	3,2	21	42	21	1,3	15,8	Argille
	3,4	20	40	20	1,0	20,0	Argille
	3,6	19	34	19	1,0	19,0	Argille
	3,8	13	28	13	0,7	19,5	Argille
	4,0	8	18	8	0,5	17,1	Argille
	4,2	13	20	13	0,7	19,5	Argille
	4,4	24	34	24	0,5	45,0	Limi Sabbiosi - Sabbie Limose
	4,6	28	36	28	1,3	22,1	Argille
	4,8	31	50	31	2,0	15,5	Argille
	5,0	32	62	32	1,4	22,9	Argille
	5,2	34	55	34	1,6	21,3	Argille
	5,4	32	56	32	1,9	17,1	Argille
	5,6	30	58	30	2,0	15,0	Argille
	5,8	33	63	33	1,7	19,0	Argille
	6,0	45	71	45	2,7	16,9	Argille
	6,2	54	94	54	2,5	21,9	Argille
	6,4	38	75	38	2,3	16,8	Argille
	6,6	29	63	29	1,2	24,2	Argille
	6,8	18	36	18	1,1	16,9	Argille
	7,0	17	33	17	0,9	18,2	Argille
	7,2	19	33	19	0,9	20,4	Argille
	7,4	16	30	16	1,0	16,0	Argille
	7,6	22	37	22	1,3	17,4	Argille
	7,8	33	52	33	1,7	19,0	Argille
	8,0	38	64	38	2,3	16,8	Argille

Geologo consulente: Dott. Geol. Bendinelli Filippo		Ubicazione indagine: Via Scuole Vecchie - Loc. Gello, Comune di Pontedera (PI)		Data esecuzione: 22.05.2023
Penetrometro statico PAGANI TG63-200 con spinta di 200 KN e dispositivo di misura costituito da cella di carico elettrica con display digitale - Prova eseguita con punta Begemann ed anello allargatore ad 1 m dalla punta.				PROVA CPT3
Quota (m) s.l.m.: ~13 m	Falda: <input type="checkbox"/> no <input checked="" type="checkbox"/> si	Soggiacenza dal p.c.: -1.15 m	Note sperimentatore:	

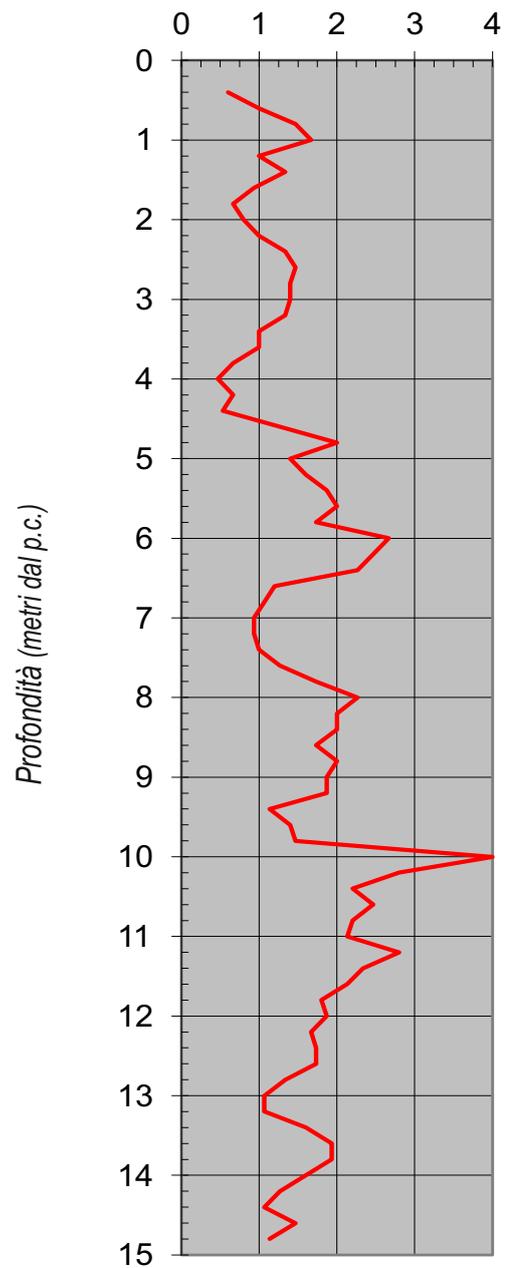
Schema costruttivo piezometro	Prof. (metri)	Lpunta	Lp+m	Rpunta	Rlater.	Rp/Rl	Litologia Begemann (1965)
		kg/cm ²		kg/cm ²			
	8,2	37	71	37	2,0	18,5	Argille
	8,4	37	67	37	2,0	18,5	Argille
	8,6	35	65	35	1,7	20,2	Argille
	8,8	40	66	40	2,0	20,0	Argille
	9,0	35	65	35	1,9	18,8	Argille
	9,2	35	63	35	1,9	18,8	Argille
	9,4	36	64	36	1,1	31,8	Limi - Argille Sabbiose
	9,6	21	38	21	1,4	15,0	Argille
	9,8	30	51	30	1,5	20,5	Argille
	10,0	35	57	35	4,0	8,8	Torbe - Argille Torbose
	10,2	43	103	43	2,8	15,4	Argille
	10,4	46	88	46	2,2	20,9	Argille
	10,6	46	79	46	2,5	18,6	Argille
	10,8	48	85	48	2,2	21,8	Argille
	11,0	48	81	48	2,1	22,5	Argille
	11,2	44	76	44	2,8	15,7	Argille
	11,4	49	91	49	2,3	21,0	Argille
	11,6	45	80	45	2,1	21,1	Argille
	11,8	34	66	34	1,8	18,9	Argille
	12,0	33	60	33	1,9	17,7	Argille
	12,2	34	62	34	1,7	20,4	Argille
	12,4	39	64	39	1,7	22,5	Argille
	12,6	42	68	42	1,7	24,2	Argille
	12,8	40	66	40	1,3	30,0	Argille - Argille Limose
	13,0	44	64	44	1,1	41,3	Limi - Argille Sabbiose
	13,2	43	59	43	1,1	40,3	Limi - Argille Sabbiose
	13,4	40	56	40	1,6	25,0	Argille - Argille Limose
	13,6	34	58	34	1,9	17,6	Argille
	13,8	32	61	32	1,9	16,6	Argille
	14,0	30	59	30	1,6	18,8	Argille
	14,2	32	56	32	1,3	25,3	Argille - Argille Limose
	14,4	42	61	42	1,1	39,4	Limi - Argille Sabbiose
	14,6	44	60	44	1,5	30,0	Argille - Argille Limose
	14,8	40	62	40	1,1	35,3	Limi - Argille Sabbiose
	15,0	43	60	43	0,0	-	Stima non eseguibile
	15,2	Fine prova					
	15,4						
	15,6						
	15,8						
	16,0						

Prova penetrometrica statica CPT3

Resistenza alla punta
RP (Kg/cm²)



Resistenza laterale
RL (Kg/cm²)



COROGRAFIA GENERALE INDAGINI GEOGNOSTICHE



COROGRAFIA DI DETTAGLIO INDAGINI GEOGNOSTICHE



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



CPT1



CPT2

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



CPT3



InG SOLUTION

Ingegneria e Geologia

Via Venezia 77c/o Galleria Aringhieri 56038 Ponsacco PI
www.ingsolution.it info@ingsolution.it

Ingegneria e Geologia

Ing. David Fiori
Ing. Fabio Fiorentini
Geol. Filippo Bendinelli

INDIRIZZATO A:



COMUNE DI PONTERERA

UFFICIO TECNICO

INTERVENTO:

PROPOSTA DI VARIANTE URBANISTICA AL REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE VIGENTE RELATIVO AI COMPARTI N. 2 E N.3 ZONA D1b

Via di Gello Est (Zona industriale Gello di Pontedera)

COMMITTENTE
Borsò Metalli Srl

GEOLOGO
Geol. Filippo Bendinelli
Ordine Geologi Toscana n. 1745
Cell 340/4679882
Mail: f.bendinelli@ingsolution.it
P.IVA 02119060503

PROGETTISTA ARCHITETTONICO
Arch. Franco Panicucci

DESCRIZIONE ELABORATO

INDAGINE SISMICA MASW

Ambito					Livello Prog.					Pratica	Identificativo	Tav
Strutture	Acustica	Termica	Geologia	Altro	Fattibilità	preliminare	Definitivo	Esecutivo	As-Built	19-23	GEO	--
			X				X					

Rev	Data	Motivazione	Redatto	Approvato	Timbro e/o Firma
0	06/2023	Prima Emissione	Geol. F. Bendinelli	Geol. F. Bendinelli	

Questo documento è di proprietà esclusiva dell'autore . E' proibita la riproduzione anche parziale a terzi senza autorizzazione

Indagine sismica MASW

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P-Longitudinale:** onda profonda di compressione;
- **S-Trasversale:** onda profonda di taglio;
- **L-Love:** onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R-Rayleigh:** onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

Onde di Rayleigh – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (onde P, onde S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

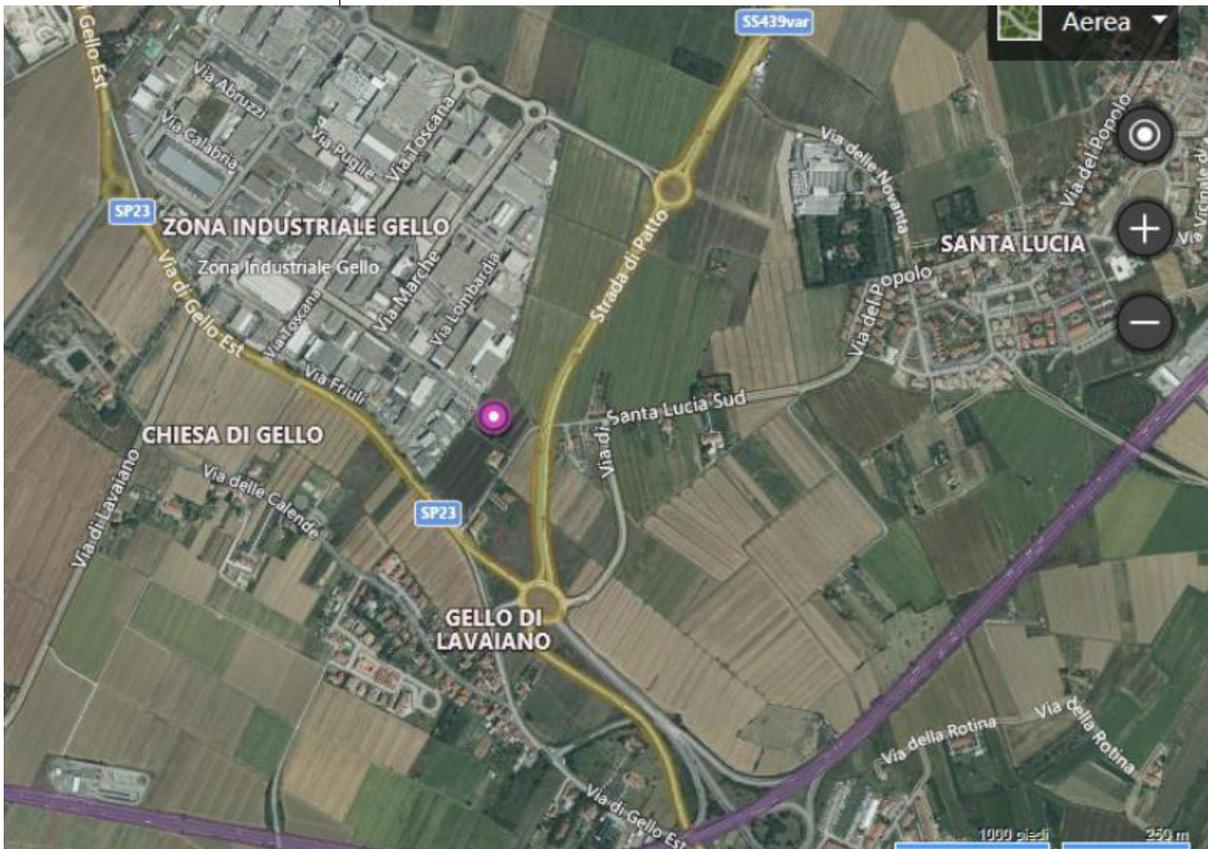
Profondità di indagine

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.



