



COMUNE DI PADOVA

Settore Lavori Pubblici



Soppressione passaggio a livello in via Gramsci

- LLPP OPI 2019/045 -

Progetto esecutivo

PROGETTAZIONE A CURA DI:



IL PROGETTISTA E DIRETTORE TECNICO:

ing. Enrico Musacchio - Ordine degli Ingegneri della Provincia di Venezia, posizione n° 2385

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

geom. Cristiano Zottino - Albo dei Geometri della Provincia di Venezia, posizione n° 2045

CAPO SETTORE LAVORI PUBBLICI COMUNE DI PADOVA: ing. Emanuele Nichele

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: ing. Massimo Benvenuti (Comune di Padova)

01-PARTE GENERALE

SCALA

Relazione geologica e geotecnica

-

E00133.PE.GE.RE.03.0

03

rev	data	descrizione	redatto	controllato	approvato
0	Luglio 2020	Prima Emissione	EM	EM	EM
1					
2					

LUGLIO 2020

OPERA PROTETTA AI SENSI DELLA LEGGE 22 APRILE 1941 N° 633 TUTTI I DIRITTI RISERVATI. QUALSIASI RIPRODUZIONE ED UTILIZZAZIONE NON AUTORIZZATE SARANNO PERSEGUITE A RIGORE DI LEGGE



Sommario

1	PREMESSA.....	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	4
3.1	TETTONICA	5
3.2	SISMOLOGIA	6
3.3	LITOLOGIA.....	6
3.4	GEOLOGIA	8
3.5	GEOMORFOLOGIA	11
3.6	IDROGEOLOGIA	13
4	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	16
4.1	Campagna di indagine Agosto 1998.....	16
4.2	Campagna di indagine Settembre 2015	16
4.3	Caratterizzazione litologica.....	16
4.3.1	Resistenza al taglio non drenata.....	17
4.3.2	Resistenza al taglio drenata.....	17
4.3.3	Densità relativa e angolo di resistenza al taglio	17
4.3.4	Parametro di compressione per terreni coesivi	18
4.3.5	Modulo edometrico Ed per argille	18
4.3.6	Modulo edometrico Ed per sabbie	18
4.4	Caratterizzazione geotecnica	19
5	APPENDICE – INDAGINI GEOGNOSTICHE 1998/2015.....	22



1 PREMESSA

La presente relazione è parte integrante della progettazione esecutiva della soppressione del passaggio a livello su via Gramsci in Comune di Padova. Il progetto prevede, oltre alle demolizioni ed alla realizzazione delle recinzioni ferroviarie atte a eliminare l'esistente passaggio a livello, la costruzione di una nuova rampa di accesso alla stessa via Gramsci dallo svincolo di via Friburgo-via Grassi. Quale opera complementare, è previsto l'adeguamento e sistemazione del percorso ciclopedonale esistente su via Friburgo.



2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione è redatta ai sensi del/della:

- D.M. 11.03.1988 Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- Eurocodice 7.1 (1997), Progettazione geotecnica – Parte I: Regole Generali – UNI
- Eurocodice 7.2 (2002), Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI
- Eurocodice 7.3 (2002): Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita con prove in sito (2002) UNI
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006, "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".
- Eurocodice 8 (1998): Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture, Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)
- Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" (N.T.C.)

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'area interessata dalle opere di progetto è tipica della zona Nord-Est della città di Padova.

Il territorio comunale della città è caratterizzato dai seguenti complessi geolitologici principali:

- il substrato terziario del Pliocene
- le alluvioni quaternarie.

Nell'ambito del substrato Terziario l'area veneta si può differenziare in due settori separati dalla linea dell'attuale asta fluviale del Brenta. Ad Est del corso d'acqua sono prevalenti i depositi stratificati di tipo sedimentario caratterizzati da facies di scaglia, flysch senza riscontrare tracce di attività vulcanica. Tra il Cretaceo ed il Paleocene il bacino veneto fu smembrato in strutture di tipo horst e graben sul tetto del sottostante basamento della scaglia rossa.

Il quaternario marino, trasgressivo sul Pliocene e non sempre presente al tetto del substrato terziario, si estende sotto le alluvioni della pianura veneta limitatamente alla fascia più meridionale.

La Pianura Padana e Veneta si formarono per il sollevamento orogenetico dell'area montuosa, bilanciato dai fenomeni erosivi, e per il trasporto dei detriti da parte dei fiumi che colmò gradualmente il grande bacino subsidente che separava gli Appennini dalle Alpi Meridionali.

Per quanto riguarda le alluvioni del Quaternario, il territorio è caratterizzato da vasti depositi costituiti da potenti sequenze di materiali derivanti soprattutto dall'erosione degli accumuli morenici durante le diverse glaciazioni quaternarie.

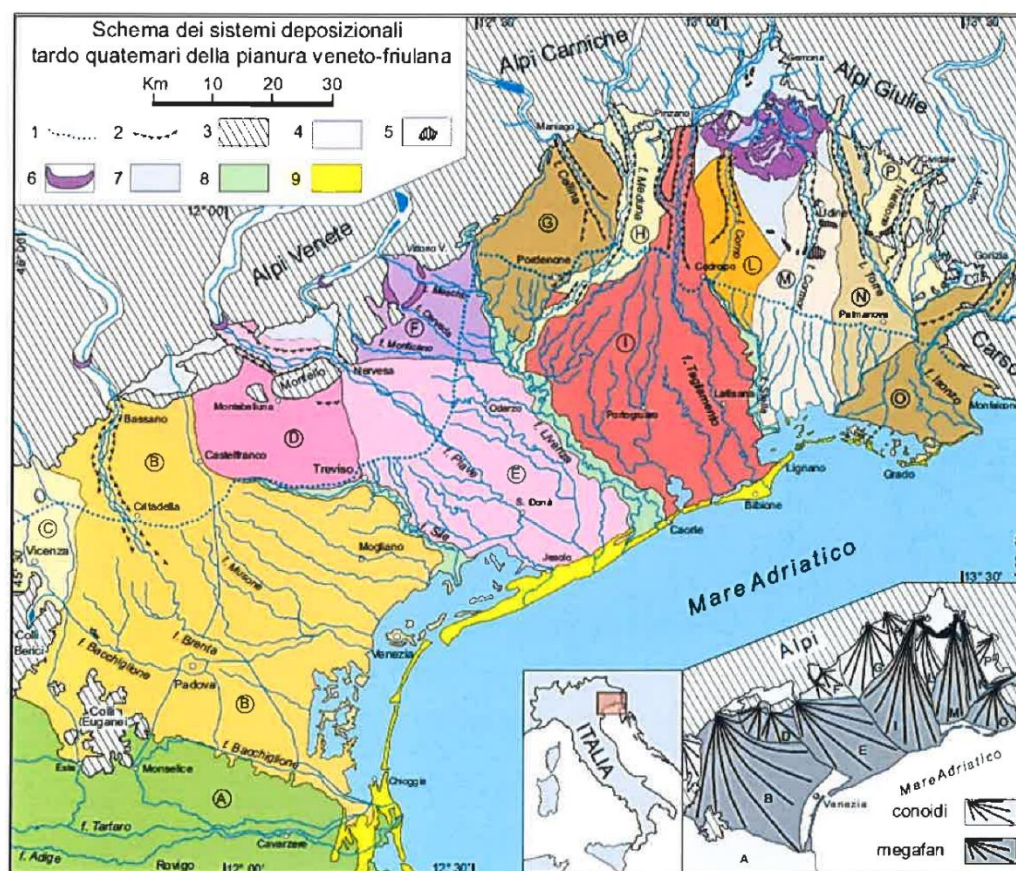


Figura 1 – Sistemi deposizionali tardo quaternari della pianura veneto-friulana

3.1 TETTONICA

L'evoluzione geologica del territorio di Padova e in generale del Veneto possono essere riassunte nelle seguenti macrofasi:

- Tettonica Paleozoica;
- Tettonica Mesozoica;
- Tettonica Alpina.

Nell'era paleozoica i movimenti tettonici furono singenetici alle fasi di deposizione e favorirono l'insorgere di cicli magmatici.

Il basamento cristallino del Veneto appare costituito in gran parte da rocce metamorfiche provenienti dai sedimenti formati tra il Cambriano superiore e il Siluriano, probabilmente come prodotti di erosione degli antichi rilievi montuosi situati a Nord.

Nel Mesozoico iniziarono quindi a verificarsi movimenti tensionali che diedero origine allo sviluppo del margine passivo africano di cui le Alpi Meridionali e il Veneto facevano parte. L'evoluzione tettonica regionale venne quindi condizionata in buona parte dalla formazione di faglie listriche sin sedimentarie in grandi alti e bassi strutturali allineati in senso NNE SSW.

Tra il Giurassico ed il Cretaceo terminò l'espansione della Tetide ed iniziò la sua evoluzione compressionale.

La tettonica Alpina invece si può riassumere in due principali fasi compressive di età terziaria, dalla cui sovrapposizione ha avuto origine l'attuale architettura delle Alpi Venete Meridionali.

La prima fase fu caratterizzata da sovrascorrimenti e pieghe vergenti a WSW che interessarono il Veneto nord orientale deformando intensamente la copertura sedimentaria permo-cenozoica e generando il fronte della Catena Dinarica.

La seconda fase, relativa al periodo del Neogene, si sviluppò con maggiore intensità nel Miocene Superiore e nel Pliocene; in questa fase si verificò il sollevamento delle montagne venete e sovrascorrimenti con vergenza a sud.

L'assenza di molassa ai piedi dei rilievi montuosi dei Monti Lessini, dei Colli Berici e dei Colli Euganei, testimonia la scarsa influenza delle deformazioni di questo periodo nel settore sud ovest della montagna veneta, delimitata ad est dalla faglia di Schio-Vicenza.

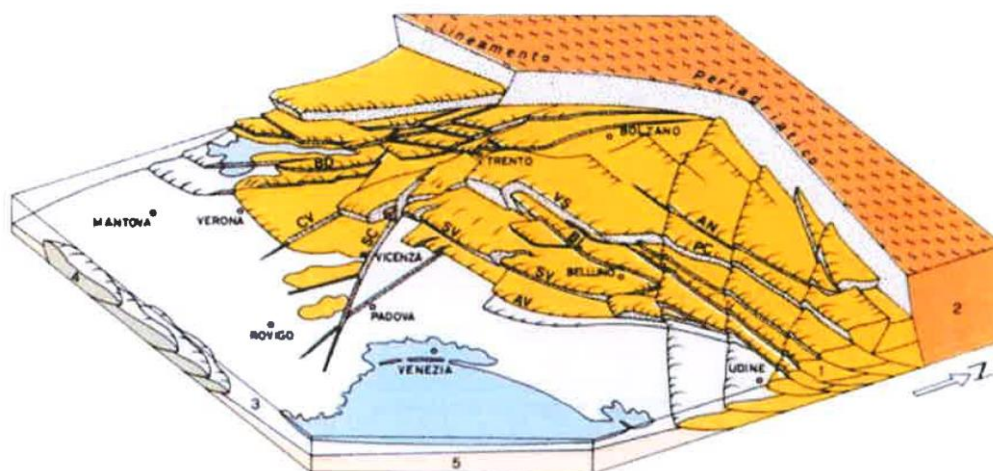


Figura 2 – Assetto strutturale delle principali deformazioni alpine

3.2 SISMOLOGIA

Tra gli eventi sismici che hanno prodotto effetti geomorfologici sul territorio padovano, si conta il terremoto del 206 d.C. in prossimità di Padova che ha avuto una lieve ripercussione sulla situazione idrogeologica locale.

Per quanto riguarda le zone sismogenetiche si evidenziano le aree 906 e 905 (si veda figura seguente): la zona 905 comprende l'area della sorgente del Montello (con terremoti potenzialmente $M > 6$) che, in base a dati attuali, appare come "silente" (nei cataloghi storici non compaiono terremoti con magnitudo prossima a quella massima attesa).

La zona 906, invece, interessa l'area che va da Bassano a Verona ed è caratterizzata da sismicità vivace seppur di bassa magnitudo registrata con continuità da partire dalla fine degli anni '80 a oggi.

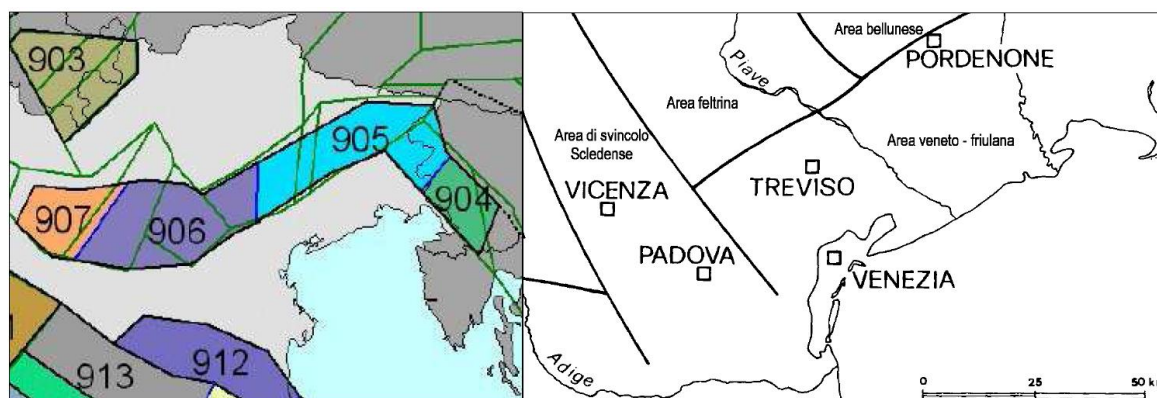


Figura 3 – Zonazione sismogenetica

3.3 LITOLOGIA

Padova sorge in una fascia della Pianura Padana interessata da depositi alluvionali quaternari e recenti; si tratta principalmente di depositi continentali di genesi fluviale e alluvionale che si sono collocati in un periodo di tempo che va dal Pleistocene superiore all'Olocene.

L'area in oggetto è stata caratterizzata da diverse modalità di sedimentazione dei singoli fiumi.

