



COMUNE DI PADOVA


SETTORE LAVORI PUBBLICI

LLPP OPI 2022/026 “Bonifica via Trieste ex CLEDCA”

PROGETTO ESECUTIVO

IMPORTO COMPLESSIVO: € 300.000,00

Nome File: <i>Appr_02_llpp_2021_026.pdf</i>	CUP H97H22000710004	Elaborato B.1
Data Luglio 2022	LLPP OPI 2022/026	Inquadramento Idrogeo

PROGETTISTI	R.U.P.	CAPO SETTORE
Dott. Ing. Leonardo Malagò Dott. Dario Biavati 	Ing. Massimo Benvenuti	Ing. Matteo Banfi





Elab. B1 – Inquadramento Geologico e Idrogeologico dell'area

Committente: Comune di Padova

Sito: via Trieste – passeggiata Arturo Miolati

Maggio 2022

Sommario

1	PREMESSA.....	2
1.1	OGGETTO DEL PRESENTE DOCUMENTO.....	2
1.2	DOCUMENTAZIONE CONSULTATA ED ELABORATA	2
2	UBICAZIONE DELL'AREA DI INDAGINE	3
2.1	LOCALIZZAZIONE DELL'AREA.....	3
2.2	DESTINAZIONE D'USO E LIMITI DI LEGGE APPLICABILI	4
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO GENERALE	5
3.1	INTRODUZIONE.....	5
3.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	5
3.3	ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO AREA PROVINCIALE.....	9
3.4	IDROGEOLOGIA	12
3.4.1	Complessi idrogeologici generali	12
3.4.2	Inquadramento idrogeologico dell'area provinciale.....	14
4	CARATTERI GEOLOGICI E IDROGEOLOGICI SITO SPECIFICI.....	17
4.1	CARATTERI GEO-STRATIGRAFICI.....	17
4.2	CARATTERI IDROGEOLOGICI SITO SPECIFI	18

1 Premessa

1.1 Oggetto del presente documento

Il presente elaborato costituisce l'inquadramento geologico e idrogeologico relativo al sito "Ex Cledca" situato in via Nancy, ora passeggiata Arturo Miolati e via Trieste.

Nel dettaglio, nei capitoli successivi viene riportata una ricostruzione geologica e idrogeologica del sito di studio, basata su informazioni di letteratura e sulle risultanze ottenute dalle indagini svolte nell'area.

A tal riguardo, di seguito verranno forniti:

- Inquadramento generale dell'area di studio
- Descrizione dei principali lineamenti geologici e idrogeologici della pianura ove insiste la città di Padova,
- Le caratteristiche litologiche e idrogeologiche specifiche del sito di studio.

1.2 Documentazione consultata ed elaborata

Nella seguente tabella viene riportato l'elenco della documentazione consultata.

Tab. 1.1 – Principale documentazione consultata		
N.	Estremi documenti	Data
Doc. 1	Analisi di Rischio sanitaria ai sensi del D.Lgs 152/06 – Matrice acque di falda	Dicembre 2016
Doc. 2	Relazione Tecnico Descrittiva Ed Analisi Di Rischio Soil Gas	Novembre 2019
Doc. 3	Aggiornamento Analisi di Rischio Sanitaria 2^ Campagna	Gennaio 2020
Doc. 4	Aggiornamento Analisi di Rischio Sanitaria 3^ Campagna	Febbraio 2020
Doc. 5	Relazione tecnico descrittiva indagini ambientali Gennaio 2020	Febbraio 2020
Doc. 6	Aggiornamento Analisi di Rischio Sanitaria 4^ Campagna	Maggio 2020
Doc. 7	Studio di Fattibilità tecnica ed economica di messa in sicurezza della matrice acque sotterranee	Aprile 2022

2.2 Destinazione d'uso e limiti di legge applicabili

Per la destinazione d'uso dell'area oggetto d'indagini si fa riferimento al PRG/PI del Comune di Padova, dal quale si osserva che il sito, ubicato all'esterno del perimetro del centro storico, è suddiviso in due differenti destinazioni d'uso, visibili in figura seguente.

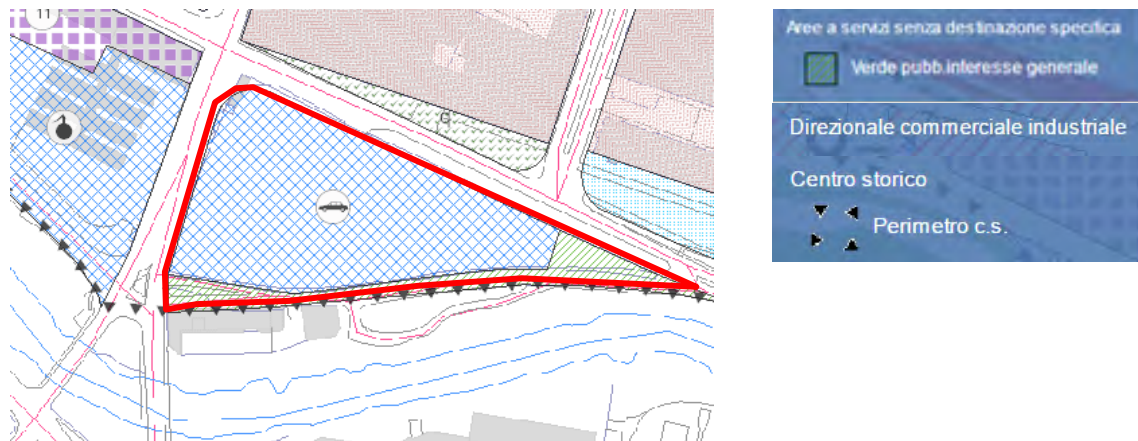


Fig. 2.3 – Stralcio del PRG/PI del Comune di Padova; nel poligono rosso l'area d'indagine
(fonte: <http://groupware.comune.padova.it/casperwebprg/index.html>)

L'area indicata dalla trama azzurra appartiene alle aree a servizi senza destinazione specifica ed è classificata come “Area di interesse generale”, descritta dall'art. 25 delle N.T.A. al numero 18 “Autosilos”. Mentre l'area con trama verde è classificata “verde pubblico di interesse generale” art. 28.

3 Inquadramento geologico e idrogeologico generale

3.1 Introduzione

Nei seguenti paragrafi sono illustrati gli inquadramenti geologici, geomorfologici e idrogeologici della provincia di Padova.

3.2 Inquadramento geologico e geomorfologico

Il territorio compreso all'interno della Città Metropolitana di Padova si sviluppa nel settore orientale della Pianura Padana, circa a 10 km a Nord-Est dei colli Euganei e circa a 20 km ad Ovest della Laguna di Venezia; si sviluppa su 92 km² interamente pianeggianti ed è interessato dalla presenza di due corsi d'acqua principali, il Bacchiglione a Sud con direzione prevalente Est-Ovest ed il Brenta che ne tocca il limite Nord orientale.

Il territorio oggetto di studio rientra completamente nella fascia della Pianura Padana definita come bassa pianura, tale fascia si trova a valle della linea delle risorgive, dove, all'aumento di sedimenti più fini si accompagna l'innalzamento della falda alla superficie topografica. Questa fascia di pianura si è formata in seguito ad eventi alluvionali, posteriori all'arretramento dei ghiacciai, che risalgono al periodo tardiglaciale (Pleistocene). I principali fiumi che ne hanno contribuito alla formazione sono l'Adige, il Piave, il Tagliamento e, in particolare, il sistema Bacchiglione-Brenta per quanto concerne il territorio padovano. La parte più giovane della bassa pianura è di età Olocenica e comprende sedimenti fluviali dei corsi d'acqua citati in precedenza.

