



Zone residenziali di completamento in Piani urbanistici attuativi

RELAZIONE GEOLOGICA – SISMICA E DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

Committente:

CAMIA COSTRUZIONI SRL
Via A. Volta n.7
Pontenure (PC)

CAMIA COSTRUZIONI S.R.L.
Via Volta, 7
29010 PONTENURE (PC)
P.IVA e C.F.: 01780980338
R.E.A. PC 190869 - SDI: W7YVJK9

Progetto:

Dott. Ing. RICCARDO CAMIA



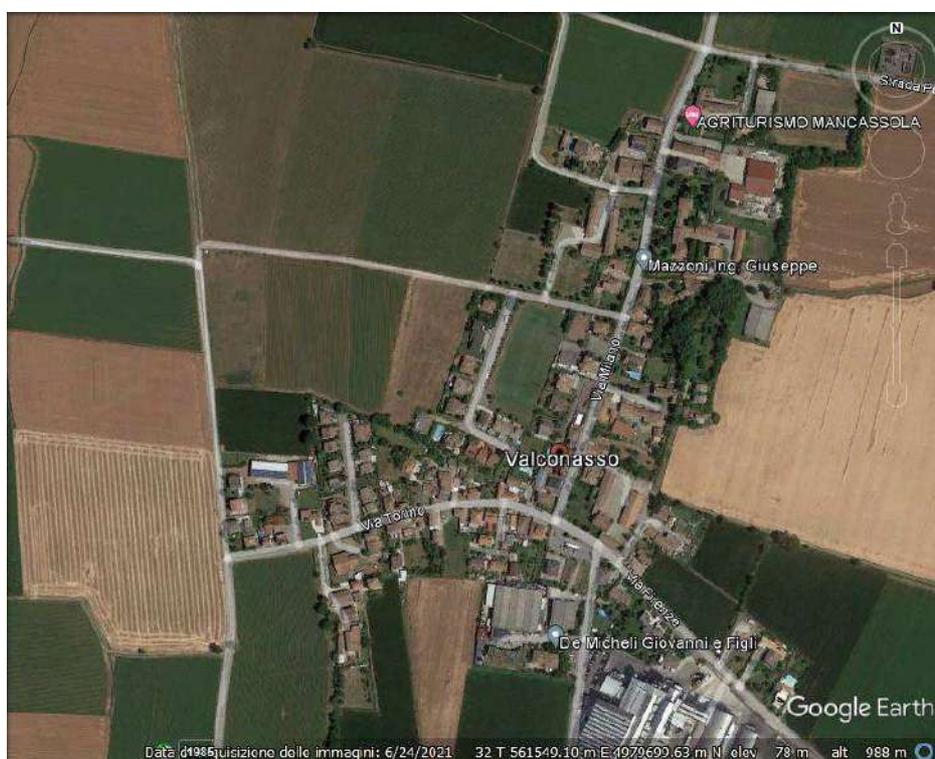
COMUNE PONTENURE

Provincia di Piacenza



INDAGINI GEOGNOSTICHE E SISMICHE RELATIVE ALLA ATTUAZIONE DI UN PUA RESIDENZIALE UBICATO IN LOCALITA' VALCONASSO

(Rif. Foglio n. 30 - Mappali n. 168, 184 e 539)



RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA CON CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

Committente: Spett.le CAMIA COSTRUZIONI S.r.l.

03 Dicembre 2021



a cura di

Dott. Paolo Mancioffi Studio Geologico

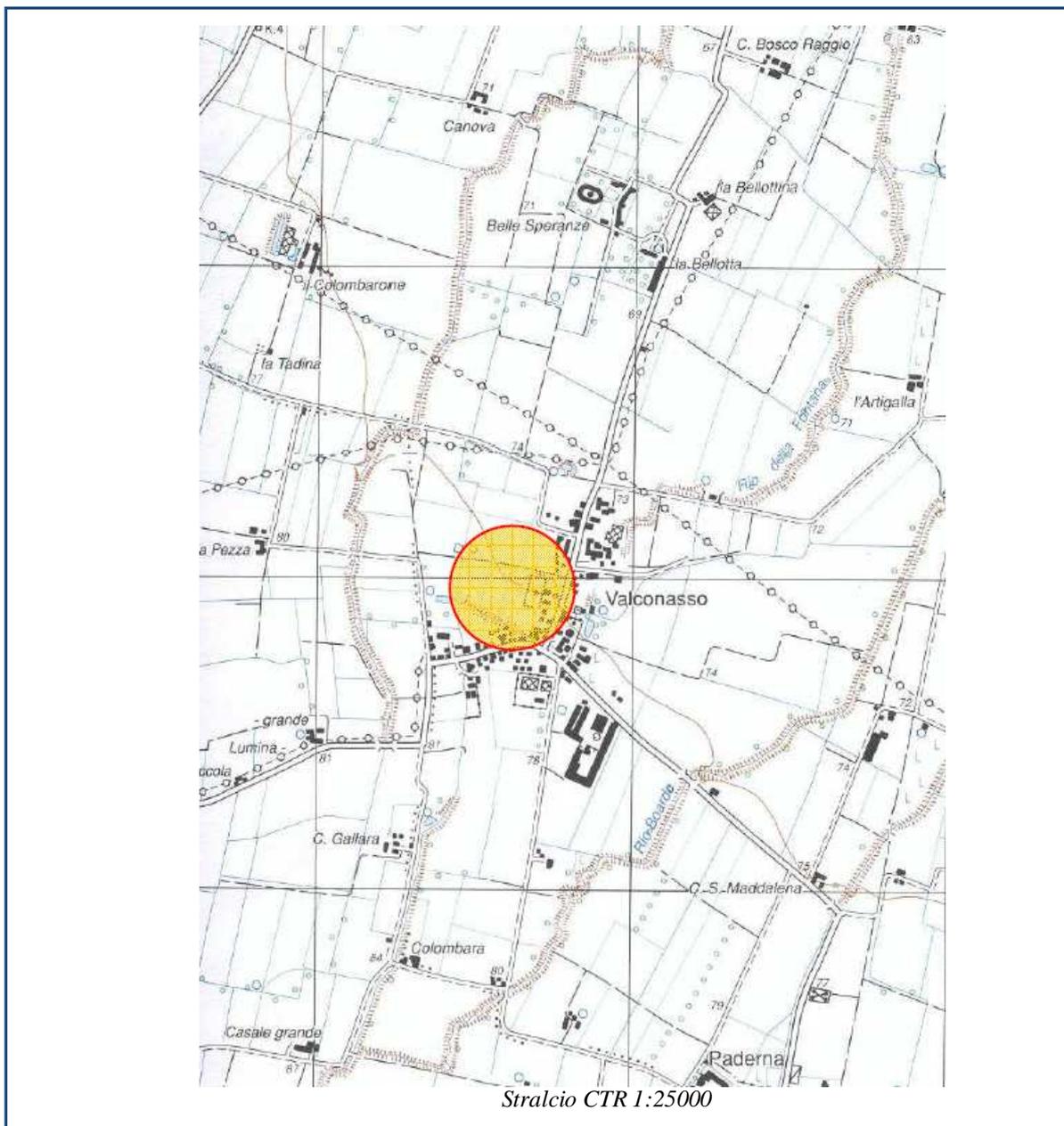
Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza - Tel/Fax 0523/452257 - Cell. 335/8147227
e-mail: paolomancioffi@inwind.it - PEC: paolomancioffi@register.pec.it

INDICE DEGLI ARGOMENTI

1.0 - PREMESSA	pag. 3
2.0 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE	pag. 5
2.1 - Ubicazione	pag. 5
2.2 - Stato dei luoghi	pag. 6
3.0 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO, PEDOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	pag. 8
3.1 – Assetto geologico e geomorfologico	pag. 8
3.2 – Assetto pedologico	pag. 10
3.3 - Idrogeologia del sottosuolo e idrografia superficiale	pag. 11
3.4 – Vulnerabilità degli acquiferi e PTA	pag. 12
3.5 – Assetto idraulico generale dell’area	pag. 17
3.5.1 – Rif. PTCP e PAI	pag. 17
3.5.2 – Rif. Piano Alluvioni Aut. Bacino Po	pag. 18
4.0 - LA CLASSIFICAZIONE SISMICA NAZIONALE	pag. 40
4.1 - Sismicità del Comune di Pontenure (PC)	pag. 41
4.2 – Cenni sulla sismicità storica del territorio padano nelle zone limitrofe a Pontenure (PC)	pag. 21
4.3 – Elementi sismotettonici nelle zone limitrofe al Comune Pontenure (PC)	pag. 22
5.0 - INDAGINI GEOGNOSTICHE	pag. 23
5.1 – Stratigrafia e parametri geotecnici	pag. 49
5.2 – Modello geotecnico	pag. 49
6.0 - CARATTERISTICHE GEOFISICHE DEL SOTTOSUOLO	pag. 50
6.1 – Indagine geofisica MASW	pag. 51
6.2 – Acquisizione ed elaborazione dei dati	pag. 53
6.3 – Categoria del sottosuolo	pag. 58
7.0 – SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO	pag. 59
7.1 – Valutazione dei fattori di amplificazione sismica	pag. 59
7.2 – Valutazione del fenomeno di liquefazione	pag. 61
8.0 – PARAMETRI DI CALCOLO NTC 2018	pag. 63
8.1 – Vita nominale dell’opera	pag. 63
8.2 – Classe d’uso	pag. 65
8.3 – Periodo di riferimento	pag. 65
9.0 – AREA OGGETTO DI P.U.A.	pag. 68
9.1 – Schema tipologico P.U.A.	pag. 68
9.2 – Fondazioni superficiali – Verifica Stato Limite Ultimo	pag. 70
9.3 – Calcolo del carico limite e della resistenza “Rd”	pag. 78
10.0 – CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	pag. 72

1.0 - PREMESSA

Per conto del **Spett.le Soc. Camia Costruzioni S.r.l.** si è eseguito uno studio geologico, geotecnico e sismico generale finalizzato alla caratterizzazione geologica, geotecnica e sismica dei terreni ubicati in Località Valconasso - Comune di Pontenure (PC) ove si intende dare attuazione ad un PUA residenziale (vedi Carta "Inquadramento Geografico" scala 1:25.000 di seguito).

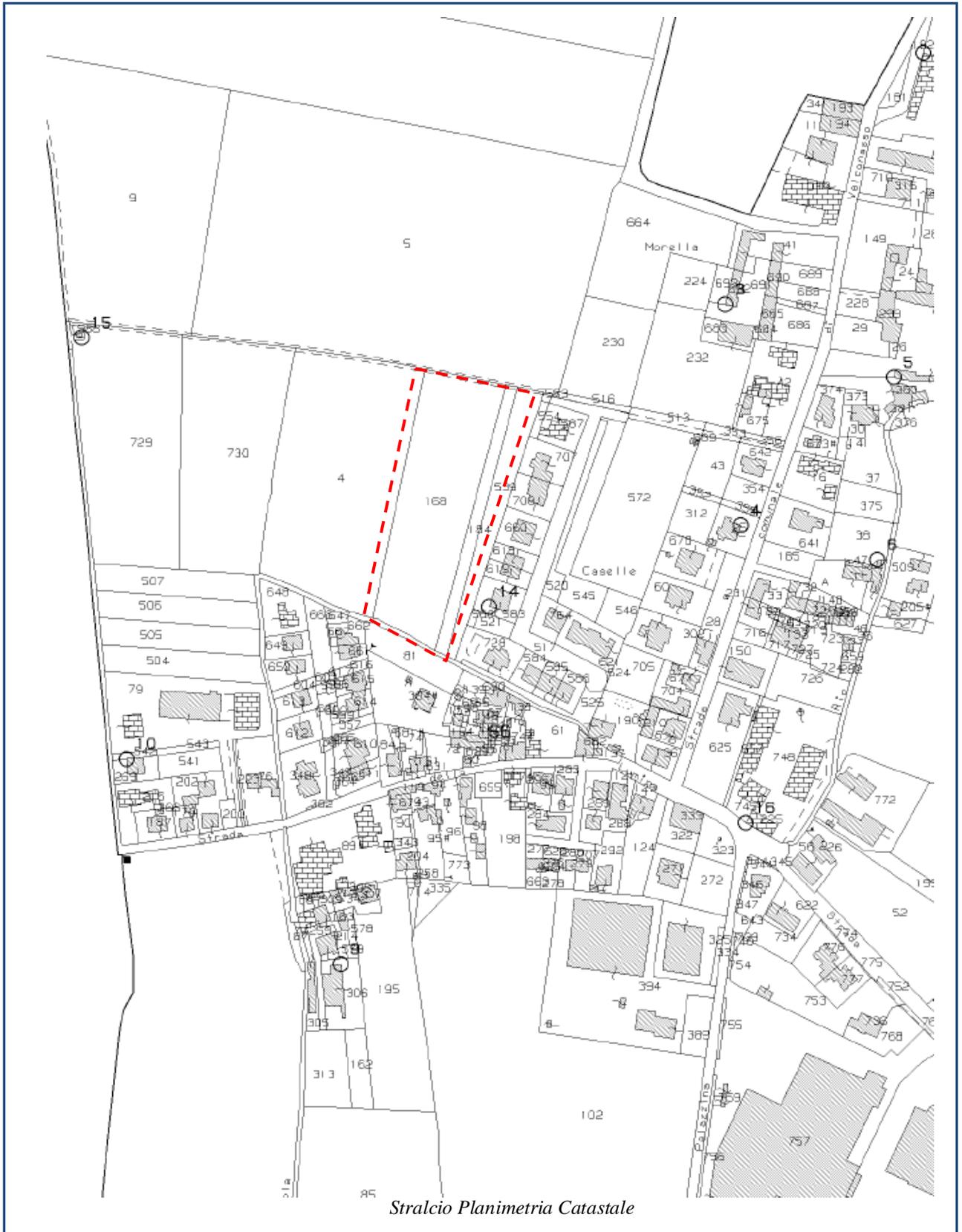


L'intervento in oggetto prevede l'attuazione di un PUA residenziale avente una superficie territoriale pari a circa 12.088,59 mq. ed una superficie utile massima realizzabile pari a circa 4.231 mq. (cfr. "Planimetria generale PUA" di seguito allegata).

Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza – Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227
e-mail: paolomancioppi@inwind.it - pec: paolomancioppi@registerpec.it

L'area, all'interno della quale è previsto l'intervento di ampliamento in progetto, è censita al Catasto Terreni del **Comune di Pontenure (PC)** al Foglio n° **30** mappali n° **168, 184 e 539**.



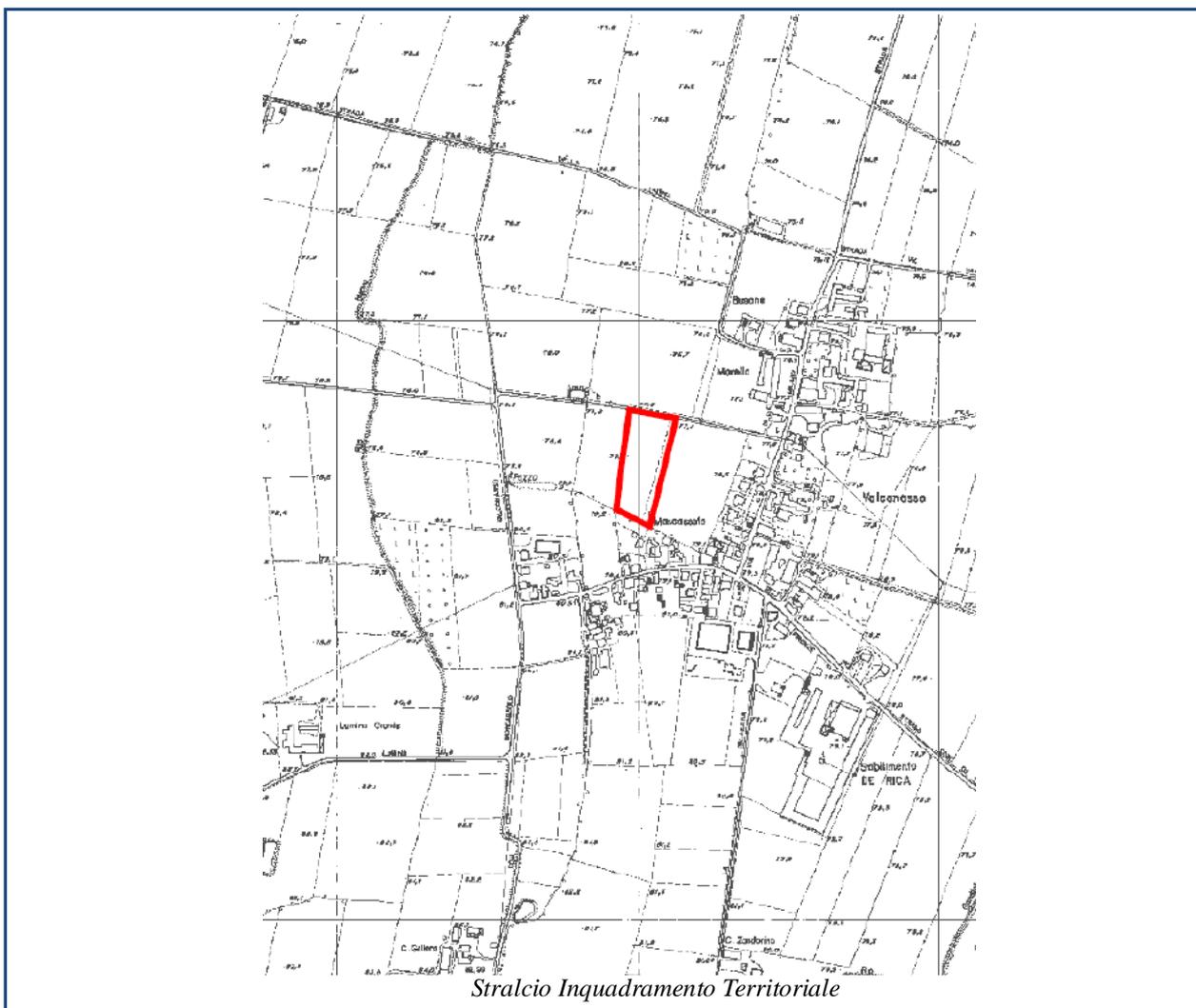
Le indagini, eseguite in accordo con il DM 17/01/2018, sono state pertanto finalizzate alla definizione delle caratteristiche geologiche, sismiche, geotecniche del sito oggetto dell'intervento in progetto; con quest'indagine si valuteranno dunque le caratteristiche geotecniche del terreno, allo scopo di individuare:

- la stratigrafia del terreno;
- la classe di suolo
- l'assetto idraulico ed idrogeologico generale
- la compatibilità con il rischio sismico locale.

2.0 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE

2.1 - Ubicazione

La zona oggetto dello studio è ubicata nella parte sud del territorio comunale di Pontenure nella Frazione Valconasso. Essa si presenta come un'area di media pianura in destra orografica al T.te Nure, il cui alveo ghiaioso e ciottoloso dista in linea d'aria circa 3 Km.

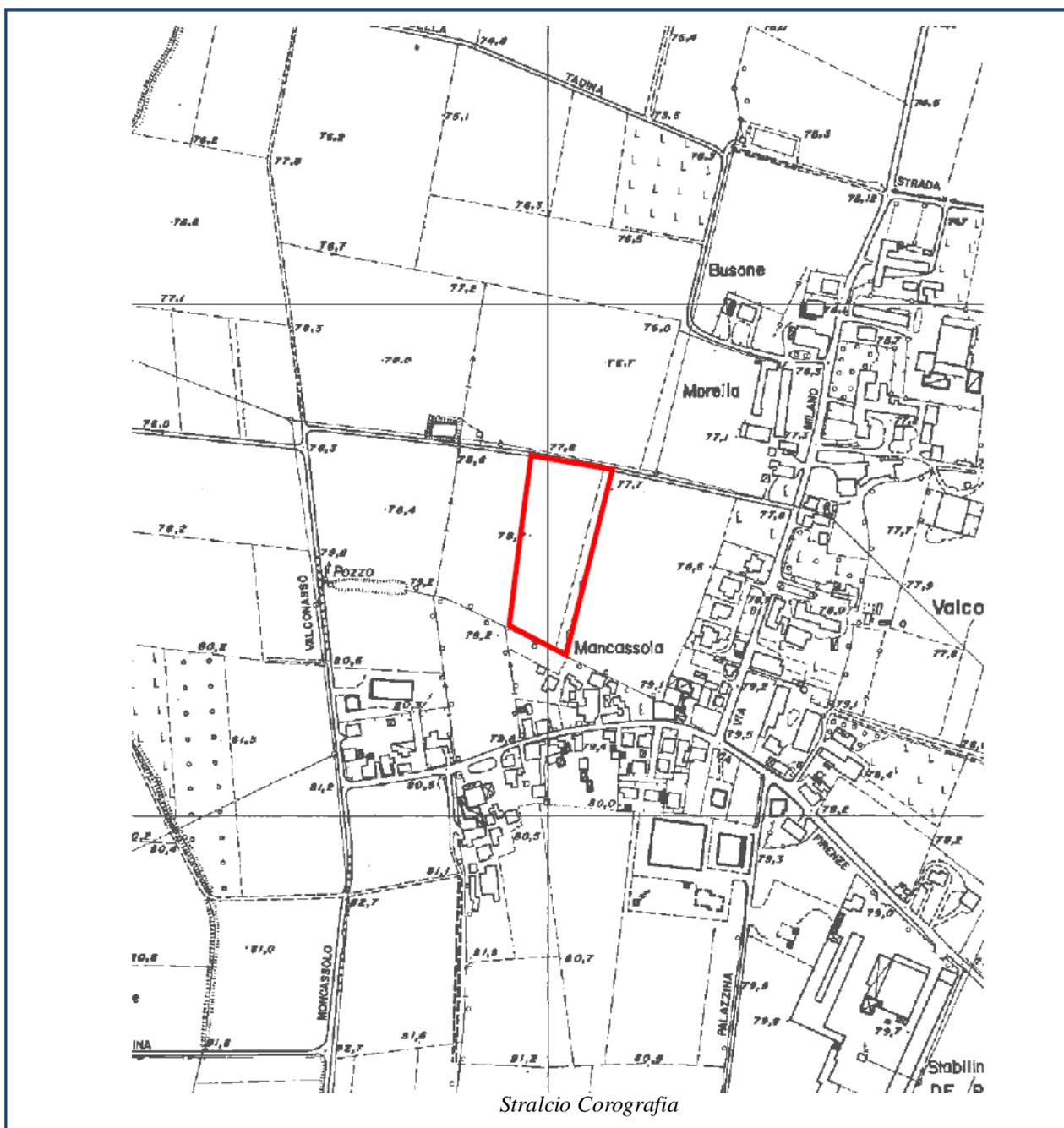


L'area in oggetto è pertanto confinata a Nord e ad Ovst con aree a destinazione agricola, mentre a Sud e ad Est si sviluppano le aree residenziali o già edificate o in fase di edificazione (vedi Carta "Inquadramento Territoriale" scala 1:10.000 allegata).

2.2 - Stato dei luoghi

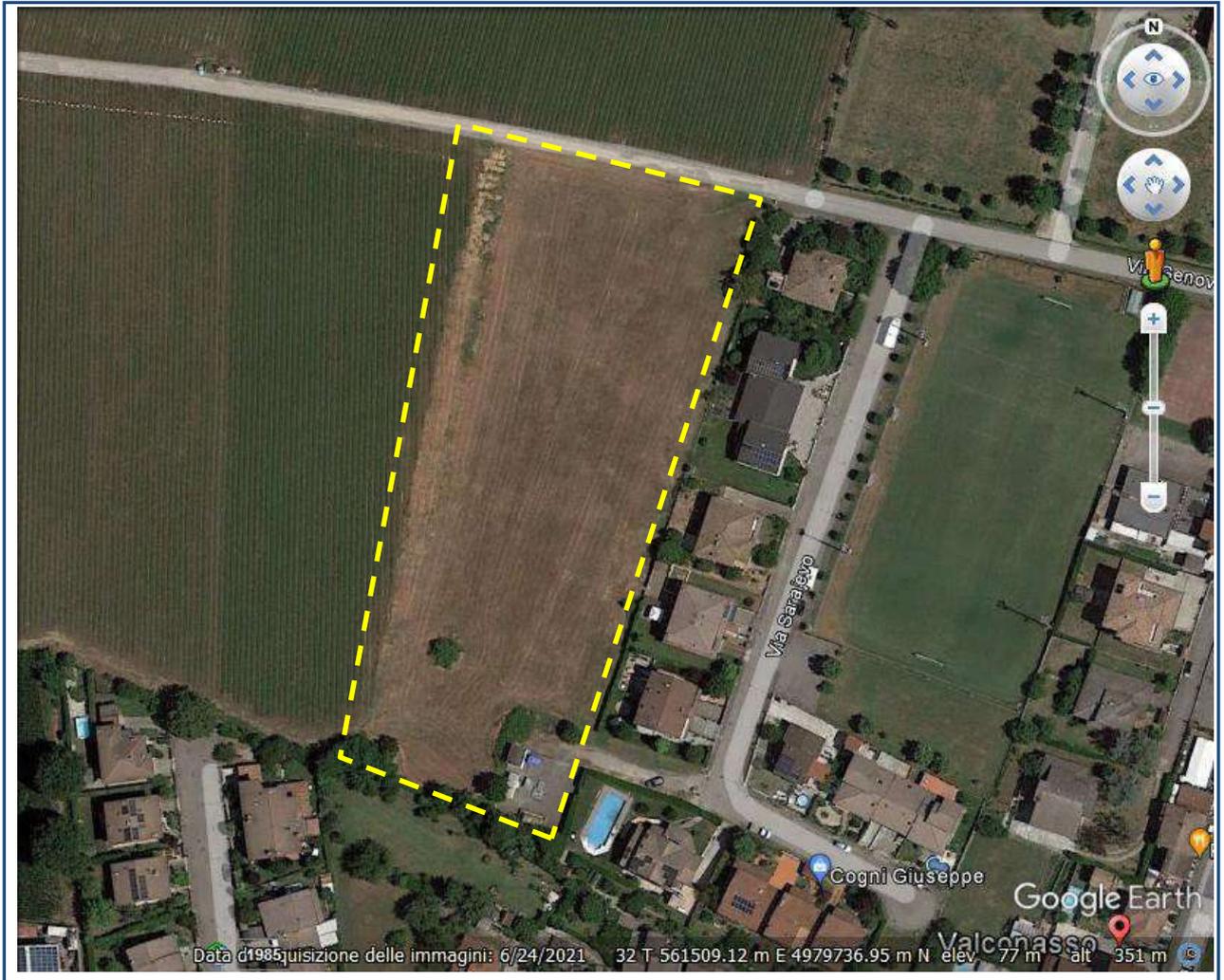
L'area oggetto delle indagini geognostiche, sulla quale si attuerà il P.U.A. in oggetto, si presenta in gran parte perfettamente pianeggiante con leggere perdite di quota verso Nord.

Essa risulta essere posta alla medesima quota rispetto al piano stradale pari a circa 78,50 m. s.l.m. (vedi "Corografia" alla scala 1:5000 a tergo allegata).



Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza – Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227
e-mail: paolomancioppi@inwind.it - pec: paolomancioppi@registerpec.it



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



3.0 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO, PEDOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

3.1 – Assetto geologico e geomorfologico

Il territorio pianeggiante del Comune di Pontenure giace entro la Pianura Padana in destra al Torrente Nure, all'interno della conoide alluvionale deposta da questo corso d'acqua e da quelli limitrofi, che attraversano in direzione sud-ovest nord-est il territorio comunale.

Si tratta di un esteso apparato sedimentario con evidente morfologia a ventaglio, costituito da più coltri alluvionali prevalentemente ghiaiose, depositate durante le fasi di alluvionamento. Le varie unità morfologiche presenti, corrispondono a ripiani di genesi fluviale, sono caratterizzate da un andamento subpianeggiante, con deboli perdite di quota verso Nord-Est. L'assetto litostratigrafico che contraddistingue la zona studiata è funzione diretta dell'ambiente deposizionale da cui derivano i sedimenti presenti.

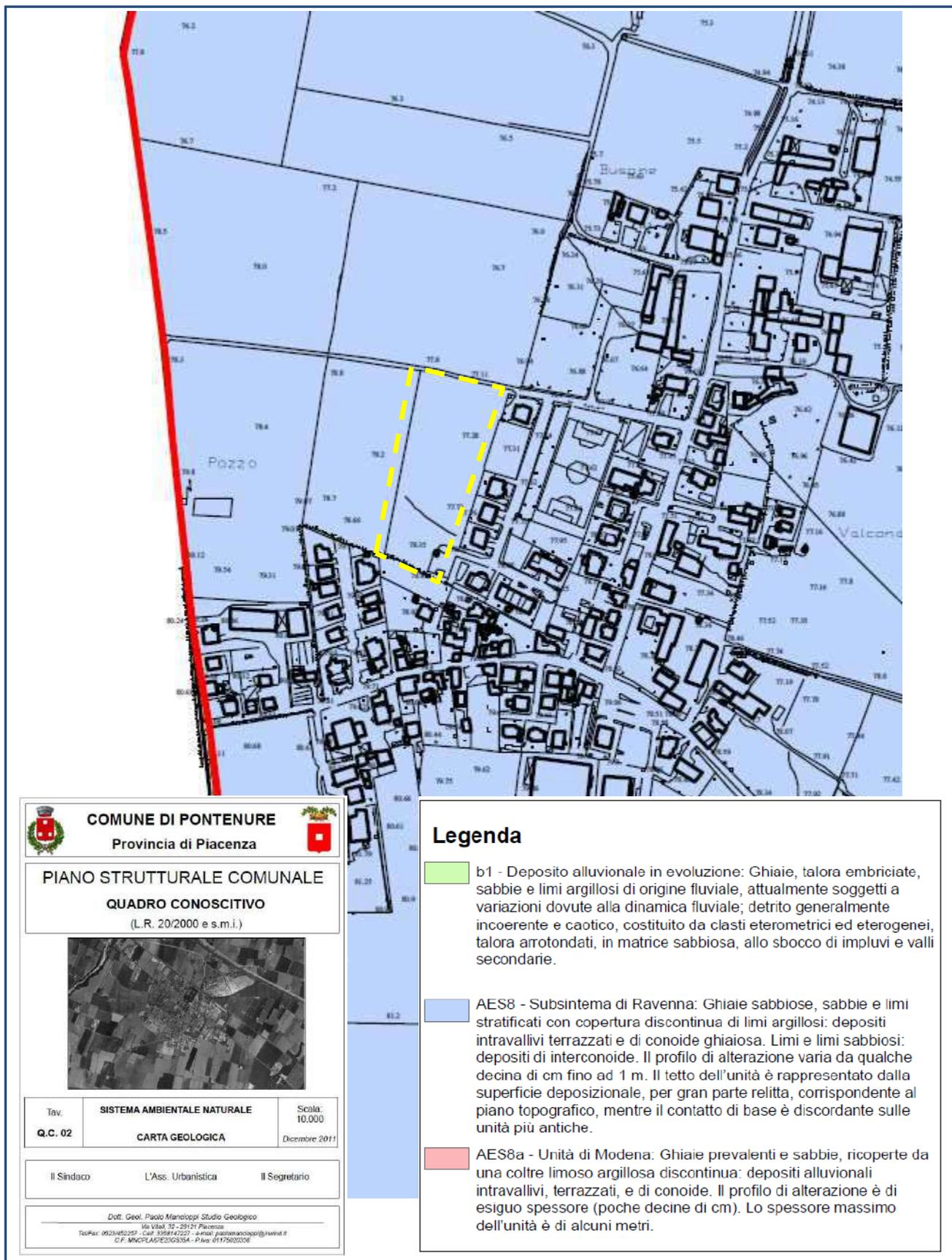
In particolare le continue divagazioni operate dal corso d'acqua principale durante l'ultima fase glaciale e in epoca post-glaciale hanno dato origine ad una distribuzione assai irregolare dei materiali alluvionali.