I processi di sedimentazione fluviale in ambito di pianura hanno portato alla deposizione di materiali a granulometria fine con una notevole variabilità laterale di facies legata alla presenza di macroforme sedimentarie, risultante dalla sedimentazione cumulativa e collocata in tempi anche lunghi.

Tale variabilità rende di fatto difficile individuare i depositi appartenenti ad ogni singolo sistema fluviale (sia che si tratti di depositi fini di piana di esondazione o di riempimenti di barra di meandro) e di conseguenza non si riesce a distinguere le unità di pertinenza relative ad ogni singolo corso d'acqua o le formazioni geologiche differenziate o le facies specifiche.

Nella loro complessa eterogeneità, tali depositi si possono definire come un ripetersi omogeneo dell'alternanza di limi, sabbie ed argille compenstrate o alternate in strati differenziati, a seconda delle particolari condizioni paleo-ambientali di deposizione.

La divagazione delle aste fluviali dei principali corsi d'acqua presenti nella zona hanno sovrapposto, nel tempo e nella sequenza stratigrafica, ambienti caratterizzati da differente energia di trasporto e deposizione.



Ad esempio si possono osservare aree di rapido deflusso, generatesi dopo il cut off di meandri di fiumi o all'esterno dell'ansa di un meandro, ove si depositano materiali grossolani sabbiosi, seguite da aree con caratteristiche completamente differenti.

All'interno delle anse dei meandri, infatti, si sono depositati i sedimenti più fini a granulometria limosa e limo argillosa mentre negli alvei abbandonati dei cut off si sono create condizioni di acque stagnanti ove ai sedimenti argillosi si sono affiancati livelli lenticolari di torba.

Da questa variabilità all'interno dello scenario fluviale terminale deriva una stratificazione molto eterogenea ed eteropica in senso orizzontale con conformazione degli strati di tipo lenticolare o comunque con strati sub orizzontali che presentano marcate variazioni orizzontali di spessore.

Nel complesso, poi, si nota nel territorio padovano, un aumento della frazione fine nei sedimenti superficiali, procedendo da nord verso sud, correlato al contesto geografico della pianura padana.

Considerando l'evoluzione geologica dei terreni in oggetto, si può affermare che il grado di consolidazione è quello generato esclusivamente dall'attuale carico litostatico.

Si può quindi dedurre che, per lo spessore interessato dalle opere di progetto, le alluvioni quaternarie sono in una fase di normal consolidazione o in fase di raggiungimento della stessa, specie in riferimento alla presenza di eventuali depositi superficiali argillosi e limo argillosi a bassa permeabilità.



3.4 GEOLOGIA

La città di Padova si sviluppa nel settore orientale della Pianura Padana, immediatamente a Nord-Est dei colli Euganei ed è interessata dalla presenza di due corsi d'acqua: il Bacchiglione che ne attraversa il centro, con direzione prevalente Est-Ovest, ed il Brenta che tocca il limite Nord orientale.

Il territorio padovano ricade nella parte di pianura Padana definita "bassa pianura", ovvero nella fascia a valle della linea delle risorgive caratterizzata dall'aumento dei sedimenti più fini e dall'innalzamento della falda alla superficie topografica.

Tale fascia ha avuto origine in seguito a eventi alluvionali, conseguenti all'arretramento dei ghiacciai e risalenti al periodo tardo glaciale (Pleistocene).

I principali fiumi che ne hanno contribuito alla sua formazione sono l'Adige, il Piave, il Tagliamento e in particolare il sistema Bacchiglione-Brenta per quanto concerne il territorio padovano.

La parte temporalmente più recente della bassa pianura è invece di età olocenica e comprende sedimenti fluviali dei corsi d'acqua suddetti.

L'assetto stratigrafico dell'area presente una notevole varietà di facies ed interdigitazioni dei materiali di deposito a causa dei diversi meccanismi di sedimentazione avvenuti.

La natura dei sedimenti è di due tipi: fluvio-glaciale e marina.

I sedimenti marini intercalati a quelli continentali sono correlabili alle regressioni e trasgressioni occorse in seguito ad oscillazioni glacioeustatiche e alle variazioni del rapporto tra apporto detritico e subsidenza, mentre quelli continentali sono dovuti all'azione deposizionale dei corsi d'acqua principali che solcano la Pianura Padano-veneta.

Dal punto di vista litologico la fascia di *bassa pianura* è costituita da un materasso di depositi periglaciali e fluvioglaciali caratterizzati da granulometria medio-fine (raramente ghiaie, in prevalenza sabbie e limi) interdigitati con sedimenti molto più fini (limi argillosi ed argille).

I depositi più superficiali derivano dalla deposizione dei fiumi (Brenta in primis per il territorio padovano) che in periodo post-glaciale (quaternario) assunsero un'importante capacità di trasporto e quindi deposizionale; in particolare allo sbocco delle valli alpine venivano depositati ingenti spessori di materiale ghiaioso, sabbioso talora intercalato da livelli più fini, mentre man mano che i corsi d'acqua si addentravano nella pianura perdevano parte della loro capacità di trasporto, depositando sedimenti via via più fini, da sabbie a limi ed argille.

In epoca storica più recente l'azione deposizionale dei fiumi verso la laguna di Venezia ha portato all'interramento della laguna stessa, rendendo necessari interventi idraulici quali ad esempio la creazione del Canale Taglio del Re ed il Canale Taglio del Sile alla fine del 600, e il canale Limenella.

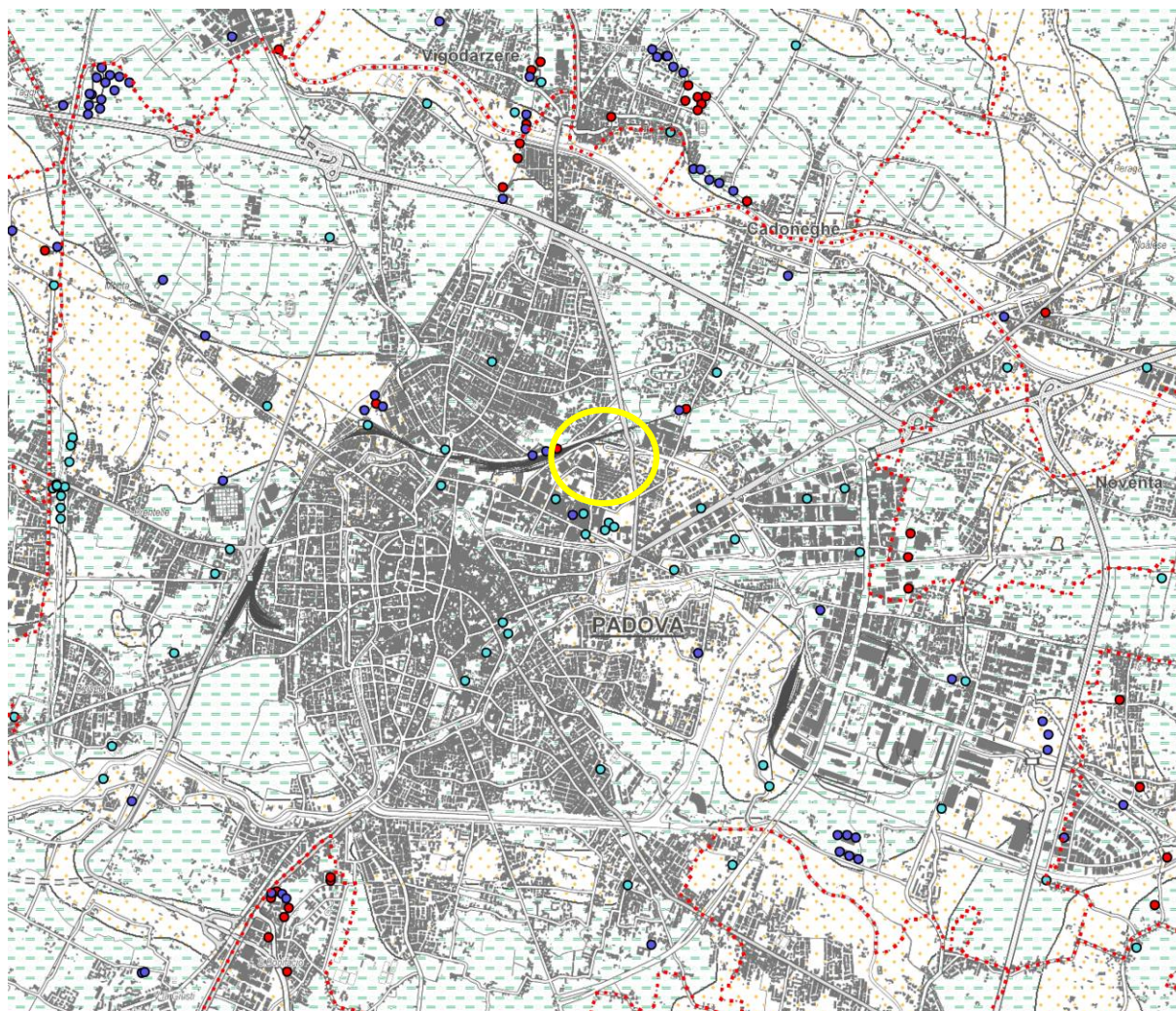
Per quanto riguarda l'assetto geolitologico, l'area di studio è costituita per lo più da terreni alluvionali, quindi limi ed argille, a medio-bassa permeabilità localmente intervallati da depositi più permeabili, caratterizzati da sabbie e limi sabbiosi, con coperture limoso-argillose formatesi per decantazione successiva a fenomeni di esondazione e piena, localizzabili nella maggior parte dei casi in corrispondenza di vecchi paleoalvei, testimonianza delle divagazioni del fiume Brenta.

Si riporta a seguito un estratto della Carta litologica del PTCP della provincia di Padova.

In essa le principali litologie riscontrabili per l'area in esame le seguenti classi litologiche:

- L-ALL-05- Materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente limo-argillosa;
- L-ALL-06- Materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente sabbiosa.

Si riporta anche la carta Geolitologica del PAT del Comune di Padova dove si conferma, per l'area in esame, la prevalenza di "Materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente limo-argillosa".



Aree di pianura



L-ALL-01 - Materiali granulari di deposito fluviali/fluvioglaciali a tessitura ghiaiosa e sabbiosa



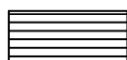
L-ALL-05 - Materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente limo-argillosa



L-ALL-06 - Materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente sabbiosa

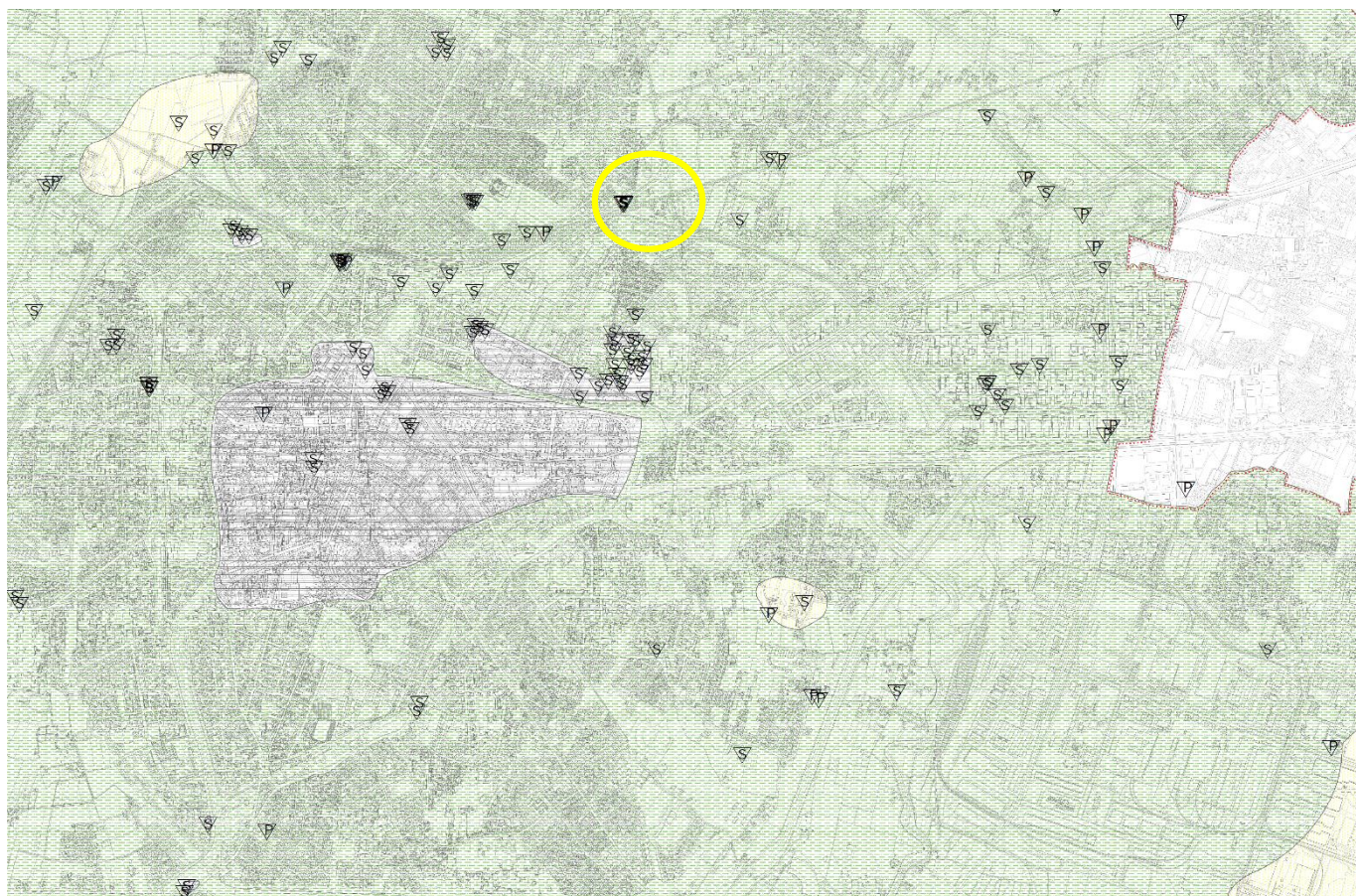


L-ALL-09 - Materiale di deposito palustre a tessitura fine e torbiera



L-ART-01 - Materiale di riporto

Figura 4- Estratto Carta geolitologica PTCF Provincia di Padova– cerchiata in giallo l'area in esame



materiali alluvionali, fluvio-glaciali, morenici, o lacustri
a tessitura prevalentemente limo-argillosa



materiali alluvionali, fluvio-glaciali, morenici, o lacustri
a tessitura prevalentemente sabbiosa



Materiali di riporto

Figura 5- Estratto Carta geolitologica PAT Comune di Padova- cerchiata in giallo l'area in esame



3.5 GEOMORFOLOGIA

Il territorio patavino appartiene alla fascia di media pianura, caratterizzata da un'altitudine minima di 8 m s.l.m. e massima di 21 m s.l.m. per un'estensione globale di circa 92.85 Km².