Dati generali

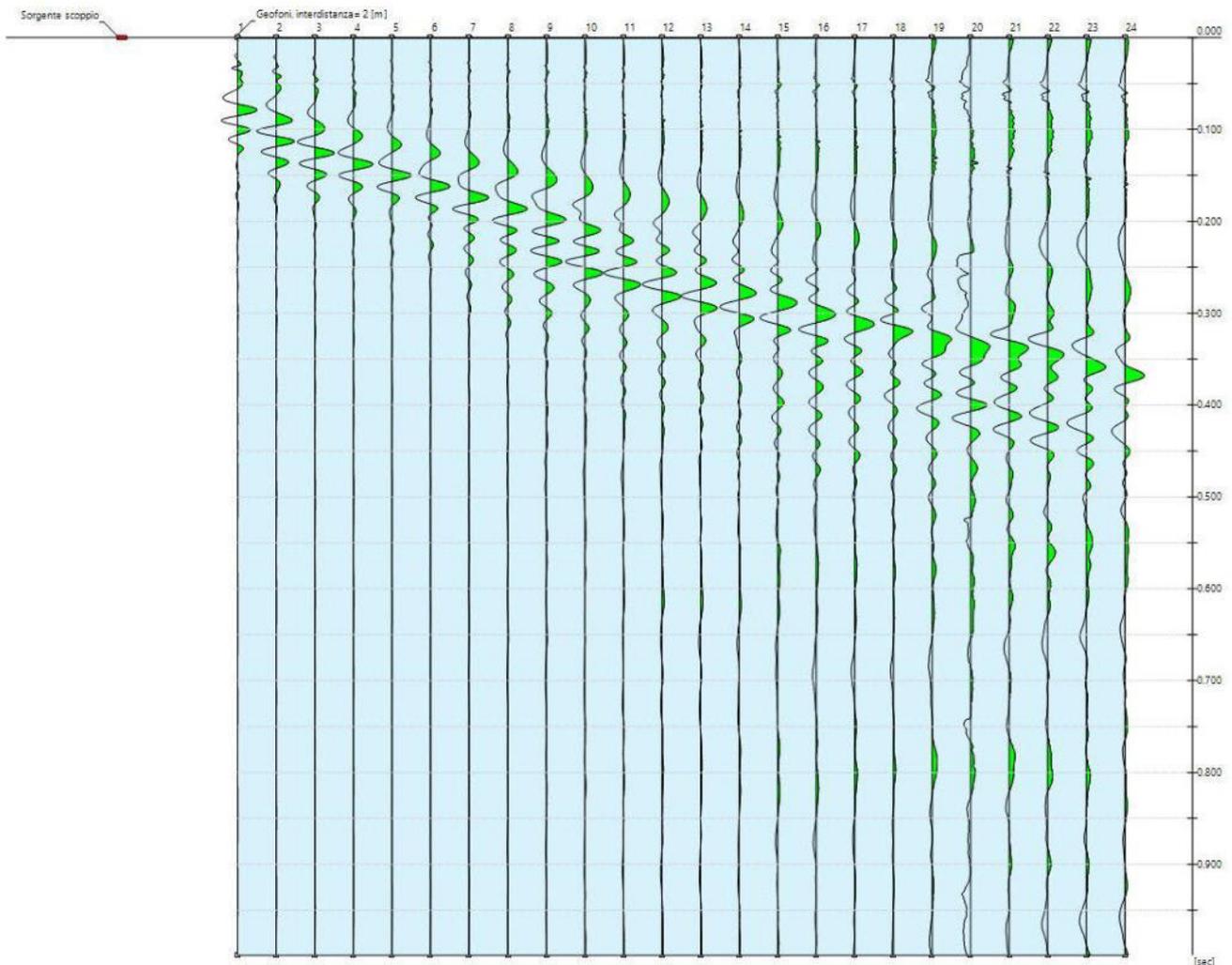
Committente	Borso Metallari srl
Località	Pontedera
Operatore	Geol. Filippo Bendinelli
Responsabile	Geol. Filippo Bendinelli
Zona	Gello di Pontedera
Data	01/06/2023 ore 10:57
Latitudine	43.6412
Longitudine	10.5996



Tracce

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	999
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.478

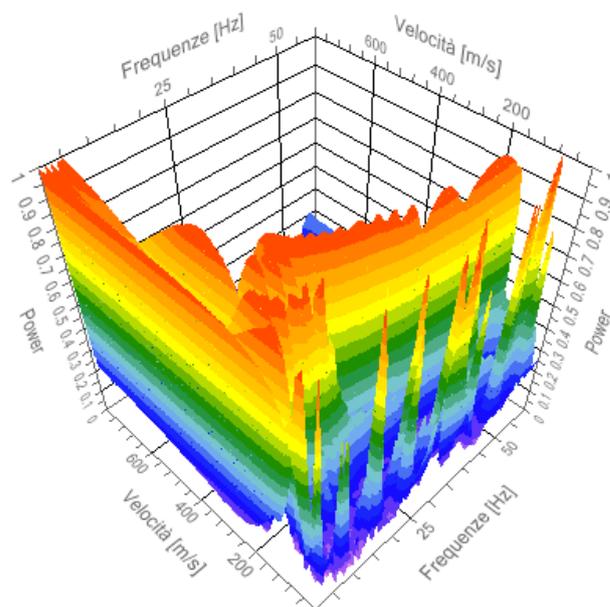
Committente: Borsò Metalli
Cantiere: Pontadesa
Località: Gello
Operatore: Dr. Geol. Filippo Bendinelli
Responsabile: Dr. Geol. Filippo Bendinelli
Data: 01/06/2023
Latitudine: 43.6412°, Longitudine: 10.5996°



Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1

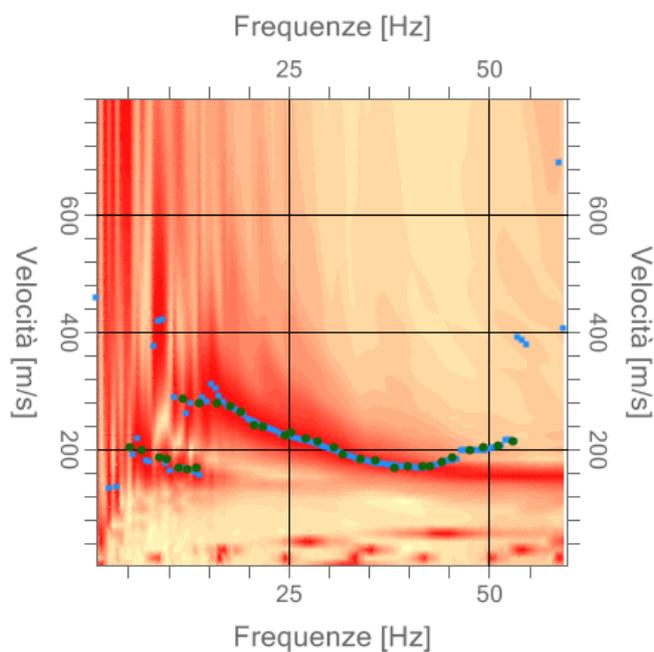
Spettro Velocità di fase - Frequenze


Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	5.1	204.1	0
2	6.7	198.7	0
3	8.9	185.4	0
4	9.8	182.7	0
5	11.2	169.4	0
6	11.8	286.9	0
7	12.4	166.7	0
8	13.6	169.4	0
9	13.8	278.9	0
10	16.1	278.9	0

11	17.7	273.6	0
12	19.1	262.9	0
13	20.6	241.5	0
14	21.8	238.8	0
15	24.6	222.8	0
16	25.4	228.1	0
17	27.1	217.5	0
18	28.7	214.8	0
19	30.7	204.1	0
20	31.8	190.7	0
21	34.0	182.7	0
22	35.8	180.0	0
23	38.1	169.4	0
24	39.9	172.0	0
25	41.7	172.0	0
26	42.6	172.0	0
27	44.0	177.4	0
28	45.4	185.4	0
29	47.6	198.7	0
30	49.3	204.1	0
31	51.1	206.8	0
32	53.1	214.8	0