Tali depositi alluvionali risultano essere costituiti in superficie da ghiaie prevalenti e sabbie, ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua; sono depositi alluvionali intravallivi, terrazzati, e di conoide. Lo spessore massimo dell'unità è di alcuni metri.

Secondo la Carta Geologica d'Italia l'area in esame è caratterizzata da depositi ascrivibili a “*Depositi Alluvionali antiche - a1*”. Tali depositi alluvionali risultano essere costituiti in superficie da prevalenti coltri limo-argillose di colore marrone chiaro; verso il basso ai materiali limo-argillosi si intercalano localmente livelli rappresentati da sedimenti a granulometria sabbioso-limose



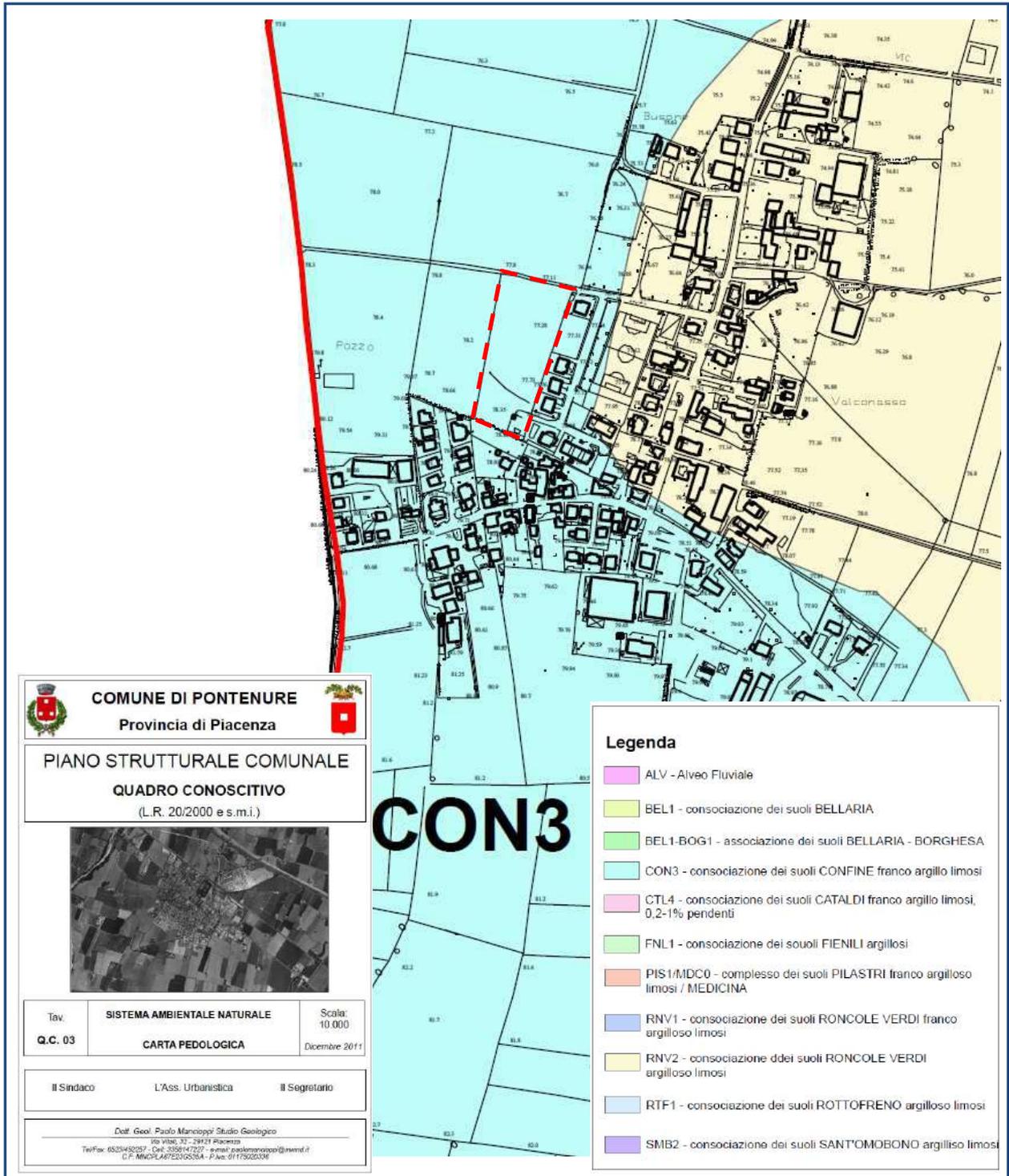
Secondo la più recente Carta Geologica di pianura della Regione Emilia Romagna l'area in esame è caratterizzata in superficie da depositi ascrivibili all' "Unità di Modena – AES8a".



Si tratta di Ghiaie prevalenti e sabbie, ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua: depositi alluvionali intravallivi, terrazzati, e di conoide. Il profilo di alterazione è di esiguo spessore (poche decine di cm). Lo spessore massimo dell'unità è di alcuni metri

3.2 – Assetto Pedologico

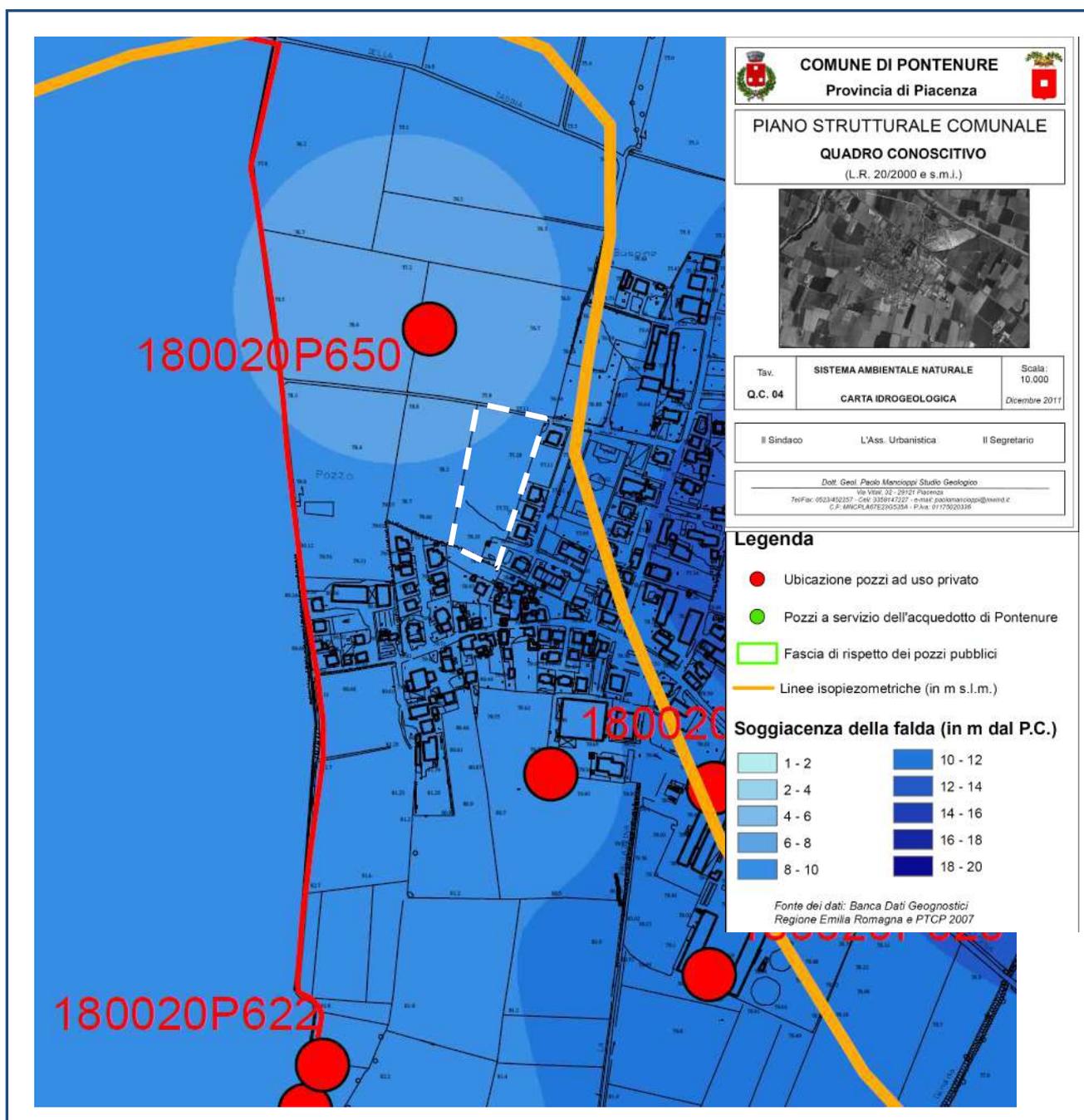
Per quanto concerne la pedologia dei suoli nell'area di interesse viene fatto riferimento alla Carta Pedologia del PSC vigente di seguito allegata che classifica i suoli come unità **CON3**:



3.3 - Idrogeologia del sottosuolo e idrografia superficiale

La zona in esame è caratterizzata da depositi prevalentemente argilloso-limosi in superficie che celano un sottosuolo costituito da ghiaie prevalenti, talora argillose, con frequenti intercalazioni limose. Le indagini geognostiche eseguite in sito in data 11/09/2007 dal sottoscritto, non hanno rilevato la presenza della falda; la variazione del livello stagionale di falda andrà comunque valutata e tenuta in debita considerazione nel corso dell'esecuzione di tutte le opere previste. La locale falda freatica presenta una direzione di flusso prevalente verso Nord Est in buona concordanza con la pendenza media della pianura e con la direzione dell'asta fluviale, ed il gradiente è prossimo all'1%.

Sulla base dei dati ricavati dalla carta piezometrica a tergo allegata, il livello piezometrico nell'area in oggetto si attesta a circa -7.00/-9.00m da p.c. (cfr. "Carta Idrogeologica" in allegato).



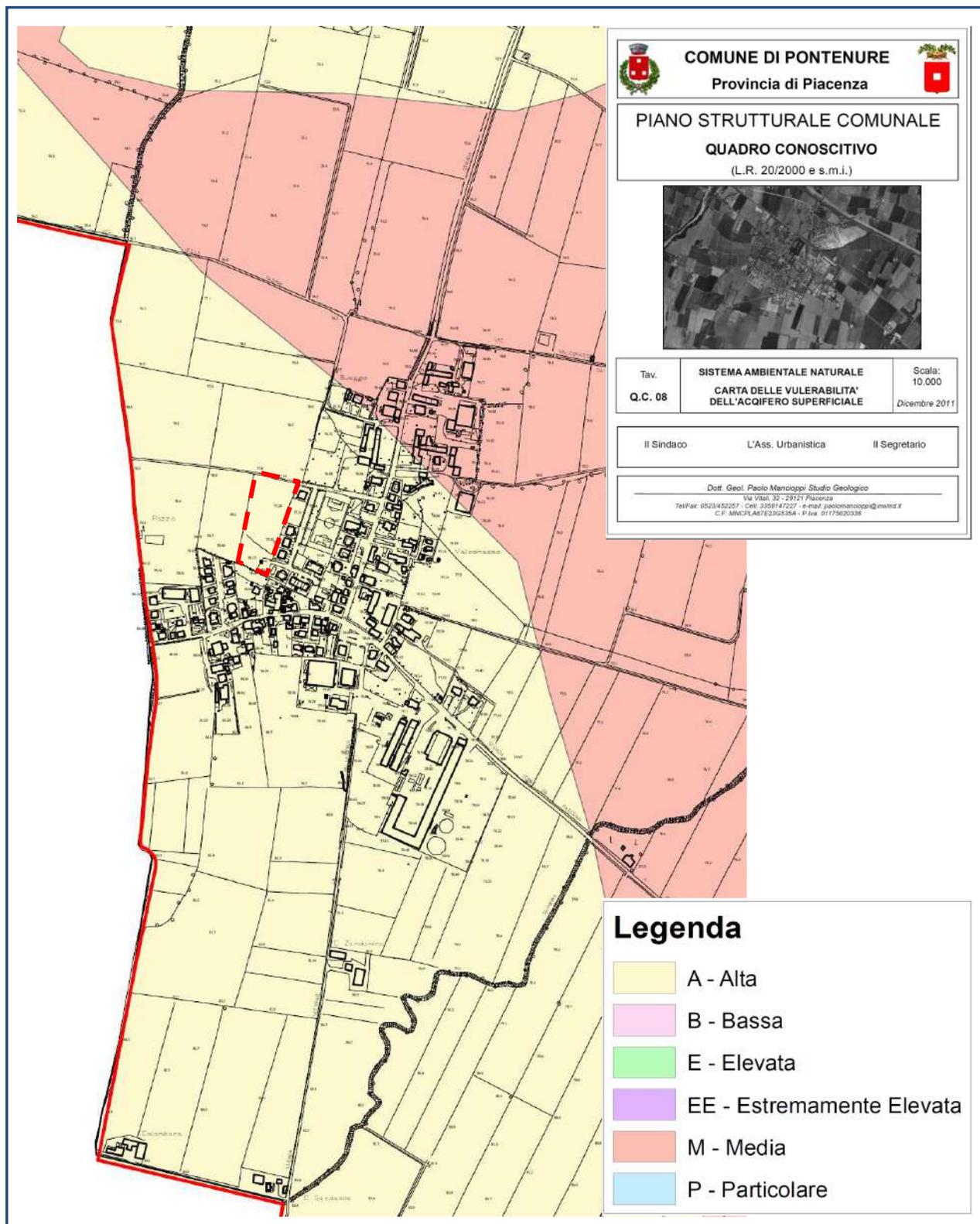
Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza – Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227

e-mail: paolomancioppi@inwind.it - pec: paolomancioppi@registerpec.it

3.4 - Vulnerabilità degli acquiferi e PTA (Piano di Tutela delle Acque)

Per quanto concerne la pedologia dei suoli nell'area di interesse viene fatto riferimento alla Carta della Vulnerabilità degli acquiferi del PSC vigente di seguito allegata che classifica l'area con Vulnerabilità **A - Alta**.

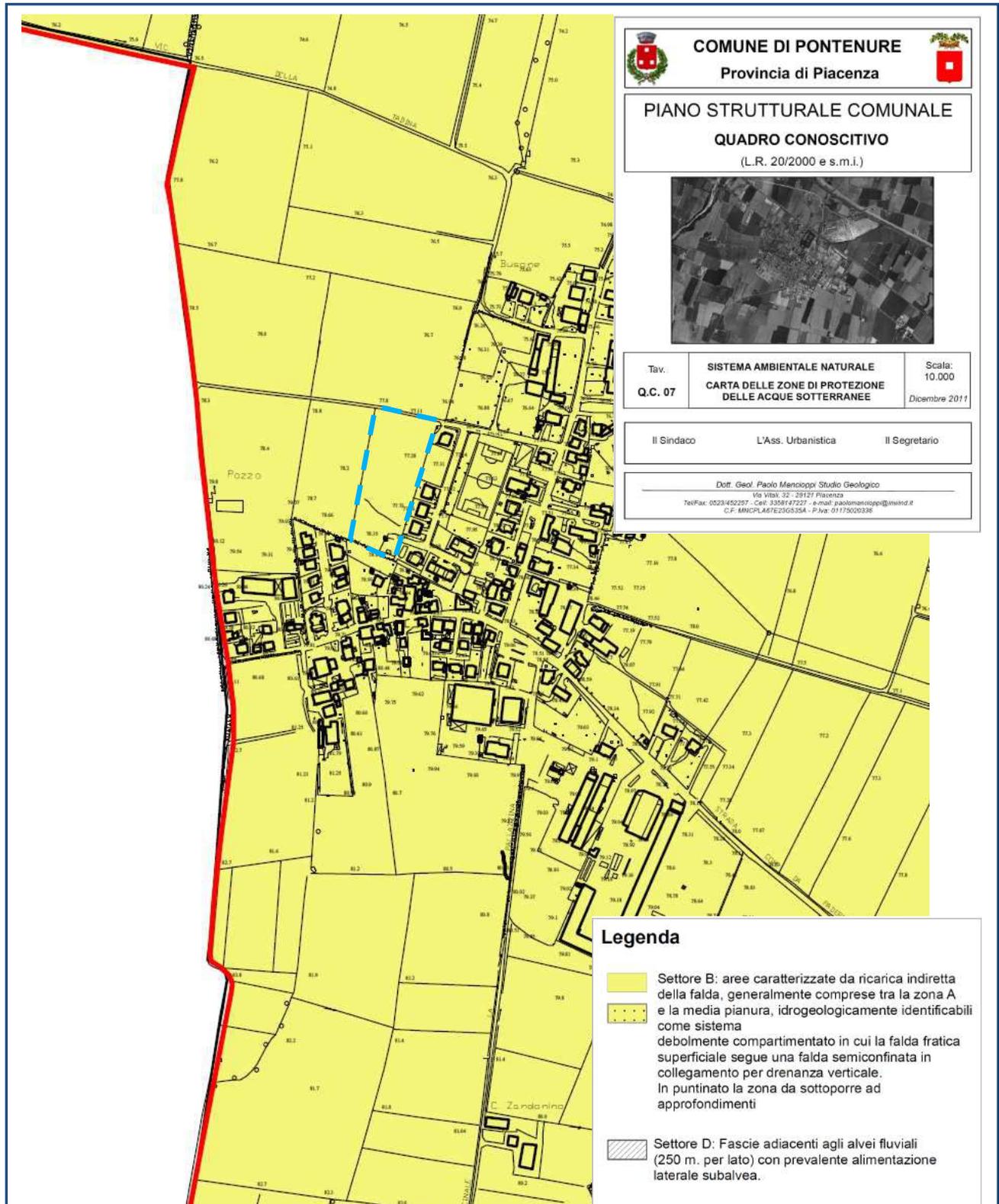


Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza – Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227

e-mail: paolomancioppi@inwind.it - pec: paolomancioppi@registerpec.it

Per quanto concerne il PTA nell'area di interesse viene fatto riferimento alla Carta delle Zone di Protezione del PSC vigente di seguito allegata che classifica l'area all'interno del "Settore B", ovvero un'area caratterizzate da ricarica indiretta della falda, generalmente comprese tra la Zona A e la media pianura, idrogeologicamente identificabili come sistema debolmente compartimentato in cui alla falda freatica superficiale segue una falda semiconfinata in collegamento per drenanza verticale.



Secondo la definizione più recente di Civita (1987) la vulnerabilità rappresenta “la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro diverse parti e componenti e nelle diverse situazioni geometriche ed idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido o idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell’acqua sotterranea, nello spazio e nel tempo”.

La definizione del grado di vulnerabilità dell'areale indagato è stata determinata attraverso la sintesi d'intersezione delle tematiche di analisi.

In particolare nella valutazione del grado di vulnerabilità hanno peso preponderante:

1. l'idro-litologia (tipo e grado di permeabilità verticale ed orizzontale), che determina la velocità di percolazione dell'inquinante e l'azione di attenuazione insita nei diversi terreni (capacità d'epurazione, filtrazione, adsorbimento, degradazione chimica e biologica, ecc.);
2. il tipo e lo spessore di un'eventuale copertura a bassa permeabilità che costituisca un elemento di protezione per l'acquifero sottostante;
3. la soggiacenza della superficie piezometrica media dell'acquifero (spessore della zona insatura) direttamente proporzionale all'azione di attenuazione dell'inquinante operata dai terreni;
4. la posizione della superficie piezometrica (indisturbata o depressa da eventuali captazioni) nei confronti di corsi d'acqua naturali ed artificiali, quali veicoli d'inquinanti;
5. le caratteristiche idrauliche dell'acquifero (falda a pelo libero o in pressione).

La realizzazione di una carta della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi è basata essenzialmente sullo studio di tre parametri in particolare: 1) Litologia di superficie, 2) Profondità del tetto delle ghiaie e 3) Suddivisione tra falde a pelo libero e in pressione.

La metodologia utilizzata, derivata dagli "Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi" (GNDCI-CNR; M.VV., 1988), esplicita diversi gradi di suscettibilità all'inquinamento sulla base delle possibili combinazioni tra i suddetti fattori geologici e idrogeologici.

Litologia di superficie

La litologia considerata e riportata in carta si riferisce a quanto rilevato a 1 m di profondità dal piano campagna. Sono stati distinti i seguenti termini litologici :

- argille prevalenti;
- limi prevalenti;
- sabbie prevalenti;
- ghiaie.

Nell'area in esame il quadro della litologia superficiale, quale mezzo d'interscambio idrico tra il sistema acquiferi e l'ambiente esterno, mette in evidenza una distribuzione spaziale di differenti classi granulometriche.

La litologia di superficie del territorio è interessata dalla presenza di prevalenti litologie argillose e argilloso-limose superficiali . Sono questi terreni che risultano permeabili e parzialmente permeabili

con coefficiente di permeabilità $K < 1 \cdot 10^{-5}$ cm/s.

Profondità del tetto delle ghiaie o sabbie

I terreni sabbiosi ed i terreni tendenzialmente ghiaiosi, per l'alta permeabilità primaria, l'elevato coefficiente d'immagazzinamento e l'estensione spaziale, costituiscono importanti serbatoi idrici.

Al fine di valutare correttamente il grado di vulnerabilità degli acquiferi occorre pertanto considerare anche la profondità di tali serbatoi e l'eventuale spessore di copertura fine a protezione. In base alla metodologia adottata dalla Regione Emilia Romagna si è fatto riferimento alle seguenti classi di profondità.

- 0 – 5 m
- 5 – 10 m
- 10 – 15 m
- 15 – 25 m
- 25 m

Il tetto dell'orizzonte poroso e permeabile è stato valutato prendendo in considerazione stratigrafie di pozzo esistenti e dati ottenuti attraverso indagini geognostiche, in modo particolare trincee geognostiche.

Attraverso la costruzione di profili stratigrafici è stata possibile ricavare direttamente la profondità del tetto delle ghiaie o delle sabbie. Tale profondità risulta essere variabile tra 3 e >10/20 m dal p.c.

Caratteristiche idrauliche delle falde

Nell'area in esame le falde presentano le seguenti caratteristiche:

- nella zona insistono falde prevalentemente confinate
- il torrente Nure esercita in condizioni normali di deflusso un'azione prevalentemente drenante dei sistemi acquiferi.
- la soggiacenza della superficie piezometrica si mantiene ad una profondità variabile sul territorio da 3 m a 6 m di profondità dal piano campagna.

Analisi del grado di Vulnerabilità

Riassumendo quanto appena esposto nel territorio comunale a seconda delle aree abbiamo:

1. *Litologia di superficie: da argille limose e argillo-sabbiose*
2. *Profondità del tetto delle sabbie/ghiaie: variabile a seconda delle zone da 5 a 6 m dal piano campagna*
3. *Tipologia della falda: confinate*

Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza – Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227

e-mail: paolomancioppi@inwind.it - pec: paolomancioppi@registerpec.it

Inserendo i dati riferiti alle varie aree (litologia di superficie, profondità tetto ghiaie/sabbie) all'interno del sottostante schema è possibile individuare le seguenti classi di vulnerabilità presenti.

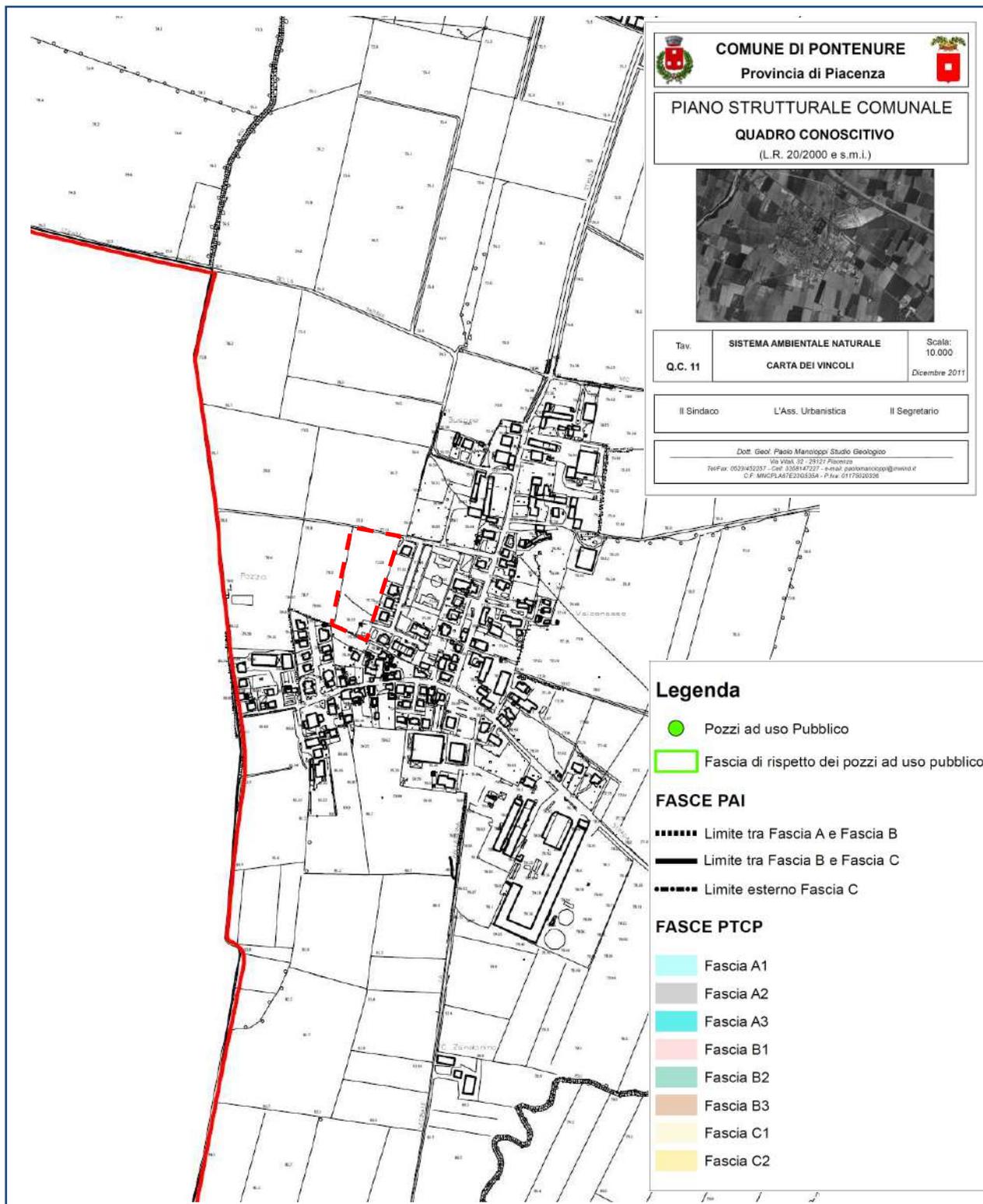
	Litologia di superficie	Profondità del tetto delle ghiaie	Caratteristiche dell'acquifero	Condizioni idrauliche
Molto elevato	ghiaia	0 m	Falda a pelo libero	Alvei fluviali e torrentizi
Elevato	Sabbia e ghiaia	< 10 m	Falda a pelo libero	
Alto	Sabbia e ghiaia	< 10 m	Falda in pressione	
Medio	Argilla	< 10 m	Falda a pelo libero o in pressione	
	Limo	< 10 m	Falda a pelo libero o in pressione	
	sabbia	> 10 m	Falda a pelo libero o in pressione	
basso	Argilla	< 10 m	Falda a pelo libero o in pressione	
	Limo	> 10 m	Falda in pressione	
	sabbia	> 10 m	Falda in pressione	

Schema di attribuzione delle classi di vulnerabilità.

3.5 – Assetto idraulico generale dell'area

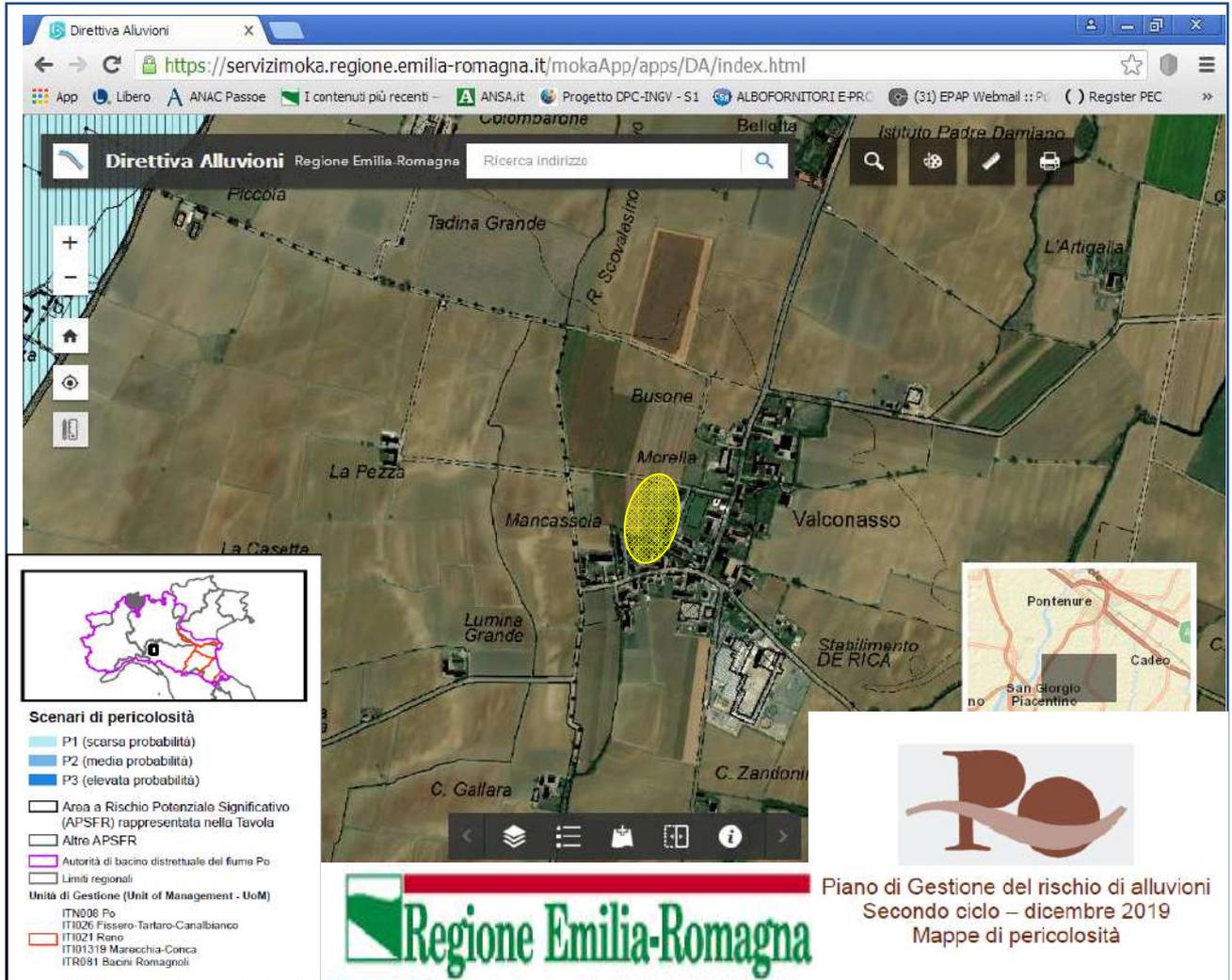
3.5.1 – Riferimento al P.A.I. ed al PTCP – Rif. Carta dei vincoli del PSC vigente

L'area oggetto del presente studio è posta all'interno di una zona posta al di fuori di ogni tipo di fascia del Piano Assetto Idrogeologico (PAI) e del PTCP (rif. carta dei vincoli del PSC vigente).