La geomorfologia dell'area di studio è senza dubbio influenzata dalla sua storia idrografica.

Il territorio della città di Padova infatti è stato interessato in passato dall'attraversamento diretto del fiume Brenta; in età romana due rami attribuibili al Brenta delineavano percorsi indipendenti ma paralleli in direzione Ovest-Est, l'uno a Nord di Padova (zona Montà-Arcella), l'altro per il centro urbano (fonte: E. De Lucchi -1985).

L'area si inserisce come già detto in precedenza in un contesto di bassa pianura alluvionale interessata da corsi d'acqua con andamento meandriforme, dovuto alle basse pendenze dell'alveo.

In alcune zone, inoltre, il Brenta scorrendo pensile ha modellato depositi di materiale a dossi e depressioni (pianura modale e depressioni); si parlerà quindi di paleoalvei, antichi meandri, dossi fluviali.

La presenza di dossi fluviali e paleoalvei è riscontrabile dalle peculiari strutture geomorfologiche costituite da fasce allungate sopraelevate rispetto il terreno circostante.

I paleoalvei, sono per lo più contraddistinti dalla presenza di lenti e depositi a granulometria media, generalmente sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi, quindi da depositi che essendo caratterizzati da un basso grado di costipamento risultano sopraelevati rispetto i terreni circostanti che sono per lo più costituiti da terreni argillosi, limo-argillosi, (depositati durante fasi di piena ed esondazione), caratterizzati da un elevato grado di costipamento.

Queste tracce paleoidrografiche, rilevati mediante sondaggi geognostici negli anni passati, risultano essere non più attivi a partire da 7-5000 anni fa (fonte: Castiglioni, 1982).

Secondo diversi studi il corso del Brenta, circa 3000 anni, lambiva Piazzola e Curtarolo e depositandovi ingenti spessori di sedimenti, proseguiva poi in direzione sud, verso Saonara, dove, tra la fine del I millennio e l'Alto Medioevo costruì un ampio dosso sabbioso. L'attuale decorso del Brenta al limite settentrionale del territorio comunale della città di Padova (Curtarolo, Vigodarzere e Cadoneghe) risalirebbe invece all'età preromana. Questo sembra essere discordante con quanto testimoniato dalla tradizione archeologica, che vede nell'ampio paleo-meandro che cinge la città di Padova una traccia inconfondibile del Medoacus, nome romano del Brenta.

In base ad un ulteriore studio (fonte: Baggio et alii, 1992) tale meandro avrebbe parametri morfometrici diversi rispetto a quelli del Brenta e quindi potrebbe appartenere a quello del Bacchiglione, corso d'acqua di risorgiva che collega Vicenza a Padova passando per il margine settentrionale dei Colli Euganei.

Un'ulteriore ipotesi sostiene che il Bacchiglione sia stato condizionato nel suo decorso verso il mare da vecchi alvei relitti del Brenta di cui farebbe parte anche il meandro suddetto che sorge in corrispondenza delle mura cinquecentesche patavine.

A tutt'oggi il Bacchiglione viene fatto defluire dalla città artificialmente, anche se in parte le sue acque continuano ad alimentare, mediante un sistema di chiuse, la rete di canali interni a Padova, nonché l'antico meandro, tombinato nel secondo dopoguerra.

Per quanto riguarda gli interventi idraulici dell'uomo, si ricorda inoltre il canale Limenella, costruito in epoca della repubblica veneziana per controllare il Brenta ed impedire l'interramento della

laguna, e attuale confine occidentale del territorio comunale con andamento Nord-Sud, e in tempi più recenti l'idrovia in zona industriale.

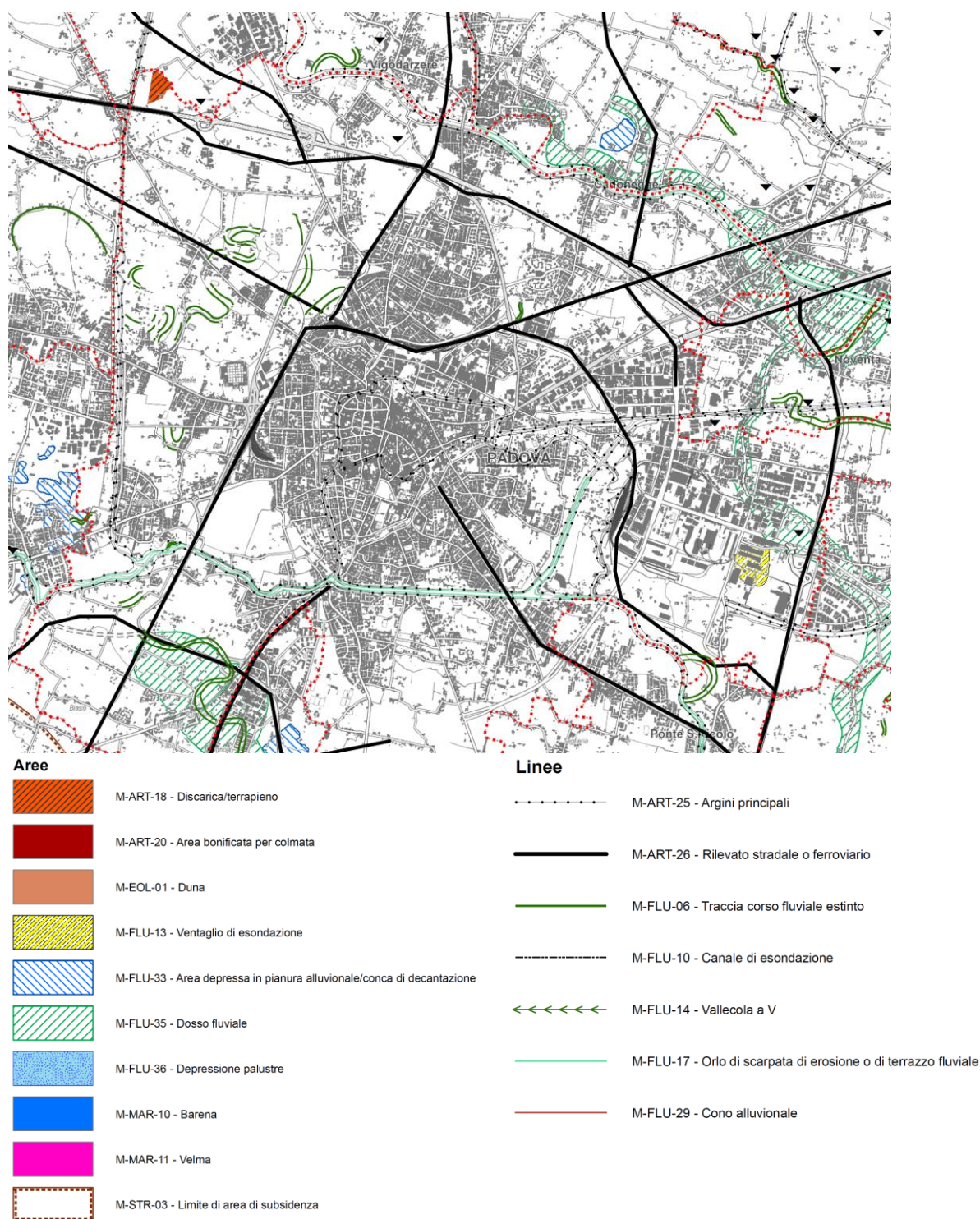


Figura 6 - Estratto Carta geomorfologica PTCP Provincia di Padova – Giugno 2011 – cerchiata in giallo l'area in esame

3.6 IDROGEOLOGIA

Il materasso alluvionale che costituisce la pianura veneta subisce lievi modifiche procedendo dall'alta pianura, a ridosso dei rilievi collinari, alla bassa pianura.

Nell'alta pianura infatti la coltre di sedimenti che costituisce il materasso alluvionale è costituito in prevalenza da ghiaie, con un progressivo impoverimento di materiali grossolani a favore di materiali fini verso la bassa pianura.

In corrispondenza del passaggio tra alta e bassa pianura, si trova la fascia delle risorgive, una striscia larga dai 2 agli 8 Km, dove l'acqua infiltratasi a monte viene a giorno con andamento Est-Ovest creando le tipiche sorgenti di pianura e alimentando diversi fiumi, tra i quali il più importante è il Sile.

La causa della venuta a giorno delle acque, è da ricercarsi nel cambio di pendenza della superficie topografica e dalla progressiva rastremazione superficiale dei materiali più permeabili.

Una delle caratteristiche più rilevanti della bassa pianura veneta è il sistema multifalde, dovuto alla presenza di intercalazioni continue di livelli sabbiosi permeabili, sedi delle falde in pressione, e livelli argillosi impermeabili.

Il sottosuolo dell'area in oggetto si inserisce nel sistema multifalde della bassa pianura veneta, con un'alternanza, talvolta spiccata di livelli permeabili e impermeabili.

Si vengono perciò a formare acquiferi liberi, e acquiferi in pressione.

Per quanto riguarda la falda superficiale, essa è in genere poco profonda, di modesta portata e direttamente interessata da possibili fattori inquinanti. Tale falda è alimentata prevalentemente dalle acque meteoriche e indirettamente dagli apporti dei corsi d'acqua presenti nel territorio.

Le falde sottostanti invece sono per lo più in pressione in acquiferi prevalentemente sabbiosi, separate da strati argillosi impermeabili.

Dall'estratto della carta idrogeologica della provincia di Padova si nota che la falda superficiale ha profondità media di 2,0m da p.c., con abbassamento della falda freatica da Sud verso Nord. Le oscillazioni medie della falda sono stimabili in ± 1 m nel corso delle variazioni annuali.

Nell'area in esame in particolare la falda freatica si attesta tra i 2.00 e i 5.00 m dal p.c.

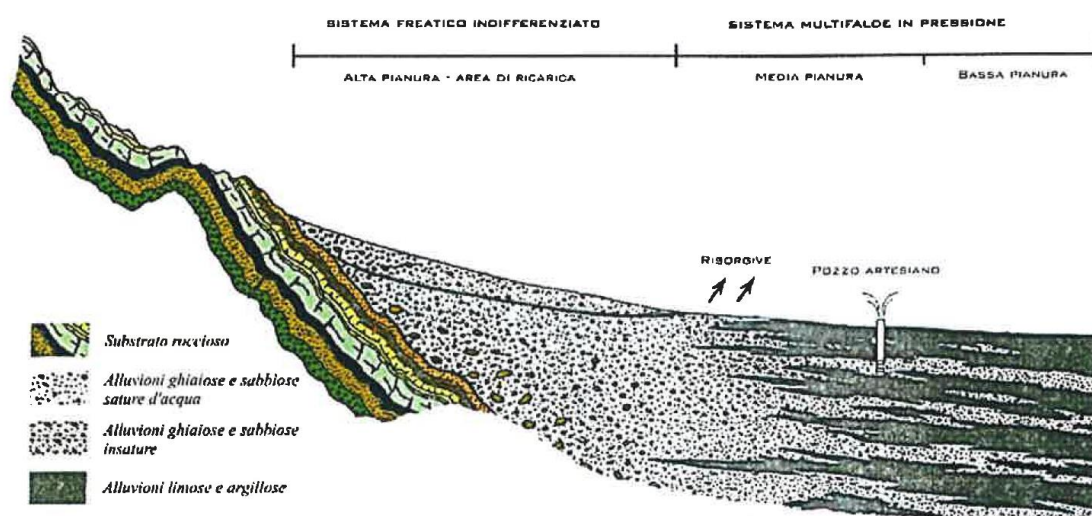
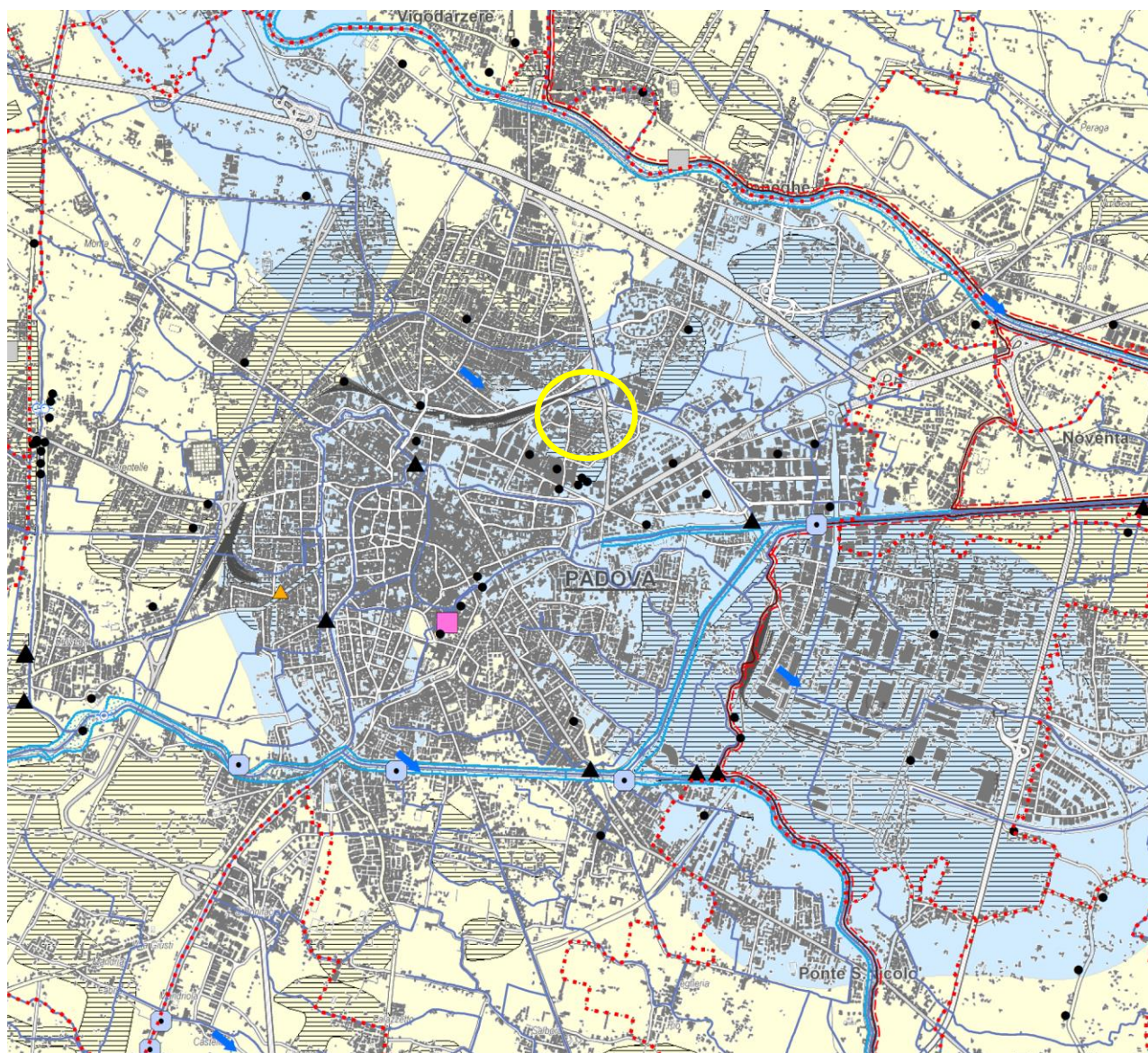