L'assetto generale della pianura Veneta vede un progressivo differenziamento del materasso alluvionale, passando dall'alta pianura, a ridosso dei rilievi collinari, alla bassa pianura.

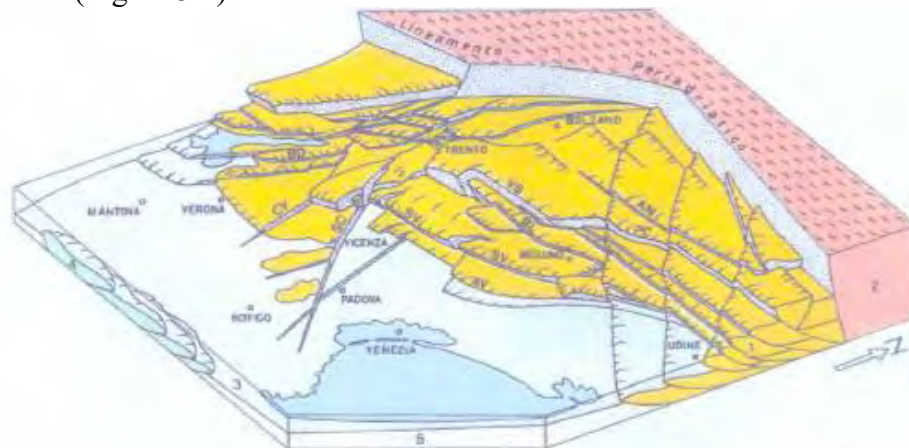
La coltre di sedimenti che costituisce il materasso alluvionale è formata in prevalenza da ghiaie nell'alta pianura, con un progressivo impoverimento di materiali grossolani a favore di materiali fini verso la bassa pianura. In corrispondenza del passaggio tra alta e bassa pianura, c'è la fascia delle risorgive. In questa striscia larga dai 2 agli 8 km, con andamento Est-Ovest l'acqua infiltratasi a monte viene a giorno creando le tipiche sorgenti di pianura ed 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.

Tra i principali complessi geolitologici affioranti e sepolti che interessano l'area della provincia devono essere citati:

- il substrato terziario del Pliocene;
- le alluvioni quaternarie.

Il quaternario marino, trasgressivo sul Pliocene non è sempre presente al tetto del substrato terziario. La sua estensione, sotto le alluvioni continentali della pianura veneta, sembra limitata alla fascia più meridionale. Il lento sollevamento orogenetico dell'area montuosa fu parzialmente bilanciato dai processi erosivi ed i detriti trasportati dai fiumi colmarono gradualmente il grande bacino subsidente che separava gli Appennini dalle Alpi Meridionali, formando la Pianura Padana e Veneta. I depositi quaternari continentali sono, costituiti da potenti sequenze di materiali derivanti soprattutto dall'erosione degli accumuli morenici durante le diverse glaciazioni quaternarie. La struttura morfologica e tettonica del Veneto era già individuata, nei suoi tratti fondamentali, già a partire dal Pliocene inferiore, circa 5 milioni di anni fa.

L'orogenesi alpina aveva già sollevato le fasce prealpine e la dorsale Lessini – Berici – Euganei mentre quella appenninica aveva sollevato la dorsale ferrarese continuazione, ora sepolta, della catena appenninica (Figura 3.1).



Visione tridimensionale delle principali deformazioni Alpine: AN = Linea dell'Antelao; AV = Linea di Aviano; BD = Paglia del M. Baldo; BL = Linea di Belluno; CV = Faglia di Castelvero; FP = Pronte della Catena Appenninica; PC = Linea di Pieve di Cadore; SC = Faglia Schio-Vicenza; SV = Sovrascorrimento Schio-Valdobbiadene ("Flessura pedemontana").

Fig. 3.1 – Schema geologico strutturale

La Pianura Padana veneta era in gran parte occupata dal mare in continuazione con la depressione adriatica. Emergevano gli attuali rilievi prealpini, i Berici, gli Euganei ed una fascia di pianura che circondava questi rilievi e si protendeva verso Rovigo. Nel Pliocene medio, a causa di una accentuazione dell'attività tettonica, l'intera area veneta subì un sollevamento che portò la pianura ad emergere quasi per l'intera estensione attuale. Nel corso del Quaternario gli eventi più significativi sono legati alla trasgressione marina, nella quale il mare sommerge la pianura portando la linea di costa a ridosso dei rilievi prealpini, berici e euganei, ed a questo periodo seguono le glaciazioni (Fig. 3.2)

SCHEMA CRONOSTRATIGRAFICO DEL TARDO PLEISTOCENE E DELL'OLOCENE									
Epoca	EM	Suddivisioni informali	Crono zone	Date convenzionali anni 14C BP		Date calibrate anni a.C.		Cronologia archeologica	
				Marguerite et al. 1974, 1982	Stuiver & Reimer 1993	Stuiver & Reimer 1993	Stuiver & Reimer 1993	Età	
OLOCENE	SUPERIORE	NEOGLACIALE	Subatlantico	1000				Moderna	
				3000				Medioevo	
				3000	800 a.C.			Medioevo	alto
				4000				Romana	
				6000	3500 a.C.			Ferro	secondo
	INFERIORE	IPSTERICO	Sub-boreale	7000				Ferro	primo
				8000				Bronzo	recente
				8000	6000 a.C.			Bronzo	medio
				8000	6000 a.C.			Bronzo	antico
				10 000	9700 a.C.			Eneoolitico	
PLEISTOCENE	TARDI GLACIALE	TARDI GLACIALE	INTERSTADIALE	11 000	11 000 a.C.			Eneoolitico	finale
				11 000	11 000 a.C.			Neolitico	medio
				12 000	12 000 a.C.			Neolitico	antico
				13 000	13 000 a.C.			Mesolitico	recente
				15 000				Mesolitico	antico
	ULTIMO MASSIMO GLACIALE (LGM)	ULTIMO MASSIMO GLACIALE (LGM)	ULTIMO MASSIMO GLACIALE (LGM)	15 000				Paleolitico superiore	
				20 000				Epigravettiano	
				25 000				Gravettiano	
				25 000				Aurignaziano	
				25 000				Aurignaziano	

Tabella 1.1

Fig.3.2 – Schema cronostratigrafico

Al passaggio verso il quaternario superiore inizia la deposizione di sequenze sedimentarie ghiaiose e sabbiose che arrivano a spessori di centinaia di metri alimentati da una consistente erosione dei rilievi retrostanti.

Con lo scioglimento dei ghiacciai Wurmiani, 10-12.000 anni fa, nelle zone di pianura emerse sono diventati protagonisti i grandi fiumi e le loro divagazioni (Brenta, Adige ecc).

Per quanto riguarda la **geomorfologia**, Il territorio della provincia di Padova conserva una morfologia tipica di pianura alluvionale recente, pianeggiante e dotata di una debole pendenza verso sud-est, con quote comprese tra 65m s.l.m. nel settore settentrionale e 0m s.l.m. nel settore meridionale lagunare costituito dalle tipiche valli con canali, velme e barene.

Il settore sud occidentale è caratterizzato dal sistema collinare dei Colli Euganei e da alcuni altri piccoli rilievi isolati situati nelle vicinanze degli stessi rilievi. Caratteristica morfologica importante la presenza di una estesa rete idrografica con i tre fiumi principali: il Brenta nell'area nord orientale, il Bacchiglione che attraversa la parte centrale con andamento ovest-est-sud, e l'Adige che costituisce il confine meridionale con la provincia di Rovigo.