**3.5.2 – Riferimento al Piano Gestione Rischio Alluvioni – Secondo Ciclo
Dicembre 2019 – Mappe della Pericolosità**

Secondo la mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti – Ambito territoriale: Reticolo Naturale principale e Secondario l'area in oggetto risulta essere esterna a qualsiasi scenario di pericolosità



4.0 – LA CLASSIFICAZIONE SISMICA NAZIONALE

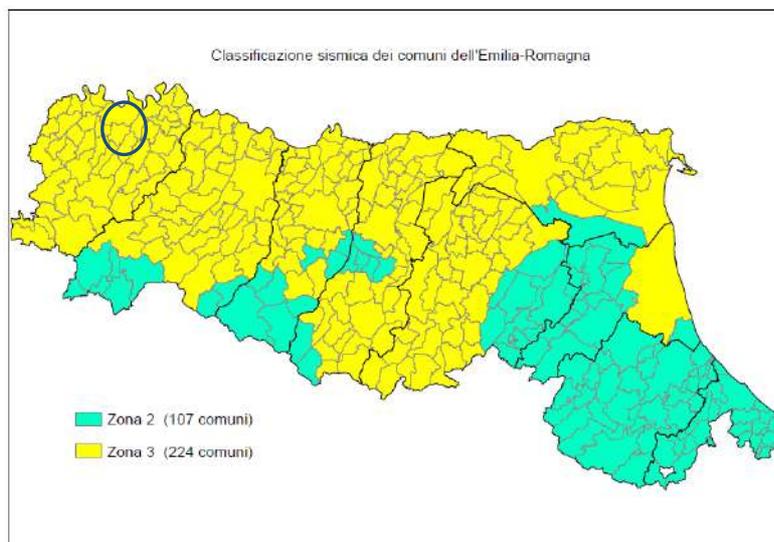
Il territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone (o categorie) contraddistinte da differenti valori di PGA:

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni
1	>0.25
2	0.15-0.25
3	0.05-0.15
4	<0.05

Valori di PGA per le varie zone

la zonizzazione Regionale dell'Emilia Romagna prevede invece:

- 107 Comuni appartenenti alla Zona 2
- 224 Comuni appartenenti alla Zona 3



Classificazione sismica dei Comuni dell'Emilia Romagna

4.1 - Sismicità del Comune di Pontenure (PC)

Il territorio della Provincia di Piacenza è suddiviso in 46 comuni tutti appartenenti alla Zona 3.

Per quanto concerne l'area in oggetto posta nel **Comune di Pontenure (PC)** le Delibere Giunta regionali relative all'assetto sismico (ai sensi della DGR n. 476/2021 pubblicata sul BURERT, n. 111 del 20/4/2021 e DGR integrativa n. 564/2021 pubblicata sul BURERT n. 137 del 12/5/2021 - "Aggiornamento degli indirizzi regionali per gli studi di micro zonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica Artt. 22 e 49, L.R. N. 24/2017") indicano il valore della accelerazione **ag** interessato dalle zone oggetto del presente studio risulta essere variabile fra **0,0994** e **0,1117**.

Le Norme Tecniche per le costruzioni del D.M. 17.1.2018 hanno modificato le modalità di valutazione delle azioni di progetto. In particolare, l'azione sismica è valutata a partire dalla pericolosità sismica di base, che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. Le nuove norme tecniche forniscono le forme spettrali in funzione dei tre parametri:

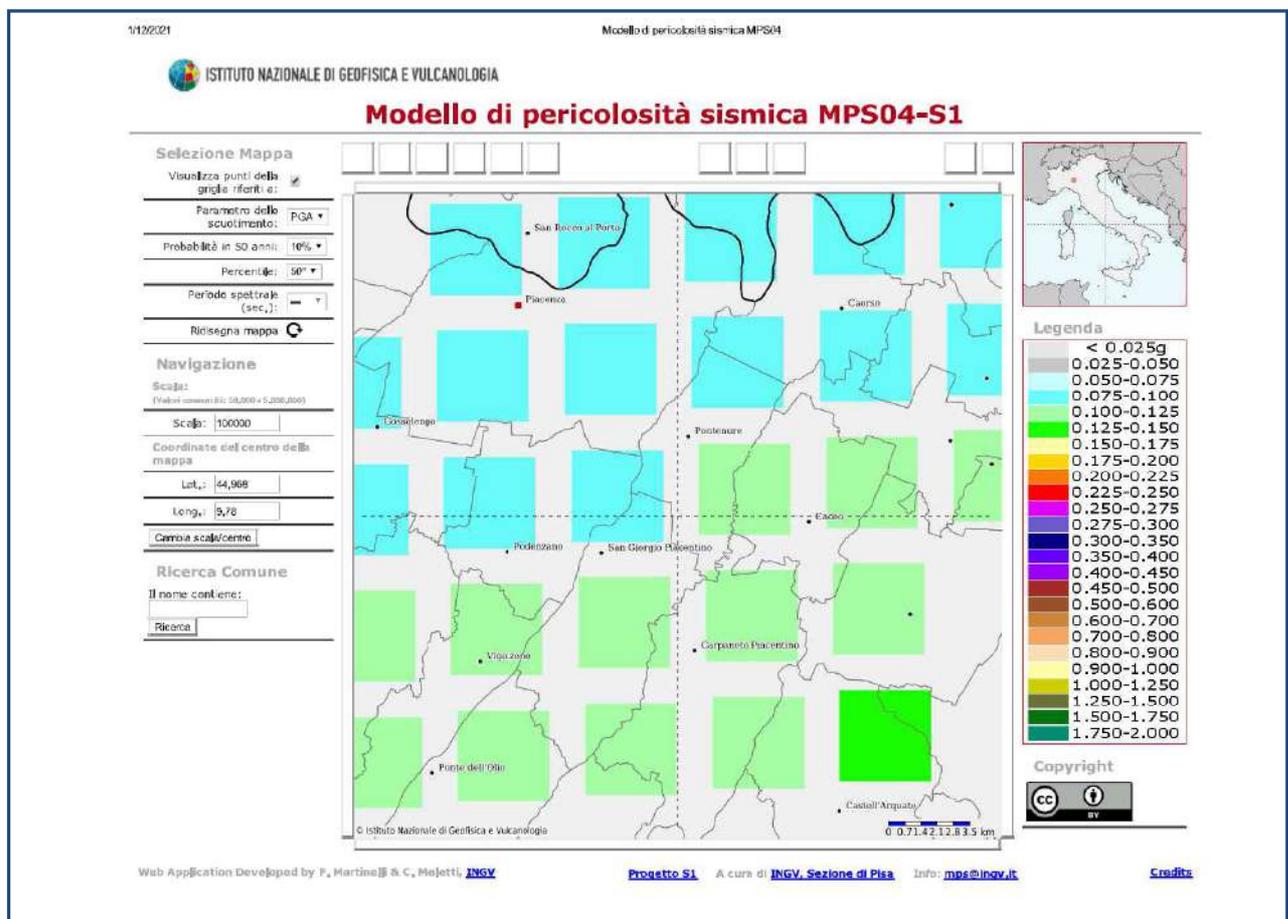
- ag: accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F0: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- TC: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Questi tre parametri sono definiti in corrispondenza dei punti di un reticolo di riferimento (cfr.: *Mappatura dell'accelerazione orizzontale massima del terreno (ag) con tempi di ritorno di 475 anni*), i cui nodi non distano fra loro più di 10 km, per diverse probabilità di superamento in 50 anni e per diversi periodi di ritorno (variabili tra 30 e 975 anni).

Il modello di pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (<http://http://esse1-gis.mi.ingv.it/>) e di seguito schematizzati. Le coordinate di riferimento dell'area oggetto dello studio:

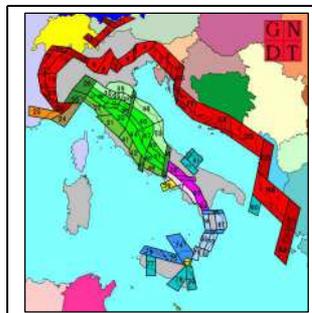
Latitudine **44,9684**

Longitudine **9,7797**

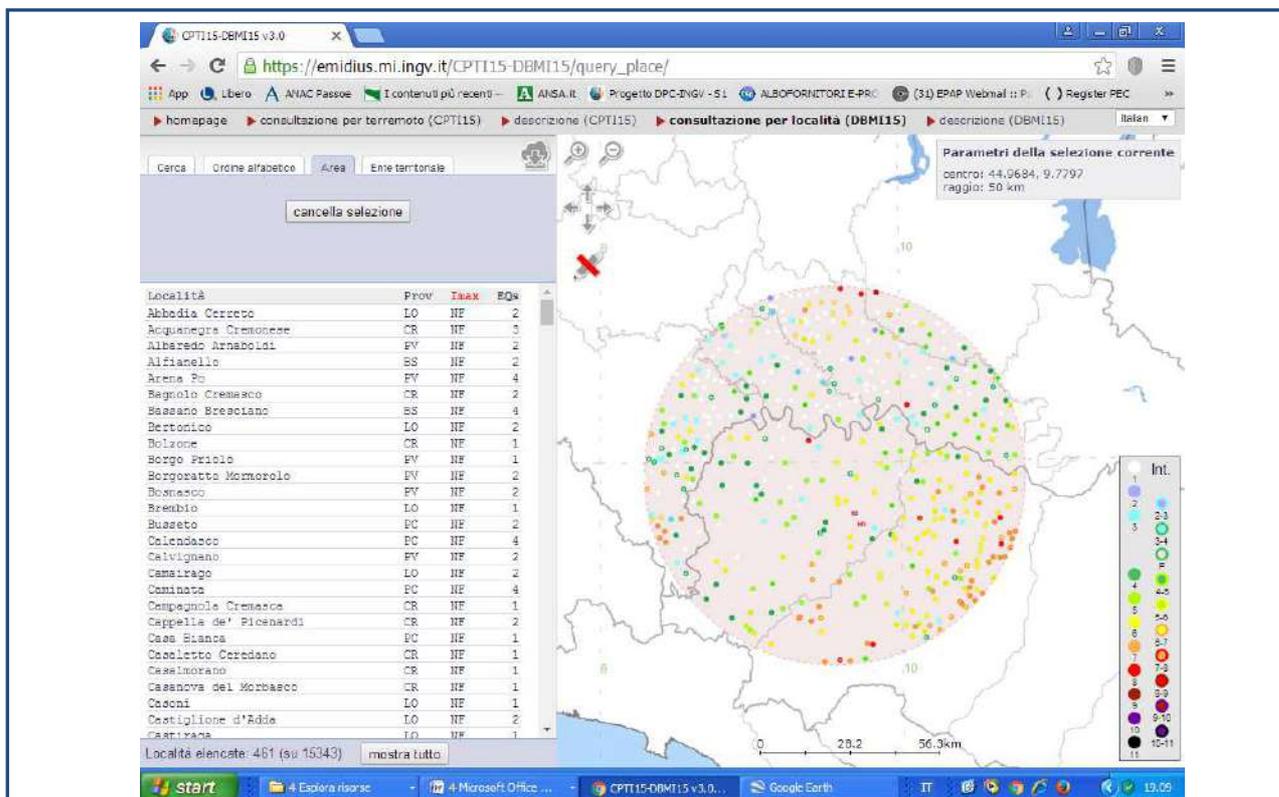


4.2 – Cenni sulla sismicità storica del territorio padano nelle zone limitrofe al Comune di Pontenure (PC).

Dalla recente Zonizzazione sismogenetica ZS 4 il territorio comunale è ubicato nella zona ZS 26.



Dall'interrogazione del “*Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015*” CPTI15-DBMI15 – *relase 1.5* consultabile liberamente all'indirizzo <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15> per un intorno significativo dell'area in esame (un raggio di 50 Km con centro **lat. 44.9684** e **long. 9.7797**) sono stati identificati **461** eventi significativi dei quali si riportano alcuni dati nella tabella di seguito allegata, l'evento principale presenta una Intensità massima I_{max} pari a **8-9**. (Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli, B., Gasperini P., Antonucci A., 2021. *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15)*, versione 3.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.3>)

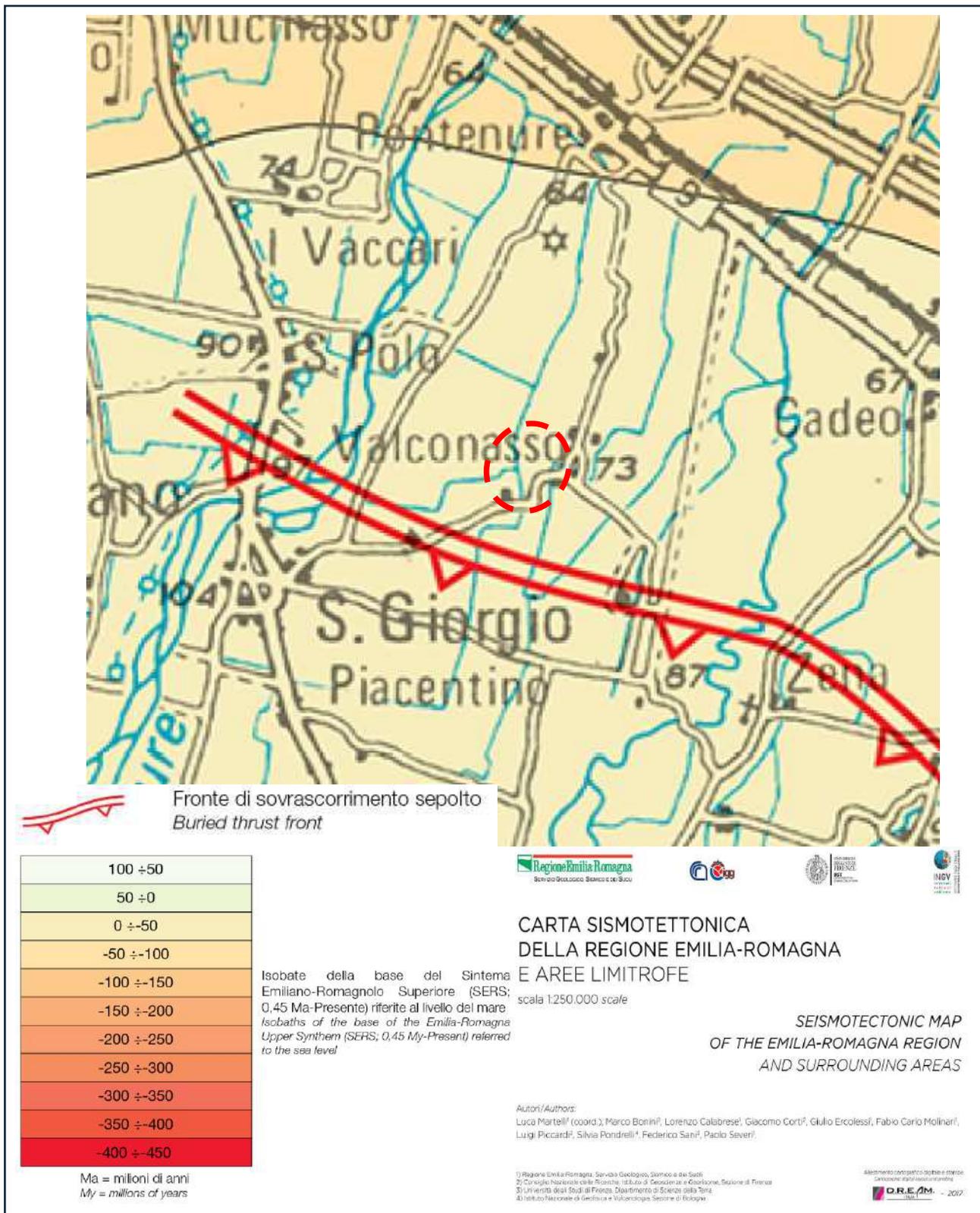


Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P., Antonucci A. (2021). *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15)*, versione 3.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.3>

Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (2020). *The Italian earthquake catalogue CPTI15. Bulletin of Earthquake Engineering*, 18(7), 2953-2984. <https://doi.org/10.1007/s10518-020-00818-y>

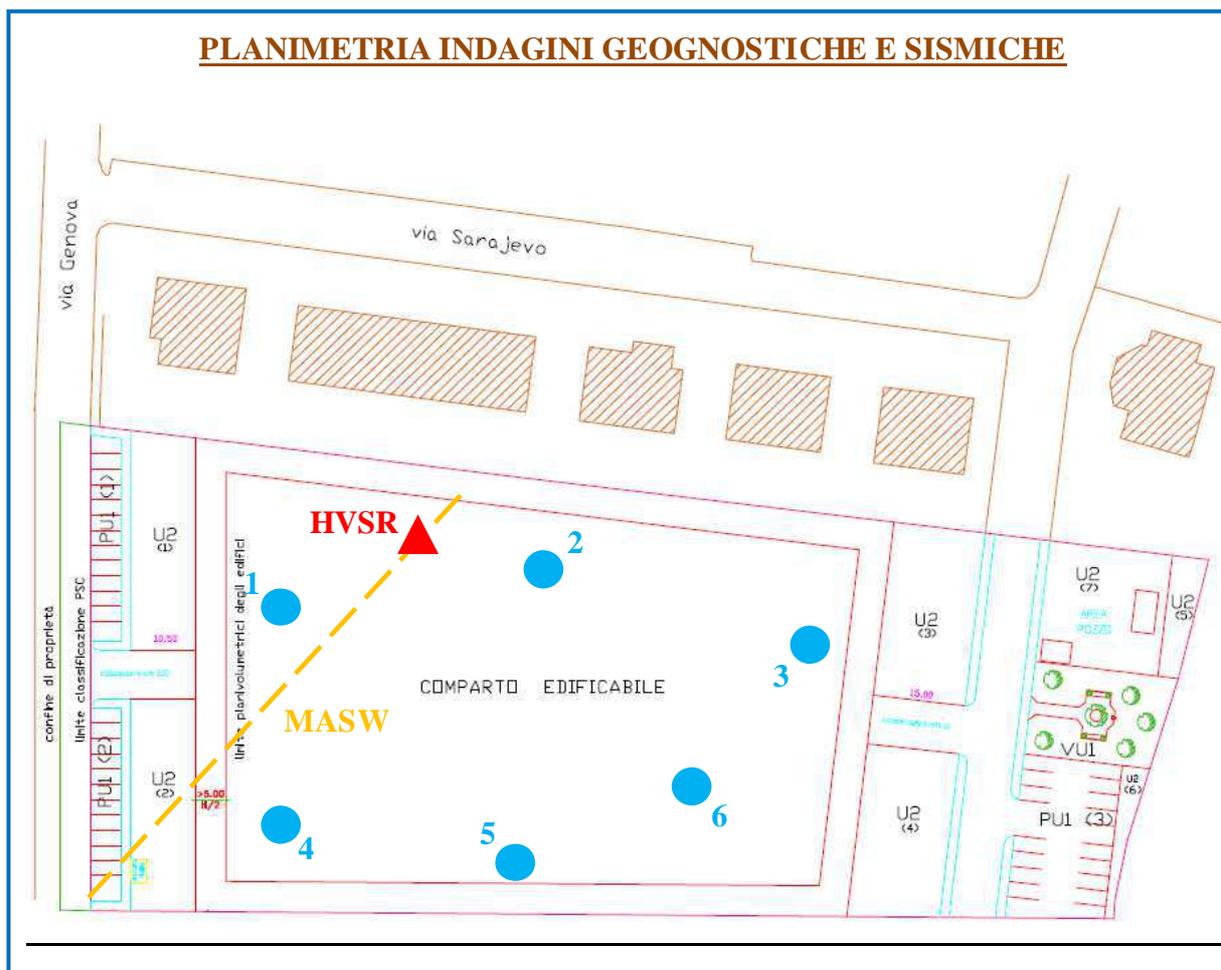
4.3 – Elementi sismotettonici nelle zone limitrofe al Comune di Pontenure (PC).

La Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna – Ed. 2016 a scala 1:250000 di seguito allegata, viene evidenziato che all’interno dell’area in oggetto sono presenti i depositi alluvionali pleistocenici .



5.0 - INDAGINI GEOGNOSTICHE

Al fine di valutare la natura litostratigrafica e la consistenza geotecnica del sottosuolo che sarà interessato e sollecitato dai carichi dell'intervento in progetto, ci si è avvalsi di una accurata indagine geologico-perlustrativa e sono state analizzate n. 6 prove penetrometriche statiche CPT eseguite direttamente in sito in data 11.09.2007 nonchè le successive indagini sismiche eseguite in data 24.11.2021; (vedi "*Ubicazione delle indagini geognostiche e sismiche*" di seguito in allegato).



Si è quindi proceduto all'esecuzione di N° 6 Prove Penetrometriche Statiche CPT utilizzando un PENETROMETRO STATICO OLANDESE tipo GOUDA (meccanico) da 10 tonni le cui caratteristiche standard (a Norme A.G.I.) sono:

- lunghezza aste 1 m
- peso fisso "esterno" 10 kg
- peso totale aste 6.5 kg/m
- peso aste interne 1.38 kg/m
- velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm/sec}$ ($\pm 0.5 \text{ cm/sec}$)

Le dimensioni della punta/manicotto "Begemann" (ISMMFE 1974) sono:

- diametro di base del cono = 35.7 mm
- area della punta conica $A_p = 10 \text{ cm}^2$

- angolo apertura del cono = 60°
- superf. laterale manicotto $A_m = 150 \text{ cmq}$
- lungh. manicotto $h = 133 \text{ mm}$
- diametro del manicotto = 35.7 mm

La prova penetrometrica statica CPT (di tipo meccanico) consiste essenzialmente nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno velocità costante ($v = 2 \text{ cm/s} \pm 0.5 \text{ cm/s}$). La penetrazione avviene attraverso un dispositivo di spinta (martinetto idraulico) opportunamente ancorato al suolo (ovvero zavorrato), che agisce su una batteria doppia di aste (aste esterne cave e aste interne piene coassiali), alla cui estremità inferiore è collegata la punta. Lo sforzo necessario per l'infissione viene determinato a mezzo di un opportuno sistema di misura, collegato al martinetto idraulico. La punta conica (di tipo telescopico) è dotata di un manicotto laterale (punta/manicotto tipo "Begemann"). Nei diagrammi e Tabelle allegate sono riportati i seguenti valori di resistenza (rilevati dalle letture di campagna, durante l'infissione dello strumento):

- R_p (Kg/cmq) = resistenza alla punta (conica)
 - R_L (Kg/cmq) = resistenza laterale (manicotto)
- (la "resistenza alla punta" R_p e la "resistenza laterale" R_L sono rilevate a intervalli regolari di 20 cm).

Oltre all'elaborazione dei valori di resistenza del sottosuolo, vengono fornite utili informazioni per il riconoscimento dei terreni attraversati, in base al rapporto R_p/R_L fra la "resistenza alla punta" e la "resistenza laterale" del penetrometro (BEGEMANN 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977), ovvero in base ai valori di R_p e del rapporto $FR = (R_L/R_p) \%$ (esperienze di SCHMERTMANN - 1978).

Le prove penetrometriche sono state eseguite alla quota del p.c. ed hanno raggiunto la profondità massima di -6.40 m.; esse hanno non hanno evidenziato la presenza della falda che dalla bibliografia si assesta ad una profondità variabile da -7.00 a -9.00 m. dal p.c.

I diagrammi penetrometrici riportati in allegato, hanno confermato il fatto di trovarci di fronte ad una discreta omogeneità stratigrafica per quanto concerne le tipologie di litologie rinvenute; sono invece evidenti variazioni significative della profondità del tetto delle ghiaie (vedi Tabelle e diagrammi allegati).

Dott. Paolo Mancioffi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza – Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227

e-mail: paolomancioffi@inwind.it - pec: paolomancioffi@registerpec.it

PROVA CPT 1

Strumento utilizzato: PAGANI 100 kN

Prova eseguita in data 11/09/2007

Profondità prova: 6,00 mt dal p.c.

Profondità della falda: non rilevata

Località: Valconasso - Pontenure (PC)

Dott. Paolo Mancioffi Studio Geologico

Via Vitali, 32 - 29100 Piacenza
Tel/Fax 0523/452257 - Cell. 335/8147227

Rifer. VALCONAS

PROVA PENETROMETRICA STATICA

CPT 1

LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

2.010496-05

- committente : Edil D.A.R.A.
- lavoro : Nuova lottizzazione
- località : Valconasso - Pontenure
- note :
- data : 30/12/1899
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		Rp	RL	Rp/RL	Prof. m	Letture di campagna		Rp	RL	Rp/RL
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	---	---	--	1,07	---	3,20	66,0	107,0	66,0	3,00	22,0
0,40	21,0	37,0	21,0	1,00	21,0	3,40	89,0	134,0	89,0	4,67	19,0
0,60	18,0	33,0	18,0	2,13	8,0	3,60	89,0	159,0	89,0	2,20	40,0
0,80	29,0	61,0	29,0	2,53	11,0	3,80	97,0	130,0	97,0	2,87	34,0
1,00	37,0	75,0	37,0	3,27	11,0	4,00	108,0	151,0	108,0	2,33	46,0
1,20	37,0	86,0	37,0	3,07	12,0	4,20	161,0	196,0	161,0	9,93	16,0
1,40	34,0	60,0	34,0	3,53	10,0	4,40	117,0	206,0	117,0	1,67	70,0
1,60	32,0	85,0	32,0	2,27	14,0	4,60	154,0	179,0	154,0	2,27	68,0
1,80	39,0	73,0	39,0	2,27	17,0	4,80	121,0	155,0	121,0	2,73	44,0
2,00	31,0	65,0	31,0	1,93	16,0	5,00	139,0	180,0	139,0	1,60	87,0
2,20	34,0	63,0	34,0	2,40	14,0	5,20	177,0	201,0	177,0	3,87	46,0
2,40	48,0	84,0	48,0	3,60	13,0	5,40	201,0	259,0	201,0	4,40	46,0
2,60	122,0	176,0	122,0	1,87	65,0	5,60	239,0	305,0	239,0	1,67	143,0
2,80	166,0	194,0	166,0	0,07	18,0	5,80	387,0	412,0	387,0	3,60	108,0
3,00	222,0	358,0	222,0	2,73	81,0	6,00	501,0	555,0	501,0	---	---

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE $C_1 = 10$ - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Regemann $\phi = 35,7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza – Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227
e-mail: paolomancioppi@inwind.it - pec: paolomancioppi@registerpec.it

Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via Vitali, 32 - 29100 Piacenza
Tel/Fax 0523/452257 - Cell. 335/8147227

Rifer. VALCONA

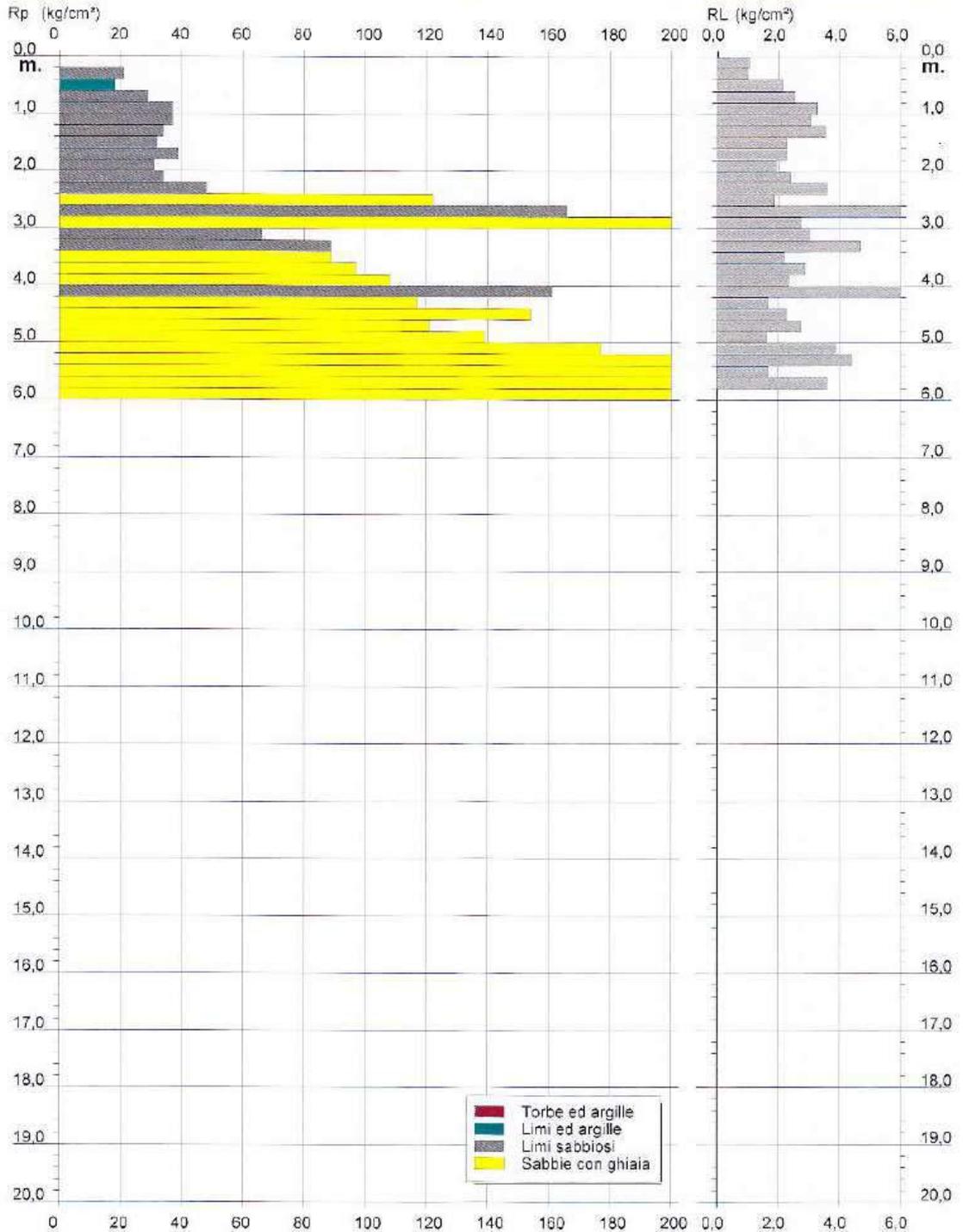
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.010496-05