Figura 7- Modello idrogeologico dell'alta e media pianura veneta (la sezione ha andamento Nord-Sud)



AREE



I-SUP-00 - Bacino lacustre



I-SUP-15 - Area a deflusso difficoltoso



I-SUP-16 - Area soggetta a inondazioni periodiche



I-SUP-17 - Palude



I-SUP-18 - Perimetro di area interessata da risorgive



Aree emunzione acque termali

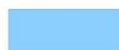


Bacino idrografico scolante in laguna

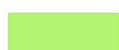
Soggiacenza della falda



I-SOT-01a - Area con profondità di falda freatica compresa tra 0 e 2 m dal p.c.

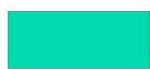
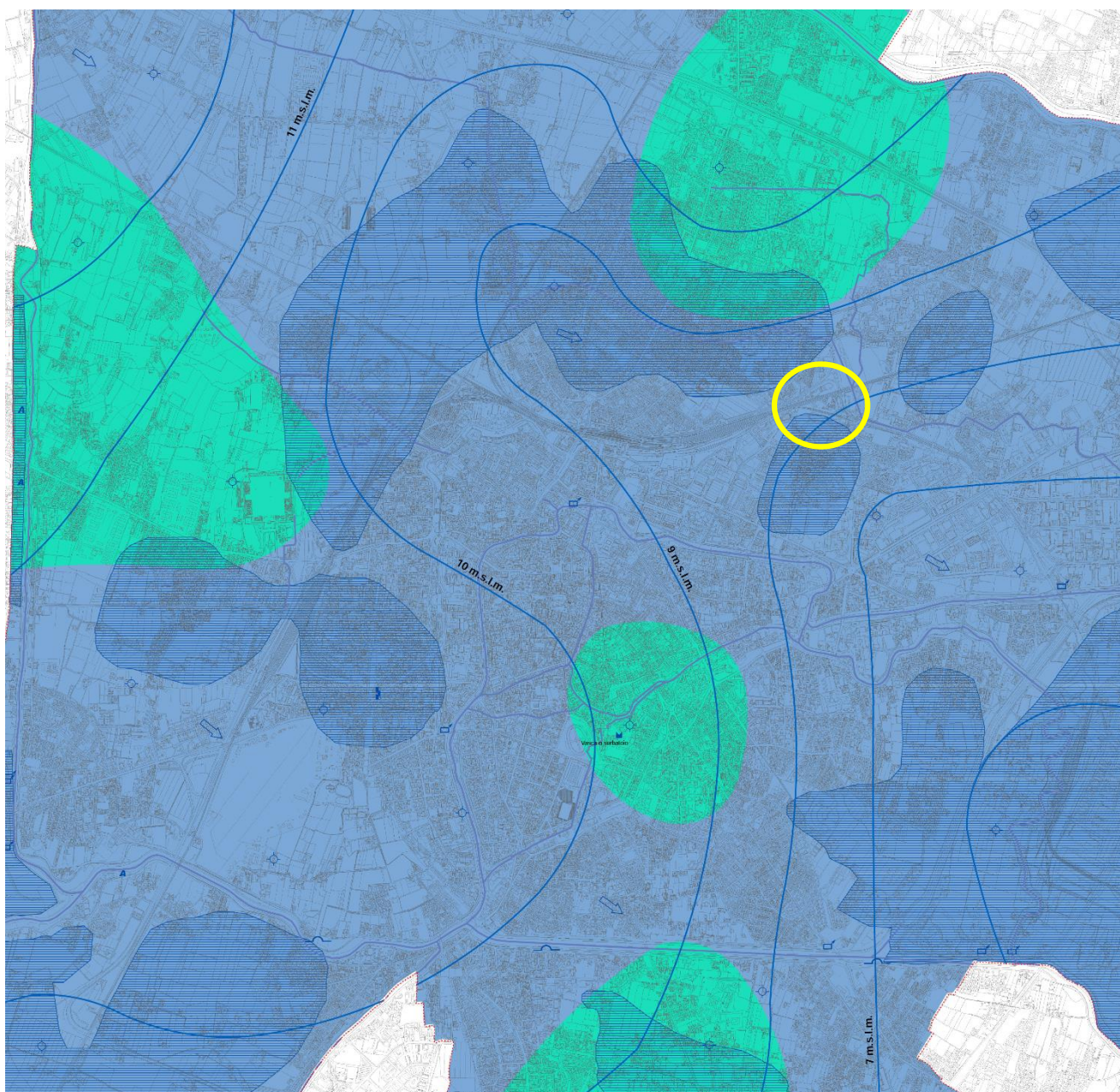


I-SOT-01b - Area con profondità di falda freatica compresa tra 2 e 5 m dal p.c.



I-SOT-01c - Area con profondità di falda freatica superiore a 5 m dal p.c.

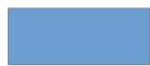
Figura 8 - Estratto Carta idrogeologica PTCP Provincia di Padova – Giugno 2011 – cerchiata in giallo l'area in esame



Area con profondità falda freatica compresa tra 0 e 2 m dal p.c.



Direzione di flusso della falda freatica



Area con profondità falda freatica compresa tra 2 e 5 m dal p.c.



Pozzo freatico



Area soggetta a inondazioni periodiche



Linea isofreatica e sua quota assoluta



Corso d'acqua permanente

Figura 9 - Estratto Carta idrogeologica PAT Comune di Padova – 21 Marzo 2014 –in giallo l'area in esame

4 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Con riferimento alle NTC2018, ed in particolare al capitolo 6.2.2. *indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica* che recita "Nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata su preesistenti indagini e prove documentate, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali.", per il progetto in questione, dato che non sono previste strutture a meno di un muro sottoscarpa, che il rilevato di progetto è in gran parte già esistente e viene modificato con un parziale apporto di materiali, si ritiene di ricadere nella casistica di *intervento di modesta rilevanza, che ricade in zona ben conosciuta dal punto di vista geotecnico*.

In prossimità dell'area di intervento, nel raggio di 1km, sono state effettuate due campagne di indagini geognostiche. La prima di queste risale al 1998, nell'ambito della redazione del primo progetto definitivo del cavalcavia Sn Marco, mentre la seconda è stata effettuata nel mese di Settembre 2015.

4.1 Campagna di indagine Agosto 1998

Costituita da:

- N. 1 sondaggio L = 30 m realizzato in corrispondenza della spalla del nuovo viadotto di progetto. Nel corso della perforazione, eseguita a carotaggio continuo a secco, sono stati effettuate delle prove S.P.T. (Standard Penetration Test) in corrispondenza degli strati incoerenti.
- N. 1 prova penetrometrica statica (CPT) effettuata nelle vicinanze del precedente sondaggio ovvero nell'area a verde racchiusa all'interno della rotatoria esistente. Tale prova ha rilevato in automatico e con continuità lo sforzo di penetrazione alla punta e l'attrito laterale.

4.2 Campagna di indagine Settembre 2015

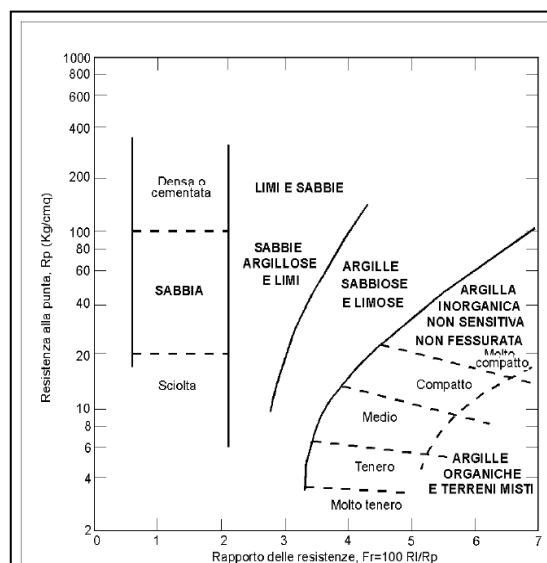
Costituita da:

- N. 1 prova penetrometrica statica effettuata in prossimità del precedente sondaggio e spinta fino alla profondità di 30m dal p.c. rilevando lo sforzo di penetrazione alla punta e l'attrito laterale.

I risultati e le stratigrafie di entrambe le campagne di indagine sono riportati in appendice.

4.3 Caratterizzazione litologica

Il metodo di SCHMERTMANN considera come indicativo della litologia della verticale indagata il rapporto delle resistenze Fr (con $Fr\% = 100 Rl/Rp$), secondo il grafico riportato a fianco:





4.3.1 Resistenza al taglio non drenata

La stima della resistenza al taglio non drenata è effettuata utilizzando la resistenza alla punta, mediante la seguente equazione:

$$c_u = \frac{q_c - \sigma_{v0}}{N_c}$$

dove il fattore di capacità portante è tipicamente posto pari a 15.

Si fa riferimento anche alla relazione di Lunne e Eide:

$$c_u \text{ (kg/cmq)} = \frac{R_p - \sigma}{20.7 - 0.18IP}$$

dove IP è l'indice di plasticità medio dello strato.

4.3.2 Resistenza al taglio drenata

La stima della resistenza al taglio è effettuata utilizzando la relazione di Mitchell:

$$\varphi = 14.4 + 4.8 \ln R_p - 4.5 \ln \sigma$$

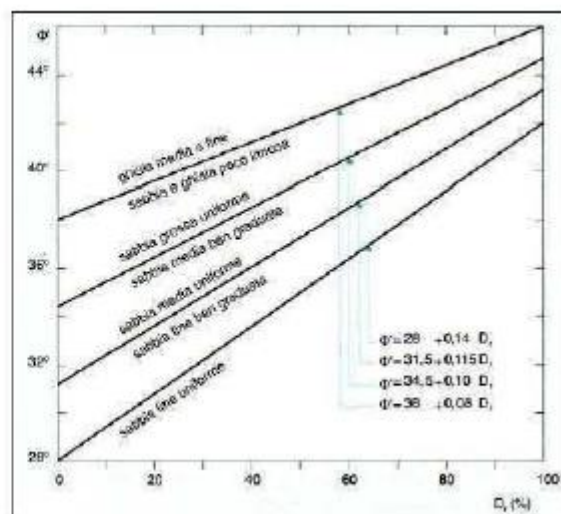
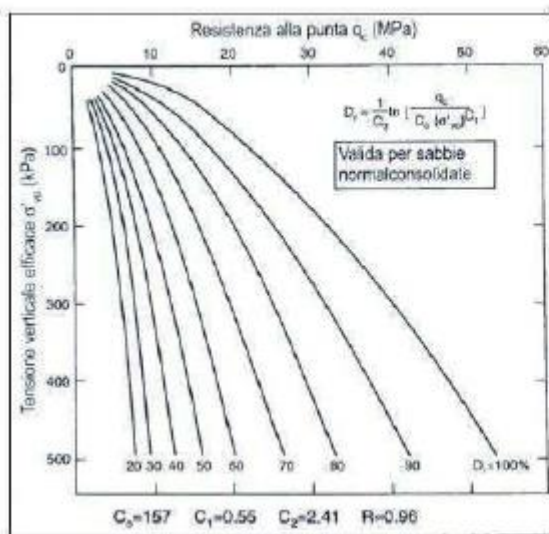
dove R_p è la resistenza di punta media misurata nello strato e s è la pressione litostatica efficace a metà strato.

4.3.3 Densità relativa e angolo di resistenza al taglio

Il parametro (q_c) si correla alla densità relativa (D_r) per mezzo della relazione di Baldi et al. (1986) riportata di seguito.