L'assetto morfologico del territorio deriva dal progressivo riempimento di un grande bacino ad opera degli eventi alluvionali e deposizionali dei corsi d'acqua dell'arco alpino alternati da trasgressioni ed invasioni marine. La deposizione da parte dei fiumi lungo il loro corso ed alla foce ha comportato un progressivo avanzamento degli apparati deltizi e della linea di costa, ed a tali fenomeni si sono sovrapposti sia i cicli interglaciali di ingressione marina sia il fenomeno della subsidenza.

I corsi d'acqua furono soggetti a forti variazioni di regime e frequenti radicali modificazioni del loro percorso lungo la pianura generando a volte aree che si sono trasformate in paludi, torbiere e lagune. Laddove invece il fiume stabiliva per lunghi periodi il proprio corso è avvenuta la deposizione prevalente di sabbie e una volta che il fiume migrava restavano relitti (paleoalvei) costituiti da materiali sabbiosi più grossi di quelli depositi nei bacini interfluviali e nelle depressioni lacustri. L'assetto morfologico attuale deriva quindi principalmente dalla dinamica deposizionale dei fiumi del quaternario (tardi-glaciale e post-glaciale) sui quali ha interagito l'opera dell'uomo (nei tempi storici) arginando gli alvei e realizzando una rete idrografica costituita da fiumi principali (Adige, Bacchiglione, Brenta), da fiumi secondari (Tergola, Muson, Frassine, Fratta Gorzone ecc), da importanti canali artificiali (Brentella, Musondei Sassi, Battaglia, Piovego ecc) e da una fitta rete di scoli di bonifica ed irrigazione.

Gli elementi principali della morfologia sono:

- *i dossi fluviali*: la loro presenza è riconoscibile da caratteristiche strutture geomorfologiche costituite da fasce allungate sopraelevate rispetto il terreno circostante, vengono individuati da uno studio aereo fotogrammetrico del territorio combinato con uno studio del micro-rilievo;
- *i paleoalvei*: si distinguono per la presenza di lenti e depositi a granulometria media (generalmente sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi) 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, con un elevato grado di costipamento;
- *le depressioni morfologiche*: sono aree caratterizzate da una dinamica deposizionale di bassa pianura di forte divagazione e scarsa energia deposizionale; sono largamente diffuse nella bassa pianura padovana ed in particolar modo nelle aree di paleo-valli dei comuni di Vighizzolo, Megliadino S. Vitale, Piacenza d'Adige, Ponso, Casale di Scodosia;

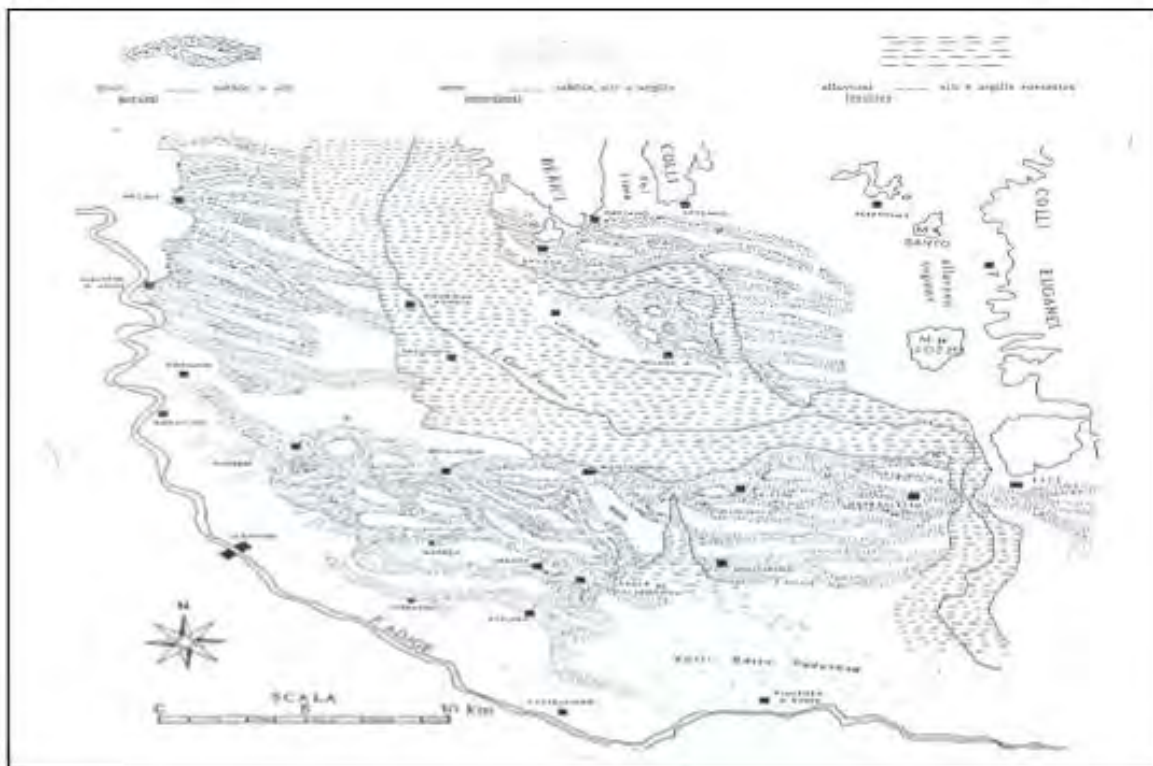


Fig. 3.3 - Schema geomorfologico della bassa pianura (Zaffanella 1981)

-i *terrazzi fluviali*: sono riconoscibili da scarpate naturali, di altezza da 4 a 6 metri, dislocate lungo il corso del fiume Brenta che dividono il terrazzo pleistocenico dal “piano di divagazione ed erosione” recente post-glaciale; nell’esempio schematizzato (Figura 3.4) è rappresentata la zona tra S. Lucia di Tezze sul Brenta e Cà Micheli/Casoni.