- committente : Edil D.A.R.A.
- lavoro : Nuova lottizzazione
- località : Valconasso - Pontenure

- data : 30/12/1999
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza – Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227
 e-mail: paolomancioppi@inwind.it - pec: paolomancioppi@registerpec.it

Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via Vitali, 32 - 29100 Piacenza
 Tel/Fax 0523/452257 - Cell. 335/8147227

Rifer. VALCONAS

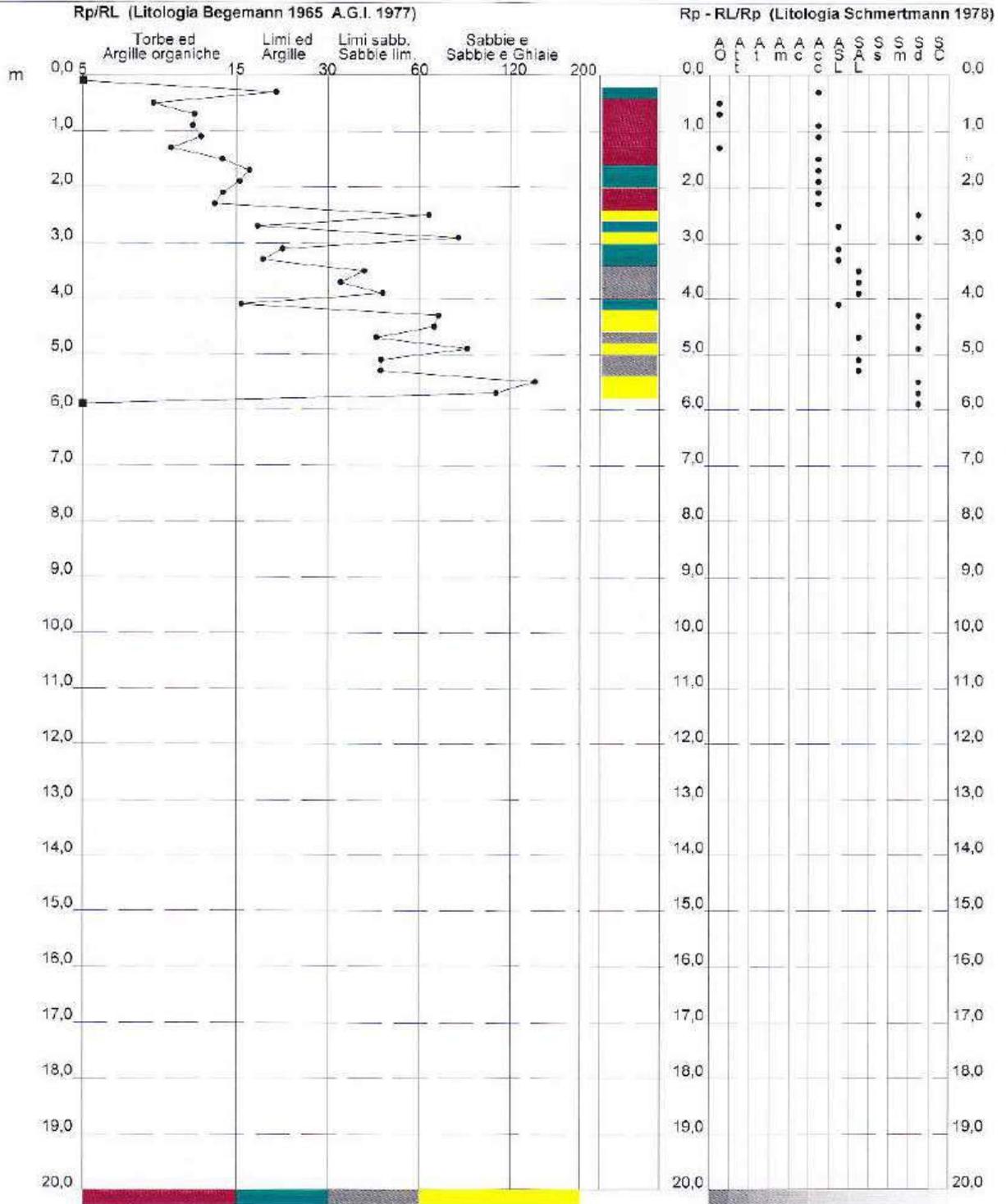
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

2.010496-05

- committente: Edil D.A.R.A.
 - lavoro: Nuova lottizzazione
 - località: Valconasso - Pontenure
 - note:

- data: 30/12/1899
 - quota inizio: Piano Campagna
 - prof. falda: Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 100



Dott. Paolo Mancioffi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza – Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227

e-mail: paolomancioffi@inwind.it - pec: paolomancioffi@registerpec.it

Dott. Paolo Mancioffi Studio Geologico

Via Vitali, 32 - 29100 Piacenza
Tel/Fax 0523/452257 - Cell. 335/8147227

Rifer. VALCONAS

PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.010496-05

- committente : Edil D.A.R.A.
- lavoro : Nuova lottizzazione
- località : Valconasso - Pontenure
- note :

- data : 30/12/1899
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

NATURA COESIVA												NATURA GRANULARE										
Prof. m	Rp kg/cm ²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	γ' t/m ³	d'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	Ø1s (°)	Ø2s (°)	Ø3s (°)	Ø4s (°)	Ødm (°)	Ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0.20	--	--	???	1.85	0.04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	21	21	4/1	1.85	0.07	0.82	99.9	140	210	63	82	39	41	43	45	42	27	0.195	35	53	63	
0.60	18	8	2/III	1.85	0.11	0.75	68.4	128	191	56	79	39	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.80	29	11	4/1	1.85	0.15	0.98	66.9	167	251	87	75	39	40	42	44	40	29	0.173	48	73	87	
1.00	37	11	4/1	1.85	0.19	1.23	67.3	210	315	111	79	39	41	42	44	40	30	0.187	62	93	111	
1.20	37	12	4/1	1.85	0.22	1.23	53.5	210	315	111	75	38	40	42	44	39	30	0.173	62	93	111	
1.40	34	10	4/1	1.85	0.26	1.13	39.7	193	289	102	68	38	39	41	43	38	29	0.153	57	85	102	
1.60	32	14	4/1	1.85	0.30	1.07	31.2	181	272	96	63	37	39	41	43	37	29	0.137	53	80	96	
1.80	39	17	4/1	1.85	0.33	1.30	34.5	221	332	117	66	37	39	41	43	38	30	0.149	65	98	117	
2.00	31	16	4/1	1.85	0.37	1.03	22.7	176	264	93	56	36	38	40	42	36	29	0.120	52	78	93	
2.20	34	14	4/1	1.85	0.41	1.13	22.6	193	289	102	57	36	38	40	43	36	29	0.122	57	85	102	
2.40	48	13	4/1	1.85	0.44	1.60	31.2	272	408	144	67	37	39	41	43	37	31	0.149	80	120	144	
2.60	122	65	3/III	1.85	0.48	--	--	--	--	--	97	42	43	44	46	41	35	0.246	203	305	366	
2.80	165	18	4/1	1.85	0.52	5.53	99.9	941	1411	498	100	42	43	45	46	42	37	0.258	277	415	498	
3.00	222	81	3/III	1.85	0.55	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	36	0.258	370	555	666	
3.20	65	22	4/1	1.85	0.59	2.20	32.4	374	561	198	70	38	40	42	44	38	32	0.161	110	155	198	
3.40	89	19	4/1	1.85	0.63	2.97	43.6	504	757	267	79	39	41	43	44	39	33	0.183	148	223	267	
3.60	89	40	3/III	1.85	0.67	--	--	--	--	--	78	39	41	42	44	38	33	0.183	148	223	267	
3.80	97	34	3/III	1.85	0.70	--	--	--	--	--	80	39	41	43	44	39	34	0.189	162	243	291	
4.00	108	46	3/III	1.85	0.74	--	--	--	--	--	82	39	41	43	45	39	34	0.196	180	270	324	
4.20	161	16	4/1	1.85	0.78	5.37	70.3	912	1359	483	95	41	43	44	46	40	36	0.239	268	403	483	
4.40	117	70	3/III	1.85	0.81	--	--	--	--	--	82	40	41	43	45	39	35	0.198	195	293	351	
4.60	154	68	3/III	1.85	0.85	--	--	--	--	--	91	41	42	44	45	40	36	0.225	257	385	462	
4.80	121	44	3/III	1.85	0.89	--	--	--	--	--	81	39	41	43	45	39	35	0.195	202	303	363	
5.00	139	87	3/III	1.85	0.93	--	--	--	--	--	85	40	41	43	45	39	36	0.207	232	348	417	
5.20	177	46	3/III	1.85	0.96	--	--	--	--	--	93	41	42	44	45	40	37	0.232	295	443	531	
5.40	201	46	3/III	1.85	1.00	--	--	--	--	--	96	41	43	44	46	40	38	0.244	335	503	603	
5.60	239	143	3/III	1.85	1.04	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	39	0.258	398	598	717	
5.80	387	108	3/III	1.85	1.07	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	40	0.258	645	968	1161	
6.00	501	--	3/III	1.85	1.11	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	40	0.258	835	1253	1503	

PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- γ' = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ' - Rp - natura]
(Terzaghi & Peck 1967 - Bowles 1982)
- σ'vo = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ')
- Cu = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : Cu - Rp]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - Cu - σ'vo]
(Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [correl. : Eu - Cu - OCR - Ip Ip= ind.plast.]
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - Rp]
E'50 - E'25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza F = 2 - 4 rispettivamente)
(Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983)
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : Mo - Rp - natura]
(Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- Dr = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : Dr - Rp - σ'vo] (Schmertmann 1976)
- Ø' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : Ø' - Dr - Rp - σ'vo]
(Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)
Ø1s - (Schmertmann) sabbia fine uniforme Ø2s - sabbia media unif./ fine ben gradata
Ø3s - sabbia grossa unif./ media ben gradata Ø4s - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.
Ødm - (Durgunoglu & Mitchell) sabbie N.C. Ømy - (Meyerhof) sabbie limose
- Amax = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
(g = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (Amax/g) - Dr]

Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza – Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227

e-mail: paolomancioppi@inwind.it - pec: paolomancioppi@registerpec.it

PROVA CPT 2

Strumento utilizzato: PAGANI 100 kN

Prova eseguita in data 11/09/2007

Profondità prova: 5,40 mt dal p.c.

Profondità della falda: non rilevata

Località: Valconasso - Pontenure (PC)

Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via Vitali, 32 - 29100 Piacenza
Tel/Fax 0523/452257 - Cell. 335/8147227

Rifer. VALCONAS

PROVA PENETROMETRICA STATICA

CPT 2

LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

2.010496-05

- committente : Edil D.A.R.A.
- lavoro : Nuova lottizzazione
- località : Valconasso - Pontenure
- note :

- data : 11/09/1907
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		Rp	RL	Rp/RL	Prof. m	Letture di campagna		Rp	RL	Rp/RL
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	----	----	--	0,47	----	3,00	126,0	111,0	126,0	1,53	82,0
0,40	13,0	20,0	13,0	0,27	49,0	3,20	108,0	131,0	108,0	2,00	54,0
0,60	16,0	20,0	16,0	0,73	22,0	3,40	96,0	126,0	96,0	3,53	27,0
0,80	25,0	36,0	25,0	1,73	14,0	3,60	178,0	231,0	178,0	3,00	59,0
1,00	34,0	60,0	34,0	2,73	12,0	3,80	189,0	234,0	189,0	2,80	68,0
1,20	32,0	73,0	32,0	2,80	11,0	4,00	235,0	277,0	235,0	3,20	73,0
1,40	31,0	73,0	31,0	2,00	16,0	4,20	310,0	358,0	310,0	3,27	95,0
1,60	35,0	65,0	35,0	0,53	66,0	4,40	300,0	349,0	300,0	2,53	118,0
1,80	196,0	204,0	196,0	5,87	33,0	4,60	150,0	188,0	150,0	3,20	47,0
2,00	222,0	310,0	222,0	9,07	24,0	4,80	193,0	241,0	193,0	2,33	83,0
2,20	197,0	333,0	197,0	3,27	60,0	5,00	209,0	244,0	209,0	7,07	30,0
2,40	171,0	220,0	171,0	2,13	80,0	5,20	185,0	291,0	185,0	4,67	40,0
2,60	186,0	218,0	186,0	0,40	465,0	5,40	280,0	350,0	280,0	----	----
2,80	138,0	144,0	138,0	-----	-----						

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE C_t = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ϕ = 35,7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza – Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227
e-mail: paolomancioppi@inwind.it - pec: paolomancioppi@registerpec.it

Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via Vitali, 32 - 29100 Piacenza
Tel/Fax 0523/452257 - Cell. 335/8147227

Rifer. VALCONAS

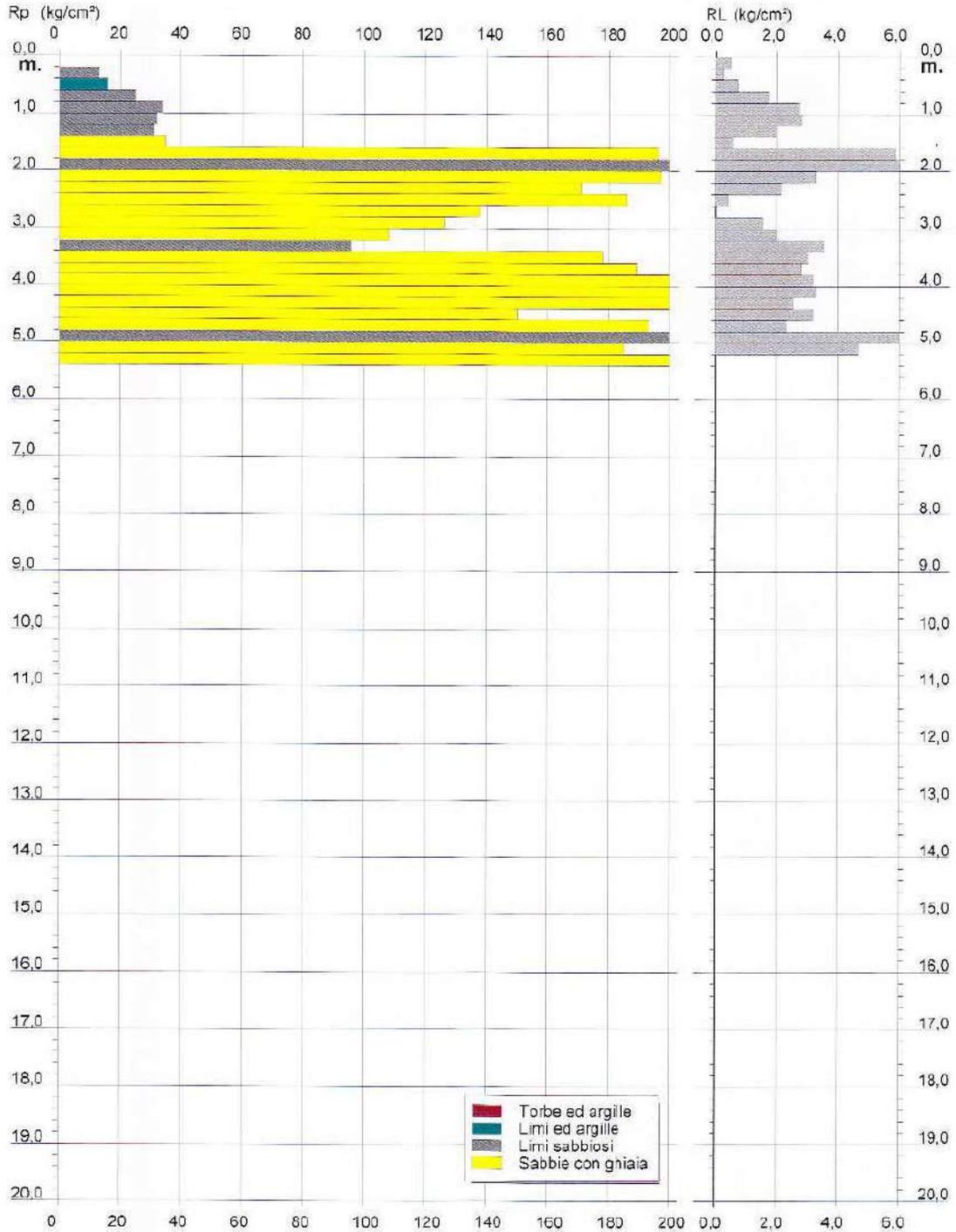
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.010496-05

- committente : Edil D.A.R.A.
- lavoro : Nuova lottizzazione
- località : Valconasso - Pontenure

- data : 11/09/1907
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



Dott. Paolo Mancioffi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza – Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227

e-mail: paolomancioffi@inwind.it - pec: paolomancioffi@registerpec.it

PROVA CPT 3

Strumento utilizzato: PAGANI 100 kN

Prova eseguita in data 11/09/2007

Profondità prova: 6,40 mt dal p.c.

Profondità della falda: non rilevata

Località: Valconasso - Pontenure (PC)

Dott. Paolo Mancioffi Studio Geologico

Via Vitali, 32 - 29100 Piacenza
Tel/Fax 0523/452257 - Cell. 335/8147227

Rifer. VALCONAS

PROVA PENETROMETRICA STATICA

CPT 3

LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

2.010496-05

- committente :	Edil D.A.R.A.	- data :	11/09/1907
- lavoro :	Nuova lottizzazione	- quota inizio :	Piano Campagna
- località :	Valconasso - Pontenure	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :		- pagina :	1

Prof. m	Letture di campagna		Rp	RL	Rp/RL	Prof. m	Letture di campagna		Rp	RL	Rp/RL
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	----	----	--	0,60	----	3,40	90,0	127,0	90,0	4,07	22,0
0,40	17,0	26,0	17,0	0,33	51,0	3,60	131,0	192,0	131,0	2,60	50,0
0,60	28,0	33,0	28,0	1,93	14,0	3,80	140,0	179,0	140,0	2,80	50,0
0,80	40,0	69,0	40,0	3,13	13,0	4,00	169,0	211,0	169,0	2,73	62,0
1,00	54,0	101,0	54,0	1,87	29,0	4,20	233,0	274,0	233,0	6,60	35,0
1,20	180,0	208,0	180,0	1,27	142,0	4,40	206,0	305,0	206,0	2,13	97,0
1,40	159,0	178,0	159,0	3,67	43,0	4,60	149,0	181,0	149,0	2,73	55,0
1,60	166,0	221,0	166,0	2,53	66,0	4,80	154,0	195,0	154,0	2,53	61,0
1,80	199,0	237,0	199,0	3,87	51,0	5,00	171,0	209,0	171,0	4,33	39,0
2,00	97,0	155,0	97,0	2,93	33,0	5,20	178,0	243,0	178,0	4,27	42,0
2,20	112,0	156,0	112,0	4,87	23,0	5,40	238,0	302,0	238,0	2,20	108,0
2,40	215,0	288,0	215,0	2,87	75,0	5,60	117,0	150,0	117,0	0,80	148,0
2,60	151,0	194,0	151,0	1,13	133,0	5,80	191,0	203,0	191,0	1,80	106,0
2,80	149,0	166,0	149,0	4,07	37,0	6,00	248,0	275,0	248,0	3,80	65,0
3,00	171,0	232,0	171,0	2,13	80,0	6,20	255,0	312,0	255,0	4,53	56,0
3,20	84,0	116,0	84,0	2,47	34,0	6,40	459,0	527,0	459,0	----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE $C_1 = 10$ - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35,7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza – Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227
e-mail: paolomancioppi@inwind.it - pec: paolomancioppi@registerpec.it

Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via Vitali, 32 - 29100 Piacenza
Tel/Fax 0523/452257 - Cell. 335/8147227

Rifer. VALCONAS

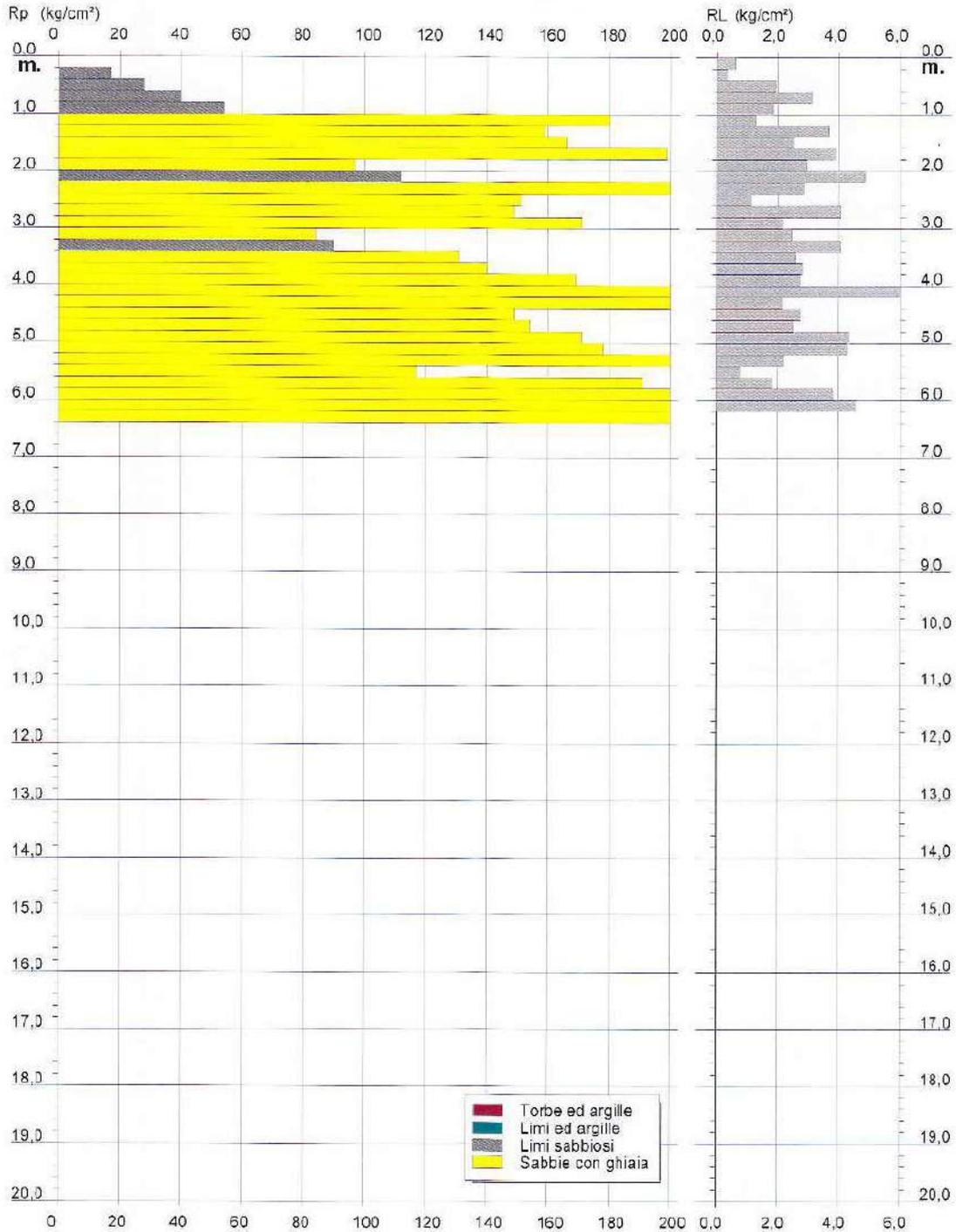
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

2.010496.05

- committente : Edil D.A.R.A.
- lavoro : Nuova lottizzazione
- località : Valconasso - Pontenure

- data : 11/09/1907
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza – Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227
 e-mail: paolomancioppi@inwind.it - pec: paolomancioppi@registerpec.it

Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via Vitali, 32 - 29100 Piacenza
 Tel/Fax 0523/452257 - Cell. 335/8147227

Rifer. VALCONAS

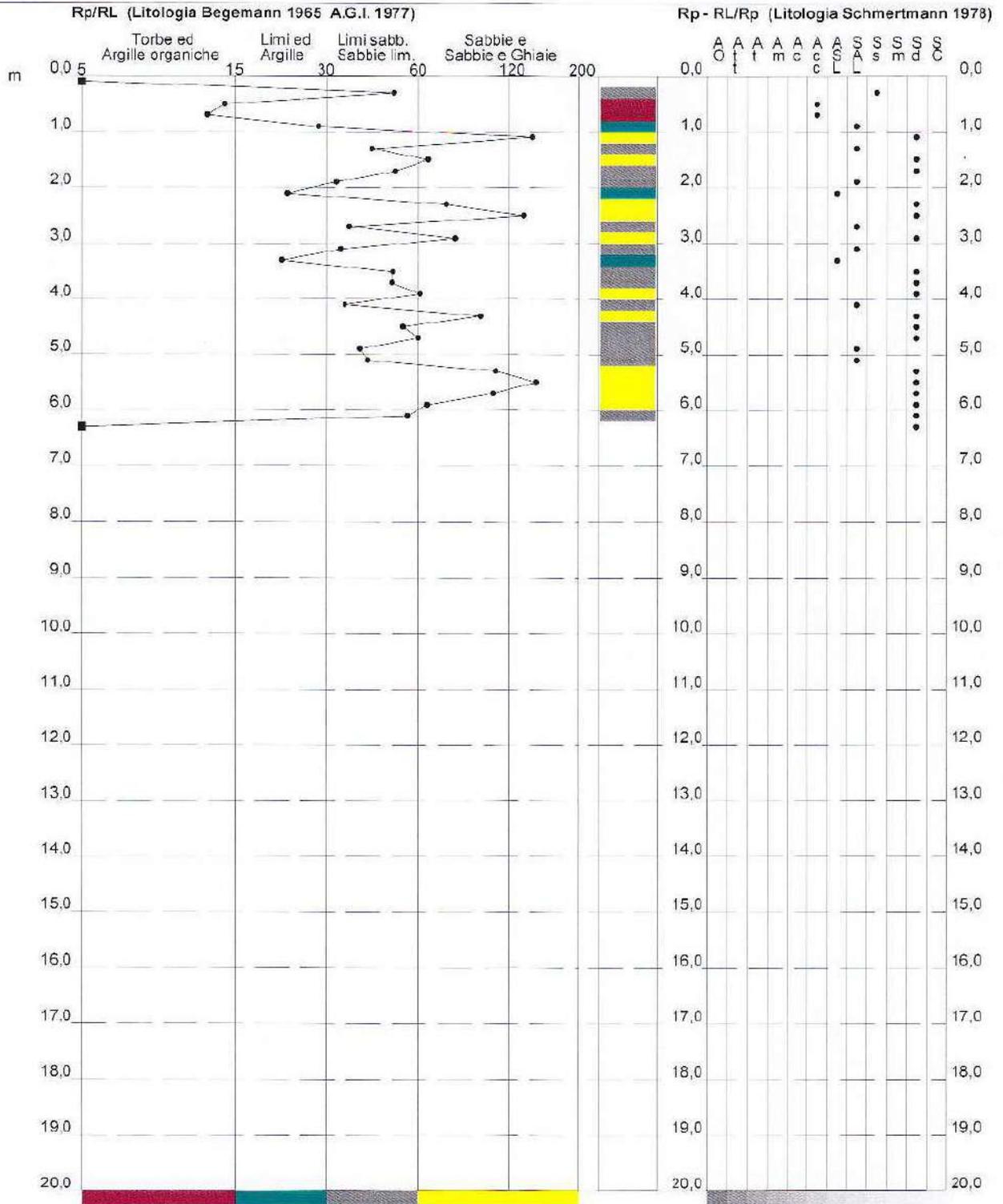
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 3

2.010496-05

- committente : Edil D.A.R.A.
 - lavoro : Nuova lottizzazione
 - località : Valconasso - Pontenure
 - note :

- data : 11/09/1907
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 100



Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza – Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227

e-mail: paolomancioppi@inwind.it - pec: paolomancioppi@registerpec.it

Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via Vitali, 32 - 29100 Piacenza
Tel/Fax 0523/452257 - Cell. 335/8147227

Rifer. VALCONAS

PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 3

2.010496-05

- committente : Edil D.A.R.A.
- lavoro : Nuova lottizzazione
- località : Valconasso - Pontenure
- note :

- data : 11/09/1907
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

NATURA COESIVA												NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm ²	Rp/RI (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	d'vo kg/cm ³	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	Ø1s (°)	Ø2s (°)	Ø3s (°)	Ø4s (°)	Ødm (°)	Ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²		
0.20	--	--	???	1.85	0.04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0.40	17	51	4/1	1.85	0.07	0.72	98.9	123	184	54	75	38	40	42	44	41	27	0.173	28	43	51		
0.60	28	14	4/1	1.85	0.11	0.97	93.8	164	246	84	82	39	41	43	45	41	26	0.196	47	70	84		
0.80	40	13	4/1	1.85	0.15	1.33	88.0	227	340	120	87	40	42	43	45	41	30	0.215	67	100	120		
1.00	54	99	4/1	1.85	0.19	1.80	89.9	306	459	162	92	41	42	44	45	42	31	0.230	90	136	162		
1.20	180	142	3/1	1.85	0.22	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	37	0.258	300	450	540		
1.40	159	43	3/1	1.85	0.26	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	36	0.258	255	398	477		
1.60	166	66	3/1	1.85	0.30	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	37	0.258	277	415	468		
1.80	199	51	3/1	1.85	0.33	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	36	0.258	332	498	597		
2.00	97	33	3/1	1.85	0.37	--	--	--	--	--	95	41	43	44	46	41	34	0.241	162	243	291		
2.20	112	23	4/1	1.85	0.41	3.73	99.9	625	952	336	98	42	43	44	46	41	34	0.251	197	280	336		
2.40	215	75	3/1	1.85	0.44	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	36	0.258	358	538	645		
2.60	151	133	3/1	1.85	0.48	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	36	0.258	252	378	463		
2.80	149	37	3/1	1.85	0.52	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	36	0.258	248	373	447		
3.00	171	80	3/1	1.85	0.55	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	37	0.258	285	428	513		
3.20	84	34	3/1	1.85	0.59	--	--	--	--	--	79	39	41	42	44	39	35	0.185	140	219	252		
3.40	90	22	4/1	1.85	0.63	3.00	44.3	510	755	270	80	39	41	43	44	39	35	0.185	150	228	276		
3.60	131	50	3/1	1.85	0.67	--	--	--	--	--	91	41	42	44	45	40	35	0.227	218	328	393		
3.80	140	50	3/1	1.85	0.70	--	--	--	--	--	92	41	42	44	45	40	36	0.231	233	350	420		
4.00	169	62	3/1	1.85	0.74	--	--	--	--	--	97	42	43	44	46	41	37	0.249	282	423	507		
4.20	233	95	3/1	1.85	0.78	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	36	0.258	388	583	800		
4.40	206	97	3/1	1.85	0.81	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	36	0.258	343	515	618		
4.60	149	55	3/1	1.85	0.85	--	--	--	--	--	90	41	42	44	45	40	36	0.222	248	373	447		
4.80	154	61	3/1	1.85	0.89	--	--	--	--	--	92	41	42	44	45	40	36	0.222	257	385	462		
5.00	171	39	3/1	1.85	0.93	--	--	--	--	--	93	41	42	44	45	40	37	0.233	297	445	534		
5.20	178	42	3/1	1.85	0.96	--	--	--	--	--	93	41	42	44	45	40	36	0.231	285	428	513		
5.40	238	108	3/1	1.85	1.00	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	36	0.258	397	595	714		
5.60	117	146	3/1	1.85	1.04	--	--	--	--	--	77	39	40	42	44	38	35	0.179	195	293	351		
5.80	191	106	3/1	1.85	1.07	--	--	--	--	--	93	41	42	44	45	40	37	0.232	318	478	573		
6.00	246	65	3/1	1.85	1.11	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	36	0.258	413	620	744		
6.20	255	56	3/1	1.85	1.15	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	36	0.258	425	638	765		
6.40	459	--	3/1	1.85	1.18	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	40	0.258	765	1148	1377		

PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- γ' = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ' - Rp - natura]
(Terzaghi & Peck 1967 - Bowles 1982)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ')
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : C_u - Rp]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}]
(Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [correl. : Eu - C_u - OCR - I_p / I_p = ind.plast.]
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - Rp]
E'50 - E'25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza F = 2 - 4 rispettivamente)
(Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983)
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : Mo - Rp - natura]
(Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- Dr = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalment consolidati)
[correlazioni : Dr - Rp - σ'_{vo}] (Schmertmann 1976)
- ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - Dr - Rp - σ'_{vo}]
(Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)
 ϕ'_{1s} - (Schmertmann) sabbia fine uniforme ϕ'_{2s} - sabbia media unif./ fine ben gradata
 ϕ'_{3s} - sabbia grossa unif./ media ben gradata ϕ'_{4s} - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.
 ϕ'_{dm} - (Durgunoglu & Mitchell) sabbie N.C. ϕ'_{my} - (Meyerhof) sabbie limose
- Amax = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
(g = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (Amax/g) - Dr]

Dott. Paolo Mancioffi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza – Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227

e-mail: paolomancioffi@inwind.it - pec: paolomancioffi@registerpec.it

PROVA CPT 4

Strumento utilizzato: PAGANI 100 kN

Prova eseguita in data 11/09/2007

Profondità prova: 5,80 mt dal p.c.