L'angolo di resistenza al taglio, per diverse granulometrie, è legato alla D_r per mezzo della correlazione di Schmertmann (1978) come di seguito riportato.

$$D_r\% = -97.8 + 36.6 \ln R_p - 26.9 \ln \sigma$$





4.3.4 Parametro di compressione per terreni coesivi

Per una stima di massima del parametro C_c è possibile utilizzare la relazione di Schmertmann:

$$C_c = 0.09 - 0.055 \log \left(\frac{2c_u}{\sigma} \right)$$

dove c_u è la coesione non drenata media dello strato e σ la pressione litostatica efficace media a metà strato.

4.3.5 Modulo edometrico E_d per argille

Il metodo, valido per argille in genere, si basa sulla seguente relazione:

$$E_d (kg/cmq) = \alpha R_p$$

dove:

R_p è la resistenza alla punta media dello strato e α è un coefficiente variabile in funzione del tipo di terreno, secondo la seguente tabella:

Terreno	α
CL	Per $0.7 > R_p$ $\alpha=5$ Per $2 > R_p > 0.7$ $\alpha=3.5$ Per $R_p > 2$ $\alpha=1.7$
ML	Per $2 > R_p$ $\alpha=2$ Per $2 < R_p$ $\alpha=4.5$
MH-CH	$\alpha=4$
OL-OH	$\alpha=4$

Argille di bassa plasticità (CL)	$q_c < 0,7$ MPa	$3 < \alpha < 8$
	$0,7 < q_c < 2,0$ MPa	$2 < \alpha < 5$
	$q_c > 2,0$ MPa	$1 < \alpha < 2,5$
Limi di bassa plasticità (ML)	$q_c < 2,0$ MPa	$3 < \alpha < 6$
	$q_c > 2,0$ MPa	$1 < \alpha < 3$
Argille e limi di elevata plasticità (CH, MH)	$q_c < 2,0$ MPa	$2 < \alpha < 6$
Limi organici (OL)	$q_c < 1,2$ MPa	$2 < \alpha < 8$
Torbe e argille organiche (Pt, OH)	$q_c < 0,7$ MPa	
	$50 < w^* < 100$	$1,5 < \alpha < 4$
	$100 < w < 200$	$1 < \alpha < 1,5$
	$w > 200$	$0,4 < \alpha < 1$

* w = contenuto in acqua (%)

Dove R_p è la resistenza alla punta espressa in MPa.

4.3.6 Modulo edometrico E_d per sabbie

Il metodo è valido per le sabbie in genere normalmente consolidate.

La relazione non considera l'influenza della pressione efficace, che porta a parità di R_p ad una diminuzione di E con la profondità.

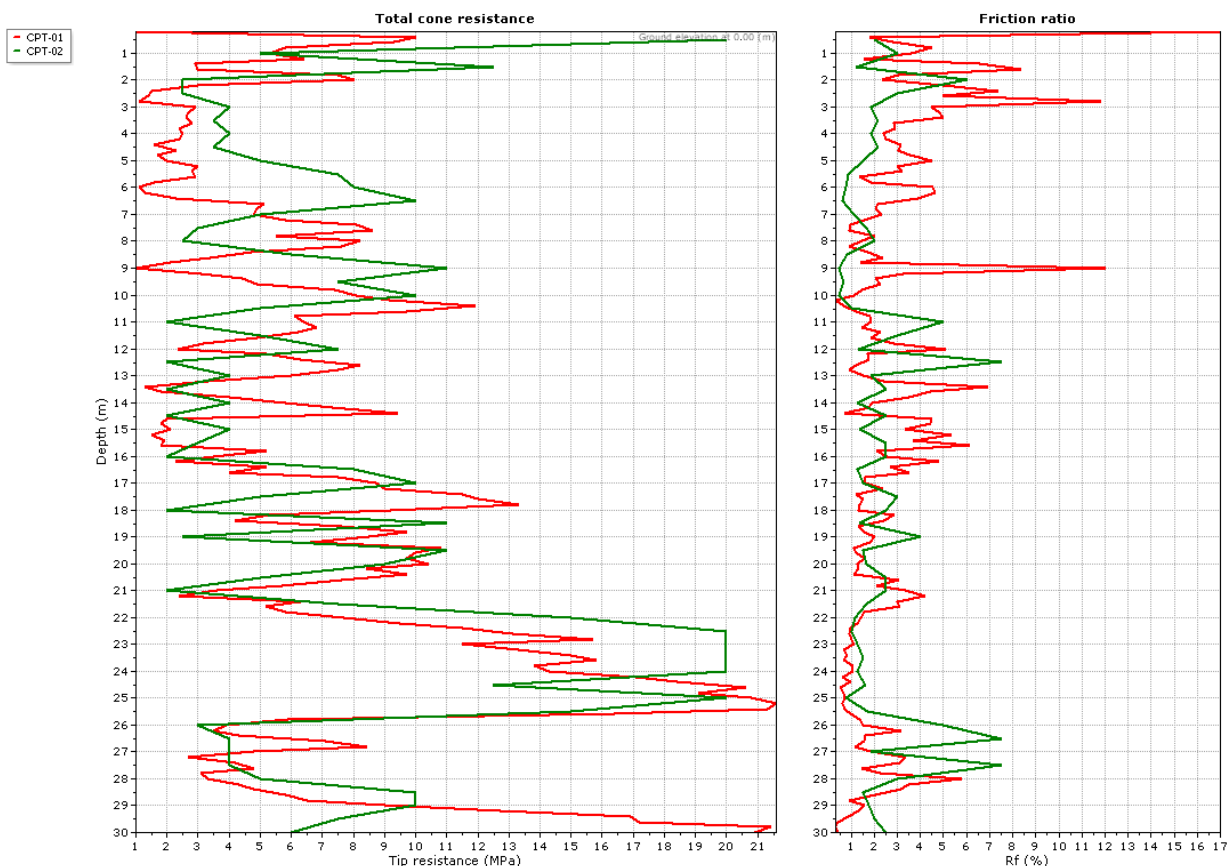
$$E (kg/cmq) = 2.5 R_p$$

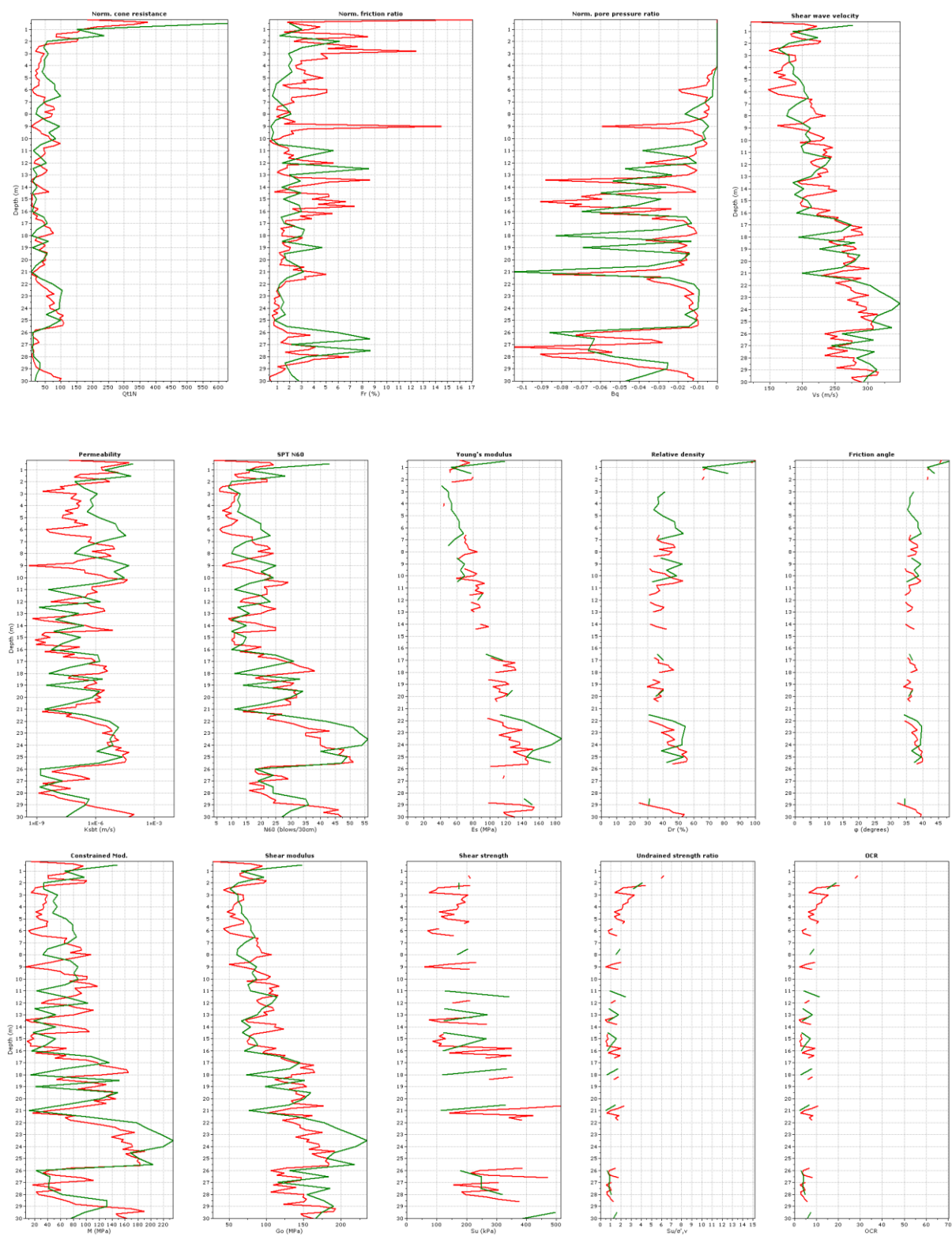
4.4 Caratterizzazione geotecnica

Le informazioni acquisite dalla campagna d'indagine in situ, unitamente a quelle dedotte dalle prove di laboratorio sono utilizzate per la caratterizzazione geotecnica dei terreni.

La litologia del sondaggio e l'insieme dei risultati delle prove penetrometriche rilevano in tutta l'area e fino alla massima profondità raggiunta dalle indagini la presenza di terreni a prevalente frazione sabbiosa con limo subordinato.

Per la definizione dei parametri geotecnici si fa ricorso a relazioni di comprovata validità che legano i parametri caratteristici di ciascuna prova in situ con le principali caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni investigati.







<i>Profondità dal piano campagna</i>	<i>Tipo di terreno</i>	γ / γ'	φ'_k	<i>Modulo elastico E</i>
(m)		(kN/m ³)	(°)	(MPa)
0÷1	SL	19.5/9.5	40	50
1÷3	A	19.5/9.5	30	30
3÷14	S e SL	19.5/9.5	35	45
14÷16.5	A	19.5/9.5	28	20
16.5÷20	SL e S	19.5/9.5	35	45
20÷22	A	19.5/9.5	28	20
22÷26	SL e S	19.5/9.5	38	45
26-29	A	19.5/9.5	30	30
29-30	SL	19.5/9.5	37	50

La quota di falda è posta a -4.0m dal p.c.

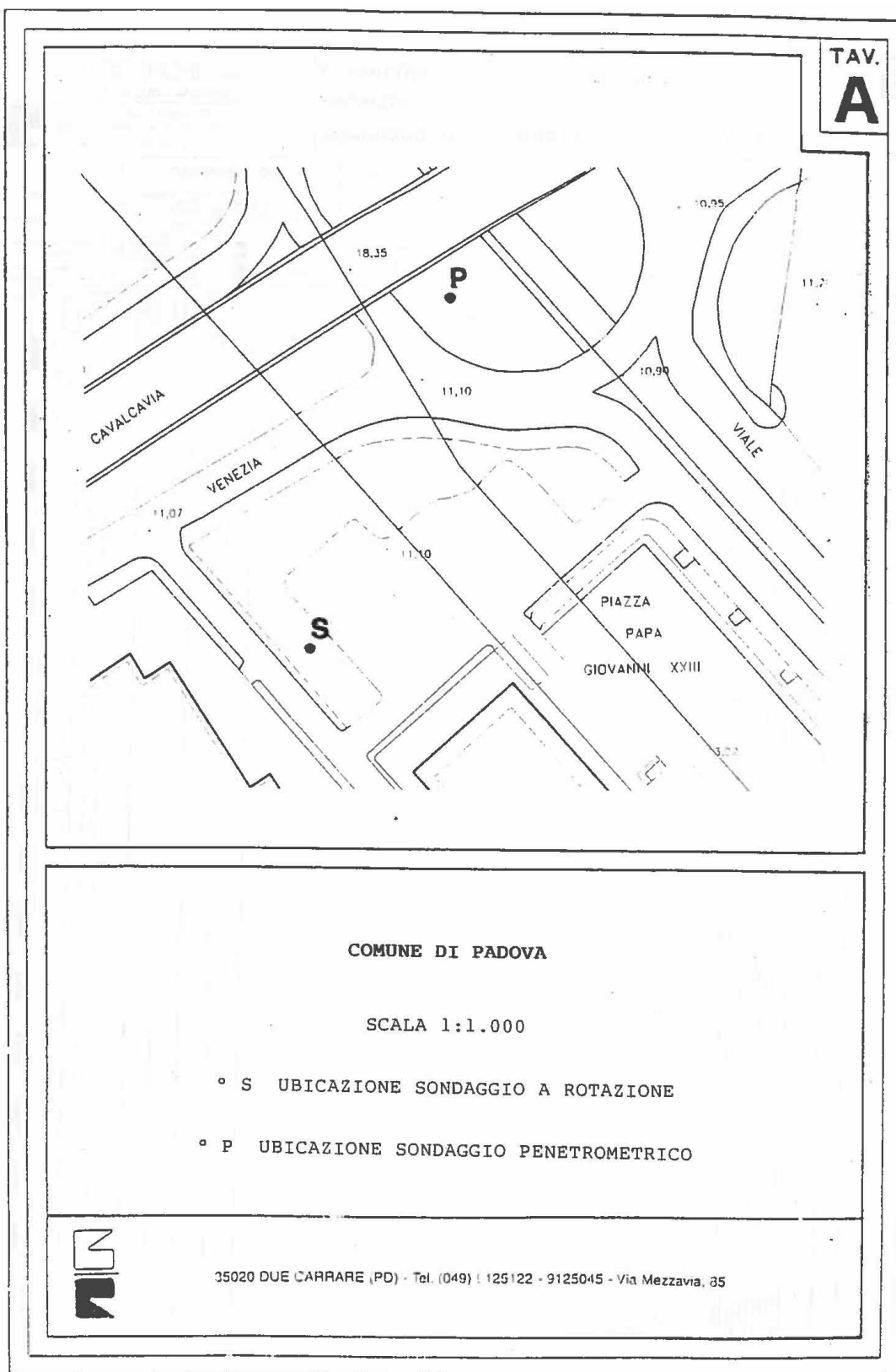


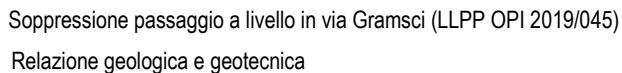
5 APPENDICE – INDAGINI GEOGNOSTICHE 1998/2015