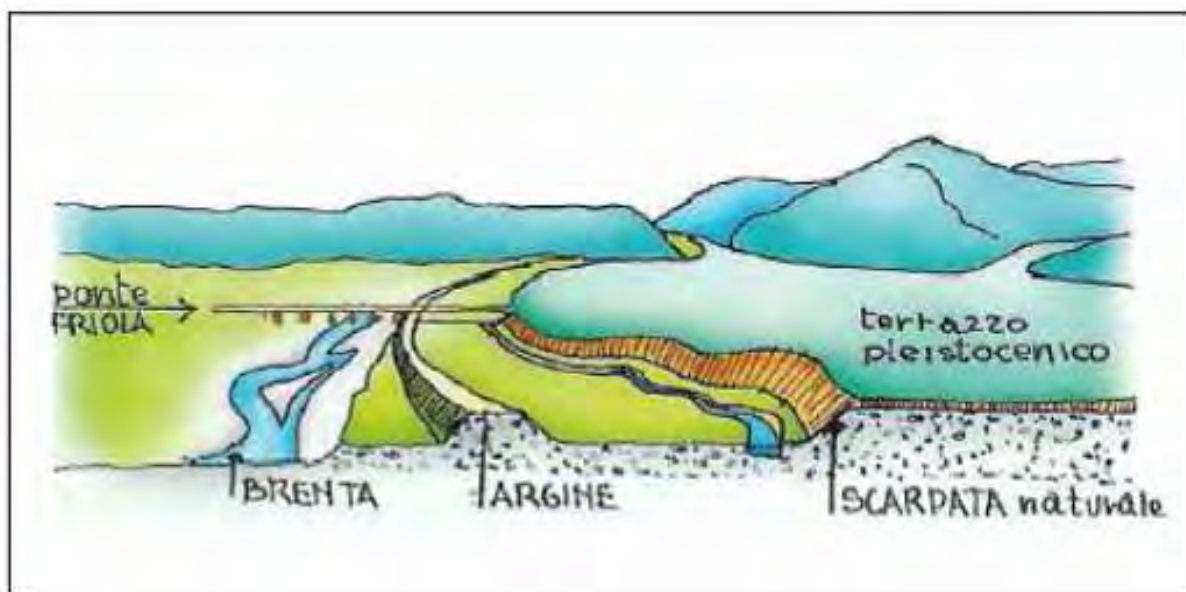


Fig. 3.4 – Orlo di scarpata fluviale del Brenta

- le *arginature*: strutture morfologiche di natura antropica a protezione dei fiumi principali e secondari. Le arginature sono immediatamente a fianco dei letti fluviali e in qualche tratto se ne distaccano permettendo la formazione di vaste aree golenali che rappresentano aree di evidente interesse naturalistico e ambientale (regionale, provinciale e comunale) e che spesso assumono anche il ruolo di cassa di espansione;
- le *cave*: elementi morfologici di natura antropica presenti in larga misura nel territorio provinciale, molte delle quali sono oggi dismesse e sono caratterizzate ad un interesse ludico-ambientale;
- le *aree subsidenti*: aree delimitate soltanto in corrispondenza del bacino termale euganeo (Abano Terme, Montegrotto Terme ecc) e nelle zone lagunari di foce del Brenta Bacchiglione; il fenomeno della subsidenza consiste in un abbassamento della superficie topografica, che nel caso del bacino termale è determinato dal cospicuo emungimento delle acque termali dagli acquiferi poco profondi, che ha innescato il costipamento dei terreni e il loro abbassamento.

Di seguito è mostrato uno stralcio della carta geomorfologica della Provincia di Padova, con indicato il sito in esame.

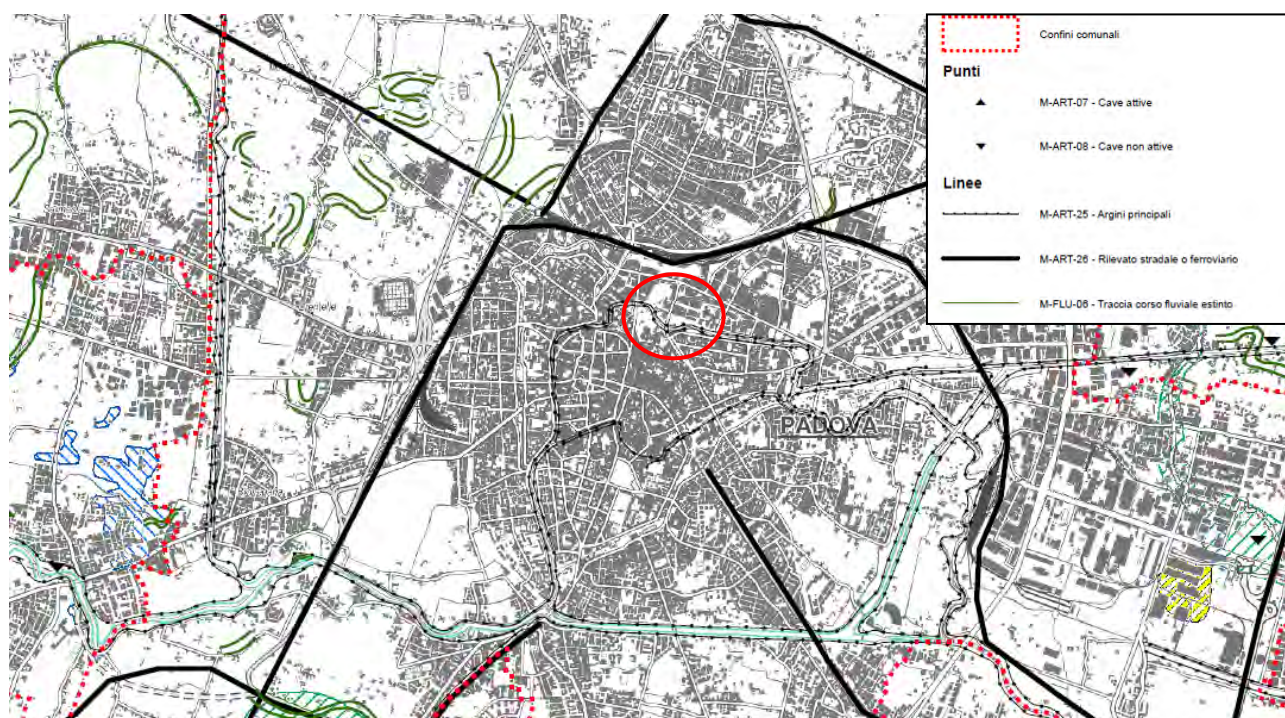


Fig. 3.5 – Stralcio della Carta geomorfologica del PTCP della Provincia di Padova

3.3 Assetto litostratigrafico area provinciale

La litologia del territorio provinciale, con l'eccezione della zona Collinare Euganea trattata a parte, è classificata come "unità geologica della pianura Padano-Veneta" ed è costituita da un poderoso deposito di sedimenti per uno spessore di varie centinaia di metri.

La costituzione litologica-stratigrafica e granulometrica del suddetto deposito è stata determinata dai numerosi eventi deposizionali dei corsi d'acqua che provenendo dalle Prealpi hanno colmato l'antica depressione adriatica e, inoltre, dalle frequenti ingressioni e regressioni marine dell'Adriatico che hanno interessato la bassa e media pianura.

Dal punto di vista litologico il territorio provinciale viene rappresentato dalla seguente suddivisione in tre diverse unità.

- Terreni di alta pianura: interessano i comuni della pedemontana confinante con la provincia di Treviso e la provincia di Vicenza. Sono costituiti dalle conoidi alluvionali ghiaiose, depositate dai corsi d'acqua (Piave, Brenta, Astico, Leogra) quando il loro regime era caratterizzato da portate elevate (scioglimento dei ghiacciai) e trasporto imponente (smantellamento degli apparati morenici delle valli prealpine) e sovrapposte a formare un sottosuolo completamente ghiaioso per tutto lo spessore del materasso alluvionale fino al substrato roccioso.
- Terreni di media pianura: interessano i comuni dell'alta padovana a valle dei precedenti e sono costituiti da alternanze di livelli ghiaiosi con livelli limosi-argillosi per spessori di 400-500m. E' la zona terminale delle grandi conoidi dove i livelli ghiaiosi diminuiscono di numero, spessore e di granulometria scendendo da monte a valle e la maggior parte di essi si esaurisce entro materiali limo-argillosi.
- Terreni di bassa pianura: interessano i territori che si estendono dalla media pianura fino al fiume Adige e la laguna veneta. Il sottosuolo risulta costituito da serie di livelli limo-argillosi alternati a livelli sabbiosi fini. Le sabbie sono generalmente lentiformi e legate ad antichi alvei sepolti e/o divagazioni del fiume Adige e degli altri corsi d'acqua che sboccano in Adriatico.

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 sono il risultato della deposizione dei fiumi (Brenta in primis per il territorio padovano) in periodo post-glaciale (Olocene) 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 (Fig. 3.6).