Profondità della falda: non rilevata

Località: Valconasso - Pontenure (PC)

Dott. Paolo Mancioffi Studio Geologico

Via Vitali, 32 - 29100 Piacenza
Tel/Fax 0523/452257 - Cell. 335/8147227

Rifer. VALCONAS

PROVA PENETROMETRICA STATICA

CPT 4

LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

2.010496-05

- committente :	Edil D.A.R.A.	- data :	11/09/1907
- lavoro :	Nuova lottizzazione	- quota inizio :	Piano Campagna
- località :	Valconasso - Pontenure	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :		- pagine :	1

Prof. m	Letture di campagna		Rp	RL	Rp/RL	Prof. m	Letture di campagna		Rp	RL	Rp/RL
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	---	---	--	1,40	---	3,20	74,0	112,0	74,0	2,33	32,0
0,40	15,0	36,0	15,0	1,13	13,0	3,40	94,0	129,0	94,0	3,80	25,0
0,60	18,0	35,0	18,0	0,93	19,0	3,60	94,0	151,0	94,0	1,87	50,0
0,80	26,0	40,0	26,0	2,00	13,0	3,80	104,0	132,0	104,0	3,07	34,0
1,00	35,0	65,0	35,0	2,87	13,0	4,00	95,0	141,0	95,0	3,13	30,0
1,20	35,0	75,0	35,0	2,87	12,0	4,20	121,0	168,0	121,0	6,47	19,0
1,40	33,0	76,0	33,0	2,80	12,0	4,40	104,0	201,0	104,0	2,07	50,0
1,60	34,0	76,0	34,0	2,60	13,0	4,60	149,0	180,0	149,0	2,93	51,0
1,80	41,0	80,0	41,0	2,20	19,0	4,80	134,0	178,0	134,0	2,53	53,0
2,00	38,0	71,0	38,0	2,00	19,0	5,00	156,0	194,0	156,0	4,33	36,0
2,20	32,0	62,0	32,0	2,93	11,0	5,20	180,0	245,0	180,0	4,20	43,0
2,40	45,0	89,0	45,0	4,20	11,0	5,40	205,0	268,0	205,0	5,53	37,0
2,60	82,0	145,0	82,0	3,40	24,0	5,60	162,0	245,0	162,0	9,00	18,0
2,80	130,0	181,0	130,0	3,93	33,0	5,80	321,0	456,0	321,0	----	----
3,00	123,0	182,0	123,0	2,53	49,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE $C_t = 10$ - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35,7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 90°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza - Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227
e-mail: paolomancioppi@inwind.it - pec: paolomancioppi@registerpec.it

Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico
Via Vitali, 32 - 29100 Piacenza
Tel/Fax 0523/452257 - Cell. 335/8147227

Rifer. VALCONAS

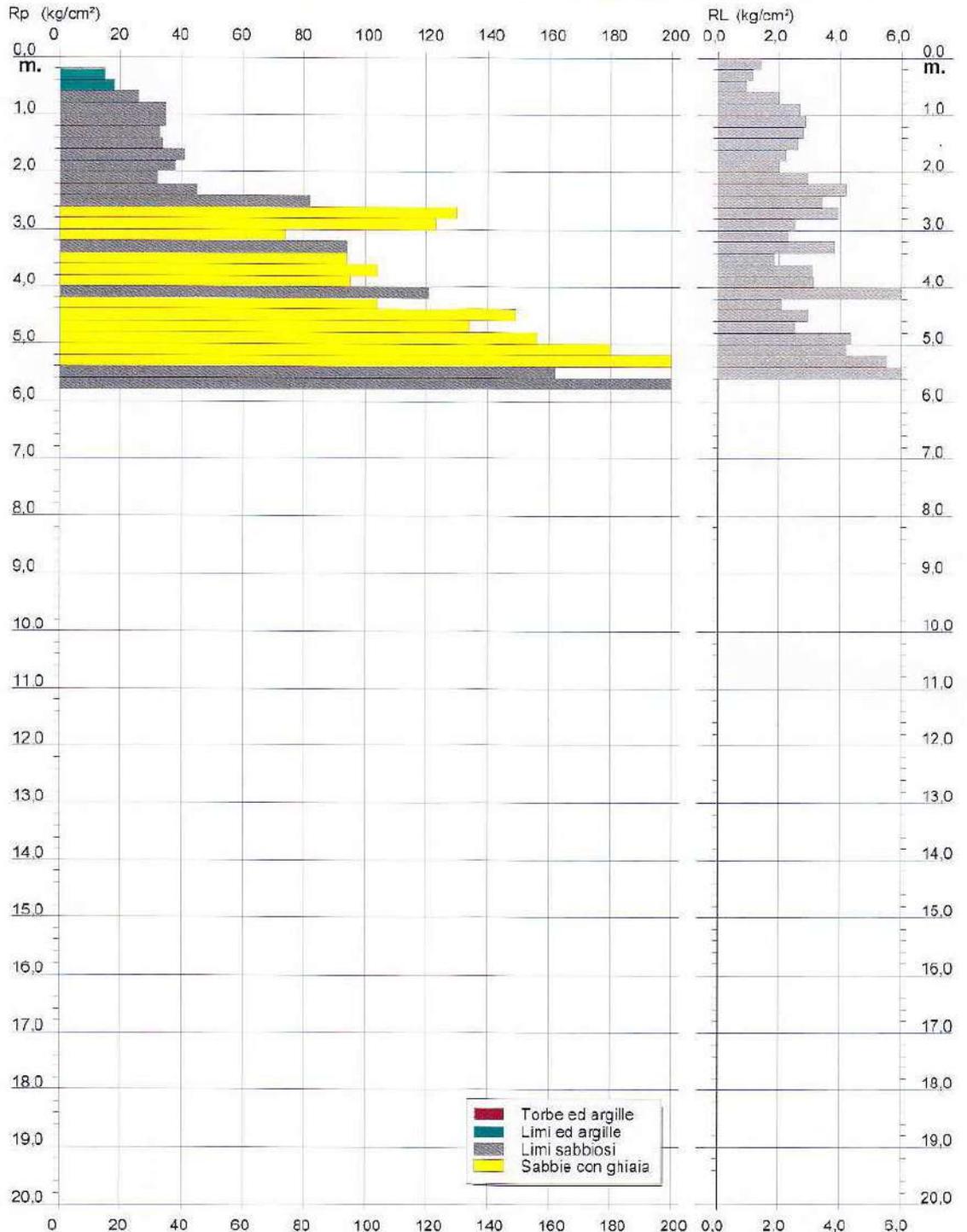
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 4

2.010496-05

- committente : Edil D.A.R.A.
- lavoro : Nuova lottizzazione
- località : Valconasso - Pontenure

- data : 11/09/1907
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza – Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227
 e-mail: paolomancioppi@inwind.it - pec: paolomancioppi@registerpec.it

Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico
 Via Vitali, 32 - 29100 Piacenza
 Tel/Fax 0523/452257 - Cell. 335/8147227

Rifer. VALCONAS

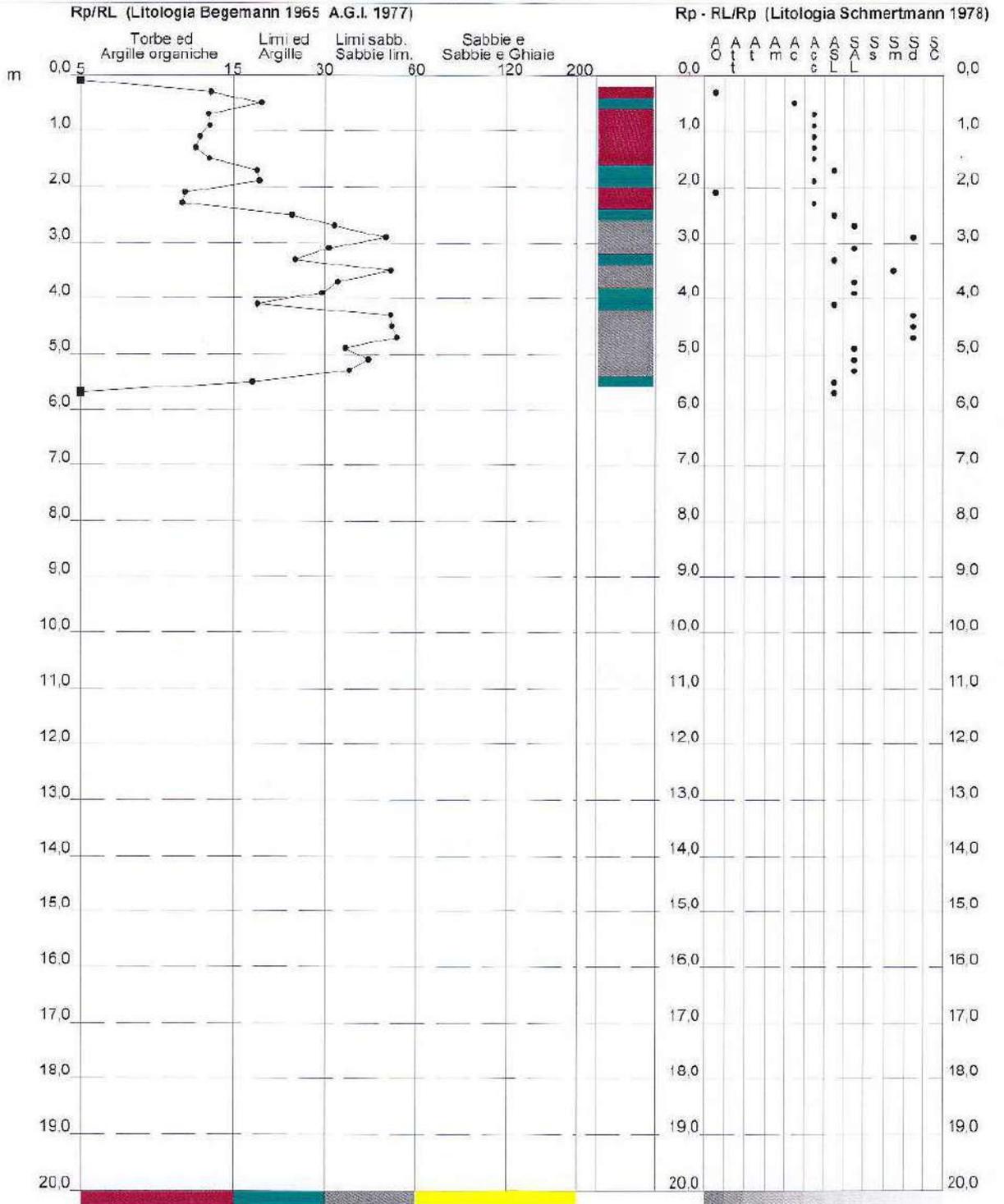
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 4

2.010496-05

- committente : Edil D.A.R.A.
 - lavoro : Nuova lottizzazione
 - località : Valconasso - Pontenure
 - note :

- data : 11/09/1907
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 100



Dott. Paolo Mancioffi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza – Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227

e-mail: paolomancioffi@inwind.it - pec: paolomancioffi@registerpec.it

Dott. Paolo Mancioffi Studio Geologico

Via Vitali, 32 - 29100 Piacenza
Tel/Fax 0523/452257 - Cell. 335/8147227

Rifer. VALCONAS

PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 4

2.010496-05

- committente : Edil D.A.R.A.
- lavoro : Nuova lottizzazione
- località : Valconasso - Pontenure
- note :

- data : 11/09/1907
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm ²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	d'vo kg/cm ³	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	Ø1s (°)	Ø2s (°)	Ø3s (°)	Ø4s (°)	Ødm (°)	Ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	15	13	2///	1,85	0,07	0,67	98,0	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	18	19	2///	1,85	0,11	0,75	88,4	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	28	13	4///	1,85	0,15	0,93	82,3	158	237	78	72	38	40	42	44	40	28	0,166	43	65	78	
1,00	35	13	4///	1,85	0,19	1,17	82,7	190	298	105	77	38	40	42	44	40	28	0,161	58	88	105	
1,20	35	12	4///	1,85	0,22	1,17	80,0	196	298	105	73	38	40	42	44	39	29	0,167	58	88	105	
1,40	33	12	4///	1,85	0,26	1,10	86,3	187	281	99	67	37	39	41	43	38	28	0,150	55	83	99	
1,60	34	13	4///	1,85	0,30	1,13	83,6	193	289	102	65	37	39	41	43	38	29	0,143	57	85	102	
1,80	41	19	4///	1,85	0,33	1,37	85,7	232	349	123	68	38	39	41	43	38	30	0,154	68	103	123	
2,00	38	19	4///	1,85	0,37	1,27	79,2	215	323	114	63	37	39	41	43	37	30	0,139	63	96	114	
2,20	32	11	4///	1,85	0,41	1,07	20,9	181	272	96	55	36	38	40	42	36	29	0,115	53	80	96	
2,40	45	11	4///	1,85	0,44	1,50	29,6	255	383	135	64	37	39	41	43	37	31	0,143	75	113	135	
2,60	82	24	4///	1,85	0,48	2,73	55,1	465	697	246	83	40	41	43	45	39	35	0,200	137	235	246	
2,80	130	33	3...	1,85	0,52	--	--	--	--	--	97	42	43	44	46	41	35	0,248	217	325	380	
3,00	123	49	3...	1,85	0,55	--	--	--	--	--	93	41	42	44	45	41	35	0,235	205	308	368	
3,20	74	32	3...	1,85	0,59	--	--	--	--	--	74	38	40	42	44	38	32	0,173	123	195	222	
3,40	94	25	4///	1,85	0,63	3,13	46,7	533	799	282	81	39	41	43	44	39	34	0,194	157	235	282	
3,50	94	50	3...	1,85	0,67	--	--	--	--	--	80	39	41	43	44	39	34	0,189	157	235	282	
3,80	104	34	3...	1,85	0,70	--	--	--	--	--	82	39	41	43	45	39	34	0,195	173	290	312	
4,00	95	30	4///	1,85	0,74	3,17	38,6	538	807	285	78	39	41	42	44	38	34	0,182	158	238	285	
4,20	121	19	4///	1,85	0,78	4,03	49,2	688	1029	388	80	40	41	43	45	39	35	0,205	202	303	363	
4,40	104	50	3...	1,85	0,81	--	--	--	--	--	78	39	41	42	44	38	34	0,185	173	280	312	
4,60	149	51	3...	1,85	0,85	--	--	--	--	--	99	41	42	44	45	40	36	0,222	248	373	447	
4,80	134	53	3...	1,85	0,89	--	--	--	--	--	85	40	41	43	45	39	35	0,208	223	335	402	
5,00	155	36	3...	1,85	0,93	--	--	--	--	--	89	40	42	44	45	39	36	0,220	260	390	468	
5,20	180	43	3...	1,85	0,98	--	--	--	--	--	93	41	42	44	45	40	37	0,234	300	450	540	
5,40	205	37	3...	1,85	1,00	--	--	--	--	--	97	42	43	44	46	40	38	0,245	342	513	615	
5,60	162	18	4///	1,85	1,04	5,40	49,4	918	1377	486	88	40	42	43	45	39	36	0,215	270	405	486	
5,80	321	--	3...	1,85	1,07	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	40	0,259	535	803	963	

PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- Y' = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : Y' - Rp - natura] (Terzaghi & Peck 1967 - Bowles 1982)
- σ'vo = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di Y')
- Cu = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : Cu - Rp]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - Cu - σ'vo] (Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [correl. : Eu - Cu - OCR - Ip Ip= ind.plast.]
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - Rp]
E'50 - E'25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza F = 2 - 4 rispettivamente)
(Schmertmann 1970 / 1978 - Jamickowski et al. 1983)
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : Mo - Rp - natura] (Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- Dr = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : Dr - Rp - σ'vo] (Schmertmann 1976)
- Ø = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : Ø' - Dr - Rp - σ'vo] (Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)
Ø1s - (Schmertmann) sabbia fine uniforme Ø2s - sabbia media unif./ fine ben gradata
Ø3s - sabbia grossa unif./ media ben gradata Ø4s - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.
Ødm - (Durgunoglu & Mitchell) sabbie N.C. Ømy - (Meyerhof) sabbie limose
- Amax = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
(g = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (Amax/g) - Dr]

Dott. Paolo Mancioffi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza – Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227

e-mail: paolomancioffi@inwind.it - pec: paolomancioffi@registerpec.it

PROVA CPT 5

Strumento utilizzato: PAGANI 100 kN

Prova eseguita in data 11/09/2007

Profondità prova: 5,40 mt dal p.c.

Profondità della falda: non rilevata

Località: Valconasso - Pontenure (PC)

Dott. Paolo Mancioffi Studio Geologico

Via Vitali, 32 - 29100 Piacenza
Tel/Fax 0523/452257 - Cell. 335/8147227

Rifer. VALCONAS

PROVA PENETROMETRICA STATICA

CPT 5

LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

2.010496-05

- committente : Edil D.A.R.A.
- lavoro : Nuova lottizzazione
- località : Valconasso - Pontenure
- note :
- data : 11/09/1907
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		Rp	RL	Rp/RL	Prof. m	Letture di campagna		Rp	RL	Rp/RL
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	----	----	--	1,33	----	3,00	168,0	203,0	168,0	2,07	81,0
0,40	20,0	40,0	20,0	1,00	20,0	3,20	81,0	112,0	81,0	3,20	25,0
0,60	19,0	34,0	19,0	1,53	12,0	3,40	80,0	128,0	80,0	5,00	16,0
0,80	28,0	51,0	28,0	2,13	13,0	3,60	94,0	169,0	94,0	2,87	33,0
1,00	32,0	64,0	32,0	2,73	12,0	3,80	102,0	145,0	102,0	3,40	30,0
1,20	35,0	76,0	35,0	2,87	12,0	4,00	123,0	174,0	123,0	4,53	27,0
1,40	36,0	79,0	36,0	1,93	19,0	4,20	146,0	214,0	146,0	7,53	19,0
1,60	38,0	67,0	38,0	2,07	18,0	4,40	134,0	247,0	134,0	1,87	80,0
1,80	41,0	72,0	41,0	1,80	23,0	4,60	151,0	176,0	151,0	2,73	55,0
2,00	37,0	64,0	37,0	1,80	21,0	4,80	166,0	207,0	166,0	2,93	57,0
2,20	32,0	59,0	32,0	2,60	12,0	5,00	154,0	198,0	154,0	4,07	38,0
2,40	39,0	78,0	39,0	2,33	17,0	5,20	165,0	226,0	165,0	6,53	25,0
2,60	74,0	109,0	74,0	3,13	24,0	5,40	289,0	387,0	289,0	----	----
2,80	98,0	145,0	98,0	2,33	42,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ci = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35,7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 80°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza – Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227
e-mail: paolomancioppi@inwind.it - pec: paolomancioppi@registerpec.it

Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico
Via Vitali, 32 - 29100 Piacenza
Tel/Fax 0523/452257 - Cell. 335/8147227

Rifer. VALCONAS

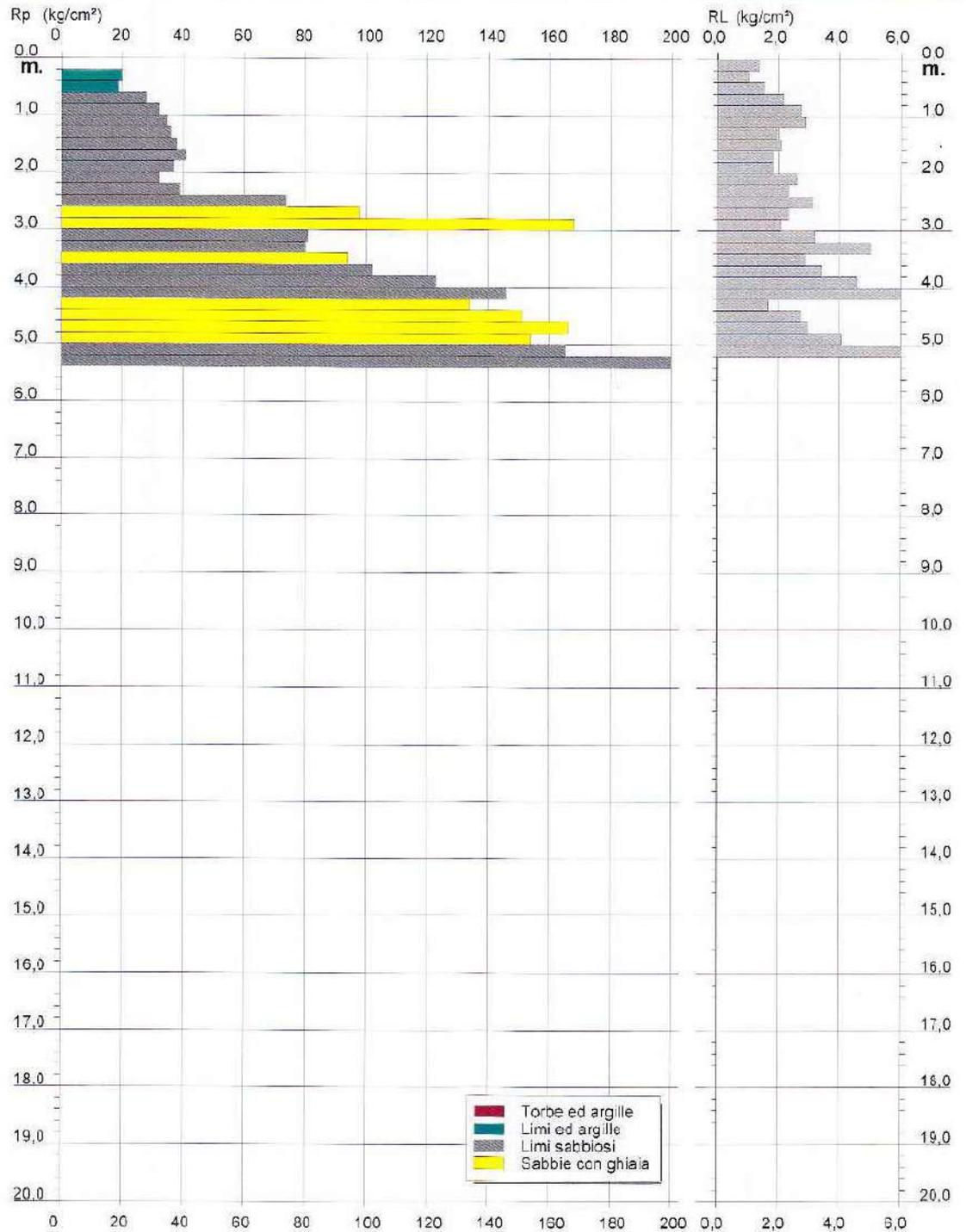
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 5

2.010496-05

- committente : Edil D.A.R.A.
- lavoro : Nuova lottizzazione
- località : Valconasso - Pontenure

- data : 11/09/1907
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert. : 1 : 100



Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza – Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227
 e-mail: paolomancioppi@inwind.it - pec: paolomancioppi@registerpec.it

Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via Vitali, 32 - 29100 Piacenza
 Tel/Fax 0523/452257 - Cell. 335/8147227

Rifer. VALCONAS

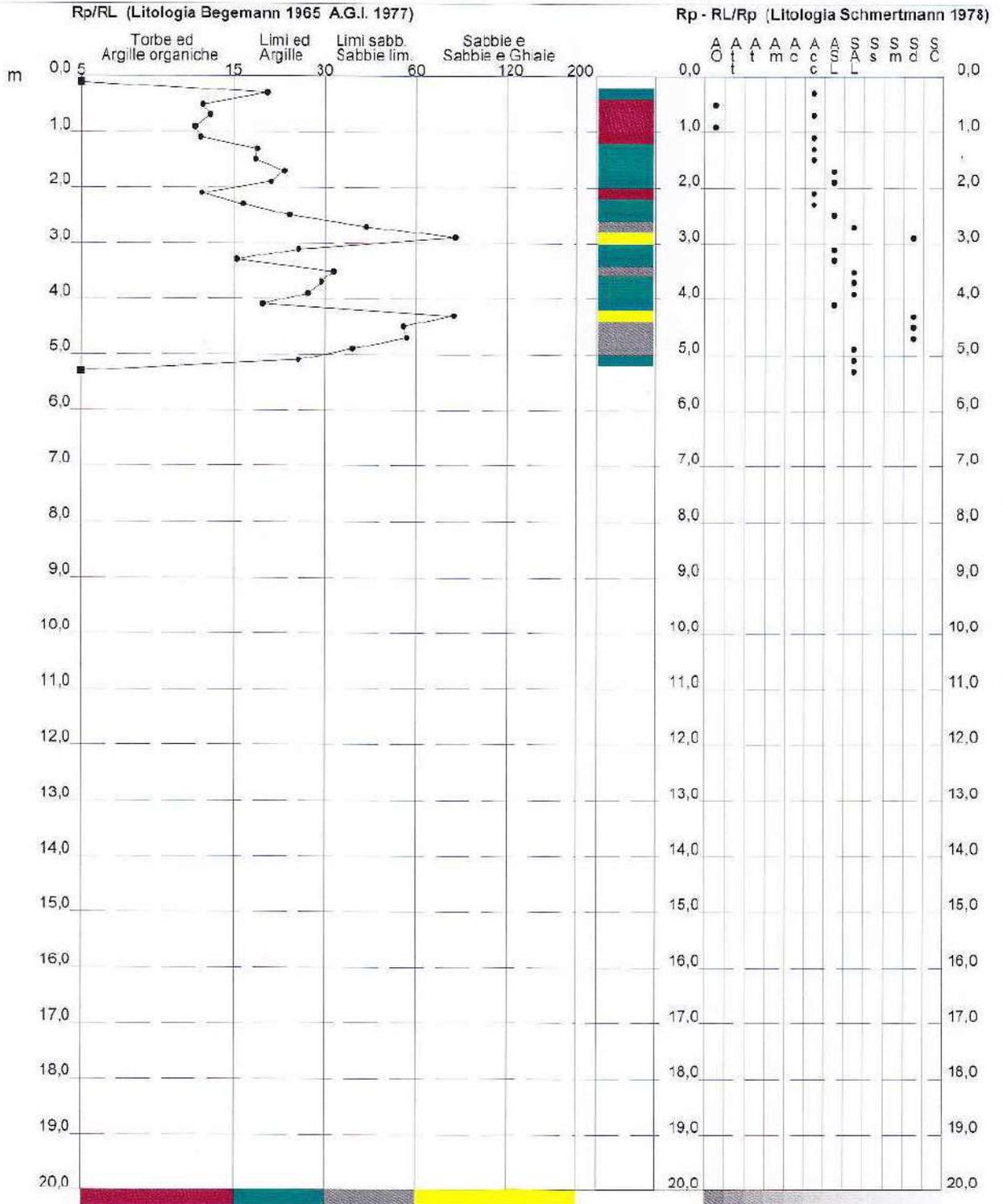
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 5

2.010496-05

- committente : Edil D.A.R.A.
- lavoro : Nuova lottizzazione
- località : Valconasso - Pontenure
- note :

- data : 11/09/1907
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert. : 1 : 100



Dott. Paolo Mancioffi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza – Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227

e-mail: paolomancioffi@inwind.it - pec: paolomancioffi@registerpec.it

Dott. Paolo Mancioffi Studio Geologico

Via Vitali, 32 - 29100 Piacenza
Tel/Fax 0523/452257 - Cell. 335/8147227

Rifer. VALCONAS

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

CPT 5

2.010496-05

- committente : Edil D.A.R.A.
- lavoro : Nuova lottizzazione
- località : Valconasso - Pontenure
- note :