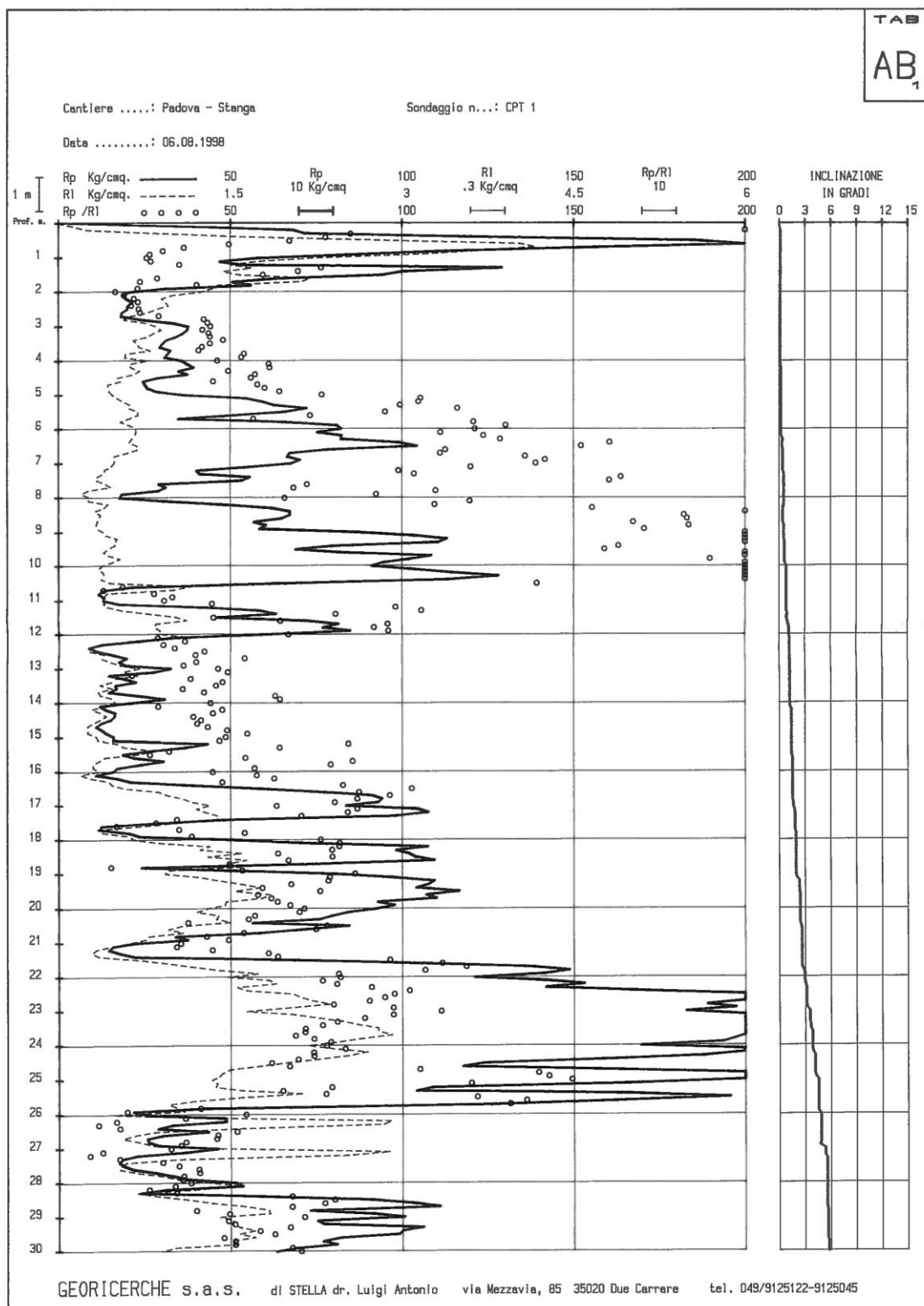


CAMPAGNA DI INDAGINE

AGOSTO 1998



Pag.25 di 46





CAMPAGNA DI INDAGINE

SETTEMBRE 2015



**PROVINCIA DI PADOVA
COMUNE DI PADOVA**



**ESECUZIONE DI PROVA PENETROMETRICA
STATICA DI TIPO MECCANICO FINALIZZATA ALLO
STUDIO DEI TERRENI DI UN'AREA SITA NEI
PRESSI DEL CAVALCAVIA SAN MARCO**

MR 7.5-03R	verbale di accettazione 004/2015/P-V	commessa 004/2015/P	certificato n 004/2015/P-R del 25/09/2015 pag. 1 di 8
------------	---	------------------------	---



INDICE

Capitolo	Pagina
1. PREMESSA	3
2. METODOLOGIA E RISULTATI DELL'INDAGINE	5
ALLEGATI	



1. PREMESSA

E' stata effettuata un'indagine geognostica finalizzata allo studio dei terreni di un'area sita in via San Marco in Comune di Padova, nei pressi del Cavalcavia San Marco.

La ricerca è stata eseguita il giorno 08/09/2012 ed ha richiesto l'esecuzione, nel punto indicato dalla Committenza, di una prova penetrometrica statica (CPT), che ha consentito di analizzare le caratteristiche geotecniche dei terreni presenti nel sottosuolo fino alla profondità massima di m. 30.00 da p.c. Ciò in ottemperanza a quanto disposto dal Decreto Ministeriale 14/01/2008, integrato dalla Circolare Ministeriale n° 617 del 02/02/2009, recante: "Nuove norme tecniche per le costruzioni" e relative istruzioni per la sua applicazione. Le indagini sono state eseguite secondo le norme A.G.I. (1977) relative all'esecuzione delle indagini geotecniche.

Tale documento costituisce il "Resoconto dell'attività svolta sul sito" così come previsto dal comma 8 della Circolare Ministeriale 08 settembre 2010, n. 7619/STC.

Nella presente relazione sono riportate:



- ripresa aerea con l'ubicazione dei sondaggi effettuati (cert. n. 004/2015/P-PL);
- certificato relativo alla prova penetrometrica eseguita, riportante i diagrammi che illustrano l'andamento dei valori di resistenza alla punta (R_p), di attrito laterale locale (R_l) (cert. n. 004/2015/P-CPTx);
- una tabella riportante la stima stratigrafica ricavata dal rapporto Q_c/F_s ;
- una tabella contenente alcune grandezze geomeccaniche calcolate in relazione ai dati prodotti dalla prova penetrometrica.



2. METODOLOGIA E RISULTATI DELL'INDAGINE

Nel corso dell'indagine è stata eseguita una prova penetrometrica statica CPT spinta fino alla profondità di 30.00 metri da p.c.

Nel corso della prova sono stati misurati, con intervalli di 20 cm, i valori di resistenza alla punta (R_p) e resistenza per attrito laterale (R_l), i quali sono stati successivamente diagrammati nei grafici e nelle tabelle allegati, dove vengono evidenziate le caratteristiche dei terreni rinvenuti, consentendo anche una visione globale degli stessi. La penetrazione viene effettuata tramite un dispositivo di spinta (martinetto idraulico) che agisce su una batteria doppia di aste (aste coassiali esterne cave e interne piene), alla cui estremità è collegata la punta. Lo sforzo necessario per l'infissione è misurato per mezzo di manometri, collegati al martinetto mediante una testa di misura idraulica. La punta conica è dotata di un manicotto sovrastante, per la misura dell'attrito laterale: punta tipo "Begemann".

Le dimensioni della punta sono standardizzate:

- diametro Punta Conica meccanica 35,7 mm
- area di punta 10 cm²
- angolo di apertura del cono 60°
- superficie laterale del manicotto 150 cm²

La prova è stata condotta mediante l'utilizzo di un penetrometro olandese A.P. Van den Berg da 20 ton autoancorante, montato su camion Mercedes 4x4.



Poiché alla lettura, un diagramma penetrometrico, può presentare delle indeterminazioni circa le suddivisioni in cui un profilo può essere scomposto secondo strati con caratteristiche facilmente individuabili a fini pratici, si è ritenuto di dover schematizzare i diagrammi degli andamenti dei valori di R_p elencandoli nelle tabelle di seguito riportate:

CPT 1

Strato n.	1	2	3
Profondità m da-a	p.c.-2.0	2.2-6.4	6.6-21.2
R_p medio Kg/ cm ²	64.4	21.4	59.4

Strato n.	4	5	6
Profondità m da-a	21.4-26.8	27.0-28.6	28.8-30.0
R_p medio Kg/ cm ²	120.8	38.0	144.1

La stratigrafia, ricavata dai valori di resistenza alla punta, evidenzia la presenza di un primo strato di terreno di natura mista (coesivo e granulare) frammisto a materiale di origine antropica (strato 1).

Al di sotto si trovano terreni coesivi (limi e argille) a medio-bassa consistenza fino alla profondità di 6.4 metri da p.c. (strato 2) seguiti, fino a 21.2 metri da p.c., da terreni di natura granulare (sabbie e limi) a media consistenza (strato 3) intercalati da sottili intercalazioni di materiale coesivo a consistenza inferiore.

Da 21.4 metri da p.c., fino al termine della prova eseguita, si trovano terreni di natura granulare (sabbie) a consistenza elevata (strati 4 e 6) con un interstrato tra 27.00-28.60 metri da p.c. a consistenza inferiore (strato 5).



Di seguito si propone una determinazione delle caratteristiche, attraverso i parametri caratteristici descrittivi, eseguita applicando il metodo della discretizzazione degli strati di terreno, suddividendo cioè la sequenza stratigrafica in strati omogenei con caratteristiche assimilabili.

Le caratteristiche meccaniche degli strati possono essere così riassunte:

strato n.	1	2	3
Comportamento	riporto	coesivo	granulare
Ang. di attrito °	-	-	29
Cu Kg/cm ²	-	0.9	-
M Kg/cm ²	-	50	150

strato n.	4	5	6
Comportamento	granulare	granulare	granulare
Ang. di attrito °	30	24	30
Cu Kg/cm ²	-	-	-
M Kg/cm ²	>200	100	>200

L'attribuzione degli specifici parametri è stata eseguita confrontando i valori ottenuti dalla prova eseguita. Il modulo M è da considerarsi quale modulo di deformazione, e cioè edometrico per gli strati coesivi ed elastico per quelli a comportamento attritivo. La stima dei parametri è da considerarsi effettuata in condizioni non drenate.

Nelle tabelle, allegate al presente elaborato, sono riportati con maggior dettaglio i parametri geotecnici ricavati dall'elaborazione della prova penetrometrica.



georicerche
specialisti del sottosuolo

Decreto di autorizzazione n. 5023 del 24/05/2011
per il rilascio dei certificati alle prove geotecniche in sito sui terreni
ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/01

Il livello della falda, al termine della prova è stato rilevato alla profondità di 4.30 metri da p.c. La lettura della profondità della falda è da considerarsi come dato puntuale, bisognerà infatti tener conto che essa potrà subire oscillazioni anche considerevoli in funzione del regime stagionale delle piogge.

Due Carrare, 25 settembre 2015





ALLEGATI

- **UBICAZIONE PROVA PENETROMETRICA**
- **RAPPORTO DI PROVA PENETROMETRICA**
- **STIMA STRATIGRAFICA**
- **STIMA PARAMETRI GEOTECNICI**



PROVINCIA DI PADOVA
COMUNE DI PADOVA
ESTRATTO DI RIPRESA AEREA CON
UBICAZIONE DEL SONDAGGIO PENETROMETRICO

pag 1 di 1

verbale di accettazione
004/2015/P-V

commessa
004/2015/P

certificato n. 004/2015/P-PL del 17/09/2015

IL TECNICO
Dott. Geol. Sergio Drago

IL DIRETTORE DI LABORATORIO
Ing. Alessandro Stella

MR 7.5-03Q Rev.1 31/03/2012



PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT - PUNTA MECCANICA (UNI EN ISO 22476-12:2009)

georicerche
specialisti del sottosuoloDecreto autorizzativo n. 5023 del 24/05/2011
per il rilascio dei certificati relativi alle prove geotecniche in sito sui terreni
ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 309/1

Committente: -

Località: Padova (PD) - via Venezia

Progetto: Indagine geotecnica

Data prova: 08/09/2015

Prova: 1

Penetrometro	tipo Van Der Berg (200 kN) - punta meccanica tipo Begemann
Superficie manicotto (cm ²)	150,00
Diametro base punta (cm)	37,50
Apertura punta (°)	60
Quota inizio prova	p. c.
Profondità falda da p.c. (m)	4,30