Spettro Velocità di fase - Frequenze

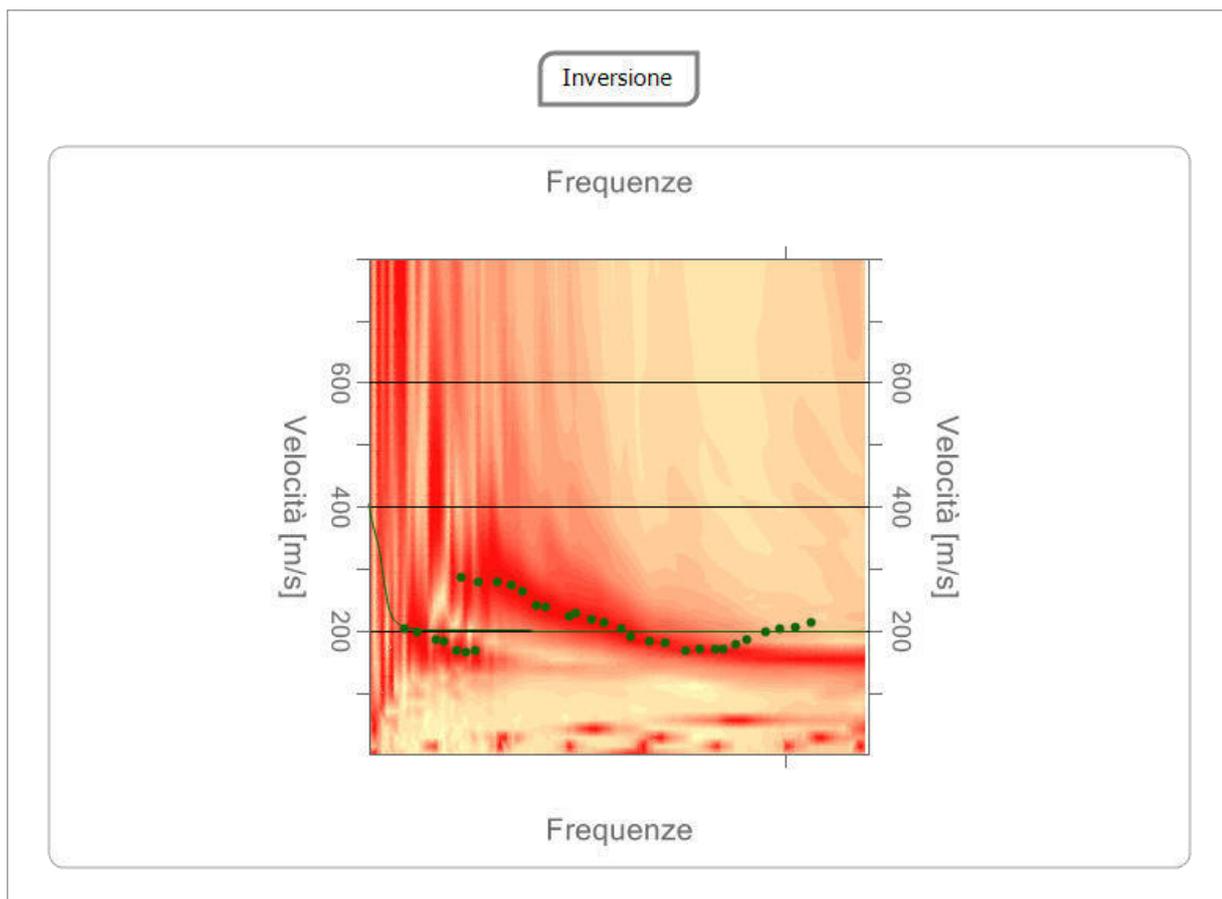


Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	4.32	4.32	1800.0	0.20	353.8	216.7
2	10.06	5.74	1800.0	0.20	366.7	224.5
3	17.04	6.98	1800.0	0.20	356.9	218.5
4	24.88	7.83	1800.0	0.20	357.5	218.9
5	31.88	7.00	1800.0	0.20	383.3	234.7
6	oo	oo	1800.0	0.20	811.2	496.7

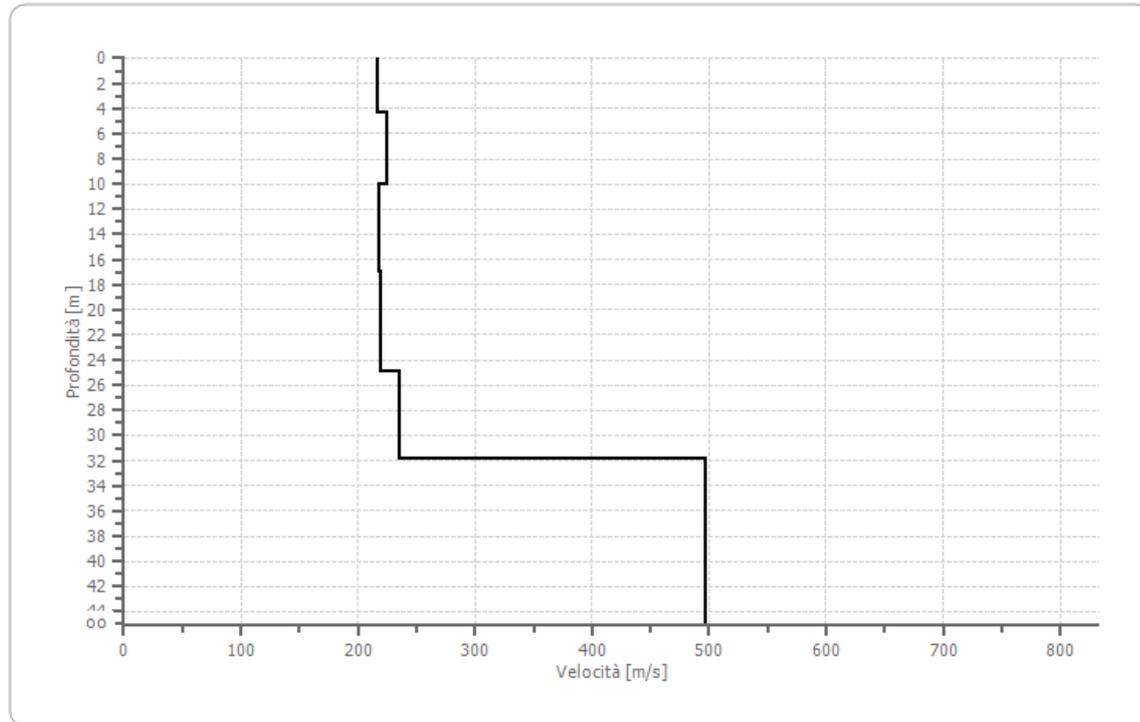
Percentuale di errore 2.989 %

Fattore di disadattamento della soluzione 0.153

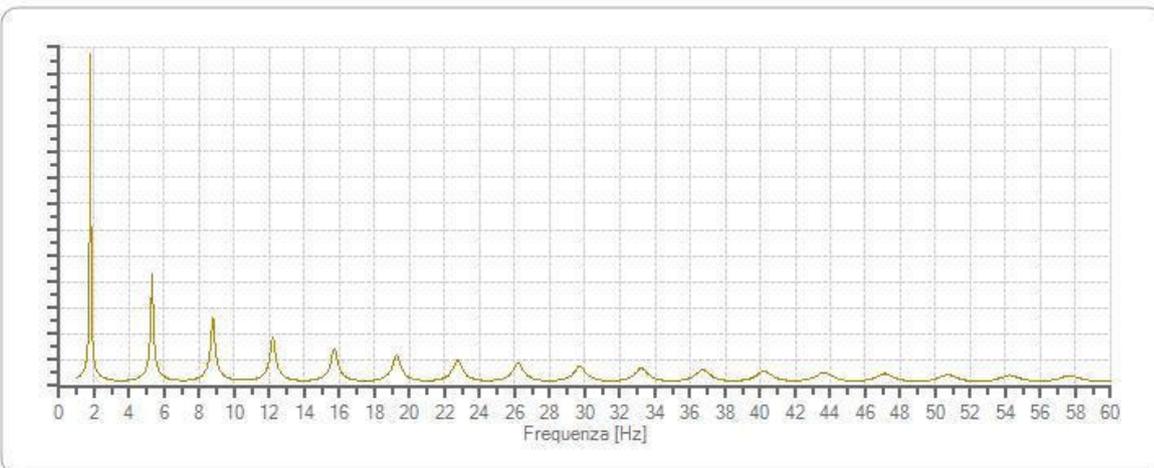


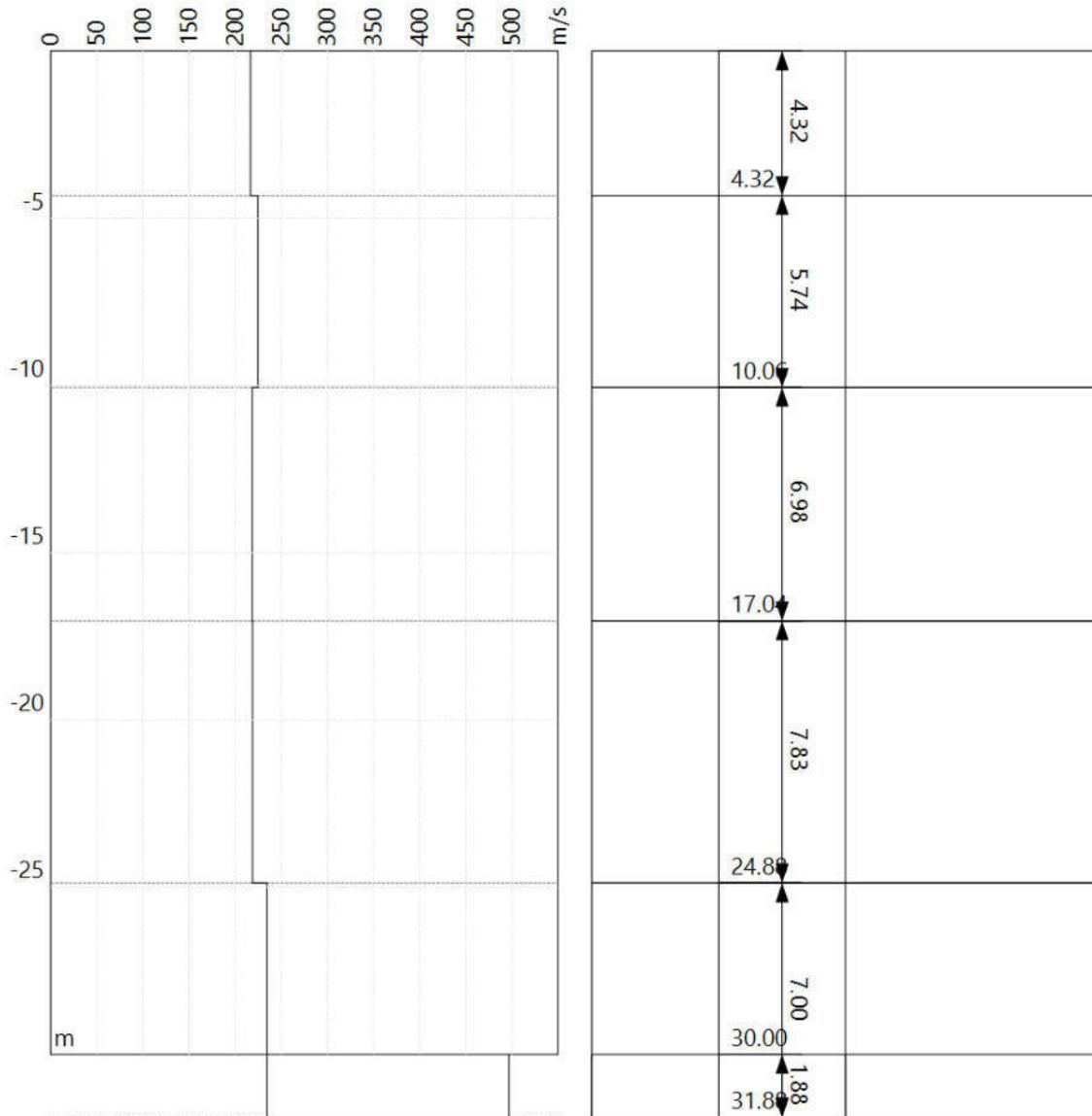


Profilo di velocità



Funzione di trasferimento





RISULTATI

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	222.11
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo 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.