- data : 11/09/1907
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm²	Fp/RI (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²	
0.20	--	--	???	1.85	0.04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	20	20	4/II	1.85	0.07	0.80	99.9	136	204	60	80	39	41	43	44	41	27	0.191	33	50	60	
0.80	19	12	2/III	1.85	0.11	0.78	71.3	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.80	29	13	4/II	1.85	0.15	0.97	65.5	164	246	84	75	38	40	42	44	40	26	0.174	47	70	84	
1.00	32	12	4/II	1.85	0.19	1.07	56.1	181	272	88	74	39	40	42	44	39	26	0.167	58	88	105	
1.20	35	12	4/II	1.85	0.22	1.17	50.0	198	296	105	73	39	40	42	44	39	26	0.159	60	90	108	
1.40	36	19	4/II	1.85	0.26	1.20	42.7	204	306	108	70	38	40	42	44	39	30	0.154	63	95	114	
1.80	38	18	4/II	1.85	0.30	1.27	38.6	215	323	114	68	38	39	41	43	38	30	0.154	68	103	123	
1.80	41	23	4/II	1.85	0.33	1.37	36.7	232	349	123	68	38	39	41	43	38	30	0.154	68	103	123	
2.00	37	21	4/II	1.85	0.37	1.23	28.3	210	315	111	62	37	39	41	43	37	30	0.136	82	93	111	
2.20	32	12	4/II	1.85	0.41	1.07	20.9	181	272	96	55	36	38	40	42	36	26	0.116	53	80	96	
2.40	39	17	4/II	1.85	0.44	1.30	24.0	221	332	117	59	36	38	41	43	36	30	0.129	65	98	117	
2.60	74	24	4/II	1.85	0.48	2.47	48.5	419	629	222	79	39	41	43	44	39	32	0.188	123	185	222	
2.80	98	42	3:III	1.85	0.52	--	--	--	--	--	87	40	42	43	45	40	34	0.214	163	245	294	
3.00	188	81	3:III	1.85	0.55	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	37	0.258	280	420	504	
3.20	81	29	4/II	1.85	0.59	2.70	41.8	459	689	243	78	39	41	42	44	39	33	0.182	135	203	243	
3.40	80	16	4/II	1.85	0.63	2.67	36.2	453	680	240	76	39	40	42	44	38	33	0.175	133	200	240	
3.50	94	33	3:III	1.85	0.67	--	--	--	--	--	80	39	41	43	44	39	34	0.189	157	235	282	
3.80	102	30	4/II	1.85	0.70	3.40	45.0	578	887	306	81	39	41	43	45	39	34	0.194	170	255	306	
4.00	123	27	4/II	1.85	0.74	4.10	53.4	697	1046	369	86	40	42	43	45	39	35	0.211	205	308	369	
4.20	146	19	4/II	1.85	0.78	4.87	62.2	827	1241	438	91	41	42	44	45	40	36	0.227	243	355	438	
4.40	134	80	3:III	1.85	0.81	--	--	--	--	--	87	40	42	43	45	39	35	0.213	223	335	402	
4.60	151	55	3:III	1.85	0.85	--	--	--	--	--	90	41	42	44	45	40	36	0.223	252	378	453	
4.80	166	57	3:III	1.85	0.89	--	--	--	--	--	92	41	42	44	45	40	37	0.231	277	415	498	
5.00	154	38	3:III	1.85	0.93	--	--	--	--	--	89	40	42	43	45	39	36	0.219	257	385	462	
5.20	165	25	4/II	1.85	0.96	5.50	55.5	535	1403	495	90	41	42	44	45	39	37	0.224	275	413	495	
5.40	289	--	3:III	1.85	1.00	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	40	0.258	482	723	867	

PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- Y' = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : Y' - Rp - natura] (Terzaghi & Peck 1967 - Bowles 1982)
- σ'vo = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di Y')
- Cu = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : Cu - Rp]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - Cu - σ'vo] (Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [correl. : Eu - Cu - OCR - Ip Ip= ind.plast.]
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - Rp]
E'50 - E'25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza F = 2 - 4 rispettivamente)
(Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983)
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : Mo - Rp - natura] (Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- Dr = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalmente consolidati) [correlazioni : Dr - Rp - σ'vo] (Schmertmann 1976)
- Ø = angob di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : Ø' - Dr - Rp - σ'vo] (Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)
Ø1s - (Schmertmann) sabbia fine uniforme Ø2s - sabbia media unif./ fine ben gradata
Ø3s - sabbia grossa unif./ media ben gradata Ø4s - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.
Ødm - (Durgunoglu & Mitchell) sabbie N.C. Ømy - (Meyerhof) sabbie limose
- Amax = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari) (g = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (Amax/g) - Dr]

Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza – Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227

e-mail: paolomancioppi@inwind.it - pec: paolomancioppi@registerpec.it

PROVA CPT 6

Strumento utilizzato: PAGANI 100 kN

Prova eseguita in data 11/09/2007

Profondità prova: 6,00 mt dal p.c.

Profondità della falda: non rilevata

Località: Valconasso - Pontenure (PC)

Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via Vitali, 32 - 29100 Piacenza

Tel/Fax 0523/452257 - Cell. 335/8147227

Rifer. VALCONAS

PROVA PENETROMETRICA STATICA

CPT 6

LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

2.010496-05

- committente : Edil D.A.R.A.
- lavoro : Nuova lottizzazione
- località : Valconasso - Pontenure
- note :
- data : 11/09/1907
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		Rp	RL	Rp/RL	Prof. m	Letture di campagna		Rp	RL	Rp/RL
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	----	----	--	0,87	----	3,20	94,0	141,0	94,0	1,93	49,0
0,40	16,0	29,0	16,0	1,00	16,0	3,40	100,0	129,0	100,0	2,60	38,0
0,60	17,0	32,0	17,0	1,67	10,0	3,60	124,0	163,0	124,0	2,80	44,0
0,80	40,0	65,0	40,0	4,87	8,0	3,80	162,0	204,0	162,0	3,73	43,0
1,00	48,0	121,0	48,0	3,53	14,0	4,00	191,0	247,0	191,0	4,07	47,0
1,20	95,0	148,0	95,0	3,40	28,0	4,20	207,0	268,0	207,0	5,73	36,0
1,40	87,0	136,0	87,0	3,93	22,0	4,40	214,0	300,0	214,0	3,80	56,0
1,60	102,0	161,0	102,0	3,27	31,0	4,60	178,0	235,0	178,0	4,47	40,0
1,80	167,0	216,0	167,0	3,47	48,0	4,80	187,0	254,0	187,0	4,20	45,0
2,00	131,0	183,0	131,0	3,53	37,0	5,00	198,0	261,0	198,0	4,40	45,0
2,20	109,0	162,0	109,0	4,13	26,0	5,20	221,0	287,0	221,0	6,60	33,0
2,40	135,0	197,0	135,0	2,80	48,0	5,40	265,0	364,0	265,0	4,73	56,0
2,60	164,0	206,0	164,0	1,07	154,0	5,60	211,0	282,0	211,0	5,80	36,0
2,80	145,0	161,0	145,0	4,60	32,0	5,80	241,0	328,0	241,0	7,20	33,0
3,00	148,0	217,0	148,0	3,13	47,0	6,00	389,0	497,0	389,0	----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE C1 = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\alpha = 35,7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza – Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227
e-mail: paolomancioppi@inwind.it - pec: paolomancioppi@registerpec.it

Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via Vitali, 32 - 29100 Piacenza
Tel/Fax 0523/452257 - Cell. 335/8147227

Rifer. VALCONAS

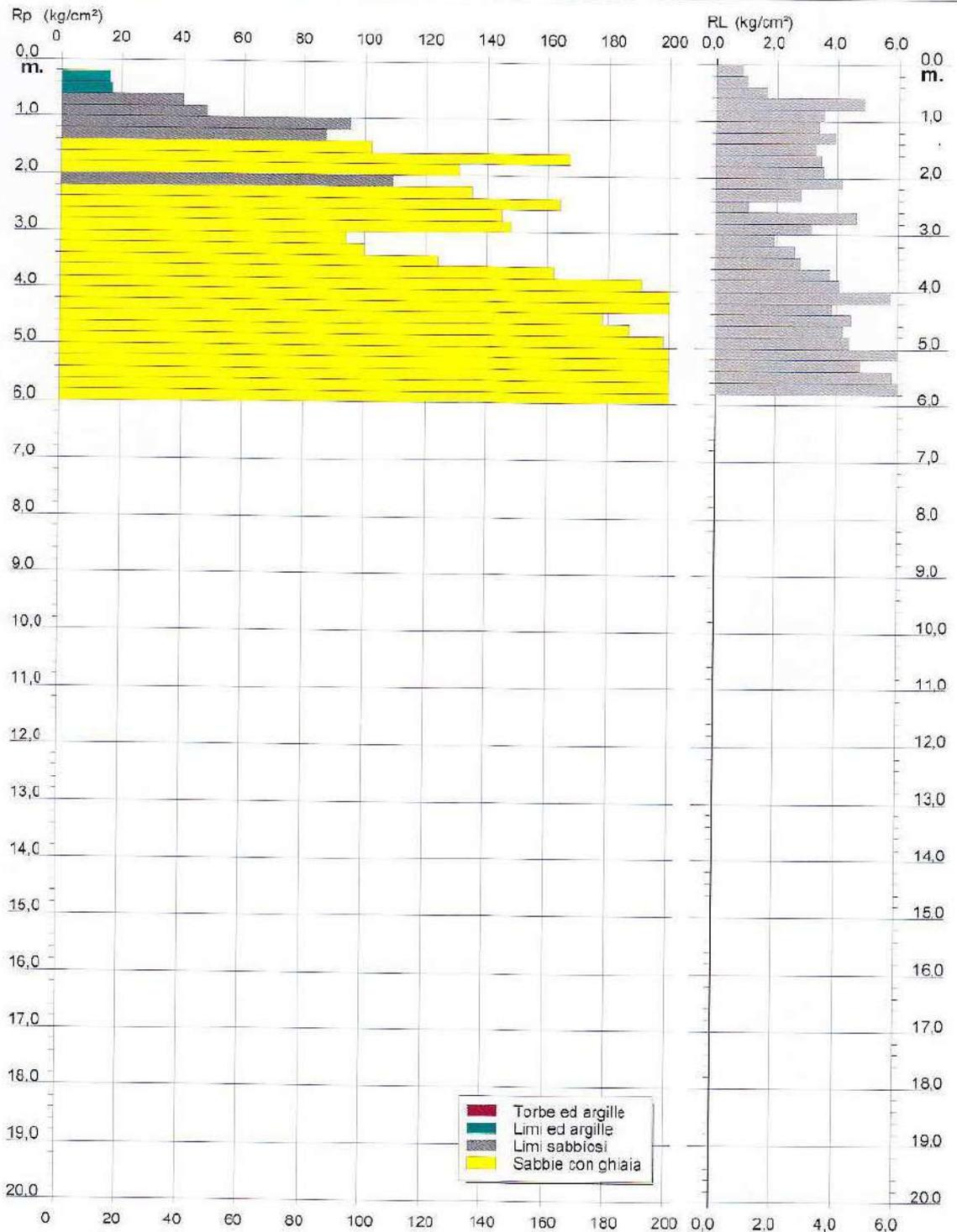
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 6

2.010496-05

- committente : Edil D.A.R.A.
- lavoro : Nuova lottizzazione
- località : Valconasso - Pontenure

- data : 11/09/1907
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza – Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227
 e-mail: paolomancioppi@inwind.it - pec: paolomancioppi@registerpec.it

Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico
 Via Vitali, 32 - 29100 Piacenza
 Tel/Fax 0523/452257 - Cell. 335/8147227

Rifer. VALCONAS

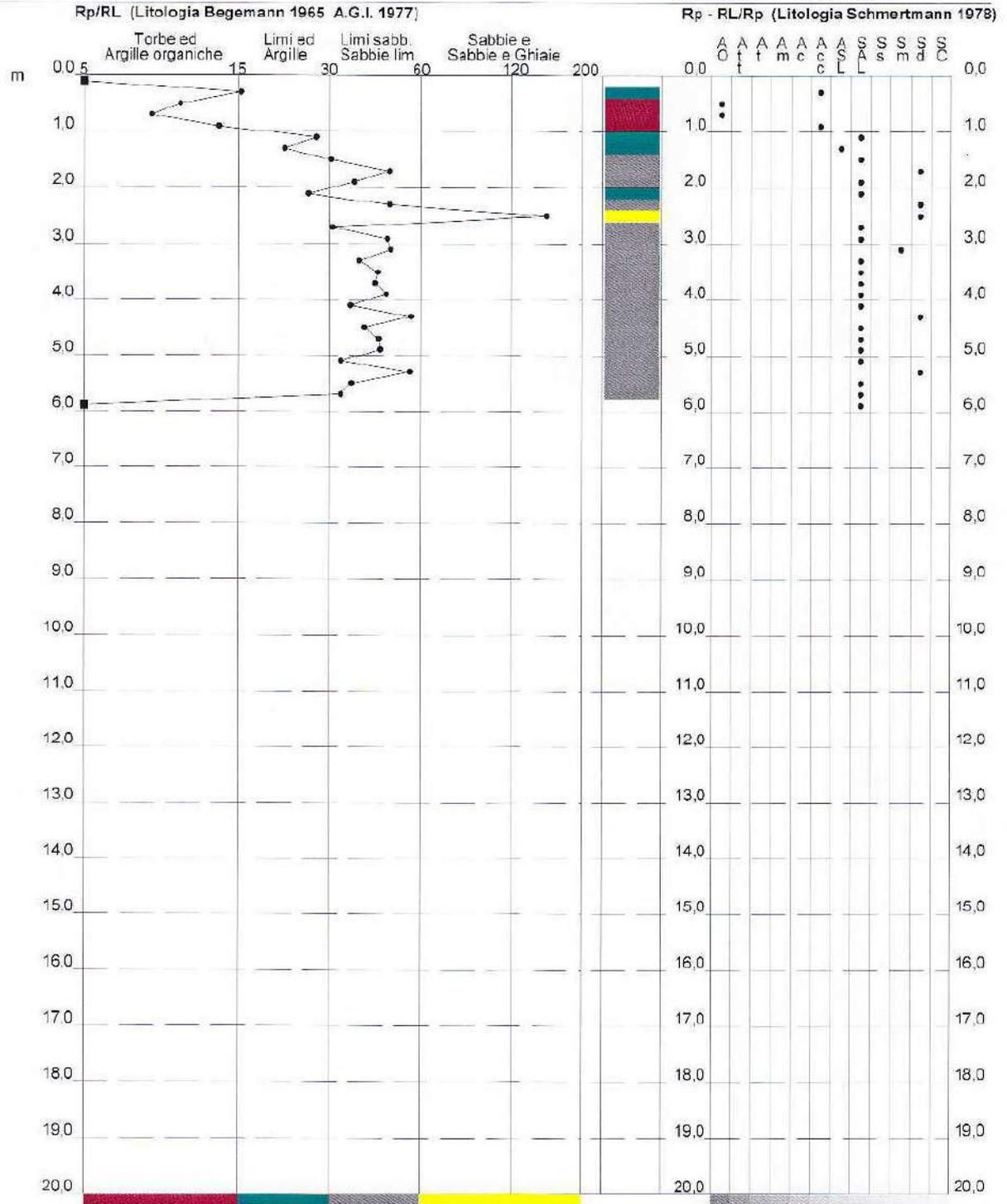
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
 VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CPT 6

2.010496-05

- committente : Edil D.A.R.A.
 - lavoro : Nuova lottizzazione
 - località : Valconasso - Pontenure
 - note :

- data : 11/09/1907
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 100



Dott. Paolo Mancioffi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza - Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227

e-mail: paolomancioffi@inwind.it - pec: paolomancioffi@registerpec.it

Dott. Paolo Mancioffi Studio Geologico

Via Vitali, 32 - 29100 Piacenza
Tel/Fax 0523/452257 - Cell. 335/8147227

Rifer. VALCONAS

PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 6

2.010496-05

- committente : Edil D.A.R.A.
- lavoro : Nuova lottizzazione
- località : Valconasso - Pontenure
- note :

- data : 11/09/1907
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

NATURA COESIVA													NATURA GRANULARE												
Prof. m	Rp kg/cm ²	Rp/Ri (-)	Natura Litol.	γ ^t t/m ³	σ ^{vo} kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	Ø1s (°)	Ø2s (°)	Ø3s (°)	Ø4s (°)	Ødm (°)	Ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²				
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
0,40	16	2/11	2/11	1,85	0,07	0,70	99,9	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
0,60	17	10	2/11	1,85	0,11	0,72	65,4	123	194	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
0,80	40	8	4/11	1,85	0,15	1,33	98,0	227	340	120	87	40	42	43	45	41	30	0,213	67	100	120				
1,00	48	14	4/11	1,85	0,19	1,60	93,1	272	408	144	88	40	42	43	45	41	31	0,216	80	120	144				
1,20	98	28	4/11	1,85	0,22	3,17	99,9	538	807	285	100	42	43	45	46	43	34	0,258	158	238	285				
1,40	87	22	4/11	1,85	0,26	2,90	99,9	493	740	261	100	42	43	45	46	42	33	0,258	145	218	261				
1,60	102	31	3/11	1,85	0,30	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	34	0,258	170	255	306				
1,80	167	48	3/11	1,85	0,33	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	37	0,258	278	418	501				
2,00	131	37	3/11	1,85	0,37	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	35	0,258	218	328	393				
2,20	109	26	4/11	1,85	0,41	3,63	99,9	518	927	327	97	42	43	44	46	41	34	0,247	182	273	327				
2,40	135	46	3/11	1,85	0,44	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	35	0,258	225	338	405				
2,60	194	54	3/11	1,85	0,48	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	37	0,258	273	410	492				
2,80	145	32	3/11	1,85	0,52	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	36	0,258	242	353	435				
3,00	148	47	3/11	1,85	0,55	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	36	0,258	247	370	444				
3,20	94	49	3/11	1,85	0,59	--	--	--	--	--	83	40	41	43	45	39	34	0,199	157	235	282				
3,40	100	38	3/11	1,85	0,63	--	--	--	--	--	83	40	41	43	45	39	34	0,201	167	250	300				
3,60	124	44	3/11	1,85	0,67	--	--	--	--	--	89	41	42	44	45	40	35	0,221	207	310	372				
3,80	162	43	3/11	1,85	0,70	--	--	--	--	--	97	42	43	44	46	41	36	0,248	270	405	486				
4,00	191	47	3/11	1,85	0,74	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	37	0,258	318	478	573				
4,20	207	36	3/11	1,85	0,78	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	38	0,258	345	518	621				
4,40	214	56	3/11	1,85	0,81	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	38	0,258	357	535	642				
4,60	178	40	3/11	1,85	0,85	--	--	--	--	--	98	41	43	44	46	40	37	0,243	297	445	534				
4,80	197	45	3/11	1,85	0,89	--	--	--	--	--	95	41	43	44	46	40	37	0,245	312	468	561				
5,00	198	45	3/11	1,85	0,93	--	--	--	--	--	97	42	43	44	46	40	38	0,249	330	495	594				
5,20	221	33	3/11	1,85	0,99	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	38	0,258	368	533	663				
5,40	265	56	3/11	1,85	1,00	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	442	663	795				
5,60	211	36	3/11	1,85	1,04	--	--	--	--	--	97	42	43	44	46	40	38	0,247	352	528	633				
5,80	241	33	3/11	1,85	1,07	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	39	0,258	402	603	723				
6,00	389	--	3/11	1,85	1,11	--	--	--	--	--	100	42	43	46	46	42	40	0,258	648	973	1167				

PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- γ^t = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ^t - Rp - natura]
(Terzaghi & Peck 1967 - Bowles 1982)
- σ^{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ^t)
- Cu = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : Cu - Rp]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - Cu - σ^{vo}]
(Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terreni coesivi) [correl. : Eu - Cu - OCR - Ip Ip= ind.plast.]
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - Rp]
E'50 - E'25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza F = 2 - 4 rispettivamente)
(Schmertmann 1970 / 1978 - Jamickowski et al. 1983)
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : Mo - Rp - natura]
(Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- Dr = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : Dr - Rp - σ^{vo}] (Schmertmann 1976)
- Ø = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : Ø' - Dr - Rp - σ^{vo}]
(Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)
Ø1s - (Schmertmann) sabbia fine uniforme Ø2s - sabbia media unif./ fine ben gradata
Ø3s - sabbia grossa unif./ media ben gradata Ø4s - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.
Ødm - (Durgunoglu & Mitchell) sabbie N.C. Ømy - (Meyerhof) sabbie limose
- Amax = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
(g = acc.gravità) (Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (Amax/g) - Dr]

5.1 - Stratigrafia e parametri geotecnici

I valori di resistenza penetrometrica sono stati elaborati tramite specifici programmi di calcolo, in grado di determinare i parametri geotecnici in base alle relazioni semiempiriche riconosciute. Di seguito è riportata sinteticamente la stratigrafia tipo ricavata dall'analisi delle prove eseguite:

Stratigrafia tipo

- **Livello A:** è stato rilevato fino ad una profondità variabile da -1,20 a -2,40 m da p.c.; esso risulta costituito da prevalenti argille, argille e limi; in questo strato si osservano resistenze penetrometriche mediamente comprese tra 20 e 45 Kg/cm². Le caratteristiche litologiche prevalenti evidenziano in questi strati un comportamento prevalentemente coesivo (argille e argille-limose) che presenta, in linea di massima, caratteristiche geotecniche da mediocri a discrete.

- **Livello B:** si intercetta dalla quota in cui termina il livello A da -1.20/-2.40 dal p.c fino ad almeno 6.40 m. di profondità dove tutte le prove hanno conseguito il rifiuto; esso risulta costituito da prevalenti ghiaie e ghiaie sabbio-argillose,; in questo strato si osservano resistenze penetrometriche mediamente maggiori di 100 Kg/cm² con punte di oltre 120/150 kg/cm². Le caratteristiche litologiche prevalenti evidenziano in questi strati un comportamento prevalentemente incoerente (ghiaie) che comunque presenta, in linea di massima, buone caratteristiche geotecniche.

5.2 - Modello geotecnico

Alla luce delle caratteristiche del terreno presente nell'area oggetto di questo studio, considerati i risultati delle prove penetrometriche eseguite, sono stati individuati due orizzonti fino ad una profondità max di circa 6,40 m dal p.c.

In linea con le prescrizioni della recente normativa (NTC 2018), ai fini della stima dei parametri geotecnici sono state utilizzate elaborazioni statistiche.

In particolare, per i parametri di resistenza al taglio, è stato calcolato il valore corrispondente al 5° percentile della distribuzione della media.

Tale valore (5° percentile) è stato considerato il valore caratteristico, da utilizzare nei calcoli geotecnici.

Le elaborazioni effettuate hanno consentito di individuare i seguenti livelli a comportamento omogeneo:

LIVELLO A

Profondità: da -0.60 m. ad una profondità variabile da -1.20 a - 2.40 m. dal p.c.

Litologia: Deposito costituito da terreni prevalentemente argilloso o argillo-limoso con sabbie a comportamento coesivo

Parametri geotecnici:

- Peso specifico (γ) = 19,0 KN/m³
- Coesione in termini di sforzi totali ($Cu_{progetto}$) = 90,2 kPa

Valore caratteristico: $Cu_{caratteristico}$ = 115,4 kPa

LIVELLO B

Profondità: variabile a partire da -1.20/-2.40 m. dal p.c. a – 6.40 m. dal p.c. (profondità max raggiunta dalle prove che hanno conseguito il rifiuto)

Litologia: Deposito costituito da terreni prevalentemente ghiaioso sabbiosi a comportamento misto coesivo-incoerente

Parametri geotecnici:

- Peso specifico (γ) = 19,0 KN/m³
- Coesione in termini di sforzi totali ($Cu_{progetto}$) = 124,7 kPa

Valore caratteristico: $Cu_{caratteristico}$ = 161,2 kPa

- Angolo di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci ($\phi'_{progetto}$) = 32° (metodo di Cox)

Valore caratteristico: ϕ'_{caratt} = 37°

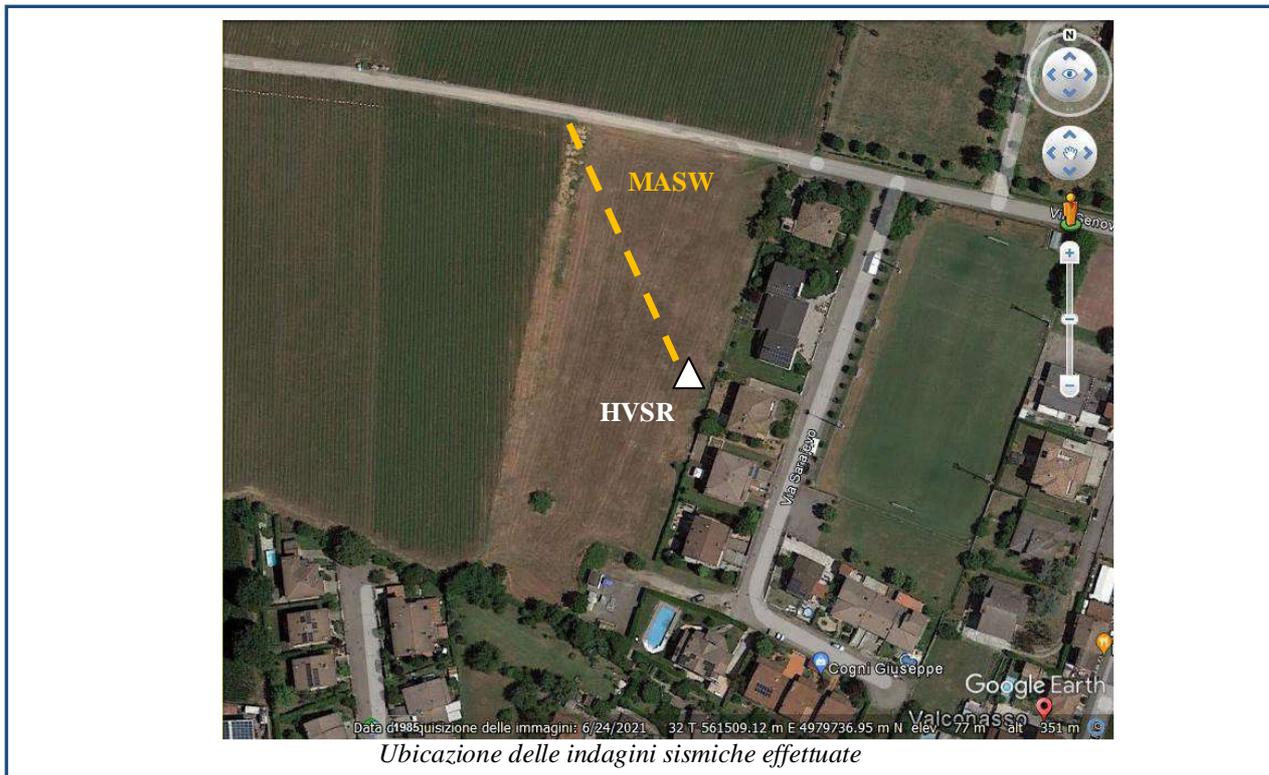
6.0 – CARATTERISTICHE GEOFISICHE DEL SOTTOSUOLO

Le informazioni generali sulla struttura stratigrafica del sottosuolo del territorio in oggetto sono state desunte dall'interpretazione di una linea sismica MASW realizzata all'interno dell'area in oggetto dell'intervento.

Scopo dell'indagine è quello di ricostruire, per l'area in oggetto, l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità (V_s -z).

Il profilo V_s -profondità consente di ricostruire il modello sismico monodimensionale con il quale stimare gli effetti sismici propri del sito (amplificazione), come previsto dalla normativa antisismica vigente (O.P.C.M. 3274 e s.m.i, DM 17.01.2018, Eurocodice 8) e dalle linee guida della Regione Emilia-Romagna. Nei capitoli successivi verranno descritte le modalità d'esecuzione delle misure sperimentali e l'interpretazione geofisica delle stesse. In figura si riporta l'ubicazione degli stendimenti MASW effettuati.

In figura si riporta l'ubicazione dell'indagine sismica con tecnica MASW e HVSR effettuata.



6.1 – Indagine Geofisica MASW

La tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) consiste nell'analisi della dispersione delle onde di superficie al fine di definire il profilo verticale della velocità di propagazione delle onde di taglio S (Park et al., 1999).

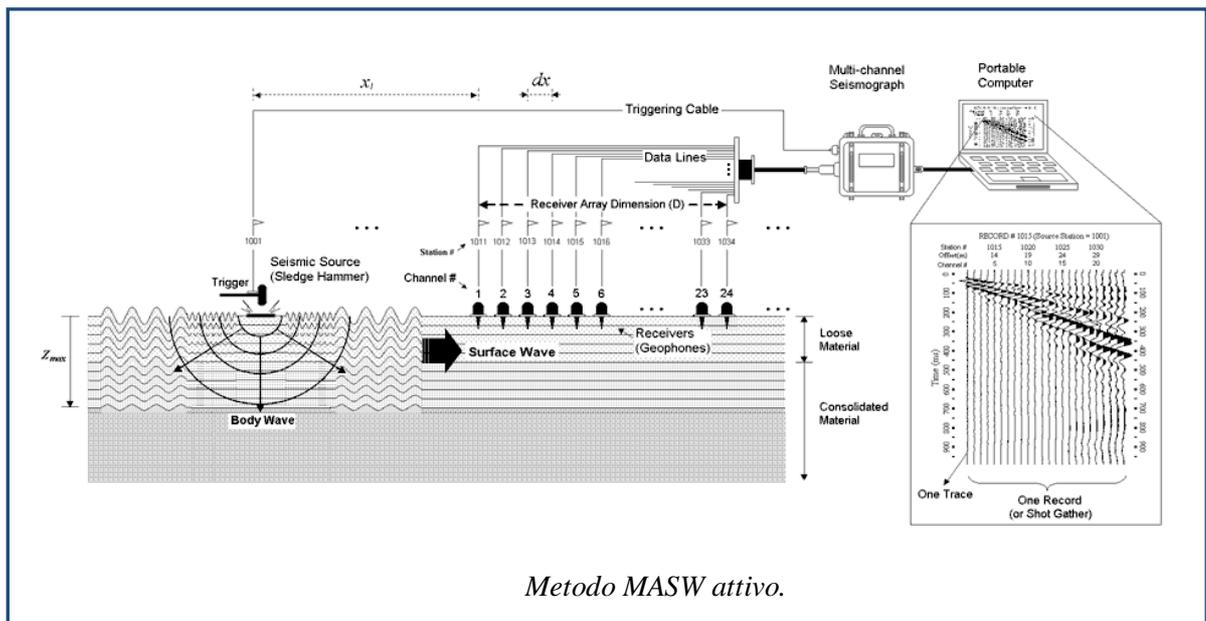
Nella tabella C6.2.I della CIRCOLARE 2 Febbraio 2009 n. 617 C.S.LL.PP., dove si elencano le indagini di tipo geofisico con strumentazione in superficie, si parla di prova SASW (Spectral Analysis of Surface Waves).