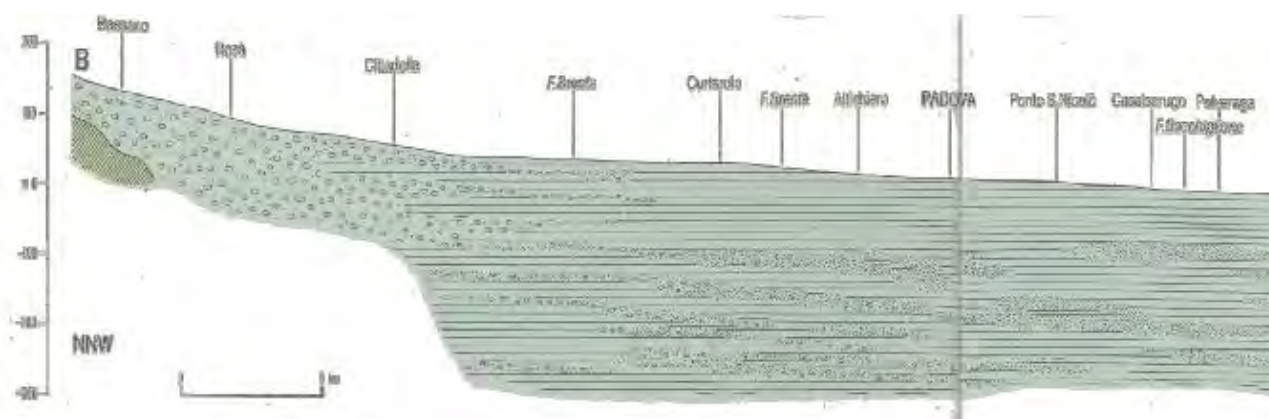


Fig. 3.6 – Sezione schematica NW-S/E della Pianura Veneta (fonte Carta Geologica del Veneto)

I processi di sedimentazione fluviale in ambito di pianura hanno portato alla deposizione di materiali a granulometria fine con notevole variabilità laterale di facies legata alla presenza di macroforme sedimentarie che risultano dalla sedimentazione cumulativa che spazia in tempi anche lunghi. Da ciò risulta che i depositi appartenenti ad ogni singolo sistema fluviale (quali che siano, depositi fini di piana di esondazione o riempimenti di barra di meandro) non sono sufficientemente

delineabili e distinguibili da permettere di creare delle unità di pertinenza relative ad ogni singolo corso d'acqua o riconducibili a formazioni geologiche differenziate o di facies specifiche. Nella loro complessa eterogeneità, tali depositi si possono definire come un ripetersi omogeneo dell'alternanza di limi, sabbie ed argille compenstrate od alternate in strati differenziali, a seconda delle particolari condizioni paleo ambientali di deposizione.

Le principali classi litologiche sono quindi:

- Materiali alluvionali o lacustri a tessitura prevalentemente sabbiosa
- Materiali alluvionali o lacustri a tessitura prevalentemente limo-argillosa
- Terreni di riporto antropico di varia natura e granulometria

Di seguito è mostrato uno stralcio della carta geolitologica della Provincia di Padova, con indicato il sito in esame.

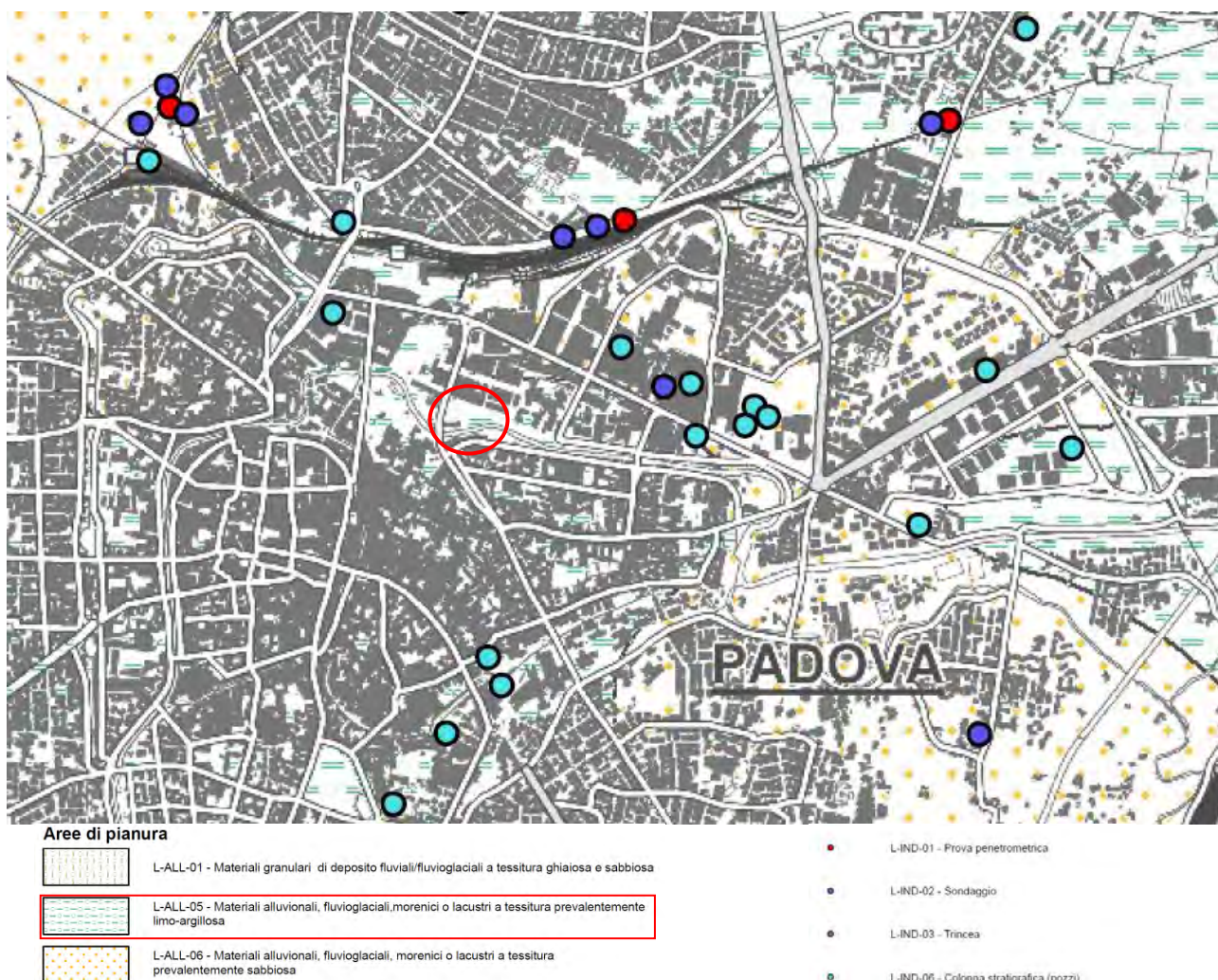


Fig. 3.7 – Stralcio della Carta geolitologica del PTCP della Provincia di Padova

3.4 Idrogeologia

3.4.1 Complessi idrogeologici generali

L'assetto idrogeologico della pianura veneta può essere schematizzato in alta, media e bassa pianura (figura 3.8 e 3.9). La fascia di alta pianura è caratterizzata da materiali di origine fluviale di componente prevalente ghiaiosa; contiene la falda freatica la cui superficie libera decresce verso valle. Le direzioni del movimento idrico sotterraneo all'interno degli acquiferi della pianura veneta, sono mediamente dirette da nord-ovest a sud-est, salvo situazioni locali d'interazione falda – fiume che possono determinare delle variazioni nella direzione del deflusso sotterraneo; anche isolate variazioni di permeabilità possono creare assi di drenaggio influenzanti la falda stessa. Nella bassa pianura padovana la direzione del deflusso idrico superficiale è spesso totalmente differente da quella a scala regionale, a causa dei numerosi interventi antropici sul regime idraulico. Nelle falde in pressione le velocità sono ridotte fino a raggiungere la “stagnazione” per alcune falde molto profonde e/o non captate.