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	4.32	4.32	216.67	353.82	1800.00	0.20	84.50	225.34	112.67	202.81	N/A
2	10.06	5.74	224.53	366.66	1800.00	0.20	90.75	241.99	121.00	217.79	N/A
3	17.04	6.98	218.55	356.89	1800.00	0.20	85.98	229.27	114.63	206.34	45
4	24.88	7.83	218.90	357.46	1800.00	0.20	86.25	230.00	115.00	207.00	28
5	31.88	7.00	234.70	383.27	1800.00	0.20	99.15	264.41	132.21	237.97	30
6	oo	oo	496.75	811.18	1800.00	0.20	444.16	1184.44	592.22	1065.99	0

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: PROPOSTA VARIANTE REGOLAMENTO URBANISTICO COMPARTO 2 E 3
ZONA D1b

Codice identificativo CPT1

Cliente: BORSO'

Data 08/06/2023

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa 1.25

FALDA

Profondità falda idrica 1.6 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.13

Fattore amplificazione 0.13

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza $V_{s30}=180-360$

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (M_w) 6

Distanza epicentro 20 Km

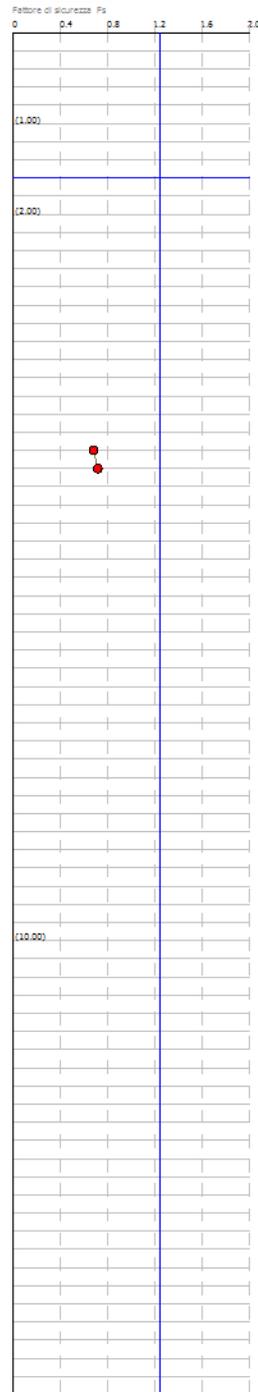
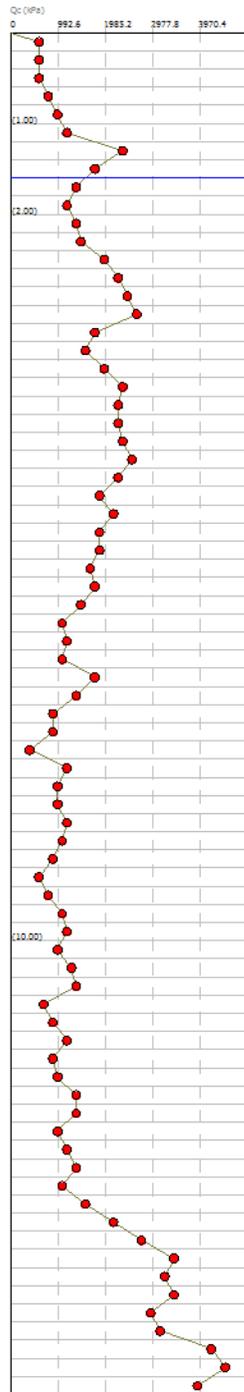
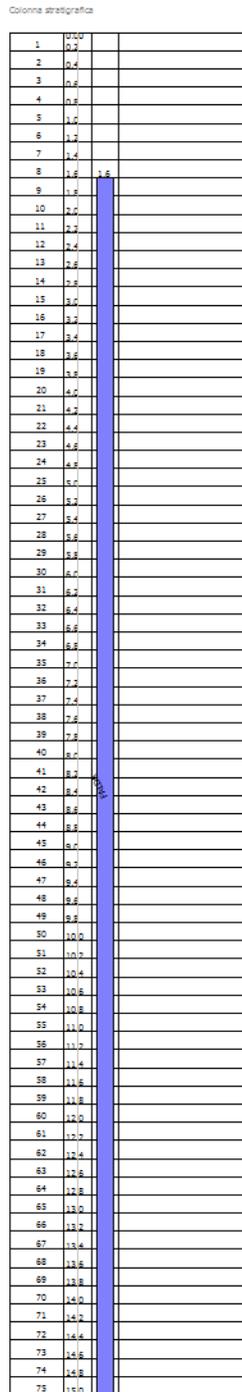
Peak ground acceleration (PGA) 0.195

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (N_{spt})	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale f_s (KPa)	Velocità onde di taglio V_s (m/s)
1	0	0.2	17.35805	18.14259	0	0	588.399	39.2266	0
2	0.2	0.4	17.35805	18.14259	0	0	588.399	39.2266	0
3	0.4	0.6	17.35805	18.14259	0	0	588.399	25.49729	0
4	0.6	0.8	17.84839	18.63293	0	0	784.532	103.9505	0
5	0.8	1	18.24066	19.0252	0	0	980.665	110.8151	0
6	1	1.2	18.53486	19.31941	0	0	1176.798	110.8151	0
7	1.2	1.4	19.61361	20.39816	0	0	2353.596	150.0417	0
8	1.4	1.6	19.12327	19.90782	0	0	1765.197	110.8151	0
9	1.6	1.8	18.731	19.51554	0	0	1372.931	71.58855	0
10	1.8	2	18.43679	19.22134	0	0	1176.798	91.20184	0
11	2	2.2	18.731	19.51554	0	0	1372.931	110.8151	0
12	2.2	2.4	18.82907	19.61361	0	0	1470.998	78.4532	0
13	2.4	2.6	19.31941	20.10395	0	0	1961.33	98.0665	0
14	2.6	2.8	19.51554	20.30009	0	0	2255.53	130.4285	0
15	2.8	3	19.71168	20.49622	0	0	2451.663	103.9505	0

16	3	3.2	19.80975	20.59429	0	0	2647.795	182.4037	0
17	3.2	3.4	19.12327	19.90782	0	0	1765.197	84.33719	0
18	3.4	3.6	18.92714	19.71168	0	0	1569.064	58.8399	0
19	3.6	3.8	19.31941	20.10395	0	0	1961.33	98.0665	0
20	3.8	4	19.61361	20.39816	0	0	2353.596	137.2931	0
21	4	4.2	19.51554	20.30009	0	0	2255.53	110.8151	0
22	4.2	4.4	19.51554	20.30009	0	0	2255.53	103.9505	0
23	4.4	4.6	19.71168	20.49622	0	0	2353.596	32.36195	0
24	4.6	4.8	19.71168	20.49622	0	0	2549.729	58.8399	0
25	4.8	5	19.51554	20.30009	0	0	2255.53	91.20184	0
26	5	5.2	19.22134	20.00588	0	0	1863.264	98.0665	0
27	5.2	5.4	19.41747	20.20202	0	0	2157.463	117.6798	0
28	5.4	5.6	19.22134	20.00588	0	0	1863.264	110.8151	0
29	5.6	5.8	19.12327	19.90782	0	0	1863.264	137.2931	0
30	5.8	6	18.92714	19.71168	0	0	1667.13	78.4532	0
31	6	6.2	19.0252	19.80975	0	0	1765.197	71.58855	0
32	6.2	6.4	18.731	19.51554	0	0	1470.998	98.0665	0
33	6.4	6.6	18.33873	19.51554	0	0	1078.731	19.6133	0
34	6.6	6.8	18.33873	19.12327	0	0	1176.798	71.58855	0
35	6.8	7	18.14259	18.92714	0	0	1078.731	39.2266	0
36	7	7.2	19.0252	19.80975	0	0	1765.197	58.8399	0
37	7.2	7.4	18.63293	19.41747	0	0	1372.931	58.8399	0
38	7.4	7.6	17.75032	18.53486	0	0	882.5985	39.2266	0
39	7.6	7.8	17.75032	18.53486	0	0	882.5985	64.72389	0
40	7.8	8	15.98509	16.76964	0	0	392.266	78.4532	0
41	8	8.2	18.24066	19.0252	0	0	1176.798	64.72389	0
42	8.2	8.4	17.94646	18.731	0	0	980.665	51.97525	0
43	8.4	8.6	17.94646	18.731	0	0	980.665	58.8399	0
44	8.6	8.8	18.24066	19.0252	0	0	1176.798	39.2266	0
45	8.8	9	18.14259	18.92714	0	0	1078.731	64.72389	0
46	9	9.2	17.65225	18.43679	0	0	882.5985	45.11059	0
47	9.2	9.4	16.76964	17.55418	0	0	588.399	32.36195	0
48	9.4	9.6	17.45611	18.24066	0	0	784.532	32.36195	0
49	9.6	9.8	18.04452	18.82907	0	0	1078.731	45.11059	0
50	9.8	10	18.24066	19.0252	0	0	1176.798	39.2266	0
51	10	10.2	17.84839	18.63293	0	0	980.665	51.97525	0
52	10.2	10.4	18.33873	19.12327	0	0	1274.865	45.11059	0
53	10.4	10.6	18.53486	19.31941	0	0	1372.931	39.2266	0
54	10.6	10.8	17.06384	17.84839	0	0	686.4655	51.97525	0
55	10.8	11	17.65225	18.43679	0	0	882.5985	45.11059	0
56	11	11.2	18.24066	19.0252	0	0	1176.798	45.11059	0
57	11.2	11.4	17.55418	18.33873	0	0	882.5985	39.2266	0
58	11.4	11.6	17.84839	18.63293	0	0	980.665	51.97525	0
59	11.6	11.8	18.43679	19.22134	0	0	1372.931	84.33719	0
60	11.8	12	18.43679	19.22134	0	0	1372.931	84.33719	0
61	12	12.2	17.75032	18.53486	0	0	980.665	64.72389	0
62	12.2	12.4	18.14259	18.92714	0	0	1176.798	58.8399	0
63	12.4	12.6	18.43679	19.22134	0	0	1372.931	84.33719	0
64	12.6	12.8	17.94646	18.731	0	0	1078.731	78.4532	0

65	12.8	13	18.731	19.51554	0	0	1569.064	84.33719	0
66	13	13.2	19.31941	20.10395	0	0	2157.463	117.6798	0
67	13.2	13.4	19.71168	20.49622	0	0	2745.862	137.2931	0
68	13.4	13.6	20.10395	20.8885	0	0	3432.327	202.017	0
69	13.6	13.8	20.00588	20.79043	0	0	3236.195	176.5197	0
70	13.8	14	20.10395	20.8885	0	0	3432.327	189.2683	0
71	14	14.2	19.90782	20.69236	0	0	2941.995	162.7904	0
72	14.2	14.4	20.00588	20.79043	0	0	3138.128	110.8151	0
73	14.4	14.6	20.49622	21.28077	0	0	4216.859	169.655	0
74	14.6	14.8	20.59429	21.37884	0	0	4511.059	156.9064	0
75	14.8	15	20.59429	21.37884	0	0	3922.66	156.9064	0