Profondità (m)	Letture punta (Kg/cm ²)	Letture laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,2	0,0	0,0	0,1	1,7	0,1	1208,0
0,4	100,0	125,0	100,1	1,8	55,6	1,8
0,6	93,0	120,0	93,1	2,8	33,3	3,0
0,8	56,0	98,0	56,1	2,6	21,6	4,6
1,0	53,0	92,0	53,1	1,9	28,5	3,5
1,2	64,0	92,0	64,3	1,1	60,2	1,7
1,4	29,0	45,0	29,3	1,9	15,1	6,6
1,6	30,0	59,0	30,3	2,5	12,3	8,1
1,8	75,0	112,0	75,3	2,3	32,3	3,1
2,0	80,0	115,0	80,3	1,9	41,5	2,4
2,2	30,0	59,0	30,4	1,5	19,8	5,0
2,4	15,0	38,0	15,4	1,1	13,6	7,4
2,6	14,0	31,0	14,4	0,7	21,6	4,6
2,8	11,0	21,0	11,4	1,3	9,0	11,1
3,0	29,0	48,0	29,4	1,3	22,1	4,5
3,2	27,0	47,0	27,6	1,3	20,7	4,8
3,4	26,0	46,0	26,6	1,3	19,9	5,0
3,6	28,0	48,0	28,6	0,8	35,7	2,8
3,8	24,0	36,0	24,6	0,7	36,8	2,7
4,0	25,0	35,0	25,6	0,6	42,6	2,3
4,2	24,0	33,0	24,7	0,6	41,2	2,4
4,4	16,0	25,0	16,7	0,8	20,9	4,8
4,6	23,0	35,0	23,7	0,7	35,5	2,8
4,8	17,0	27,0	17,7	0,6	29,5	3,4
5,0	20,0	29,0	20,7	0,9	23,9	4,2
5,2	30,0	43,0	30,8	0,8	38,5	2,6
5,4	28,0	40,0	28,8	0,9	33,3	3,0
5,6	26,0	39,0	26,8	0,4	67,1	1,5
5,8	15,0	21,0	15,8	0,3	47,5	2,1
6,0	10,0	15,0	10,8	0,5	23,2	4,3
6,2	11,0	18,0	12,0	0,6	19,9	5,0
6,4	22,0	31,0	23,0	0,9	26,5	3,8
6,6	50,0	63,0	51,0	1,1	45,0	2,2
6,8	48,0	65,0	49,0	1,0	49,0	2,0
7,0	45,0	60,0	46,0	1,1	43,1	2,3
7,2	57,0	73,0	58,1	0,9	62,3	1,6
7,4	80,0	94,0	81,1	0,8	101,4	1,0
7,6	85,0	97,0	86,1	0,8	107,6	0,9
7,8	54,0	66,0	55,1	1,1	48,6	2,1
8,0	81,0	96,0	82,1	1,2	68,4	1,5
8,2	75,0	93,0	76,2	0,7	104,0	1,0
8,4	46,0	57,0	47,2	0,8	59,1	1,7
8,6	33,0	45,0	34,2	0,8	42,8	2,3
8,8	20,0	32,0	21,2	0,3	79,6	1,3
9,0	9,0	19,0	10,2	1,9	5,3	18,9
9,2	30,0	59,0	31,4	1,0	31,4	3,2
9,4	43,0	58,0	44,4	0,9	51,2	2,0
9,6	48,0	61,0	49,4	1,1	46,3	2,2
9,8	73,0	89,0	74,4	1,1	65,6	1,5
10,0	80,0	97,0	81,4	0,9	93,9	1,1

Note e osservazioni:

Accettazione n. 004/2015/P-V
Certificato n. 004/2015/P-CPT1 del 11/09/2015
Commessa 004/2012/P

pag. 1 di 4

MR 7.5-03N Rev.1 31/03/2012

IL TECNICO
Dott. Geol. Sergio DragoIL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Ing. Alessandro Stella



PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT - PUNTA MECCANICA (UNI EN ISO 22476-12:2009)

georicerche
specialisti del sottosuoloDecreto autorizzativo n. 5023 del 24/05/2011
per il rilascio dei certificati relativi alle prove geotecniche in sito sui terreni
ai sensi dell'art. 39 del D.P.R. n. 380/01

Committente: -

Località: Padova (PD) - via Venezia

Progetto: Indagine geotecnica

Data prova: 08/09/2015

Prova: 1

Penetrometro	tipo Van Der Berg (200 kN) - punta meccanica tipo Begemann
Superficie manicotto (cm ²)	150,00
Diametro base punta (cm)	37,50
Apertura punta (°)	60
Quota inizio prova	p.c.
Profondità falda da p.c. (m)	4,30

Profondità (m)	Letture punta (Kg/cm ²)	Letture laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
10,2	90,0	103,0	91,5	0,3	342,8	0,3
10,4	118,0	122,0	119,5	0,8	149,4	0,7
10,6	96,0	108,0	97,5	1,7	56,3	1,8
10,8	60,0	66,0	61,5	1,1	57,7	1,7
11,0	63,0	79,0	64,5	1,2	53,8	1,9
11,2	67,0	85,0	88,7	1,0	68,7	1,5
11,4	61,0	76,0	82,7	1,4	44,8	2,2
11,6	48,0	69,0	49,7	0,9	53,2	1,9
11,8	30,0	44,0	31,7	0,9	36,5	2,7
12,0	22,0	35,0	23,7	1,2	19,7	5,1
12,2	50,0	68,0	51,8	0,9	55,5	1,8
12,4	81,0	75,0	82,8	1,1	55,4	1,8
12,6	80,0	97,0	81,8	1,0	81,8	1,2
12,8	73,0	88,0	74,8	0,7	102,0	1,0
13,0	58,0	69,0	59,8	0,9	69,0	1,4
13,2	31,0	44,0	32,9	0,8	41,2	2,4
13,4	11,0	23,0	12,9	0,9	14,9	6,7
13,6	16,0	29,0	17,9	0,8	22,4	4,5
13,8	38,0	50,0	39,9	1,4	28,5	3,5
14,0	56,0	77,0	57,9	1,1	51,1	2,0
14,2	71,0	88,0	73,1	1,3	54,8	1,8
14,4	92,0	112,0	94,1	0,7	128,3	0,8
14,6	18,0	29,0	20,1	0,9	21,5	4,6
14,8	16,0	30,0	18,1	0,8	22,6	4,4
15,0	19,0	31,0	21,1	0,7	31,6	3,2
15,2	13,0	23,0	15,2	0,8	19,0	5,3
15,4	17,0	29,0	19,2	0,7	26,2	3,8
15,6	16,0	27,0	18,2	1,1	17,1	5,9
15,8	50,0	66,0	52,2	1,1	48,9	2,0
16,0	33,0	49,0	35,2	0,9	37,7	2,6
16,2	21,0	35,0	23,3	1,1	20,6	4,9
16,4	49,0	66,0	51,3	1,4	36,7	2,7
16,6	38,0	59,0	40,3	1,4	28,8	3,5
16,8	73,0	94,0	75,3	1,2	62,8	1,8
17,0	85,0	103,0	87,3	1,4	62,4	1,8
17,2	88,0	109,0	90,5	2,1	42,4	2,4
17,4	112,0	144,0	114,5	1,4	81,8	1,2
17,6	118,0	139,0	120,5	1,8	75,3	1,3
17,8	131,0	155,0	133,5	1,8	74,2	1,3
18,0	90,0	117,0	92,5	1,2	77,1	1,3
18,2	51,0	69,0	53,8	1,5	35,0	2,9
18,4	40,0	63,0	42,6	1,0	42,6	2,3
18,6	73,0	88,0	75,6	1,0	75,6	1,3
18,8	95,0	110,0	97,6	1,5	63,7	1,6
19,0	83,0	106,0	85,6	1,7	49,4	2,0
19,2	63,0	89,0	65,8	1,2	54,8	1,8
19,4	105,0	123,0	107,8	1,2	89,8	1,1
19,6	98,0	116,0	100,8	1,2	84,0	1,2
19,8	94,0	112,0	96,8	1,5	66,0	1,5
20,0	101,0	123,0	103,8	1,3	81,9	1,2

Note e osservazioni:

Accettazione n. 004/2015/P-V
Certificato n. 004/2015/P-CPT1
Commessa 004/2012/P

del 11/09/2015

pag. 2 di 4

MR 7.5-03N Rev.1 31/03/2012

IL TECNICO
Dott. Geol. Sergio DragoIL DIRETTORE DI LABORATORIO
Ing. Alessandro Stella



Soppressione passaggio a livello in via Gramsci (LLPP OPI 2019/045)

Relazione geologica e geotecnica

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT - PUNTA MECCANICA (UNI EN ISO 22476-12:2009)

georicerche
specialisti del sottosuolo

Direzione autorizzativa n. 5023 del 24/05/2011
per il rilascio dei certificati relativi alle prove penetrometriche in sito sui terreni,
ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/01

Committente: -

Località: Padova (PD) - via Venezia

Progetto: Indagine geotecnica

Data prova: 08/09/2015

Prova : 1

Penetrometro	tipo Van Der Berg (200 kN) - punta meccanica tipo Begemann
Superficie manicotto (cm ²)	150,00
Diametro base punta (cm)	37,50
Apertura punta (°)	60
Quota inizio prova	p.c.
Profondità falda da p.c. (m)	4,30

Profondità (m)	Letture punta (Kg/cm ²)	Letture laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
20,2	81,0	100,0	83,9	1,1	74,0	1,4
20,4	94,0	111,0	96,9	1,1	90,8	1,1
20,6	73,0	89,0	75,9	2,3	33,5	3,0
20,8	54,0	88,0	56,9	1,2	47,4	2,1
21,0	33,0	51,0	35,9	1,2	29,9	3,3
21,2	21,0	39,0	24,0	1,0	24,0	4,2
21,4	60,0	75,0	63,0	1,9	33,8	3,0
21,6	49,0	77,0	52,0	1,6	32,5	3,1
21,8	55,0	79,0	58,0	0,9	62,2	1,6
22,0	74,0	88,0	77,0	1,1	68,0	1,5
22,2	91,0	108,0	94,2	1,2	78,5	1,3
22,4	111,0	129,0	114,2	1,1	107,0	0,9
22,6	128,0	144,0	131,2	1,2	109,3	0,9
22,8	153,0	171,0	156,2	1,6	97,6	1,0
23,0	112,0	136,0	115,2	1,3	90,9	1,1
23,2	130,0	149,0	133,3	0,9	142,9	0,7
23,4	147,0	161,0	150,3	1,2	125,3	0,8
23,6	155,0	173,0	158,3	1,1	148,4	0,7
23,8	135,0	151,0	138,3	1,5	90,2	1,1
24,0	140,0	163,0	143,3	1,5	97,7	1,0
24,2	168,0	190,0	171,5	1,1	151,3	0,7
24,4	181,0	198,0	184,5	1,8	102,5	1,0
24,6	203,0	230,0	206,5	1,1	182,2	0,5
24,8	188,0	205,0	191,5	1,3	143,6	0,7
25,0	205,0	225,0	208,5	1,5	136,0	0,7
25,2	213,0	236,0	216,6	1,4	154,7	0,6
25,4	210,0	231,0	213,6	1,5	139,3	0,7
25,6	181,0	184,0	164,6	1,6	102,9	1,0
25,8	95,0	80,0	99,6	0,8	74,5	1,3
26,0	36,0	48,0	39,6	0,6	66,0	1,5
26,2	32,0	41,0	35,7	1,1	31,5	3,2
26,4	40,0	57,0	43,7	0,7	59,7	1,7
26,6	68,0	79,0	71,7	1,1	63,3	1,6
26,8	81,0	98,0	84,7	1,0	84,7	1,2
27,0	44,0	59,0	47,7	0,9	55,0	1,8
27,2	23,0	36,0	26,9	0,9	31,0	3,2
27,4	38,0	51,0	41,9	1,3	33,0	3,0
27,6	44,0	63,0	47,9	0,7	65,3	1,5
27,8	27,0	38,0	30,9	0,7	42,1	2,4
28,0	29,0	40,0	32,9	1,9	17,0	5,9
28,2	39,0	68,0	43,0	1,5	29,3	3,4
28,4	44,0	66,0	48,0	1,5	31,3	3,2
28,6	54,0	77,0	58,0	1,2	48,3	2,1
28,8	61,0	79,0	65,0	0,8	81,3	1,2
29,0	86,0	98,0	90,0	1,4	64,3	1,6
29,2	123,0	144,0	127,1	1,7	76,3	1,3
29,4	156,0	181,0	160,1	1,5	109,2	0,9
29,6	168,0	190,0	172,1	0,7	258,1	0,4
29,8	210,0	229,0	214,1	0,7	321,0	0,3
30,0	205,0	215,0	209,1	0,0		0,0

Note e osservazioni:

Accettazione n. 004/2015/P-V
Certificato n. 004/2015/P-CPT1
Commissa 004/2012/P
del 11/09/2015

pag. 3 di 4

MR 7.5-03N Rev.1 31/03/2012

IL TECNICO
Dott. Geol. Sergio Drago

IL DIRETTORE DI LABORATORIO
Ing. Alessandro Stella



PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT - PUNTA MECCANICA (UNI EN ISO 22476-12:2009)

georicerche
specialisti del sottosuolo

Decreto Autorizzativo n. 5023 del 24/05/2011
per il rilascio dei certificati relativi alle prove geotecniche in sito sul terreno
ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/01