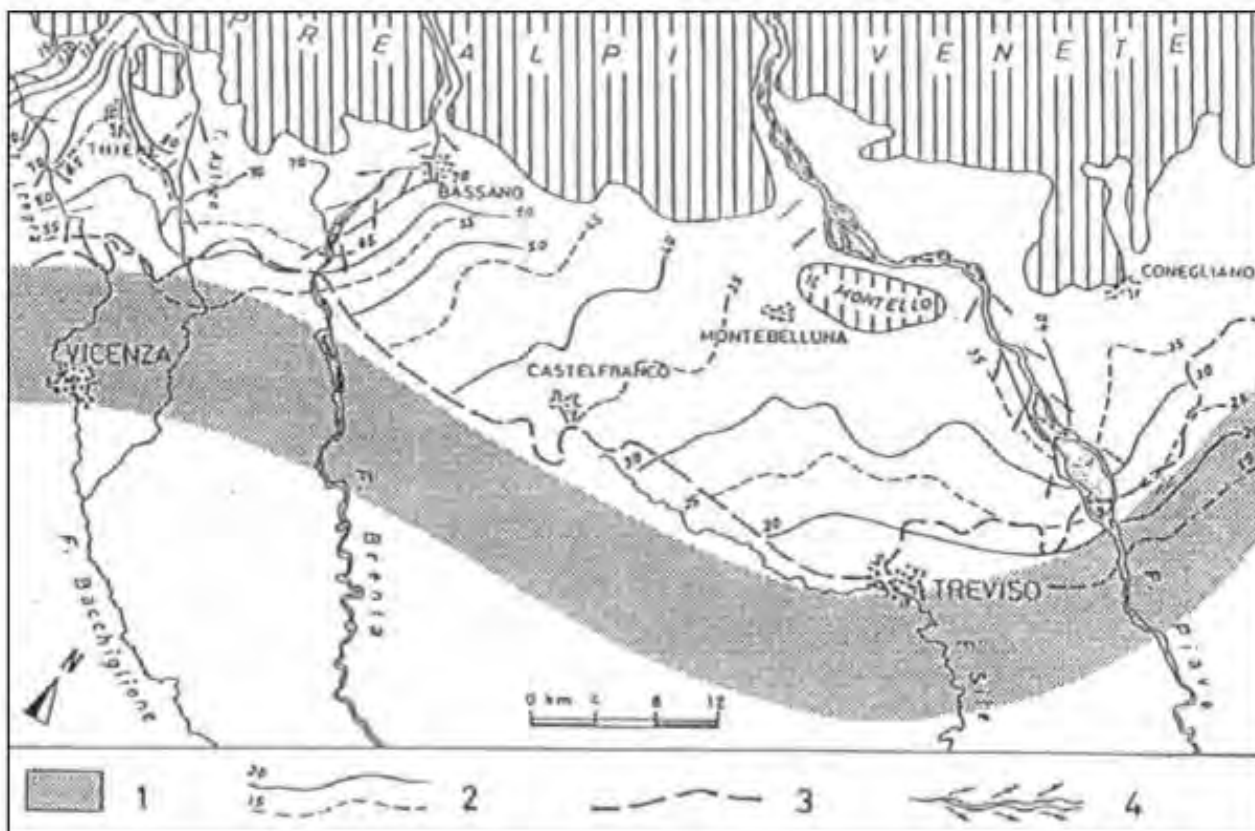


Fig. 3.8 - schema idrogeologico della Pianura Veneta: 1- falde in pressione; 2 – linee isofreatiche; 3 – limite superiore della fascia dei fontanili; 4 – alveo disperdente

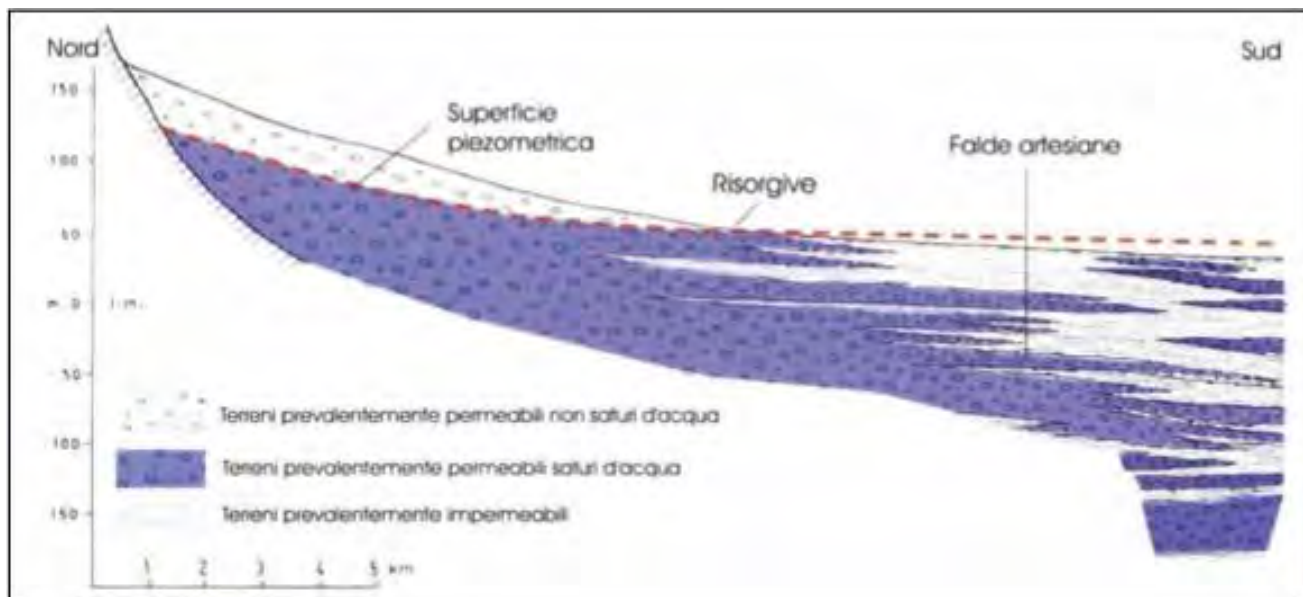


Fig. 3.9 - schema idrogeologico della Pianura Veneta – sezione nord- sud

Nella Pianura Padana, compresa la provincia di Padova, è presente una zona denominata “fascia delle risorgive” (fontanili), che si estende all’incirca da ovest ad est e che delimita l’“alta Pianura” dalla “media e bassa Pianura”; in tale zona la falda freatica intercetta la superficie topografica creando delle polle d’acqua (risorgive) che originano e alimentano diversi corsi d’acqua (fiumi di risorgiva) come ad esempio il Sile, il Dese e il Marzenego. La fascia delle risorgive è quindi la zona di passaggio tra il sistema freatico indifferenziato e il sistema a più falde in pressione e contribuisce alla formazione del reticolo idrografico superficiale. Le risorgive sono inoltre dei biotopi di grande rilevanza naturalistica, la cui conservazione dipende anche dall’equilibrio del sistema idrogeologico posto a monte.