Idriss & Boulanger, 2014

Correzione per la magnitudo (MSF) 1.1

Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1 (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
1	1.80	32.990	31.029	11.614	7.974	2.942	2.396478	0.000	1.021	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.58	Molto basso
2	2.00	36.834	32.912	11.614	8.000	2.955	2.307635	0.000	1.017	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.58	Molto basso
3	2.20	40.737	34.853	13.550	8.318	2.938	2.17793	0.000	1.013	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.58	Molto basso
4	2.40	44.660	36.815	14.518	5.500	2.803	2.082778	0.000	1.009	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.58	Molto basso
5	2.60	48.681	38.874	19.357	5.127	2.713	1.936386	0.000	1.004	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.58	Molto basso
6	2.80	52.741	40.973	22.260	5.921	2.731	1.839952	0.000	1.000	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.58	Molto basso
7	3.00	56.840	43.111	24.196	4.341	2.621	1.767242	0.000	0.995	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.58	Molto basso
8	3.20	60.959	45.268	26.132	7.051	2.763	1.701799	0.000	0.991	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.58	Molto basso
9	3.40	64.941	47.289	17.421	4.960	2.773	1.737273	0.000	0.986	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.58	Molto basso
10	3.60	68.883	49.270	15.485	3.922	2.749	1.712348	0.000	0.982	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.58	Molto basso
11	3.80	72.904	51.329	19.357	5.193	2.774	1.630051	0.000	0.977	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.58	Molto basso
12	4.00	76.983	53.447	23.228	6.031	2.776	1.559852	0.000	0.972	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.58	Molto basso
13	4.20	81.043	55.546	22.260	5.096	2.745	1.528438	0.000	0.967	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.58	Molto basso
14	4.40	85.103	57.645	22.260	4.789	2.734	1.492634	0.000	0.962	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.58	Molto basso
15	4.60	89.203	59.783	23.228	1.429	2.393	1.4524	72.545	0.957	0.123	0.181	0.682	Terreno suscettibile di liquefazione	12.95	Alto
16	4.80	93.302	61.921	25.164	2.395	2.511	1.410892	78.658	0.952	0.130	0.182	0.717	Terreno suscettibile di liquefazione	11.94	Alto
17	5.00	97.362	64.019	22.260	4.226	2.720	1.392339	78.658	0.947	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso
18	5.20	101.363	66.059	18.389	5.566	2.869	1.379921	78.658	0.942	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso
19	5.40	105.404	68.138	21.293	5.735	2.840	1.338479	78.658	0.937	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso
20	5.60	109.405	70.178	18.389	6.318	2.922	1.321922	78.658	0.931	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso
21	5.80	113.386	72.198	18.389	7.846	2.995	1.294935	78.658	0.926	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso

22	6.00	117.329	74.179	16.453	5.062	2.908	1.275936	78.658	0.921	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso
23	6.20	121.291	76.180	17.421	4.355	2.853	1.247927	78.658	0.915	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso
24	6.40	125.194	78.122	14.518	7.287	3.070	1.232735	78.658	0.910	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso
25	6.60	129.097	80.064	10.646	2.065	2.859	1.22101	78.658	0.905	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso
26	6.80	132.921	81.927	11.614	6.858	3.145	1.195256	78.658	0.899	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso
27	7.00	136.707	83.751	10.646	4.164	3.049	1.176324	78.658	0.894	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso
28	7.20	140.669	85.752	17.421	3.622	2.835	1.140876	78.658	0.888	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso
29	7.40	144.552	87.674	13.550	4.790	3.010	1.127058	78.658	0.883	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso
30	7.60	148.259	89.419	8.711	5.342	3.218	1.116822	78.658	0.877	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso
31	7.80	151.966	91.165	8.711	8.859	3.363	1.098137	78.658	0.871	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso
32	8.00	155.320	92.558	3.871	33.110	4.110	1.092112	78.658	0.866	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso
33	8.20	159.125	94.401	11.614	6.360	3.171	1.062351	78.658	0.860	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso
34	8.40	162.871	96.186	9.678	6.356	3.250	1.046818	78.658	0.854	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso
35	8.60	166.618	97.971	9.678	7.228	3.292	1.0301	78.658	0.849	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso
36	8.80	170.423	99.815	11.614	3.898	3.061	1.013008	78.658	0.843	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso
37	9.00	174.208	101.639	10.646	7.156	3.264	0.9973019	78.658	0.837	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso
38	9.20	177.896	103.365	8.711	6.401	3.324	0.9822372	78.658	0.832	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso
39	9.40	181.406	104.914	5.807	7.951	3.577	0.9676287	78.658	0.826	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso
40	9.60	185.055	106.601	7.743	5.398	3.347	0.9545758	78.658	0.820	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso
41	9.80	188.820	108.406	10.646	5.069	3.197	0.9422647	78.658	0.815	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso
42	10.00	192.625	110.249	11.614	3.986	3.104	0.9290743	78.658	0.809	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso
43	10.20	196.352	112.015	9.678	6.627	3.322	0.9141172	78.658	0.803	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso
44	10.40	200.177	113.878	12.582	4.198	3.097	0.9039108	78.658	0.798	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso
45	10.60	204.040	115.781	13.550	3.356	3.015	0.891962	78.658	0.792	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso
46	10.80	207.610	117.389	6.775	10.854	3.639	0.87077	78.658	0.786	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso
47	11.0	211.298	119.115	8.711	6.720	3.399	0.8625573	78.658	0.781	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile	11.94	Molto basso

	0													di liquefazione		
48	11.2 0	215.103	120.959	11.614	4.691	3.183	0.8554249	78.658	0.775	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso	
49	11.4 0	218.770	122.665	8.711	5.909	3.379	0.8392269	78.658	0.769	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso	
50	11.6 0	222.497	124.430	9.678	6.855	3.375	0.8301087	78.658	0.764	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso	
51	11.8 0	226.341	126.313	13.550	7.355	3.256	0.8260422	78.658	0.758	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso	
52	12.0 0	230.185	128.196	13.550	7.380	3.262	0.8152064	78.658	0.753	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso	
53	12.2 0	233.892	129.942	9.678	8.667	3.457	0.7971859	78.658	0.747	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso	
54	12.4 0	237.678	131.766	11.614	6.265	3.294	0.7913014	78.658	0.742	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso	
55	12.6 0	241.522	133.649	13.550	7.454	3.281	0.7851932	78.658	0.736	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso	
56	12.8 0	245.268	135.434	10.646	9.413	3.455	0.7691984	78.658	0.731	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso	
57	13.0 0	249.171	137.376	15.485	6.390	3.193	0.769919	78.658	0.725	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso	
58	13.2 0	253.192	139.435	21.293	6.180	3.062	0.7704036	78.658	0.720	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso	
59	13.4 0	257.291	141.573	27.100	5.517	2.943	0.7695597	78.658	0.714	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso	
60	13.6 0	261.469	143.789	33.874	6.371	2.908	0.7693399	78.658	0.709	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso	
61	13.8 0	265.627	145.986	31.939	5.942	2.913	0.7573445	78.658	0.704	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso	
62	14.0 0	269.805	148.202	33.874	5.985	2.898	0.7509401	78.658	0.698	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso	
63	14.2 0	273.943	150.380	29.035	6.101	2.964	0.7351143	78.658	0.693	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso	
64	14.4 0	278.101	152.576	30.971	3.875	2.814	0.7292076	78.658	0.688	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso	
65	14.6 0	282.358	154.871	41.617	4.312	2.738	0.7355339	78.658	0.683	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso	
66	14.8 0	286.633	157.186	44.521	3.714	2.674	0.7308692	78.658	0.678	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso	
67	15.0 0	290.909	159.500	38.714	4.320	2.774	0.7146617	78.658	0.673	0.130	0.182	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.94	Molto basso	

IPL (Iwasaki)=0.92 Zcrit=20 m Rischio=Basso

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: PROPOSTA VARIANTE REGOLAMENTO URBANISTICO COMPARTO 2 E 3
ZONA D1b

Codice identificativo CPT 2

Cliente: BORSO'

Data 08/06/2023

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa 1.25

FALDA

Profondità falda idrica 3.6 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.13

Fattore amplificazione 0.13

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6

Distanza epicentro 20 Km

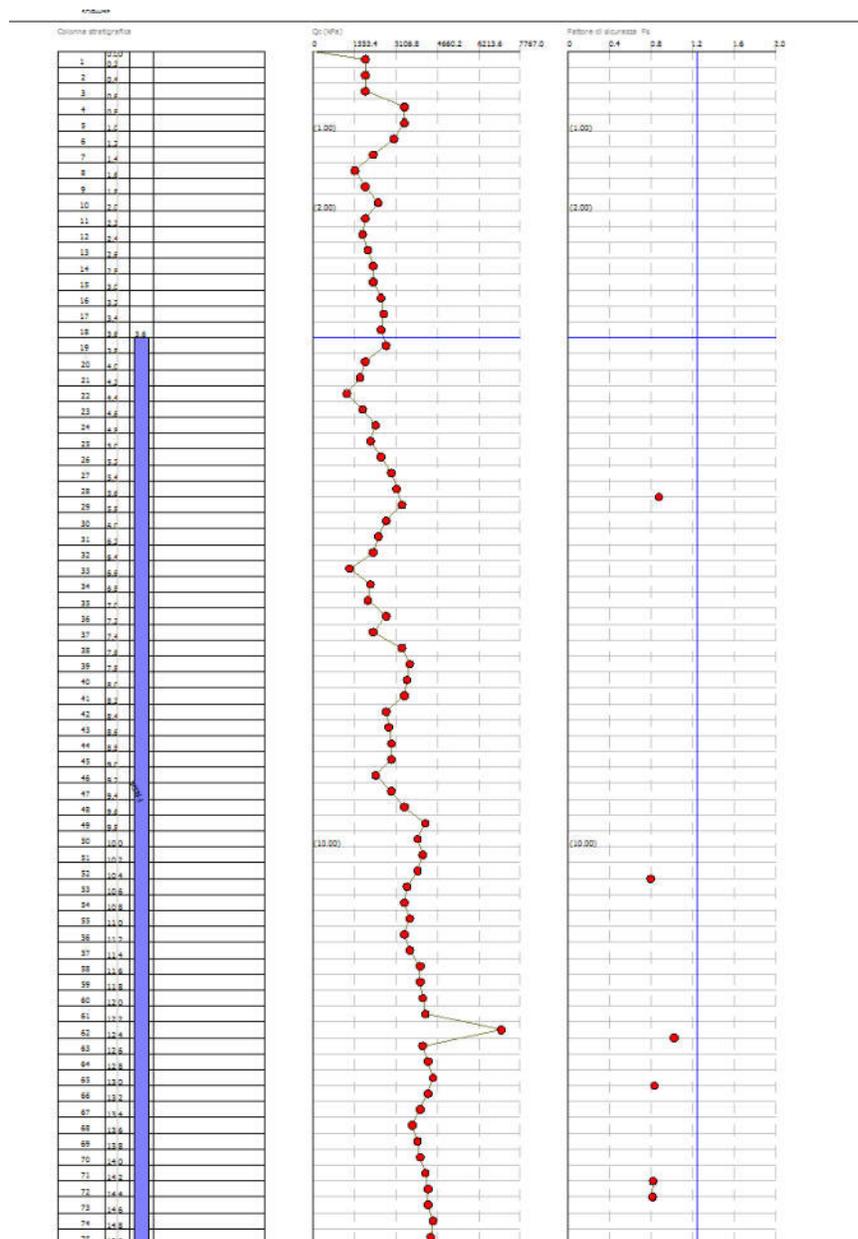
Peak ground acceleration (PGA) 0.195

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturato (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1	0	0.2	17.65225	20.10395	0	0	1961.33	58.8399	0
2	0.2	0.4	17.65225	20.10395	0	0	1961.33	58.8399	0
3	0.4	0.6	19.31941	20.10395	0	0	1961.33	98.0665	0
4	0.6	0.8	20.30009	21.08463	0	0	3432.327	78.4532	0
5	0.8	1	20.30009	20.8885	0	0	3432.327	71.58855	0
6	1	1.2	20.10395	20.8885	0	0	3040.062	218.6883	0
7	1.2	1.4	19.61361	20.39816	0	0	2255.53	189.2683	0
8	1.4	1.6	18.92714	19.71168	0	0	1569.064	189.2683	0
9	1.6	1.8	19.31941	20.10395	0	0	1961.33	137.2931	0
10	1.8	2	19.71168	20.49622	0	0	2451.663	103.9505	0
11	2	2.2	19.31941	20.10395	0	0	1961.33	103.9505	0
12	2.2	2.4	19.22134	20.00588	0	0	1863.264	117.6798	0
13	2.4	2.6	19.41747	20.20202	0	0	2059.396	156.9064	0