La procedura MASW non è altro che una prova SASW multicanale ed è pertanto più completa ed affidabile; di conseguenza risulta in accordo con le NTC08.

Il metodo di indagine MASW si distingue in metodo attivo e metodo passivo (Zywicki, 1999) o in una combinazione di entrambi.

Nel metodo attivo, eseguito nel seguente sito in studio, le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori.

Si ottiene una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5 Hz e 70 Hz, quindi dà informazioni sui primi 30-50 m di profondità.



Quando si energizza il sito in un punto della sua superficie libera si generano diversi tipi di onde: se la sorgente è perpendicolare alla superficie libera si originano onde appartenenti al piano verticale (onde P, onde Sv, onde di Rayleigh e onde rifratte), se la sorgente è parallela alla superficie libera si generano onde appartenenti al piano orizzontale (onde Sh e onde di Love).

La MASW classica/standard consiste nella registrazione della propagazione di una classe di onde di superficie e specificatamente delle onde di Rayleigh: queste ultime vengono generate da una sorgente ad impatto verticale.

Due sono gli aspetti che rendono il contributo delle onde di Rayleigh prevalente sul contributo delle onde P e Sv. Il primo aspetto è che le onde di Rayleigh trasportano circa i due terzi dell'energia generata dalla sorgente.

Il secondo aspetto è che allontanandosi dalla sorgente le onde di Rayleigh subiscono un'attenuazione geometrica inferiore rispetto alle onde P e Sv, in quanto si propagano secondo fronti d'onda cilindrici e non sferici (come le altre onde) viaggiando con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.

In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase (Achenbach, 1999, Aki e Richards, 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione.

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del sottosuolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano la porzione più profonda del sottosuolo.

In questa indagine accanto all'acquisizione MASW in Rayleigh viene proposta anche l'analisi della dispersione delle onde di Love, da analizzare congiuntamente alle Rayleigh, per meglio definire il substrato e superare talune ambiguità interpretative che possono presentarsi sugli spettri di velocità

riferiti solo alle onde di Rayleigh.

Le acquisizioni in onde di Love non possono sostituire completamente quelle in onde di Rayleigh ma la chiarezza dei loro spettri di velocità risulta di estrema utilità allorché gli spettri delle onde di Rayleigh risultino di ardua interpretazione in relazione alla presenza di forti segnali scatterati e all'intrecciarsi di diversi modi.

L'unica grossa differenza tra le onde di Rayleigh e quelle di Love sta nel fatto che queste ultime si formano solo in caso di gradiente di velocità "positivo".

Sono inoltre state eseguite misure di microtrempi atte ad analizzare il rapporto spettrale H/V (Horizontal to Vertical Spectral Ratio - HVSR) utile a definire eventuali risonanze di sito.

A causa della pesante non-univocità della soluzione una modellazione del solo HVSR senza quantitative informazioni sulle VS da parte di misure MASW non risulta sufficientemente affidabile.

6.2 – Acquisizione ed elaborazione dei dati

STRUMENTAZIONE

L'acquisizione dei dati è stata eseguita tramite l'utilizzo di un sismografo 12 canali (modello Echo 2002) collegato a geofoni orizzontali aventi frequenza propria di 4.5 Hz.

È stato realizzato uno stendimento sismico lineare di lunghezza pari a 55 metri con spaziatura di 5 metri tra i 12 geofoni e tempo di acquisizione pari a 1 secondo.

L'acquisizione delle onde di Love è del tutto analoga a quelle di Rayleigh, cambia solo il tipo di sorgente e l'orientazione dei geofoni orizzontali (asse perpendicolare allo stendimento per le Love e asse parallelo per le Rayleigh, vedi figura seguente).

L'energizzazione è stata effettuata in posizione esterna rispetto ai geofoni estremi con offset pari a 2 metri; per le onde di Rayleigh si è utilizzata una mazza battente di 8 kg ad impatto verticale su piastra metallica, per quelle di Love una mazza battente ad impatto di taglio su piastra in polipropilene.

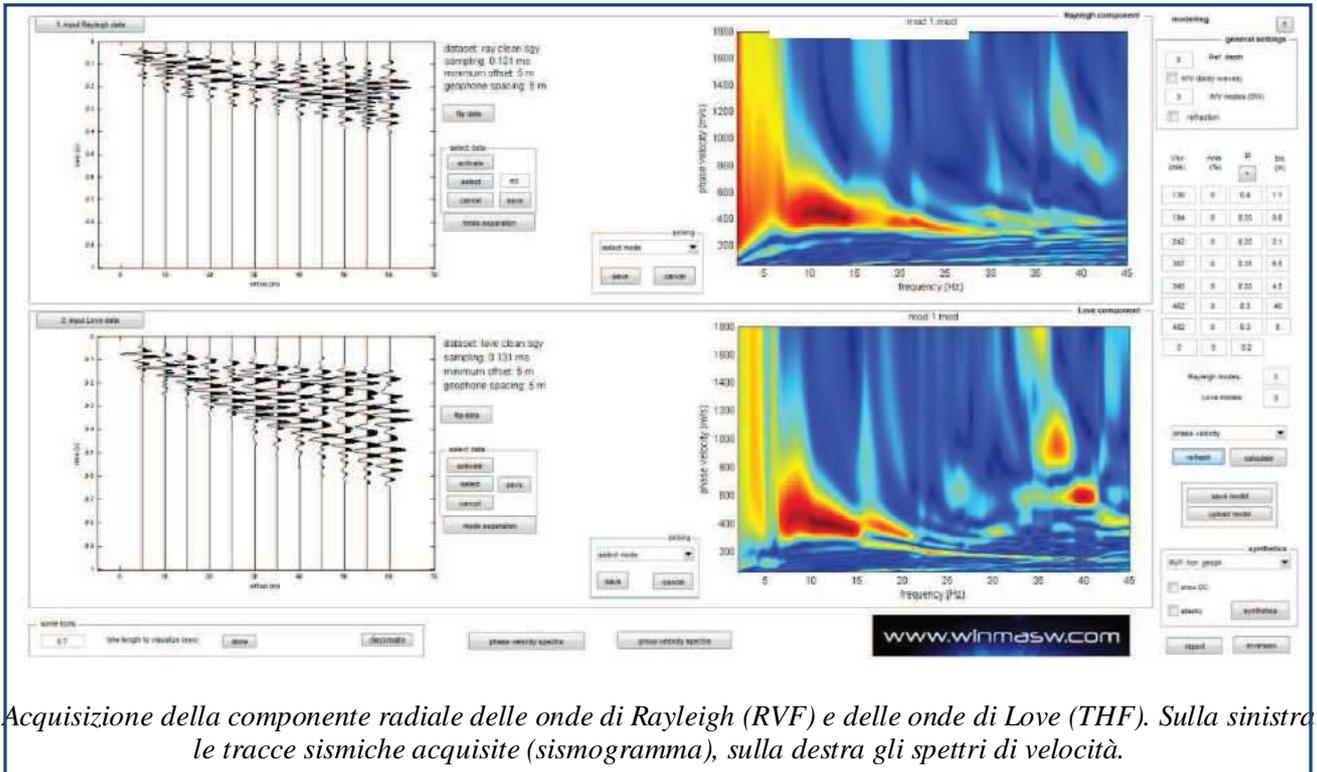
Le acquisizioni utili ad analizzare il rapporto spettrale H/V (HVSR) sono state eseguite utilizzando lo strumento SR04-GEOBOX, dotato di sensore a 2.0 Hz (Sara electronic instruments). L'analisi dei dati acquisiti è stata eseguita utilizzando il software WINMASW 6.0 versione Professional.

ANALISI RAYLEIGH + LOVE

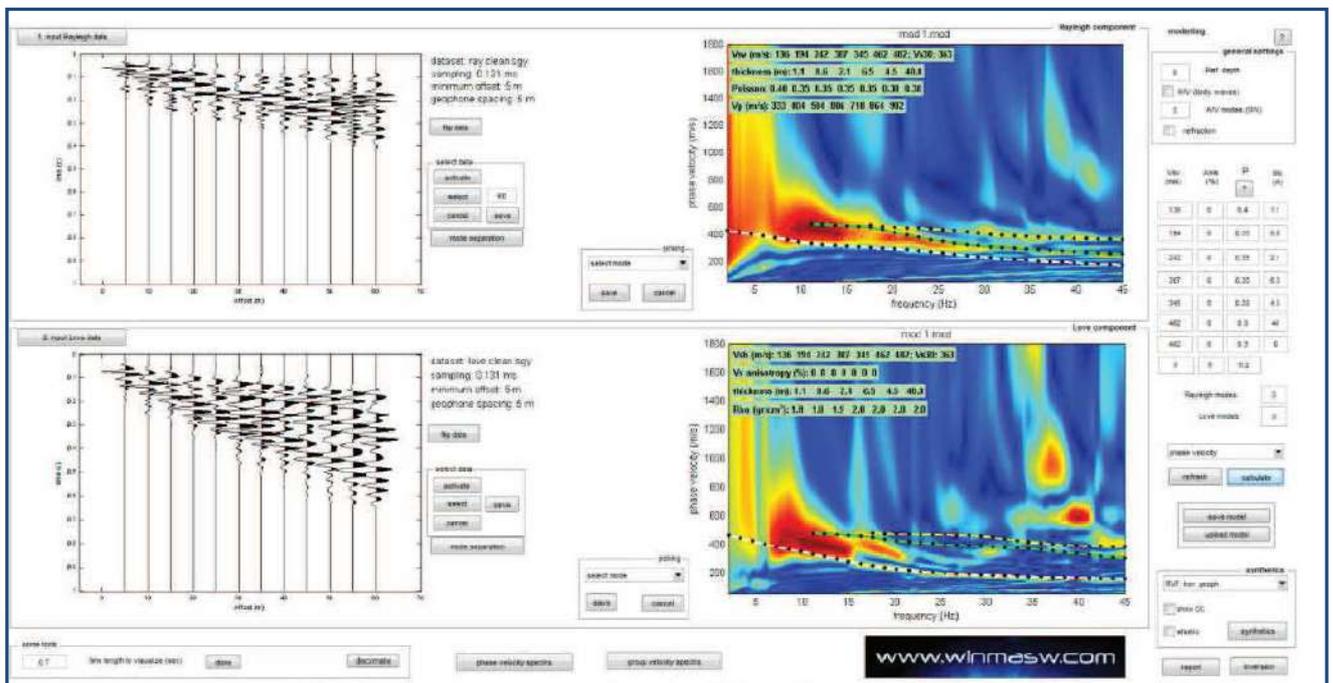
Dai sismogrammi acquisiti nel dominio spazio-tempo si determinano mediante la trasformata di Fourier gli spettri nel dominio frequenza-ampiezza e successivamente attraverso il metodo denominato phase shift gli spettri nel dominio frequenza-velocità.

Dott. Paolo Mancioffi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza – Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227
 e-mail: paolomancioffi@inwind.it - pec: paolomancioffi@registerpec.it

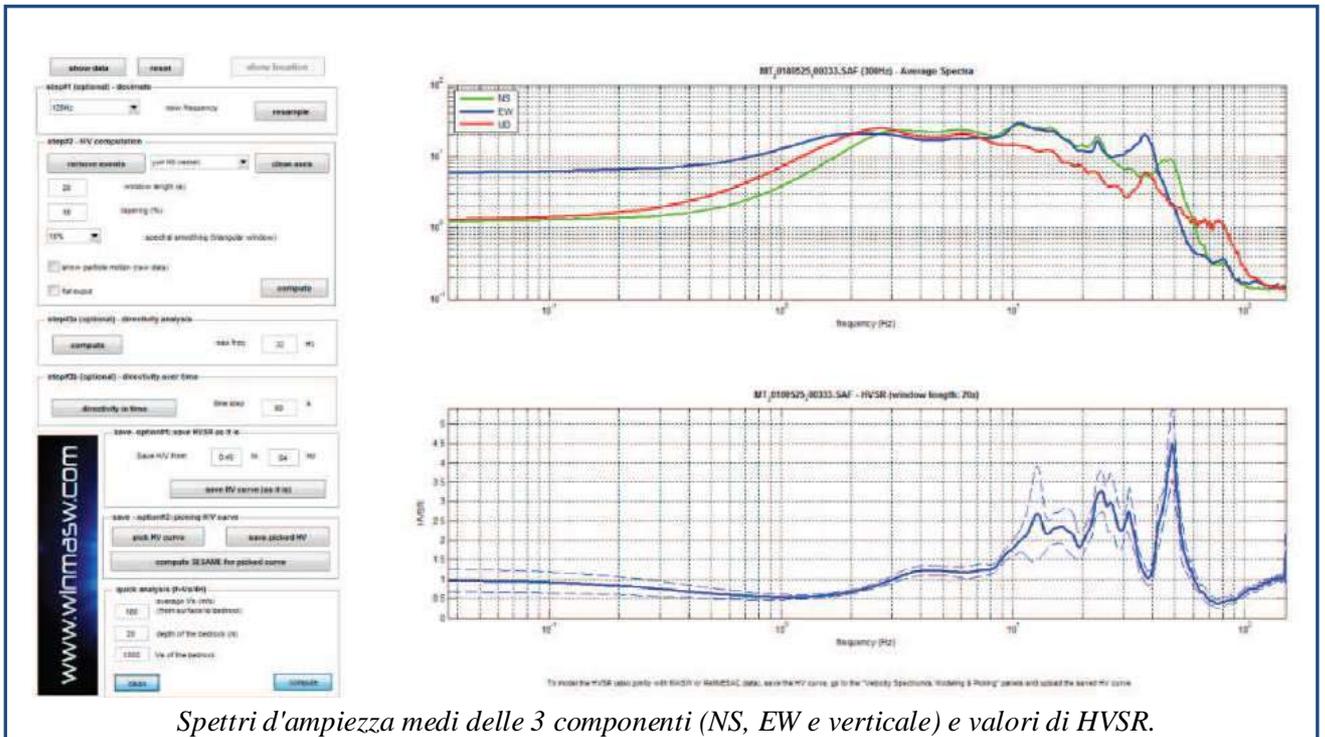


Successivamente alla pulizia del dato si è proceduto alla modellazione diretta delle curve di dispersione ottenendo le curve riportate di seguito. Da notare come allo spettro di velocità osservato siano state sovrapposte tramite la tecnica della modellazione diretta le curve di dispersione, dei primi 3 modi sia per le onde di Rayleigh che per le onde di Love.



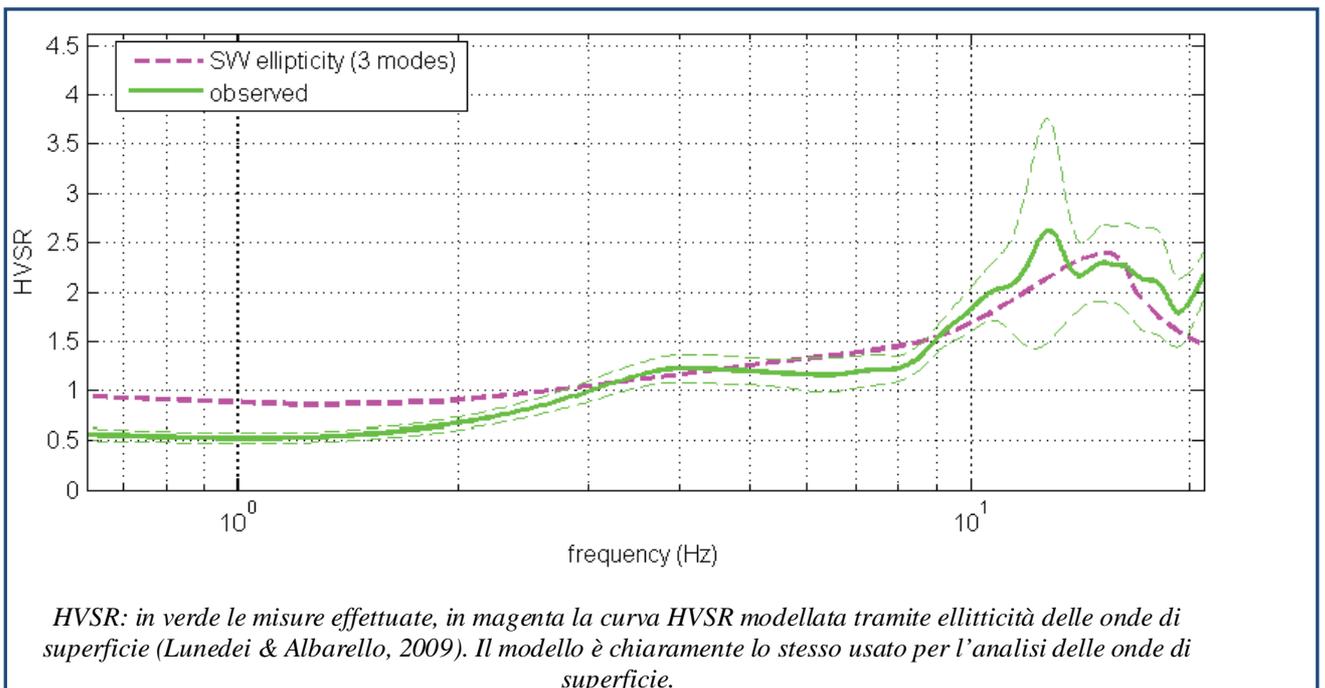
RAPPORTI SPETTRALI H/V

Allo scopo di definire il periodo di risonanza di sito e migliorare (tramite analisi congiunta MASW+HVSr) la definizione del profilo verticale VS nelle porzioni più profonde, si è effettuata una misurazione di microtremore utile a definire il rapporto H/V lungo lo stendimento. Nelle figure successive si riportano i dati acquisiti, lo spettro d'ampiezza medio delle 3 componenti (NS, EW e verticale) ed i valori HVSr per l'acquisizione eseguita.



Spettri d'ampiezza medi delle 3 componenti (NS, EW e verticale) e valori di HVSr.

La modellazione dell'HV realizzato a metà stendimento è stata eseguita applicando lo schema geologico dato dall'analisi delle onde di superficie (figura successiva).



HVSr: in verde le misure effettuate, in magenta la curva HVSr modellata tramite ellitticità delle onde di superficie (Lunedei & Albarello, 2009). Il modello è chiaramente lo stesso usato per l'analisi delle onde di superficie.

033037P44

Località: Valconasso

Strumento: sismografo SR04-GEOBOX Sensore 2.0 Hz

Software elaborazione: WINMASW Professional 6.0

Durata registrazione: 20 minuti

Frequenza campionamento: 300 Hz

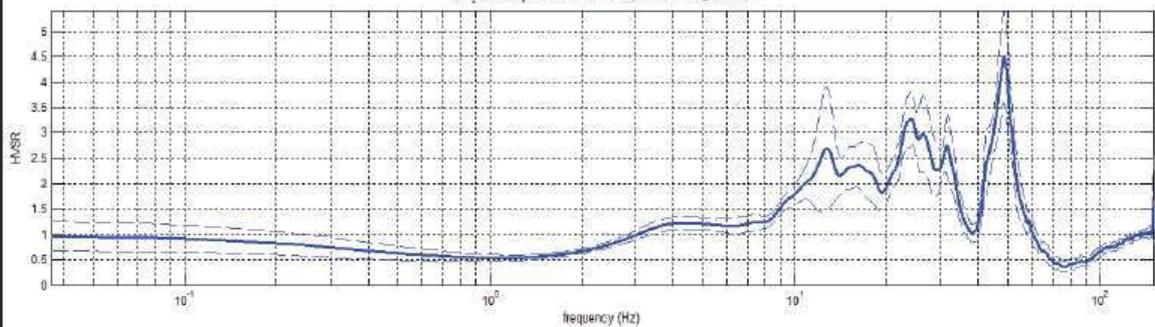
Lunghezza finestre: 20 secondi

Tipo di lisciamento: triangolare



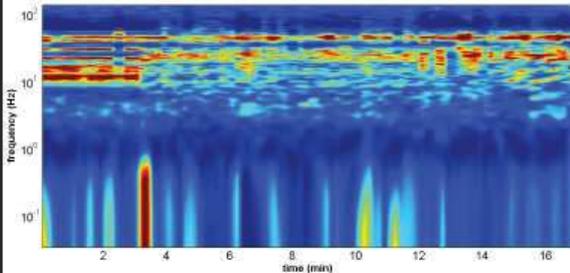
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

MT_0100525_00333.SAF - HVSR (window length: 20s)



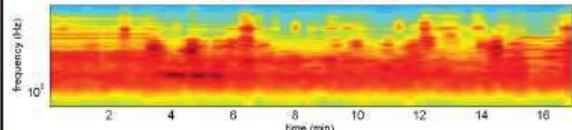
SERIE TEMPORALE H/V

HVSR vs Time

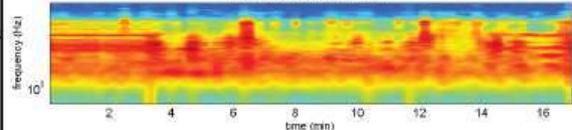


SERIE TEMPORALE SINGOLE COMPONENTI

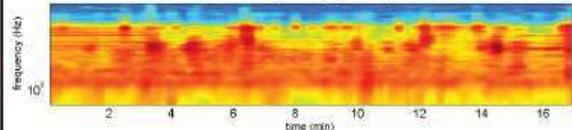
vertical component (logarithm)



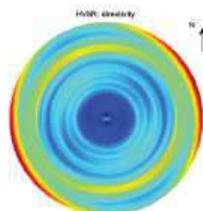
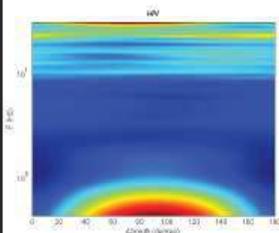
NS component (logarithm)

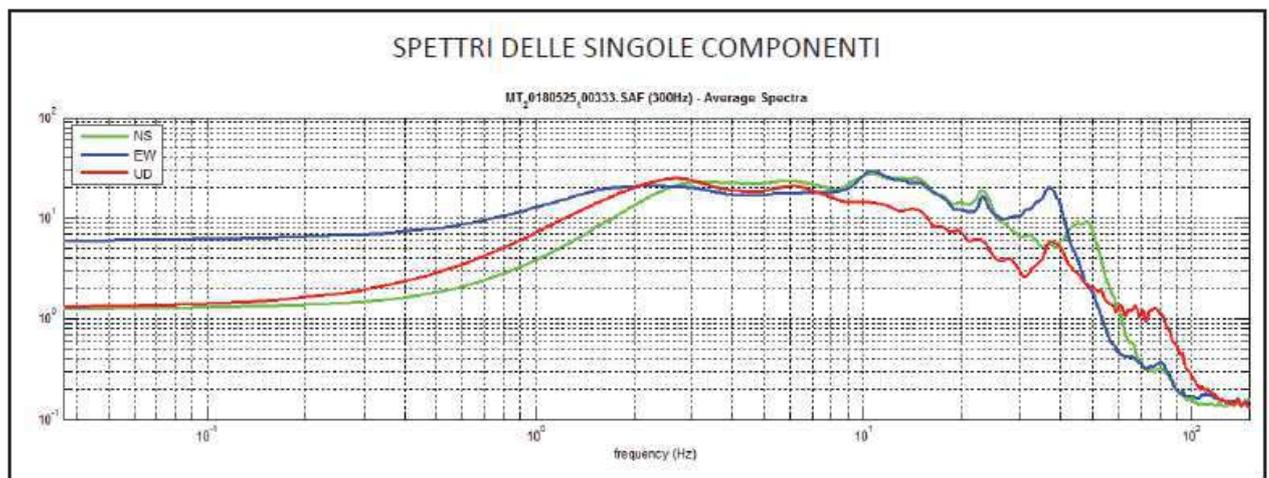


EW component (logarithm)



DIREZIONALITÀ H/V





Dataset: MT_20180525_100333.SAF	Criteria for a reliable H/V curve
Sampling frequency (Hz): 300	#1. [f0 > 10/Lw]: 13.0 > 0.5 (OK)
Window length (sec): 20	#2. [nc > 200]: 26453 > 200 (OK)
Length of analysed temporal sequence (min): 17.3	#3. [f0 < 0.5Hz: sigmaA(f) < 2 for 0.5f0 < f < 2f0] (OK)
Tapering (%): 10	Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)
	#1. [exists f- in the range [f0/4, f0] AHV(f-) < A0/2]: yes, at frequency 8.8Hz (OK)
	#2. [exists f+ in the range [f0, 4f0] AHV(f+) < A0/2]: (NO)
	#3. [A0 > 2]: 2.9 > 2 (OK)
	#4. [peak[Ah^v(f) ± sigmaA(f)] - f0 ± 5%]: (NO)
	#5. [sigmaof < epsilonof(f)]: 3.274 > 0.648 (NO)
	#6. [sigmaA(f0) < theta(f0)]: 1.442 < 1.58 (OK)
In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range	
Peak frequency (Hz): 13.0 (±3.3)	
Peak HVSr value: 2.9 (±1.4)	

RISULTATI

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

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

dove:

h_i : spessore in metri dell' i -esimo strato;

$V_{S,i}$: 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/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le indagini sismiche hanno permesso di ricavare una $V_{S,eq}$ al piano campagna pari a **284 m/s**.

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m ³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	2.5	18	0.4	160
2	2.5	4	19	0.3	442
3	6.5	10	18	0.4	180
4	16.5	15	19	0.3	375

Tabella 1. Modello per calcolo $V_{S,eq}$

6.3- Categoria del sottosuolo

Le informazioni generali sulla struttura stratigrafica del sottosuolo dell'area oggetto d'intervento sono state desunte dalle indagini geofisiche eseguite direttamente nell'area in oggetto.

In considerazione dei dati ottenuti dalle prove penetrometriche, dalla bibliografia esistente, e dalle indagini geofisiche, l'area in esame si è ipotizzato cautelativamente che appartenga, secondo quanto previsto dal DM 17/01/2018, alla **classe di sottosuolo B**.

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

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

7.0 – SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO: VALUTAZIONE DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA E MICROZONAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO INDAGATO (Rif. DGR 476 del 12.04.2021)

7.1 – Valutazione del fenomeno di liquefazione

Per calcolare i Fattori di Amplificazione (FA) richiesti nell'analisi semplificata devono essere realizzate indagini geotecniche e geofisiche che permettano la definizione dello spessore del deposito di copertura o profondità del substrato rigido (H) e della velocità equivalente delle onde di taglio per lo spessore considerato (V_{sH} e V_{s30}) del deposito di copertura secondo le formule di seguito riportate:

$$V_{sH} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N h_i/V_{s_i}}$$

Dove:

N è il numero di strati del profilo sismico corrispondenti alla copertura,

H è lo spessore totale (in m) dei terreni di copertura o profondità del tetto del substrato rigido,

h_i = spessore (in m) dello strato i -esimo (fino al substrato rigido),

V_{s_i} = velocità (in m/s) dello strato i -esimo (fino al substrato rigido);

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^M h_i/V_{s_i}}$$

Dove:

M è il numero di strati del profilo sismico fino alla profondità di 30 m,

h_i = spessore (in m) dello strato i -esimo (fino alla profondità di 30 m),

V_{s_i} = velocità (in m/s) dello strato i -esimo (fino alla profondità di 30 m).

I FA riportati nelle tabelle sono stati calcolati per un tempo di ritorno $TR=475$ anni, con smorzamento $\zeta=5\%$, e sono relativi ai seguenti parametri rappresentativi dello scuotimento sismico:

- accelerazione di picco orizzontale (**PGA**)₁;
- intensità spettrale

$$SA = \int_{T_1}^{T_2} A(T, \zeta) dT$$

dove A è lo spettro di risposta in accelerazione, T è il periodo proprio e ζ è lo smorzamento₂; sono stati considerati quattro intervalli di periodo proprio T ottenendo quattro valori di intensità spettrale:

	T₁	T₂
SA1	0,1 s	0,5 s
SA2	0,4 s	0,8 s
SA3	0,7 s	1,1 s
SA4*	0,5 s	1,5 s

- intensità spettrale

$$SI = \int_{T_1}^{T_2} V(T, \zeta) dT$$

dove V è lo spettro di risposta in velocità, T è il periodo proprio e ζ è lo smorzamento 3; sono stati considerati tre intervalli di periodo proprio T ottenendo tre valori di intensità spettrale:

	T₁	T₂
SI1	0,1 s	0,5 s
SI2	0,5 s	1,0 s
SI3*	0,5 s	1,5 s

- I fattori di amplificazione SA4 e SI3 sono richiesti per studi in aree di pianura e di costa.

N.B.: nei casi di diminuzione dei fattori di amplificazione per bassi valori di V_{SH} o V_{S30} , causata da un significativo comportamento non lineare dei suoli, i valori riportati nelle tabelle sono mantenuti ancorati ai valori di amplificazione massima.

¹ PGA/PGA_0 ; PGA_0 è l'accelerazione massima orizzontale a periodo $T=0$ al suolo di riferimento, PGA è l'accelerazione massima orizzontale a periodo $T=0$ alla superficie del sito.

² SA/SA_0 ; SA_0 è l'integrale dello spettro di risposta in accelerazione al suolo di riferimento, SA è l'integrale dello spettro di risposta in accelerazione alla superficie del sito.

³ SI/SI_0 ; SI_0 è l'integrale dello spettro di risposta in velocità (Intensità di Housner) al suolo di riferimento, SI l'integrale dello spettro di risposta in velocità (o corrispondente grandezza di Intensità di Housner) alla superficie del sito.

Le indagini sismiche eseguite direttamente in sito hanno ad assegnare alla V_{sh} un valore pari a 448 m/s. Considerati i dati della tabella di riferimento (v. Tab. 1), sono stati associati, quindi, i valori di F.A. corrispondenti alla **$V_{sh} = 284$ m/s**.