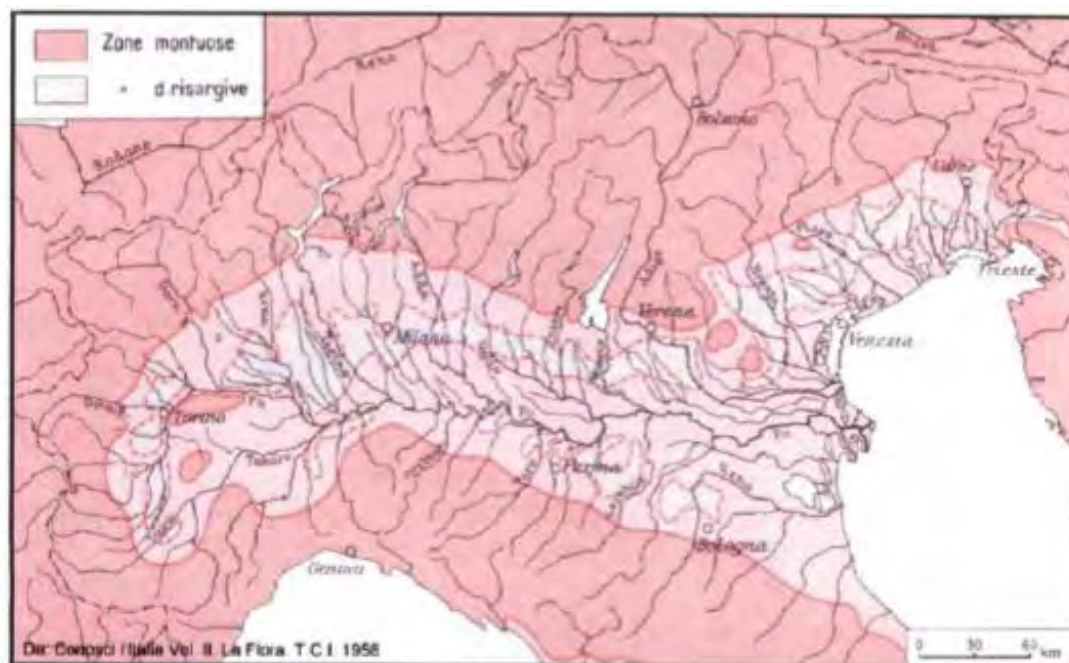


Fig. 3.10 - La fascia delle risorgive nella Pianura Padana

In provincia di Padova, in destra Brenta, si trovano le risorgive della categoria “sbarramento”, cioè dovute al passaggio da sedimenti fortemente permeabili tipici dell'altra pianura a quelli più fini tipici della bassa pianura; nell'area in sinistra Brenta (tra il Brenta ed il comune di Resana) invece sono presenti affioramenti delle acque di falda in ampie bassure geomorfologiche con caratteristiche spesso paludose, che rivestono grande importanza naturalistica ed idrogeologica: la Palude di Onara e l'area delle risorgive di San Domenico (Santa Maria di Cittadella). Tali aree rientrano tra le zone S.I.C. (Siti di Interesse Comunitario) e Z.P.S. (Zone di Protezione Speciale) della rete Natura 2000.



Fig. 3.11 - Risorgive nella Provincia di Padova

La maggior parte delle risorgive, censite nel 2005-2006, è presente nei Comuni di San Pietro in Gù, Grantorto e Piombino Dese. Circa il 30 % delle risorgive censite negli anni '70 e '80 risulta estinta perché interrata, canalizzata o prosciugata; la maggior parte delle risorgive estinte si concentra nell'area del Brenta (in particolare nel Comune di Carmignano) a causa del degrado del sistema idrogeologico (modifiche del rapporto falda-fiume, diminuzione del livello di falda). Nella figura 3.11 si nota una larga striscia parallela al Brenta, area dove le risorgive sono scomparse. In generale la qualità degli ecosistemi delle risorgive attive della provincia di Padova viene penalizzata dalla localizzazione in un'area fortemente antropizzata e urbanizzata; con i conseguenti effetti ambientali quali la scomparsa delle zone umide e l'abbassamento dei livelli di falda, con la conseguenza di favorire il fenomeno di subsidenza del suolo nella fascia litoranea.

3.4.2 Inquadramento idrogeologico dell'area provinciale

Di seguito vengono descritti i corpi idrici sotterranei presenti nel territorio provinciale di Padova.

- **Alta pianura del Brenta (APB):** Si tratta di acquifero indifferenziato, situato a nord della fascia delle risorgive, che interessa le province di Vicenza e Padova.
- **Media pianura tra Tesina e Brenta (MPTB):** Si tratta di acquifero differenziato, situato a sud della fascia delle risorgive, che interessa le province di Vicenza e Padova, di passaggio tra Alta e media Pianura, coincidente con il passaggio tra il tratto disperdente e quello drenante del fiume Brenta. La conformazione litostratigrafica è infatti caratterizzata da conoidi ghiaiosi intercalati a materiali progressivamente più fini verso sud. Nella media pianura si ha presenza di strati

ghiaiosi e sabbiosi in alternanza con argille e limi, il che dà luogo ad una successione di più acquiferi sovrapposti, idraulicamente separati ed in pressione che si assottigliano da Ovest verso Est e da Nord verso Sud. Nell'area di transizione tra l'acquifero indifferenziato e il sistema multi falde confinate, la superficie freatica affiora lungo una fascia di pianura con direzione E-O, la cosiddetta fascia delle risorgive. La zona a nord del limite inferiore delle risorgive è caratterizzata da un orizzonte argilloso piuttosto continuo ad una profondità di circa 35 m dal piano campagna, intercalato da formazioni ghiaiose parzialmente cementate (conglomerato). Di fatto è una zona di transizione tra acquifero indifferenziato a nord e il sistema multistrato a sud delle risorgive con la presenza di due acquiferi sovrapposti: in quello superficiale indifferenziato è presente una falda libera (tra i 3.5 ed i 5 m dal piano campagna nella porzione settentrionale e tra 1 e 2 m dal piano campagna nella zona meridionale) mentre in quello profondo la falda è in pressione.

- Media pianura tra Brenta e Muson Dei Sassi (MPBM) Si tratta di un acquifero differenziato, situato a sud della fascia delle risorgive, che interessa la provincia di Padova. I limiti geografici sono rappresentati dal tratto drenante del Brenta ad Ovest e del Muson dei Sassi ad est. Il sottosuolo è formato da materiali a granulometria medio-fine; analogamente ad altre porzioni di media pianura, il sottosuolo è caratterizzato da una serie di acquiferi confinati e profondi ed un acquifero superficiale; tra i due è presente a 40 m un acquifero con caratteristiche semiconfinato. Analogamente ad altri bacini è presente la fascia delle risorgive; particolarmente rilevanti sono le risorgive del fiume Tergola con portata di circa 1000 l/s in prossimità della palude di Onara in comune di Tombolo. La falda freatica oscilla tra 6 e 8 m dal piano campagna nella porzione settentrionale e tra 1 e 2 m dal piano campagna nella parte meridionale.
- Media pianura tra Muson Dei Sassi e Sile (MPMS) Si tratta di un acquifero differenziato situato a sud della fascia delle risorgive, che interessa le province di Treviso, Padova ed in parte quella di Venezia; i limiti laterali sono rappresentati dal Muson dei Sassi ad Ovest ed il fiume Sile ad Est. Si può definire un bacino di transizione tra alta e bassa pianura che presenta un sistema ben differenziato di ghiaie e limi/argille che determinano una serie di acquiferi confinati ed uno libero superficiale i cui affioramenti danno luogo ad un complesso sistema di risorgive situate perlopiù in provincia di Treviso. La falda freatica oscilla tra 4 e 6 m dal piano campagna nella porzione settentrionale e tra 1,5 e 3 m dal piano campagna nella parte meridionale; le falde confinate (40-60 m) presentano una discreta pressione ma nelle aree sottoposte ad elevati prelievi (Piombino Dese in provincia di Padova e Resana, Scorzè in quella di Treviso) i pozzi non erogano più spontaneamente.
- Bassa pianura Veneta (BPV). Si tratta di un acquifero profondo differenziato, situato nella zona che interessa le province di Verona, Rovigo, Padova; Vicenza, Treviso, Venezia.