14	2.6	2.8	19.51554	20.30009	0	0	2255.53	137.2931	0
15	2.8	3	19.51554	20.30009	0	0	2255.53	130.4285	0
16	3	3.2	19.71168	20.49622	0	0	2549.729	189.2683	0
17	3.2	3.4	19.80975	20.59429	0	0	2647.795	143.1771	0
18	3.4	3.6	19.71168	20.49622	0	0	2549.729	130.4285	0
19	3.6	3.8	19.90782	20.69236	0	0	2745.862	182.4037	0
20	3.8	4	19.31941	20.10395	0	0	1961.33	110.8151	0
21	4	4.2	19.12327	19.90782	0	0	1765.197	130.4285	0
22	4.2	4.4	18.53486	19.31941	0	0	1274.865	58.8399	0
23	4.4	4.6	19.22134	20.00588	0	0	1863.264	71.58855	0
24	4.6	4.8	19.61361	20.39816	0	0	2353.596	98.0665	0
25	4.8	5	19.41747	20.20202	0	0	2157.463	117.6798	0
26	5	5.2	19.71168	20.49622	0	0	2549.729	117.6798	0
27	5.2	5.4	20.00588	20.79043	0	0	2941.995	169.655	0
28	5.4	5.6	20.10395	20.8885	0	0	3138.128	78.4532	0
29	5.6	5.8	20.20202	20.98656	0	0	3334.261	130.4285	0
30	5.8	6	19.80975	20.59429	0	0	2745.862	162.7904	0
31	6	6.2	19.61361	20.39816	0	0	2451.663	110.8151	0
32	6.2	6.4	18.63293	19.41747	0	0	2255.53	39.2266	0
33	6.4	6.6	19.41747	19.41747	0	0	1372.931	91.20184	0
34	6.6	6.8	19.31941	20.20202	0	0	2157.463	123.5638	0
35	6.8	7	19.80975	20.10395	0	0	2059.396	143.1771	0
36	7	7.2	19.51554	20.59429	0	0	2745.862	176.5197	0
37	7.2	7.4	20.20202	20.30009	0	0	2255.53	196.133	0
38	7.4	7.6	20.20202	20.98656	0	0	3334.261	202.017	0
39	7.6	7.8	20.30009	21.08463	0	0	3628.46	103.9505	0
40	7.8	8	20.30009	21.08463	0	0	3530.394	98.0665	0
41	8	8.2	20.20202	20.98656	0	0	3432.327	130.4285	0
42	8.2	8.4	19.80975	20.59429	0	0	2745.862	162.7904	0
43	8.4	8.6	19.90782	20.69236	0	0	2843.928	169.655	0
44	8.6	8.8	19.90782	20.69236	0	0	2941.995	150.0417	0
45	8.8	9	19.90782	20.69236	0	0	2941.995	182.4037	0
46	9	9.2	19.61361	20.39816	0	0	2353.596	98.0665	0
47	9.2	9.4	19.90782	20.69236	0	0	2941.995	110.8151	0
48	9.4	9.6	20.20202	20.98656	0	0	3432.327	189.2683	0
49	9.6	9.8	20.59429	21.37884	0	0	4216.859	202.017	0
50	9.8	10	20.39816	21.1827	0	0	3922.66	189.2683	0
51	10	10.2	20.49622	21.28077	0	0	4118.793	169.655	0
52	10.2	10.4	20.30009	21.08463	0	0	3922.66	84.33719	0
53	10.4	10.6	20.20202	20.98656	0	0	3530.394	117.6798	0
54	10.6	10.8	20.20202	20.98656	0	0	3432.327	156.9064	0
55	10.8	11	20.30009	21.08463	0	0	3628.46	150.0417	0
56	11	11.2	20.20202	20.98656	0	0	3432.327	137.2931	0
57	11.2	11.4	20.30009	21.08463	0	0	3628.46	162.7904	0
58	11.4	11.6	20.49622	21.28077	0	0	4020.727	156.9064	0
59	11.6	11.8	20.49622	21.28077	0	0	4020.727	202.017	0
60	11.8	12	20.49622	21.28077	0	0	4118.793	221.6303	0

61	12	12.2	20.59429	21.37884	0	0	4216.859	260.8569	0
62	12.2	12.4	21.37884	22.16338	0	0	7060.788	215.7463	0
63	12.4	12.6	20.49622	21.28077	0	0	4118.793	221.6303	0
64	12.6	12.8	20.59429	21.37884	0	0	4314.926	117.6798	0
65	12.8	13	20.69236	21.47691	0	0	4511.059	103.9505	0
66	13	13.2	20.59429	21.37884	0	0	4314.926	103.9505	0
67	13.2	13.4	20.49622	21.28077	0	0	4020.727	103.9505	0
68	13.4	13.6	20.30009	21.08463	0	0	3726.527	98.0665	0
69	13.6	13.8	20.39816	21.1827	0	0	3922.66	110.8151	0
70	13.8	14	20.49622	21.28077	0	0	4020.727	123.5638	0
71	14	14.2	20.59429	21.37884	0	0	4216.859	78.4532	0
72	14.2	14.4	20.69236	21.47691	0	0	4314.926	64.72389	0
73	14.4	14.6	20.69236	21.47691	0	0	4314.926	143.1771	0
74	14.6	14.8	20.69236	21.47691	0	0	4511.059	137.2931	0
75	14.8	15	20.69236	21.47691	0	0	4412.993	137.2931	0



Idriss & Boulanger, 2014

Correzione per la magnitudo (MSF) 1.09

Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normale Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1 (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
1	3.80	73.963	72.002	27.100	6.827	2.829	1.271766	0.000	0.977	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	16.97	Molto basso
2	4.00	77.984	74.061	19.357	5.884	2.891	1.268291	0.000	0.972	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	16.97	Molto basso
3	4.20	81.965	76.081	17.421	7.749	3.014	1.24913	0.000	0.967	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	16.97	Molto basso
4	4.40	85.829	77.984	12.582	4.949	2.998	1.240604	0.000	0.962	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	16.97	Molto basso
5	4.60	89.830	80.024	18.389	4.037	2.819	1.200469	0.000	0.957	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	16.97	Molto basso
6	4.80	93.910	82.142	23.228	4.340	2.769	1.16864	0.000	0.952	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	16.97	Molto basso
7	5.00	97.950	84.221	21.293	5.714	2.885	1.150573	0.000	0.947	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	16.97	Molto basso
8	5.20	102.050	86.359	25.164	4.808	2.786	1.124833	0.000	0.942	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	16.97	Molto basso
9	5.40	106.208	88.556	29.035	5.983	2.813	1.101305	0.000	0.937	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	16.97	Molto basso
10	5.60	110.385	90.772	30.971	2.591	2.552	1.081078	77.478	0.931	0.126	0.144	0.878	Terreno suscettibile di liquefazione	5.89	Alto
11	5.80	114.583	93.008	32.907	4.051	2.667	1.061931	77.478	0.926	0.126	0.144	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.89	Molto basso
12	6.00	118.702	95.166	27.100	6.196	2.863	1.047219	77.478	0.921	0.126	0.144	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.89	Molto basso
13	6.20	122.781	97.284	24.196	4.758	2.827	1.03124	77.478	0.915	0.126	0.144	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.89	Molto basso
14	6.40	126.665	99.206	22.260	1.843	2.605	1.016421	77.478	0.910	0.126	0.144	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.89	Molto basso
15	6.60	130.548	101.128	13.550	7.341	3.165	1.001639	77.478	0.905	0.126	0.144	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.89	Molto basso
16	6.80	134.589	103.207	21.293	6.108	2.960	0.9857118	77.478	0.899	0.126	0.144	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.89	Molto basso
17	7.00	138.609	105.267	20.325	7.454	3.040	0.9702643	77.478	0.894	0.126	0.144	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.89	Molto basso
18	7.20	142.728	107.424	27.100	6.781	2.921	0.9571146	77.478	0.888	0.126	0.144	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.89	Molto basso
19	7.40	146.788	109.523	22.260	9.301	3.088	0.940957	77.478	0.883	0.126	0.144	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.89	Molto basso
20	7.60	150.986	111.759	32.907	6.346	2.847	0.9315494	77.478	0.877	0.126	0.144	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.89	Molto basso

21	7.80	155.203	114.015	35.810	2.993	2.601	0.9194433	77.478	0.871	0.126	0.144	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.89	Molto basso
22	8.00	159.419	116.270	34.842	2.909	2.607	0.9058605	77.478	0.866	0.126	0.144	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.89	Molto basso
23	8.20	163.617	118.506	33.874	3.990	2.713	0.8925569	77.478	0.860	0.126	0.144	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.89	Molto basso
24	8.40	167.736	120.664	27.100	6.314	2.930	0.8751045	77.478	0.854	0.126	0.144	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.89	Molto basso
25	8.60	171.874	122.841	28.067	6.349	2.925	0.8637725	77.478	0.849	0.126	0.144	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.89	Molto basso
26	8.80	176.013	125.018	29.035	5.425	2.871	0.852924	77.478	0.843	0.126	0.144	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.89	Molto basso
27	9.00	180.151	127.195	29.035	6.604	2.934	0.8414634	77.478	0.837	0.126	0.144	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.89	Molto basso
28	9.20	184.231	129.313	23.228	4.521	2.909	0.8236497	77.478	0.832	0.126	0.144	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.89	Molto basso
29	9.40	188.369	131.491	29.035	4.024	2.799	0.8196074	77.478	0.826	0.126	0.144	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.89	Molto basso
30	9.60	192.566	133.727	33.874	5.842	2.858	0.8142365	77.478	0.820	0.126	0.144	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.89	Molto basso
31	9.80	196.842	136.041	41.617	5.025	2.746	0.8118516	77.478	0.815	0.126	0.144	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.89	Molto basso
32	10.00	201.079	138.316	38.714	5.086	2.779	0.7986795	77.478	0.809	0.126	0.144	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.89	Molto basso
33	10.20	205.335	140.611	40.649	4.335	2.718	0.790937	77.478	0.803	0.126	0.144	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.89	Molto basso
34	10.40	209.552	142.867	38.714	2.271	2.558	0.7791964	73.627	0.798	0.118	0.148	0.798	Terreno suscettibile di liquefazione	15.55	Molto alto
35	10.60	213.749	145.103	34.842	3.548	2.725	0.7650313	73.627	0.792	0.118	0.148	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	15.55	Molto basso
36	10.80	217.946	147.339	33.874	4.881	2.831	0.754448	73.627	0.786	0.118	0.148	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	15.55	Molto basso
37	11.00	222.163	149.594	35.810	4.405	2.785	0.7480397	73.627	0.781	0.118	0.148	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	15.55	Molto basso
38	11.20	226.361	151.830	33.874	4.282	2.802	0.7365407	73.627	0.775	0.118	0.148	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	15.55	Molto basso
39	11.40	230.578	154.086	35.810	4.791	2.818	0.7306694	73.627	0.769	0.118	0.148	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	15.55	Molto basso
40	11.60	234.834	156.381	39.681	4.145	2.742	0.7273829	73.627	0.764	0.118	0.148	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	15.55	Molto basso
41	11.80	239.090	158.675	39.681	5.342	2.821	0.7190976	73.627	0.758	0.118	0.148	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	15.55	Molto basso
42	12.00	243.346	160.970	40.649	5.719	2.837	0.7122541	73.627	0.753	0.118	0.148	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	15.55	Molto basso
43	12.20	247.622	163.285	41.617	6.572	2.875	0.7055374	73.627	0.747	0.118	0.148	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	15.55	Molto basso
44	12.40	252.055	165.756	69.685	3.169	2.475	0.7314237	96.044	0.742	0.146	0.143	1.024	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
45	12.60	256.311	168.051	40.649	5.738	2.850	0.6883626	96.044	0.736	0.146	0.143	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
46	12.8	260.58	170.36	42.585	2.903	2.639	0.6835017	96.044	0.731	0.146	0.143	--	Terreno non suscettibile di	0.00	Molto basso