Nel caso in esame si è fatto riferimento all'Allegato A2.1.2 – PIANURA 2 ; in questo caso le tabelle utilizzate sono le seguenti:

V_{S30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400
PGA	1,7	1,7	1,7	1,6	1,5	1,5

Fattore di Amplificazione PGA

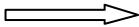
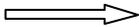
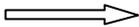
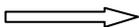
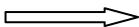
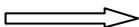
V_{S30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400
SA1	1,8	1,8	1,8	1,7	1,6	1,5
SA2	2,7	2,7	2,4	2,1	1,9	1,8
SA3	3,3	3,2	2,8	2,5	2,3	2,1
SA4	3,3	3,1	2,7	2,4	2,1	1,9

Fattori di Amplificazione SA1 (0,1s ≤ T ≤ 0,5s), SA2 (0,4s ≤ T ≤ 0,8s), SA3 (0,7s ≤ T ≤ 1,1s), SA4 (0,5s ≤ T ≤ 1,5s)

V_{S30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400
SI1	2,0	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6
SI2	3,1	3,0	2,7	2,4	2,1	2,0
SI3	3,6	3,3	2,9	2,5	2,2	2,0

Fattori di Amplificazione SI1 (0,1s ≤ T ≤ 0,5s), SI2 (0,5s ≤ T ≤ 1,0s), SI3 (0,5s ≤ T ≤ 1,5s)

I fattori di amplificazione calcolati per le $V_{sh} = 284$ m/s sono pertanto risultati i seguenti:

▪ F.A. P.G.A.		1.7
▪ F.A. SA1 - $0.1s < T_0 < 0.5s$		1.8
▪ F.A. SA2 - $0.4s < T_0 < 0.8s$		2.4
▪ F.A. SA3 - $0.7s < T_0 < 1.1s$		2.8
▪ F.A. SA4 - $0.5s < T_0 < 1.5s$		2.7
▪ F.A. SI1 - $0.1s < T_0 < 0.5s$		1.9
▪ F.A. SI2 - $0.5s < T_0 < 1.0s$		2.7
▪ F.A. SI3 - $0.5s < T_0 < 1.5s$		2.9

7.2 – Valutazione del fenomeno di liquefazione

La liquefazione dei terreni risulta essere un fenomeno legato all'azione sismica nel suolo ed interessa principalmente i depositi sabbiosi saturi d'acqua (Rif. Delibere Giunta regionali relative all'assetto sismico (ai sensi della DGR n. 476/2021 pubblicata sul BURERT, n. 111 del 20/4/2021 e DGR integrativa n. 564/2021 pubblicata sul BURERT n. 137 del 12/5/2021 - "Aggiornamento degli indirizzi regionali per gli studi di micro zonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica Artt. 22 e 49, L.R. N. 24/2017").

Tale fenomeno dipende dalle seguenti caratteristiche:

- proprietà geotecniche dei terreni
- caratteristiche delle vibrazioni sismiche e loro durata
- genesi e storia geologica dei terreni
- fattori ambientali

Per liquefazione di un terreno s'intende il quasi totale annullamento della sua resistenza al taglio con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi.

La probabilità che nei terreni sabbiosi saturi si verifichino fenomeni di liquefazione è bassa o nulla se si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

1. Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni *free-field* minore di **0.1g**;
3. terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie:
 - Frazione di fine, FC , superiore al 20%, con indice di plasticità $PI > 10$;
 - $FC \geq 35\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 20$; oppure $q_{c1N} > 95$ oppure $V_{S1} > 200$ m/s;
 - $FC \leq 5\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 25$; oppure $q_{c1N} > 160$ oppure $V_{S1} > 220$ m/s

dove $(N_1)_{60}$, q_{c1N} , V_{S1} sono i valori normalizzati della resistenza penetrometrica della prova SPT, definito dalla relazione: $(N_1)_{60} = N_{SPT} C_N$ in cui il coefficiente C_N è ricavabile

dall'espressione $C_N = (p_a / \sigma'_v)^{0.5}$ essendo p_a la pressione atmosferica e σ'_v la pressione efficace verticale.

4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 1 (a) nel caso di materiale con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ ed in Figura 1 (b) per coefficienti di uniformità $U_c > 3.5$.

5. Profondità media stagionale della falda superiore ai 15 m dai piano campagna.

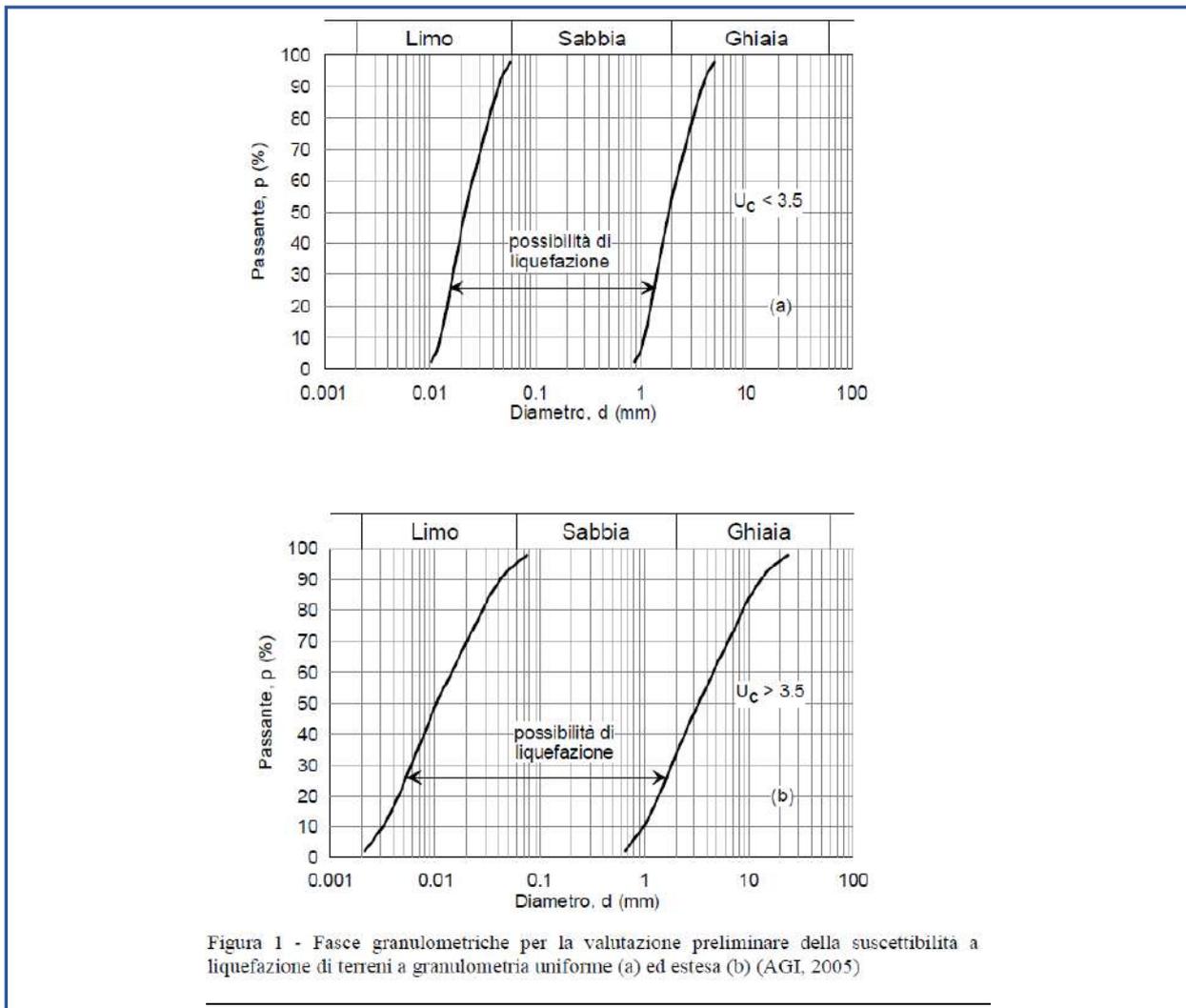


Figura 1 - Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità a liquefazione di terreni a granulometria uniforme (a) ed estesa (b) (AGI, 2005)

Per quanto riguarda l'area in esame si può escludere la probabilità che si verifichino fenomeni di liquefazione in quanto le litologie rinvenute portano ad minimizzare il rischio di possibilità liquefazione dei terreni.

8.0 – PARAMETRI DI CALCOLO NTC 2018

8.1 - Vita nominale dell'opera, periodo di ritorno dell'azione sismica e pericolosità sismica

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.4.I dell'allegato A delle NTC 2018 e deve essere precisata nei documenti di progetto.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Parametri per il calcolo della vita nominale da NTC 2018

Nel nostro caso si assume, per tipo di costruzione 2, un valore di V_N pari a 50 anni.

Le Azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A come definita al § 3.2.2), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR come definite nel § 3.2.1 delle NTC 2018, nel periodo di riferimento V_R , come definito nel § 2.4. In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché

correttamente commisurati alla pericolosità sismica locale dell'area della costruzione.

Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento PVR nel periodo di riferimento V_R , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g accelerazione orizzontale massima al sito;

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

T_c valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per i valori di a_g , F_0 e T_c

C T, necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 17 gennaio 2018, ed eventuali successivi aggiornamenti.

Nei confronti delle azioni sismiche, sia gli Stati limite di esercizio (SLE) che gli Stati limite ultimi (SLU) sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli Stati limite di esercizio (SLE) comprendono:

- *Stato Limite di Operatività (SLO)*: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti in relazione alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

- *Stato Limite di Danno (SLD)*: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli Stati limite ultimi (SLU) comprendono:

- *Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)*: a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

- *Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)*: a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella Tab. 3.2.I delle NTC 2018.

Tab. 3.2.I – Probabilità di superamento P_{VR} in funzione dello stato limite considerato

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

Qualora la protezione nei confronti degli stati limite di esercizio sia di prioritaria importanza, i valori di PVR forniti in tabella devono essere ridotti in funzione del grado di protezione che si vuole raggiungere. Per ciascuno stato limite e relativa probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento VR si ricava il periodo di ritorno TR del sisma utilizzando la relazione:

$$TR = -VR / \ln(1 - PVR) = -CU VN / \ln(1 - PVR) \quad [3.2.0]$$

8.2 - Classe d'uso

In presenza di Azioni Sismiche, le costruzioni sono suddivise in quattro classi d'uso, la cui definizione viene di seguito sinteticamente riportata:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, industrie con attività non pericolose per l'ambiente, ponti e reti viarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza, dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, ponti e reti viarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza, dighe il cui collasso provochi conseguenze rilevanti

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente, reti viarie di tipo A o B (come definite nel D.M. 5 novembre 2001 n.6792) importanti per il mantenimento delle vie di comunicazione, dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Parametri per il calcolo del coefficiente d'uso da NTC 2018

Nel nostro caso si considera una classe d'uso **II** e di conseguenza un coefficiente $C_U = 1,00$.

8.3 - Periodo di riferimento

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \times C_U$$

In relazione alla destinazione d'uso prevista, per determinare il tempo di ritorno sono stati quindi considerati i seguenti parametri delle opere in progetto quali:

- Tipo di costruzione 2: “Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari”
- Classe d'uso II: “Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti”

Da questi due parametri si ottiene il periodo di riferimento della costruzione che è dato da:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 1,00 = 50 \text{ anni.}$$

Le verifiche agli stati limite devono essere eseguite per tutte le più gravose condizioni di carico che possono agire sulla struttura, valutando gli effetti delle combinazioni definite nel § 2.5.3 delle NTC 2018

Gli stati limite ultimi sono:

Nelle verifiche agli stati limite ultimi si distinguono:

- lo stato limite di equilibrio come corpo rigido: EQU
- lo stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione: STR
- lo stato limite di resistenza del terreno: GEO

Fatte salve tutte le prescrizioni fornite nei capitoli successivi delle presenti norme, la Tab. 2.6.I riporta i valori dei coefficienti parziali

γ_F da assumersi per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche agli stati limite ultimi.

Per le verifiche nei confronti dello stato limite ultimo di equilibrio come corpo rigido (EQU) si utilizzano i coefficienti γ_F riportati nella colonna EQU della Tabella 2.6.I.

Per la progettazione di componenti strutturali che non coinvolgano azioni di tipo geotecnico, le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) si eseguono adottando i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1 della Tabella 2.6.I.

Per la progettazione di elementi strutturali che coinvolgano azioni di tipo geotecnico (plinti, platee, pali, muri di sostegno), le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) e geotecnici (GEO) si eseguono adottando due possibili approcci progettuali, fra loro alternativi.

Nell'Approccio 1, le verifiche si conducono con due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (γ_F), per la resistenza dei materiali (γ_M) e, eventualmente, per la resistenza globale del sistema (γ_R).

Nella Combinazione 1 dell'Approccio 1, per le azioni si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1 della Tabella 2.6.I. Nella Combinazione 2 dell'Approccio 1, si impiegano invece i coefficienti γ_F riportati nella colonna A2. In tutti i casi, sia nei confronti del dimensionamento strutturale, sia per quello geotecnico, si deve utilizzare la combinazione più gravosa fra le due precedenti.

Nell'Approccio 2 si impiega un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali definiti per le Azioni (γ_F), per la resistenza dei materiali (γ_M) e, eventualmente, per la resistenza globale (γ_R). In tale approccio, per le azioni si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1.

I coefficienti γ_M e γ_R sono definiti nei capitoli successivi.

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		γ_F			
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Nella Tab. 2.6.I il significato dei simboli è il seguente:

γ_{G1} coefficiente parziale dei carichi permanenti G_1 ;

γ_{G2} coefficiente parziale dei carichi permanenti non strutturali G_2 ;

γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili Q.

Nel caso in cui l'azione sia costituita dalla spinta del terreno, per la scelta dei coefficienti parziali di sicurezza valgono le indicazioni riportate nel Capitolo 6 delle NTC 2018. Il coefficiente parziale della precompressione si assume pari a $\gamma_P = 1,0$.

Nel caso in esame, considerando lo **Stato** Limite di salvaguardia della Vita (SLV) e quindi una probabilità di superamento nel periodo di riferimento della vita dell'edificio (100 anni) pari al 10%, occorre considerare un tempo di ritorno dell'evento sismico di 475 anni.

Ai fini della definizione dell'Azione Sismica di progetto occorre valutare gli effetti che le condizioni stratigrafiche locali hanno sulla Risposta Sismica Locale.

Il suolo di fondazione dell'area di studio ricade come già detto nella **categoria di tipo B**.

Per la determinazione dell'azione sismica locale occorre considerare anche il contributo derivante dalla morfologia superficiale. Per condizioni topografiche complesse occorre predisporre specifiche analisi di Risposta Sismica Locale; nel caso in cui la topografia non presenti particolare complessità, è possibile adottare la seguente classificazione:

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Trattandosi di zona pianeggiante, l'area in esame ricade nella categoria **T1**, a cui non è attribuibile alcun fenomeno di amplificazione sismica legato alle condizioni topografiche.

Dal punto di vista progettuale, lo spettro di risposta elastico in accelerazione riveste particolare importanza nella definizione delle Azioni Sismiche da adottare.

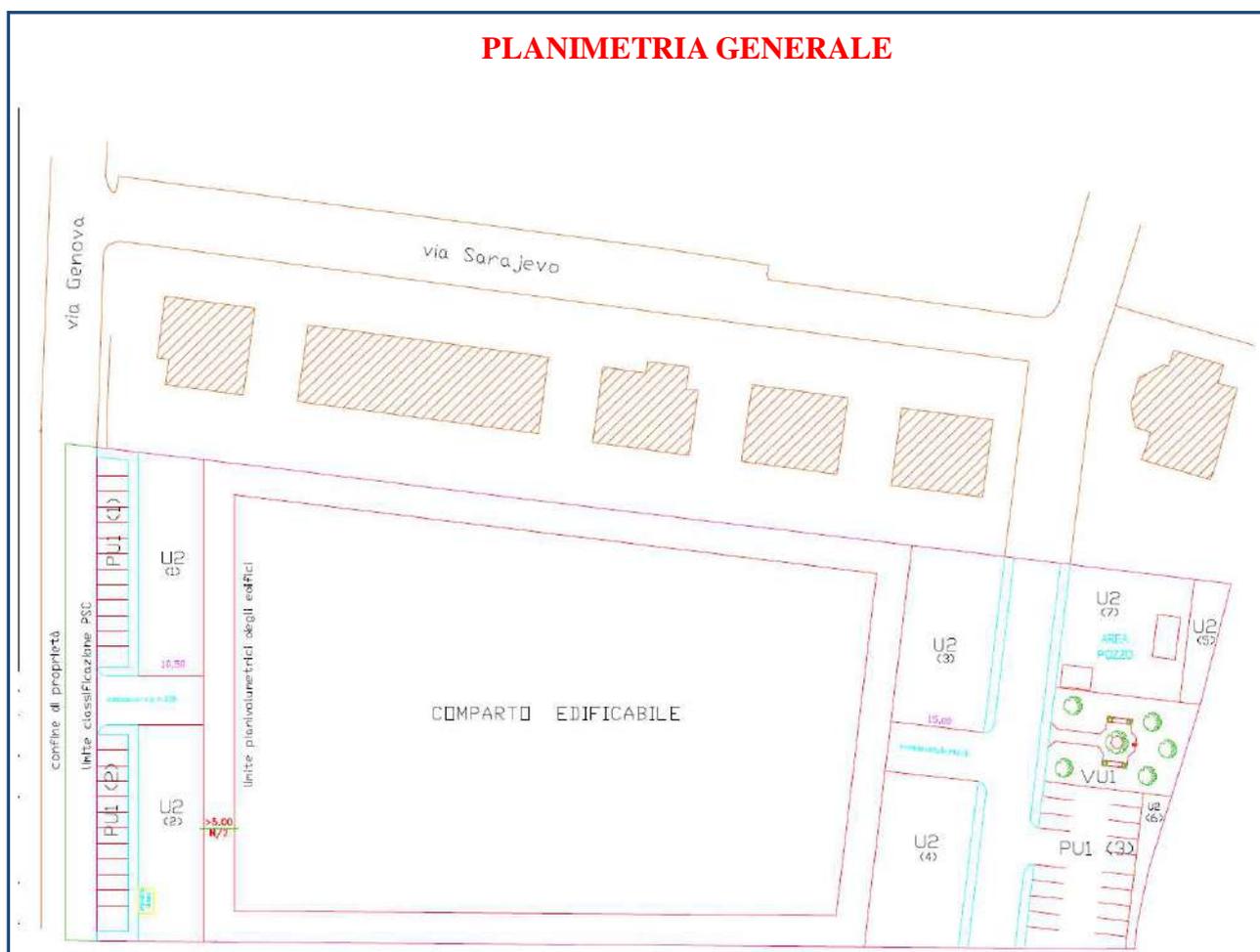
Esso viene riferito ad uno smorzamento convenzionale pari al 5% e la sua forma spettrale

dipende dai fattori precedentemente citati (pericolosità di base a_g , stratigrafia, topografia, probabilità di superamento nel periodo di riferimento riferiti agli stati limite di progetto).

9.0 – AREA OGGETTO DI P.U.A.

9.1 – Schema tipologico del Piano Urbanistico Attuativo (PUA) previsto

L'intervento in oggetto prevede la realizzazione di un nuovo Piano Urbanistico Attuativo (PUA) a destinazione residenziale con superficie territoriale pari a circa 12.088,59 mq. ed una superficie utile massima realizzabile pari a circa 4.231 mq. (cfr. "Planimetria Generale PUA" di seguito allegato).



9.2 - Fondazioni superficiali – Verifica Stato Limite Ultimo

Nel presente capitolo sono effettuate le verifiche geotecniche preliminari applicando le Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018. Secondo il DM 17.1.2018, nelle verifiche di sicurezza devono essere presi in considerazione tutti i meccanismi di stato limite ultimo, sia a breve sia a lungo termine.

Gli stati limite ultimi delle fondazioni superficiali si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della

resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa. Le verifiche devono essere effettuate almeno nei confronti dei seguenti stati limite:

▶ **SLU di tipo geotecnico (GEO)**

- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno
- collasso per scorrimento sul piano di posa
- stabilità globale

▶ **SLU di tipo strutturale (STR)**

- raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali, accertando che sia soddisfatta, per ogni stato limite considerato, la condizione:

$$Ed \leq Rd$$

dove:

- Ed è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione
- Rd è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico

Le verifiche devono essere effettuate tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nella tabella 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I del D.M. 17.01.2018, seguendo almeno uno dei due approcci:

- Approccio 1:
- Combinazione 1: (A1+M1+R1)
 - Combinazione 2: (A2+M2+R2)

- Approccio 2: (A1+M1+R3).

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coazione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_r	γ_r	1,0	1,0

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Nel caso in esame, in relazione al tipo di opera ed essendo il terreno pianeggiante non è possibile la rottura globale. Sono quindi effettuate di seguito le Verifiche agli stati limite ultimi per il collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno. Il Progettista, in relazione alla geometria definitiva delle fondazioni, dovrà inoltre effettuare le Verifiche agli stati limite ultimi per scorrimento sul piano di posa. Come emerge dai risultati delle indagini eseguite, il terreno in esame è costituito da prevalenti argille, argille sabbioso limose fino ad una profondità variabile da -1.20 a -2.40 m dal p.c.; al di sotto di esso sono presenti ghiaie-sabbiose sino alle profondità investigate.

Inoltre tali prove penetrometriche erano state eseguite alla quota del p.c. ed hanno raggiunto la profondità massima di 6.40 m.; esse hanno non hanno evidenziato la presenza della falda che dalla bibliografia si assesta ad una profondità variabile da -7.00 a -9.00 m. dal p.c.

Ai sensi delle indicazioni del DM 14.1.2018, Il calcolo della capacità portante del complesso terreno-fondazione, in relazione alla stratigrafia riscontrata, è stata calcolata sia in condizioni non drenate che in condizioni drenate, ipotizzando di intestare le fondazioni nel livello più superficiale.

9.3 - Calcolo del Carico Limite e della Resistenza del Sistema Geotecnico “Rd”

In questo capitolo sarà illustrato il calcolo del Carico Limite e del parametro Rd che è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico. Le Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018 prevedono per la verifica geotecnica il calcolo del valore di Ed che è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione e di Rd che come già accennato rappresenta la resistenza del sistema geotecnico.

In questo elaborato, in mancanza di indicazioni sulle azioni ed i carichi applicati alle fondazioni, verrà calcolato solo il parametro Rd in base alle evidenze emerse dalle indagini geotecniche svolte. Sarà compito del progettista verificare, in base alle azioni, ai carichi previsti ed al conseguente calcolo di Ed, che sia soddisfatta l'equazione:

$$Ed \leq Rd$$

DATI GENERALI

=====

Azione sismica: NTC 2018

Latitudine: 44,9684

Longitudine: 9,7797

Larghezza fondazione: 1.50 m

Lunghezza fondazione: 10.00 m

Profondità piano di posa: 3,50 m

Profondità falda dal p.c: 7.00/9.00 m. circa (dati da bibliografia)

=====

Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza – Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227

e-mail: paolomancioppi@inwind.it - pec: paolomancioppi@registerpec.it

SISMA

Accelerazione massima (ag/g) 0,147
Effetto sismico secondo NTC(C7.11.5.3.1)
Fattore di struttura [q]: 3
Periodo fondamentale vibrazione [T] : 0,25
Coefficiente intensità sismico terreno [Khk]: 0,0294
Coefficiente intensità sismico struttura [Khi]: 0,1243

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie
Classe d'uso: Classe II
Vita nominale: 50,0 [anni]
Vita di riferimento: 50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: C
Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,33	2,54	0,21
S.L.D.	50,0	0,41	2,55	0,24
S.L.V.	475,0	0,96	2,54	0,29
S.L.C.	975,0	1,23	2,52	0,30

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,495	0,2	0,0101	0,005
S.L.D.	0,615	0,2	0,0125	0,0063
S.L.V.	1,44	0,2	0,0294	0,0147
S.L.C.	1,845	0,24	0,0452	0,0226

APPROCCIO 2 – COMBINAZIONE 2 (A1+M1+R3)

	Condizioni drenate CD	Condizioni non drenate CU
Combinazione	SISMA	A2+M2+R2
Autore	TERZAGHI (1955)	TERZAGHI (1955)
Carico limite	409,52 kN/m ²	527,28 kN/m ²
Resistenza di progetto[Rd]	210,84 kN/m ²	262,03 kN/m ²
Costante di Winkler	16880,75 kN/m ³	21983,18 kN/m ³

10.0 – CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Al fine di effettuare una corretta valutazione delle caratteristiche geologico-geotecniche e del rischio sismico è stata effettuata una caratterizzazione dell'area oggetto della presente variante ai sensi delle Delibere Giunta regionali relative all'assetto sismico (ai sensi della DGR n. 476/2021 pubblicata sul BURERT, n. 111 del 20/4/2021 e DGR integrativa n. 564/2021 pubblicata sul BURERT n. 137 del 12/5/2021 - "Aggiornamento degli indirizzi regionali per gli studi di micro zonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica Artt. 22 e 49, L.R. N. 24/2017",

Lo studio ha permesso di valutare:

- La caratterizzazione geologico-geotecnica dell'area oggetto della proposta in oggetto
- La sismicità storica del Comune di Pontenure (PC) e l'ubicazione degli epicentri più significativi.
- L'individuazione di zone dove possono verificarsi effetti locali (pericolosità sismica locale), *secondo Livello di approfondimento*.

Risultati delle analisi di secondo livello: Le caratteristiche fisiche dell'area in studio hanno permesso di valutare gli effetti di amplificazione sismica locale.

Dalle valutazioni delle indagini geognostiche e sismiche si rileva che il territorio in esame è classificabile ai sensi del D.M. 17/01/2018 come sottosuolo di tipo C.

Le valutazioni di dettaglio, le prescrizioni geologiche, geotecniche ed idrogeologiche sono rimandate alla futura fase di attuazione una volta nota la tipologia degli interventi edilizi previsti dall'attuazione del PUA.

Sulla base delle indagini geognostiche e sismiche condotte direttamente in sito e delle valutazioni riportate nella presente relazione dallo scrivente, si può affermare che i contenuti della proposta in oggetto, risultano essere compatibili con l'assetto geologico attuale ed il rischio sismico locale così come previsto dalla normativa vigente.

Inoltre a seguito delle osservazioni compiute, in conformità alle norme vigenti, sulla base delle caratteristiche geotecniche e sismiche del terreno, si è potuto evidenziare come le caratteristiche dell'area siano compatibili con l'edificazione a condizione che vengano verificate le seguenti condizioni:

- ✓ da misure eseguite nelle zone limitrofe e nel corso delle indagini geognostiche eseguite dal sottoscritto è stato evidenziato che la falda non dovrebbe creare problemi durante l'eventuale fase di realizzazione delle nuove fondazioni delle opere in progetto; in ogni caso sarà necessario segnalare tempestivamente l'eventuale presenza di possibili falde sospese che dovessero essere intercettate nel corso degli scavi. In questo caso dovranno essere eseguiti tutte le modifiche progettuali del caso al fine di evitare contatti fra la struttura e le emergenze idriche rinvenute.
- ✓ Sarà peraltro necessario verificare direttamente durante gli scavi la reale potenza degli orizzonti litologici individuati, per valutare differenze litologiche entro l'area indagata. Si dovrà di norma utilizzare il valore di portanza massimo indicato in relazione, anche se, vista la litologia osservata, si dovranno essere preliminarmente stimati gli eventuali cedimenti

differenziali in relazione ai carichi trasmessi alle fondazioni e all'effettivo dimensionamento delle stesse (in fase di progetto esecutivo), per valutare se i valori riscontrati siano assorbiti senza problemi dalla struttura. Infatti la presenza di un substrato compressibile talvolta disomogeneo potrebbe ingenerare fenomeni di cedimento differenziale elevati, soprattutto se si superano i Carichi Ammissibili delineati dalle elaborazioni precedenti.

- ✓ Tenuto conto delle necessità progettuali e delle condizioni litologiche e freatiche esistenti si potranno adottare fondazioni di tipo superficiale a platea, sulla base delle reali sollecitazioni trasmesse e dell'opportunità di garantire un cedimento molto limitato. Il calcolo della capacità portante ammissibile in condizioni sismiche e la relativa verifica delle strutture di fondazione alle azioni dinamiche, è strettamente legato alla conoscenza in dettaglio dei carichi applicati e delle caratteristiche dimensionali delle fondazioni. Per tali motivi non si possono fornire i valori relativi di capacità portante dei terreni durante l'azione sismica, che andranno valutati dal progettista a seguito del dimensionamento della struttura e sulla base dei parametri geotecnici rilevati e delle caratteristiche sismiche locali.

Come ulteriori accorgimenti si prescrive infine di:

- ✓ verificare durante le fasi di scavo la reale successione lito-stratigrafica, perchè potrebbero emergere locali variazioni litologiche anche a differenti profondità dal piano di campagna, così da segnalare tempestivamente eventuali anomalie o disomogeneità del piano di posa fondale entro l'area indagata. E' possibile rinvenire "lenti" litologiche di terreni limosi o sabbiosi relativamente sciolti, associati soprattutto al passaggio tra differenti litologie; nel caso il piano di posa fondazionale corrispondesse a tali livelli, si consiglia di approfondirlo fino a raggiungere il sottostante orizzonte portante.
- ✓ per migliorare la ripartizione dei carichi nel sottosuolo e per compensare eventuali disomogeneità litologiche nei vari settori del piano di posa fondazionale, si consiglia inoltre, di armare in maniera adeguata le opere fondazionali per irrigidire la struttura stessa e compensare eventuali cedimenti differenziali.
- ✓ ripartire i carichi omogeneamente, così da minimizzare il verificarsi di cedimenti differenziali tra le differenti strutture;
- ✓ evitare in ogni modo qualsiasi dispersione o infiltrazione d'acqua nel sottosuolo, sia durante sia al termine dei lavori, specie in prossimità delle opere di fondazione adottando una scrupolosa raccolta di tutte le acque di scolo superficiali che dovranno essere smaltite entro recapiti autorizzati.
- ✓ predisporre la raccolta e l'allontanamento delle acque di scarico, utilizzando tubazioni e raccordi a perfetta tenuta, in modo che eventuali infiltrazioni non provochino assestamenti differenziali del terreno di fondazione;
- ✓ nel caso di fondazioni superficiali, evitare rimaneggiamenti o deterioramento del terreno di fondazione prima della messa in opera delle fondazioni, per evitare cedimenti o assestamenti non prevedibili;

Per quanto concerne l'assetto idraulico delle fasce previste dal PAI, dal PTCP, PGRA, PSC vigente, l'area oggetto del presente intervento è esterna ad ogni tipo di fascia.

Il sito oggetto dell'intervento in progetto, alla luce delle ultime normative vigenti, risulta compatibile nei riguardi del rischio sismico non avendo individuato elementi di potenziale instabilità, sia dal punto di vista morfologico-tettonico, che sismico.

Dott. Paolo Mancioppi Studio Geologico

Via D. Vitali, 32 - 29121 Piacenza – Tel/Fax 0523.452257 - Cell. 335.8147227

e-mail: paolomancioppi@inwind.it - pec: paolomancioppi@registerpec.it

Si lascia il compito al progettista per una razionale scelta e dimensionamento delle fondazioni da adottare per ciascun tipo di edificio: **sarà in ogni caso indispensabile, in base alla normativa vigente, verificare quanto sopra in funzione delle dimensioni e dei reali carichi applicati a ciascun fabbricato, eseguendo indagini geognostiche specifiche per ogni nuova costruzione.**

Piacenza, 03/12/2021