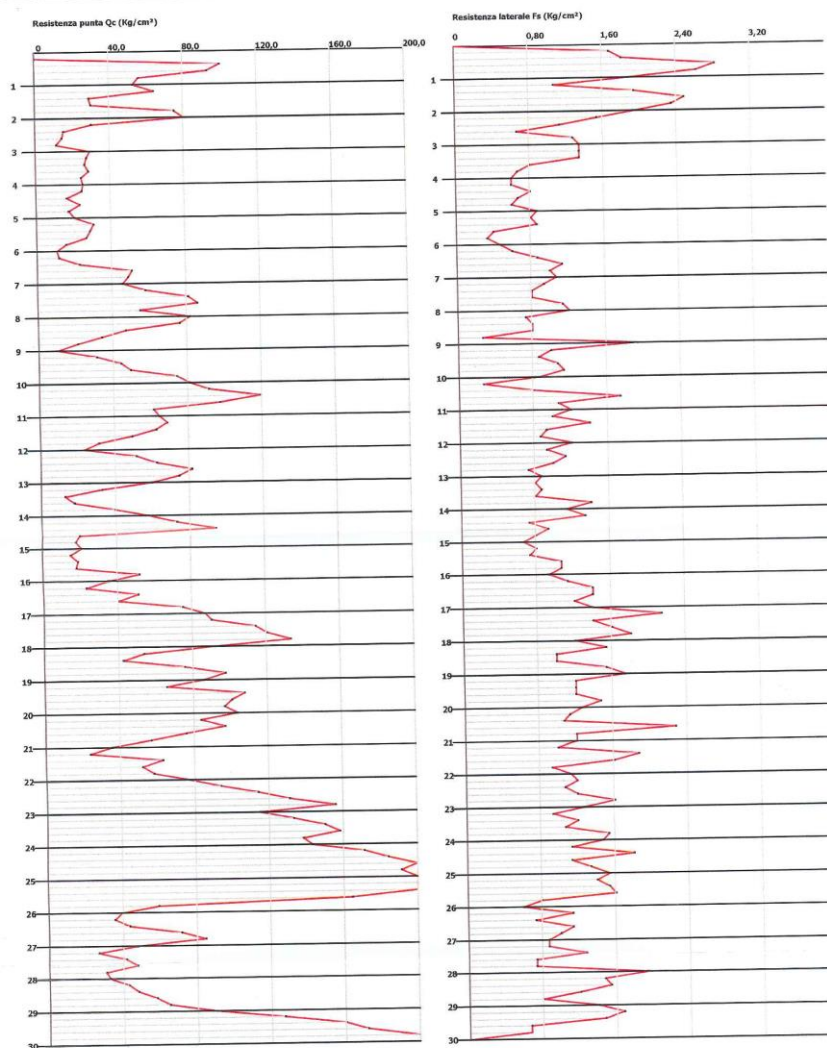
Committente: -

Località: Padova (PD) - via Venezia

Progetto: Indagine geotecnica

Data prova: 08/09/2015

Prova: 1



Note e osservazioni:

Accettazione n. 004/2015/P-V
Certificato n. 004/2015/P-CPT1
Commessa 004/2012/P

del 11/09/2015

pag. 4 di 4

MR 7.5-03N Rev.1 31/03/2012

IL TECNICO
Dott. Geo. Sergio Drago

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Ing. Alessandro Stella

**PROVA CPT1
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
0,20	0,138	1,667	1,6	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
0,40	100,138	1,8	2,0	Incoerente	Sabbie addensate o cementate
0,60	93,138	2,8	2,2	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
0,80	56,138	2,6	2,1	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
1,00	53,138	1,867	2,1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
1,20	64,276	1,067	1,9	Incoerente	Sabbie
1,60	29,776	2,2	2,0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
2,00	77,776	2,133	2,2	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
2,20	30,414	1,533	2,0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
2,40	15,414	1,133	1,9	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
2,60	14,414	0,667	1,9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
2,80	11,414	1,267	1,9	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
3,00	29,414	1,333	2,0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
3,40	27,052	1,333	2,0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
4,20	25,837	0,667	2,0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
4,40	16,69	0,8	1,9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
4,60	23,69	0,667	2,0	Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
5,00	19,19	0,734	2,0	Coesivo	Argille sabbiose e limose
5,40	29,828	0,834	2,0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
5,60	26,828	0,4	1,9	Incoerente	Sabbie
5,80	15,828	0,333	1,8	Coesivo	Argille e limi
6,00	10,828	0,467	1,9	Coesivo	Argilla inorganica di media consistenza
6,20	11,966	0,6	1,9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
6,40	22,966	0,867	2,0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
6,60	50,966	1,133	2,1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
6,80	48,966	1,0	1,9	Incoerente	Sabbie
7,00	45,966	1,067	2,1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi



8,40	69,429	0,914	1,9	Incoerente	Sabbie
8,60	34,242	0,8	2,1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
8,80	21,242	0,267	1,9	Incoerente	Sabbie
9,00	10,242	1,933	1,8	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
9,20	31,38	1,0	2,0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
9,40	44,38	0,867	1,9	Incoerente	Sabbie
9,60	49,38	1,067	2,1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
10,20	82,426	0,756	1,9	Incoerente	Sabbie
10,60	108,518	1,267	2,0	Incoerente	Sabbie addensate o cementate
11,20	64,897	1,089	1,9	Incoerente	Sabbie
11,40	62,656	1,4	2,2	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
11,60	49,656	0,933	1,9	Incoerente	Sabbie
11,80	31,656	0,867	2,0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
12,00	23,656	1,2	2,0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
13,00	66,194	0,933	1,9	Incoerente	Sabbie
13,20	32,932	0,8	2,1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
13,40	12,932	0,867	1,9	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
13,60	17,932	0,8	1,9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
13,80	39,932	1,4	2,1	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
14,40	75,024	1,066	1,9	Incoerente	Sabbie
14,80	19,07	0,867	2,0	Coesivo	Argilla inorganica compatta
15,00	21,07	0,667	2,0	Coesivo	Argille sabbiose e limose
15,20	15,208	0,8	1,9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
15,40	19,208	0,733	2,0	Coesivo	Argille sabbiose e limose
15,60	18,208	1,067	1,9	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
15,80	52,208	1,067	1,9	Incoerente	Sabbie
16,00	35,208	0,933	2,1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
16,20	23,346	1,133	2,0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
16,40	51,346	1,4	2,1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
16,60	40,346	1,4	2,1	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
17,00	81,346	1,3	1,9	Incoerente	Sabbie
17,20	90,484	2,133	2,2	Incoerente	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
17,80	122,817	1,6	2,0	Incoerente	Sabbie addensate o cementate



18,00	92,484	1,2	1,9	Incoerente	Sabbie
18,40	48,122	1,267	2,1	Incoerente- Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
18,60	75,622	1,0	1,9	Incoerente	Sabbie
18,80	97,622	1,533	2,0	Incoerente	Sabbie addensate o cementate
19,20	75,691	1,467	1,9	Incoerente	Sabbie
20,00	102,26	1,284	2,0	Incoerente	Sabbie addensate o cementate
20,20	83,898	1,133	1,9	Incoerente	Sabbie
20,40	96,898	1,067	2,0	Incoerente	Sabbie addensate o cementate
20,60	75,898	2,267	2,2	Incoerente	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
20,80	56,898	1,2	1,9	Incoerente	Sabbie
21,20	29,967	1,1	2,0	Incoerente- Coesivo	Argille sabbiose e limose
21,60	57,536	1,734	2,1	Incoerente	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
22,20	76,415	1,089	1,9	Incoerente	Sabbie
25,60	164,545	1,341	2,0	Incoerente	Sabbie addensate o cementate
26,00	49,588	0,7	1,9	Incoerente	Sabbie
26,20	35,726	1,133	2,1	Incoerente- Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
27,00	61,976	0,933	1,9	Incoerente	Sabbie
27,20	26,864	0,867	2,0	Incoerente- Coesivo	Argille sabbiose e limose
27,40	41,864	1,267	2,1	Incoerente- Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
27,60	47,864	0,733	1,9	Incoerente	Sabbie
27,80	30,864	0,733	2,0	Incoerente- Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
28,00	32,864	1,933	2,0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
28,40	45,502	1,5	2,1	Incoerente- Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
29,00	71,002	1,133	1,9	Incoerente	Sabbie
30,00	176,54	0,894	2,0	Incoerente	Sabbie addensate o cementate

**CPT1**
STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr: Numero progressivo strato
Prof: Profondità strato (m)
Tipo: C: Coesivo, I: Incoerente, CI: Coesivo-Incoerente
Cu: Coesione non drenata (Kg/cm²)
Mo: Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Puv: Peso unità di volume (t/m³)
PuvS: Peso unità di volume saturo (t/m³)
Dr: Densità relativa (%)
Fi: Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey: Modulo di Young (Kg/cm²)

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Mo	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
1	0,2	C	0	0,9	1,1	1,2	--	--	--
2	0,4	I	--	82,6	1,8	2,1	100	45	250,3
3	0,6	CI	4,7	186,3	2,2	2,3	100	44	232,8
4	0,8	CI	2,8	112,3	2,1	2,2	100	39,6	140,3
5	1	CI	2,7	106,3	2,1	2,2	98,5	38	132,8
6	1,2	I	--	79,9	1,9	2,2	98,1	38	160,7
7	1,6	C	1,5	59,6	2	2,1	--	--	--
8	2	CI	3,9	155,5	2,2	2,3	89,2	36,4	194,4
9	2,2	C	1,5	60,8	2	2,1	--	--	--
10	2,4	C	0,8	48,3	1,9	2	--	--	--
11	2,6	C	0,7	48,4	1,9	2	--	--	--
12	2,8	C	0,6	46,1	1,9	2	--	--	--
13	3	CI	1,5	58,8	2	2,1	47,8	29,3	73,5
14	3,4	C	1,4	54,1	2	2,1	--	--	--
15	4,2	CI	1,3	51,7	2	2,1	36,4	27,3	64,6
16	4,4	C	0,8	47,5	1,9	2	--	--	--
17	4,6	C	1,2	47,4	2	2,1	--	--	--
18	5	C	1	43,8	2	2	--	--	--
19	5,4	CI	1,5	59,7	2	2,1	31,5	26,9	74,6
20	5,6	I	--	30,6	1,9	2,2	26,9	26,2	67,1
21	5,8	C	0,8	48,1	1,9	2	--	--	--
22	6	C	0,5	45,1	1,9	1,9	--	--	--
23	6,2	C	0,6	46,8	1,9	2	--	--	--
24	6,4	CI	1,2	45,9	2	2,1	18,8	25,1	57,4
25	6,6	CI	2,6	101,9	2,1	2,2	40,7	29	127,4
26	6,8	I	--	47,6	1,8	2,1	38,7	28,7	122,4
27	7	CI	2,3	91,9	2,1	2,2	36	28,3	114,9
28	8,4	I	--	57,7	1,9	2,2	44,8	30	173,6
29	8,6	CI	1,7	68,5	2,1	2,1	21,7	26,2	85,6
30	8,8	I	--	21,5	1,9	2,2	7,4	23,7	53,1
31	9	C	0,5	44	1,8	1,9	--	--	--
32	9,2	CI	1,6	62,8	2	2,1	17,3	25,6	78,5
33	9,4	I	--	43,2	1,8	2,1	26,7	27,2	111
34	9,6	CI	2,5	98,8	2,1	2,2	29,1	27,7	123,5
35	10,2	I	--	62,1	1,9	2,2	42,6	30,1	206,1
36	10,6	I	--	70,6	1,9	2,2	49,1	31,3	271,3
37	11,2	I	--	54,3	1,8	2,1	33	28,5	162,2
38	11,4	CI	3,1	125,3	2,2	2,2	31	28,2	156,6
39	11,6	I	--	46	1,8	2,1	23,8	27	124,1
40	11,8	CI	1,6	63,3	2	2,1	10,4	24,7	79,1
41	12	C	1,2	47,3	2	2,1	--	--	--
42	13	I	--	54,6	1,9	2,2	29,7	28,2	165,5



43	13,2	CI	1,7	65,9	2	2,1	8,4	24,5	82,3
44	13,4	C	0,7	47,8	1,9	2	--	--	--
45	13,6	C	0,9	46	1,9	2	--	--	--
46	13,8	CI	2	79,9	2,1	2,2	12,6	25,3	99,8
47	14,4	I	--	58,4	1,9	2,2	29,9	28,3	187,6
48	14,8	C	1	44	1,9	2	--	--	--
49	15	C	1,1	42,1	2	2	--	--	--
50	15,2	C	0,8	48,4	1,9	2	--	--	--
51	15,4	C	1	43,7	1,9	2	--	--	--
52	15,6	C	0,9	45,6	1,9	2	--	--	--
53	15,8	I	--	47,3	1,8	2,1	16,4	26,1	130,5
54	16	CI	1,8	70,4	2,1	2,1	5	24,1	88
55	16,2	C	1,2	46,7	2	2,1	--	--	--
56	16,4	CI	2,6	102,7	2,1	2,2	14,8	25,9	128,4
57	16,6	CI	2	80,7	2,1	2,2	7,5	24,6	100,9
58	17	I	--	61,1	1,9	2,2	27,1	28,1	203,4
59	17,2	I	--	64,5	1,8	2,1	29,6	28,5	226,2
60	17,8	I	--	74,4	1,9	2,2	37,7	29,9	307
61	18	I	--	65,3	1,9	2,2	28,9	28,4	231,2
62	18,4	CI	2,4	96,2	2,1	2,2	9,7	25,1	120,3
63	18,6	I	--	59,1	1,9	2,2	22,2	27,3	189,1
64	18,8	I	--	67,2	1,9	2,2	29,2	28,5	244,1
65	19,2	I	--	59,3	1,8	2,1	21,5	27,2	189,2
66	20	I	--	68,9	1,9	2,2	29,2	28,6	255,7
67	20,2	I	--	62,8	1,9	2,2	22,8	27,5	209,7
68	20,4	I	--	67,4	1,9	2,2	26,6	28,1	242,2
69	20,6	I	--	59,7	1,8	2,1	19,3	26,9	189,7
70	20,8	I	--	50,9	1,8	2,1	10,8	25,4	142,2
71	21,2	CI	1,5	59,9	2	2,1	5	22,2	74,9
72	21,6	I	--	51,5	1,8	2,1	10,1	25,3	143,8
73	22,2	I	--	60,4	1,9	2,2	17,6	26,6	191
74	25,6	I	--	86	1,9	2,2	37,1	30,1	411,4
75	26	I	--	48,6	1,9	2,2	5	23,8	124
76	26,2	CI	1,8	71,5	2,1	2,1	5	22,1	89,3
77	27	I	--	55,8	1,9	2,2	6	24,8	154,9
78	27,2	CI	1,3	53,7	2	2,1	5	20,6	67,2
79	27,4	CI	2,1	83,7	2,1	2,2	5	22,7	104,7
80	27,6	I	--	48,3	1,9	2,2	5	23,4	119,7
81	27,8	CI	1,5	61,7	2	2,1	5	21,2	77,2
82	28	C	1,6	65,7	2	2,1	--	--	--
83	28,4	CI	2,3	91	2,1	2,2	5	23	113,8
84	29	I	--	61	1,9	2,2	7,7	25,1	177,5
85	30	I	--	90,9	1,9	2,2	33,1	29,5	441,4