	0	6	5										liquefazione		
47	13.0 0	264.88 2	172.69 9	44.521	2.448	2.579	0.6790318	74.326	0.725	0.118	0.141	0.835	Terreno suscettibile di liquefazione	14.47	Alto
48	13.2 0	269.15 8	175.01 4	42.585	2.569	2.614	0.6689964	74.326	0.720	0.118	0.141	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	14.47	Molto basso
49	13.4 0	273.41 4	177.30 9	39.681	2.774	2.666	0.6576297	74.326	0.714	0.118	0.141	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	14.47	Molto basso
50	13.6 0	277.63 1	179.56 4	36.778	2.843	2.707	0.6459103	74.326	0.709	0.118	0.141	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	14.47	Molto basso
51	13.8 0	281.86 7	181.83 9	38.714	3.044	2.709	0.6424405	74.326	0.704	0.118	0.141	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	14.47	Molto basso
52	14.0 0	286.12 3	184.13 4	39.681	3.309	2.726	0.63726	74.326	0.698	0.118	0.141	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	14.47	Molto basso
53	14.2 0	290.39 9	186.44 9	41.617	1.998	2.576	0.6339287	69.565	0.693	0.112	0.137	0.821	Terreno suscettibile di liquefazione	16.35	Molto alto
54	14.4 0	294.69 5	188.78 3	42.585	1.610	2.516	0.6288954	68.300	0.688	0.111	0.136	0.816	Terreno suscettibile di liquefazione	16.97	Molto alto
55	14.6 0	298.99 0	191.11 7	42.585	3.565	2.731	0.6225927	68.300	0.683	0.111	0.136	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	16.97	Molto basso
56	14.8 0	303.28 5	193.45 1	44.521	3.263	2.692	0.61919	68.300	0.678	0.111	0.136	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	16.97	Molto basso
57	15.0 0	307.58 1	195.78 5	43.553	3.344	2.711	0.6117486	68.300	0.673	0.111	0.136	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	16.97	Molto basso

IPL (Iwasaki)=0.69 Zcrit=20 m Rischio=Basso

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: PROPOSTA VARIANTE REGOLAMENTO URBANISTICO COMPARTO 2 E 3
ZONA D1b

Codice identificativo CPT3

Cliente: BORSO'

Data 08/06/2023

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa 1.25

FALDA

Profondità falda idrica 1.15 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.13

Fattore amplificazione 0.13

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza $V_{s30}=180-360$

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6

Distanza epicentro 20 Km

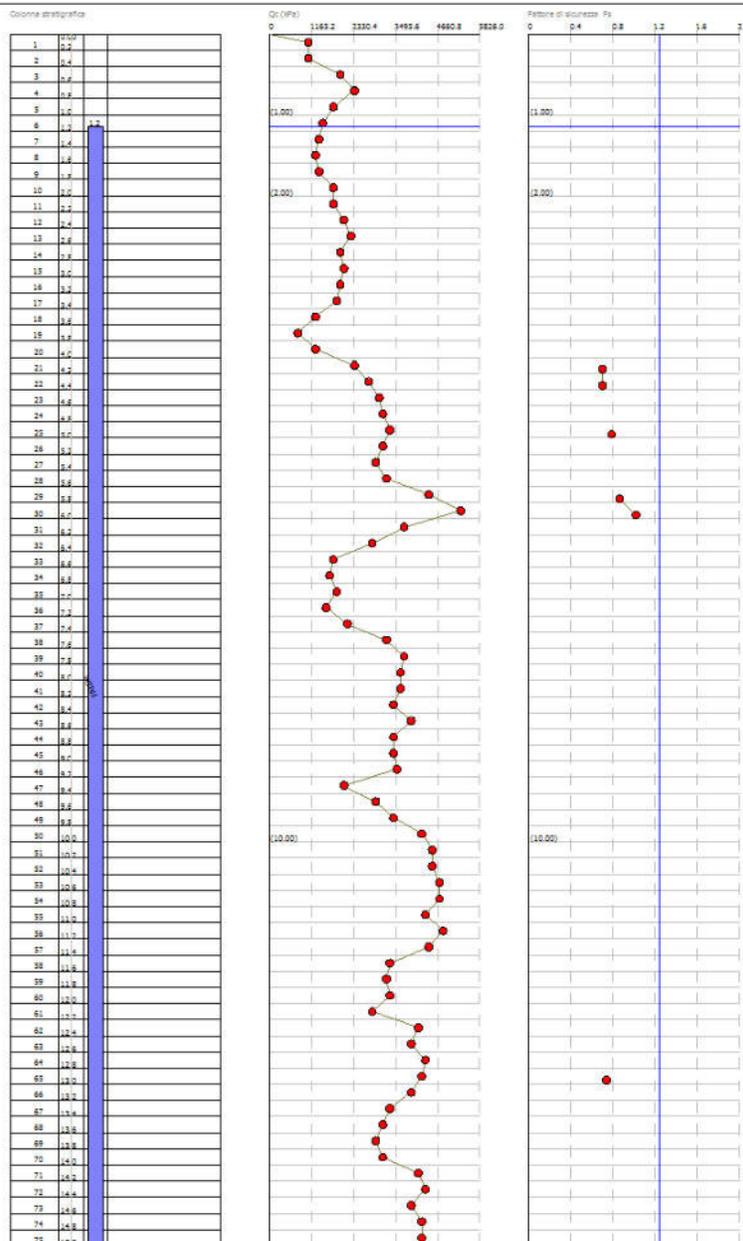
Peak ground acceleration (PGA) 0.195

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numer o colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenz a qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1	0	0.2	18.33873	19.31941	0	0	1078.731	58.8399	0
2	0.2	0.4	18.33873	19.31941	0	0	1078.731	58.8399	0
3	0.4	0.6	19.31941	20.30009	0	0	1961.33	98.0665	0
4	0.6	0.8	19.61361	20.59429	0	0	2353.596	143.1771	0
5	0.8	1	19.12327	20.10395	0	0	1765.197	162.7904	0
6	1	1.2	18.82907	19.80975	0	0	1470.998	98.0665	0
7	1.2	1.4	18.731	19.71168	0	0	1372.931	130.4285	0
8	1.4	1.6	18.63293	19.61361	0	0	1274.865	91.20184	0
9	1.6	1.8	18.731	19.71168	0	0	1372.931	64.72389	0
10	1.8	2	19.12327	20.10395	0	0	1765.197	78.4532	0
11	2	2.2	19.12327	20.10395	0	0	1765.197	98.0665	0
12	2.2	2.4	19.41747	20.39816	0	0	2059.396	130.4285	0
13	2.4	2.6	19.51554	20.49622	0	0	2255.53	143.1771	0
14	2.6	2.8	19.31941	20.30009	0	0	1961.33	137.2931	0

15	2.8	3	19.41747	20.39816	0	0	2059.396	137.2931	0
16	3	3.2	19.31941	20.30009	0	0	1961.33	130.4285	0
17	3.2	3.4	19.22134	20.20202	0	0	1863.264	98.0665	0
18	3.4	3.6	18.63293	19.61361	0	0	1274.865	98.0665	0
19	3.6	3.8	17.75032	18.731	0	0	784.532	64.72389	0
20	3.8	4	18.63293	19.61361	0	0	1274.865	45.11059	0
21	4	4.2	19.90782	20.8885	0	0	2353.596	64.72389	0
22	4.2	4.4	20.00588	20.98656	0	0	2745.862	51.97525	0
23	4.4	4.6	20.10395	21.08463	0	0	3040.062	123.5638	0
24	4.6	4.8	20.20202	21.1827	0	0	3138.128	196.133	0
25	4.8	5	20.10395	21.08463	0	0	3334.261	137.2931	0
26	5	5.2	20.20202	21.1827	0	0	3138.128	156.9064	0
27	5.2	5.4	20.10395	21.08463	0	0	2941.995	182.4037	0
28	5.4	5.6	20.00588	20.98656	0	0	3236.195	196.133	0
29	5.6	5.8	20.10395	21.08463	0	0	4412.993	169.655	0
30	5.8	6	20.69236	21.67304	0	0	5295.591	260.8569	0
31	6	6.2	20.98656	21.96725	0	0	3726.527	241.2436	0
32	6.2	6.4	20.39816	21.37884	0	0	2843.928	221.6303	0
33	6.4	6.6	19.90782	20.8885	0	0	1765.197	117.6798	0
34	6.6	6.8	19.12327	20.10395	0	0	1667.13	103.9505	0
35	6.8	7	19.0252	20.00588	0	0	1863.264	91.20184	0
36	7	7.2	19.22134	20.20202	0	0	1569.064	91.20184	0
37	7.2	7.4	18.92714	19.90782	0	0	2157.463	98.0665	0
38	7.4	7.6	19.41747	20.39816	0	0	3236.195	123.5638	0
39	7.6	7.8	20.10395	21.08463	0	0	3726.527	169.655	0
40	7.8	8	20.39816	21.37884	0	0	3628.46	221.6303	0
41	8	8.2	20.30009	21.28077	0	0	3628.46	196.133	0
42	8.2	8.4	20.30009	21.28077	0	0	3432.327	196.133	0
43	8.4	8.6	20.20202	21.1827	0	0	3922.66	169.655	0
44	8.6	8.8	20.49622	21.47691	0	0	3432.327	196.133	0
45	8.8	9	20.20202	21.1827	0	0	3432.327	182.4037	0
46	9	9.2	20.20202	21.1827	0	0	3530.394	182.4037	0
47	9.2	9.4	20.30009	21.28077	0	0	2059.396	110.8151	0
48	9.4	9.6	19.31941	20.30009	0	0	2941.995	137.2931	0
49	9.6	9.8	20.00588	20.98656	0	0	3432.327	143.1771	0
50	9.8	10	20.20202	21.1827	0	0	4216.859	392.266	0
51	10	10.2	20.59429	21.57497	0	0	4511.059	274.5862	0
52	10.2	10.4	20.69236	21.67304	0	0	4511.059	215.7463	0
53	10.4	10.6	20.69236	21.67304	0	0	4707.192	241.2436	0
54	10.6	10.8	20.79043	21.77111	0	0	4707.192	215.7463	0
55	10.8	11	20.79043	21.77111	0	0	4314.926	208.8816	0
56	11	11.2	20.59429	21.57497	0	0	4805.258	274.5862	0
57	11.2	11.4	20.79043	21.77111	0	0	4412.993	228.4949	0
58	11.4	11.6	20.59429	21.57497	0	0	3334.261	208.8816	0
59	11.6	11.8	20.20202	21.1827	0	0	3236.195	176.5197	0
60	11.8	12	20.10395	21.08463	0	0	3334.261	182.4037	0
61	12	12.2	20.20202	21.1827	0	0	2843.928	162.7904	0

62	12.2	12.4	20.39816	21.37884	0	0	4118.793	169.655	0
63	12.4	12.6	20.49622	21.47691	0	0	3922.66	169.655	0
64	12.6	12.8	20.39816	21.37884	0	0	4314.926	130.4285	0
65	12.8	13	20.59429	21.57497	0	0	4216.859	103.9505	0
66	13	13.2	20.59429	21.57497	0	0	3922.66	103.9505	0
67	13.2	13.4	20.39816	21.37884	0	0	3334.261	156.9064	0
68	13.4	13.6	20.10395	21.08463	0	0	3138.128	189.2683	0
69	13.6	13.8	20.00588	20.98656	0	0	2941.995	189.2683	0
70	13.8	14	19.90782	20.8885	0	0	3138.128	156.9064	0
71	14	14.2	20.00588	20.98656	0	0	4118.793	123.5638	0
72	14.2	14.4	20.49622	21.47691	0	0	4314.926	103.9505	0
73	14.4	14.6	20.59429	21.57497	0	0	3922.66	143.1771	0
74	14.6	14.8	20.39816	21.37884	0	0	4216.859	110.8151	0
75	14.8	15	20.39816	21.37884	0	0	4216.859	110.8151	0



Idriss & Boulanger, 2014

Correzione per la magnitudo (MSF)

1.1

Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1 (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
1	1.35	25.718	23.757	13.550	9.681	2.919	2.721293	0.000	1.030	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	16.97	Molto basso
2	1.55	29.646	25.723	12.582	7.324	2.860	2.645926	0.000	1.026	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	16.97	Molto basso
3	1.75	33.583	27.699	13.550	4.832	2.726	2.498873	0.000	1.022	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	16.97	Molto basso
4	1.95	37.585	29.739	17.421	4.541	2.655	2.296467	0.000	1.018	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	16.97	Molto basso
5	2.15	41.605	31.799	17.421	5.690	2.737	2.209537	0.000	1.014	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	16.97	Molto basso
6	2.35	45.670	33.902	20.325	6.477	2.750	2.079494	0.000	1.010	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	16.97	Molto basso
7	2.55	49.765	36.035	22.260	6.491	2.738	1.981835	0.000	1.005	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	16.97	Molto basso
8	2.75	53.834	38.144	19.357	7.198	2.817	1.957596	0.000	1.001	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	16.97	Molto basso
9	2.95	57.909	40.257	20.325	6.860	2.799	1.882879	0.000	0.997	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	16.97	Molto basso
10	3.15	61.974	42.361	19.357	6.867	2.822	1.838721	0.000	0.992	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	16.97	Molto basso
11	3.35	66.019	44.445	18.389	5.456	2.774	1.796953	0.000	0.987	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	16.97	Molto basso
12	3.55	69.972	46.436	12.582	8.139	3.016	1.821596	0.000	0.983	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	16.97	Molto basso
13	3.75	73.762	48.265	7.743	9.106	3.209	1.856404	0.000	0.978	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	16.97	Molto basso
14	3.95	77.640	50.182	12.582	3.768	2.810	1.725659	0.000	0.973	0.000	0.000	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	16.97	Molto basso
15	4.15	81.754	52.334	23.228	2.849	2.548	1.580218	81.270	0.968	0.135	0.192	0.705	Terreno suscettibile di liquefazione	10.97	Alto
16	4.35	85.947	54.566	27.100	1.954	2.404	1.516799	81.695	0.963	0.136	0.192	0.705	Terreno suscettibile di liquefazione	11.44	Alto
17	4.55	90.159	56.816	30.003	4.189	2.604	1.465762	81.695	0.959	0.136	0.192	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.44	Molto basso
18	4.75	94.391	59.087	30.971	6.444	2.737	1.428276	81.695	0.953	0.136	0.192	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.44	Molto basso
19	4.95	98.612	61.347	32.907	4.243	2.596	1.388777	93.644	0.948	0.153	0.193	0.790	Terreno suscettibile di liquefazione	9.10	Alto
20	5.15	102.844	63.617	30.971	5.169	2.682	1.365176	93.644	0.943	0.153	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.10	Molto basso
21	5.35	107.066	65.878	29.035	6.434	2.776	1.341654	93.644	0.938	0.153	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.10	Molto basso

22	5.55	111.268	68.119	31.939	6.276	2.748	1.305174	93.644	0.933	0.153	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.10	Molto basso
23	5.75	115.480	70.369	43.553	3.948	2.518	1.254293	101.970	0.928	0.167	0.193	0.867	Terreno suscettibile di liquefazione	6.56	Alto
24	5.95	119.785	72.713	52.263	5.040	2.551	1.217127	113.959	0.922	0.197	0.193	1.023	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
25	6.15	124.164	75.131	36.778	6.697	2.747	1.217719	113.959	0.917	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
26	6.35	128.469	77.475	28.067	8.162	2.896	1.208782	113.959	0.911	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
27	6.55	132.671	79.715	17.421	7.208	3.013	1.206141	113.959	0.906	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
28	6.75	136.731	81.814	16.453	6.792	3.021	1.184679	113.959	0.901	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
29	6.95	140.738	83.859	18.389	5.295	2.917	1.158927	113.959	0.895	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
30	7.15	144.768	85.928	15.485	6.403	3.039	1.142136	113.959	0.889	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
31	7.35	148.764	87.963	21.293	4.882	2.857	1.114006	113.959	0.884	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
32	7.55	152.820	90.057	31.939	4.007	2.670	1.086379	113.959	0.878	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
33	7.75	157.002	92.278	36.778	4.753	2.682	1.065861	113.959	0.873	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
34	7.95	161.263	94.578	35.810	6.392	2.788	1.04866	113.959	0.867	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
35	8.15	165.524	96.878	35.810	5.664	2.755	1.03156	113.959	0.861	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
36	8.35	169.780	99.172	33.874	6.012	2.796	1.01524	113.959	0.856	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
37	8.55	174.022	101.453	38.714	4.526	2.671	0.9991394	113.959	0.850	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
38	8.75	178.302	103.772	33.874	6.027	2.808	0.9832069	113.959	0.845	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
39	8.95	182.554	106.062	33.874	5.613	2.791	0.9679763	113.959	0.839	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
40	9.15	186.790	108.337	34.842	5.455	2.778	0.9535866	113.959	0.833	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
41	9.35	191.042	110.627	20.325	5.931	2.994	0.9324198	113.959	0.827	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
42	9.55	195.151	112.775	29.035	4.998	2.824	0.9233595	113.959	0.822	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
43	9.75	199.314	114.976	33.874	4.429	2.740	0.9127721	113.959	0.816	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
44	9.95	203.540	117.242	41.617	9.774	2.925	0.9043397	113.959	0.810	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
45	10.15	207.836	119.576	44.521	6.381	2.770	0.8935536	113.959	0.805	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
46	10.35	212.165	121.944	44.521	5.019	2.700	0.8812927	113.959	0.799	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
47	10.55	216.500	124.317	46.456	5.372	2.711	0.8707485	113.959	0.793	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso

														di liquefazione		
48	10.75	220.849	126.705	46.456	4.809	2.681	0.8591749	113.959	0.788	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso	
49	10.95	225.204	129.098	42.585	5.107	2.733	0.8446493	113.959	0.782	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso	
50	11.15	229.528	131.462	47.424	6.001	2.752	0.8376757	113.959	0.776	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso	
51	11.35	233.873	133.845	43.553	5.468	2.755	0.8235498	113.959	0.771	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso	
52	11.55	238.198	136.208	32.907	6.747	2.920	0.8016294	113.959	0.765	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso	
53	11.75	242.454	138.503	31.939	5.896	2.895	0.7899385	113.959	0.760	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso	
54	11.95	246.676	140.764	32.907	5.908	2.889	0.7810449	113.959	0.754	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso	
55	12.15	250.907	143.034	28.067	6.278	2.969	0.7645755	113.959	0.748	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso	
56	12.35	255.173	145.339	40.649	4.391	2.734	0.7711856	113.959	0.743	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso	
57	12.55	259.464	147.668	38.714	4.631	2.772	0.7594314	113.959	0.737	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso	
58	12.75	263.744	149.987	42.585	3.220	2.635	0.7552249	113.959	0.732	0.197	0.193	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso	
59	12.95	268.049	152.331	41.617	2.632	2.592	0.7449886	75.637	0.727	0.120	0.162	0.741	Terreno suscettibile di liquefazione	22.69	Molto alto	
60	13.15	272.364	154.685	38.714	2.848	2.646	0.7324031	75.637	0.721	0.120	0.162	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	22.69	Molto basso	
61	13.35	276.650	157.009	32.907	5.132	2.879	0.7152808	75.637	0.716	0.120	0.162	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	22.69	Molto basso	
62	13.55	280.882	159.279	30.971	6.624	2.981	0.7038254	75.637	0.710	0.120	0.162	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	22.69	Molto basso	
63	13.75	285.084	161.520	29.035	7.124	3.031	0.6924275	75.637	0.705	0.120	0.162	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	22.69	Molto basso	
64	13.95	289.267	163.741	30.971	5.508	2.935	0.6876006	75.637	0.700	0.120	0.162	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	22.69	Molto basso	
65	14.15	293.459	165.972	40.649	3.230	2.683	0.6952155	75.637	0.694	0.120	0.162	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	22.69	Molto basso	
66	14.35	297.730	168.282	42.585	2.588	2.607	0.6901982	75.637	0.689	0.120	0.162	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	22.69	Molto basso	
67	14.55	302.040	170.631	38.714	3.954	2.767	0.6770388	75.637	0.684	0.120	0.162	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	22.69	Molto basso	
68	14.75	306.325	172.955	41.617	2.834	2.649	0.6740295	75.637	0.679	0.120	0.162	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	22.69	Molto basso	
69	14.95	310.601	175.269	41.617	2.837	2.654	0.6665662	75.637	0.674	0.120	0.162	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	22.69	Molto basso	

IPL (Iwasaki)=1.62 Zcrit=20 m Rischio=Basso