Il sottosuolo dell'area urbana si inserisce nel sistema multifalda della bassa pianura veneta, con un'alternanza, talvolta spiccata di livelli permeabili ed impermeabili. Si vengono perciò a formare acquiferi liberi, semiconfinati ed acquiferi in pressione. In via generale si avrà una falda superficiale, poco profonda e di modesta "portata", è ricaricata prevalentemente da acque meteoriche ed indirettamente dagli apporti dei corsi d'acqua presenti nel territorio. Le falde sottostanti sono per lo più in pressione, alloggiate in acquiferi prevalentemente sabbiosi, separate da strati argillosi impermeabili.

Dall'estratto della carta idrogeologica della provincia di Padova (di Giugno 2011) si nota che la falda superficiale ha profondità comprese tra 2.0 e 5.0 m da p.c.. Le oscillazioni medie della falda sono stimabili in ± 1 m nel corso delle variazioni annuali con direzione di flusso NNW-SSE. Dalla stessa non si evince un modello univoco che relazioni la falda idrica, le litologie presenti e gli alvei fluviali attuali: questo fatto è dovuto principalmente all'alta variabilità litologica del sottosuolo che crea, nelle varie zone, domini idrici con caratteristiche diverse caso per caso.

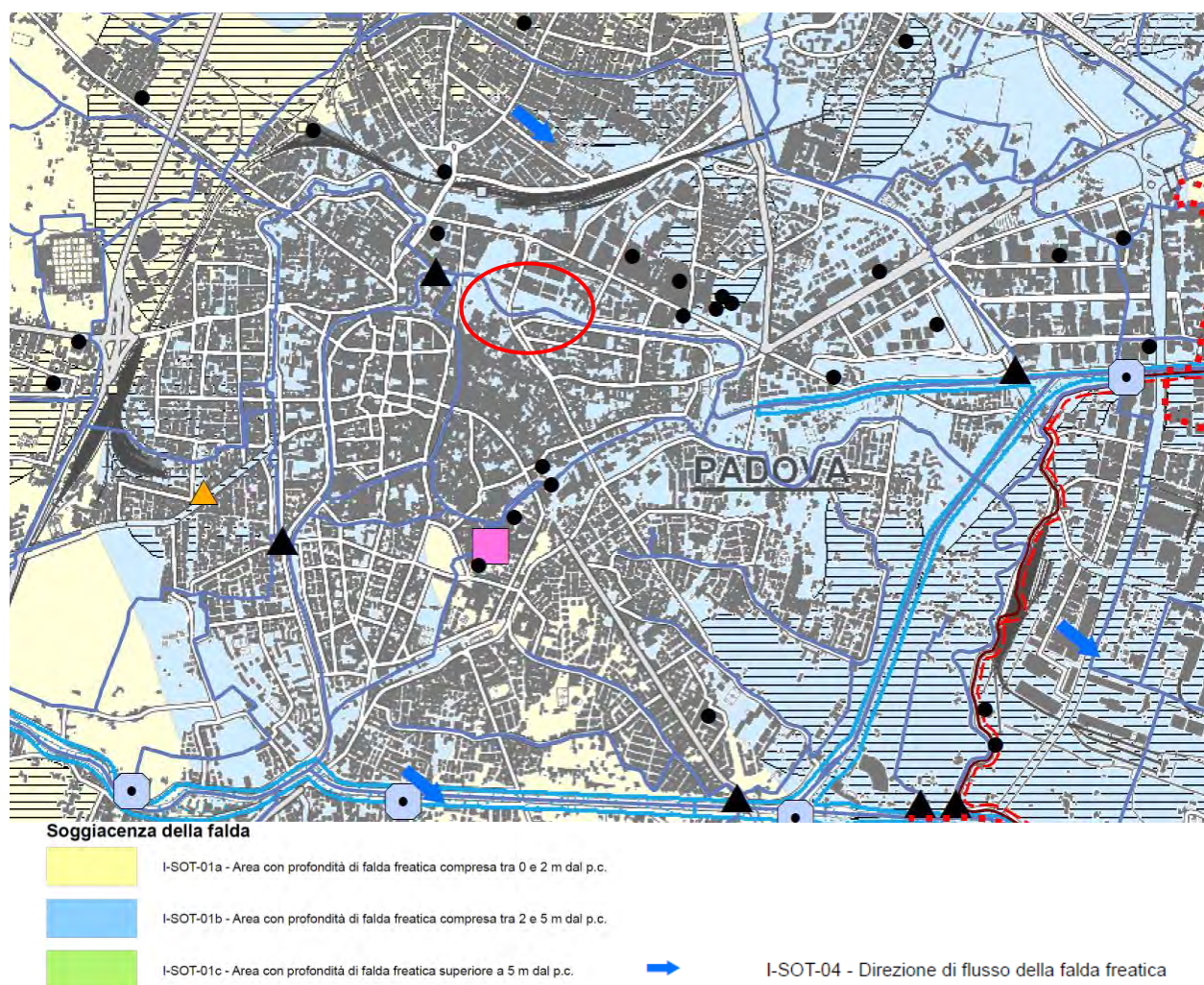


Fig. 3.12 - Stralcio della Carta Idrogeologica del P.A.T. del Comune di Padova con indicazione del sito di indagine

4 Caratteri geologici e idrogeologici sito specifici

4.1 Caratteri geo-stratigrafici

Dalla consultazione delle stratigrafie dei sondaggi eseguiti nel tempo nell'area di studio è possibile delineare la sequenza stratigrafica sito specifica.

Nel dettaglio si possono delineare le principali caratteristiche stratigrafica del sito di studio sino ad una profondità di circa -10,0 m da p.c., di seguito i principali strati individuati:

- **Primo livello:** presente al di sotto delle solette in asfalto e in cls poste al piano di calpestio, risulta essere costituito da riempimento e sottofondo alla sede stradale, realizzato in materiale granulare misto a sabbie e limi di colore da marrone a rosato fino a grigio scuro. Tale livello raggiunge profondità medie pari a circa 2,50 m da p.c.
- **Secondo livello:** costituito da materiale naturale, caratterizzato da sabbie da medie a fini debolmente limose di colore grigio-nocciola e giallastro passanti a sabbie medio-grossolane di colore grigio.
Questo secondo livello è stato rilevato sino alla massima profondità di indagine raggiunta pari a circa -10,0 m da p.c.

4.2 Caratteri idrogeologici sito specifici

Nel mese di Aprile 2022 è stato condotto il monitoraggio delle acque di falda dell'area Via Trieste-Passeggiata Arturo Miolati.

Il monitoraggio qui descritto ha riguardato tutti i piezometri presenti in corrispondenza di Via Trieste e Passeggiata Arturo Miolati, come mostrato all'immagine successiva.

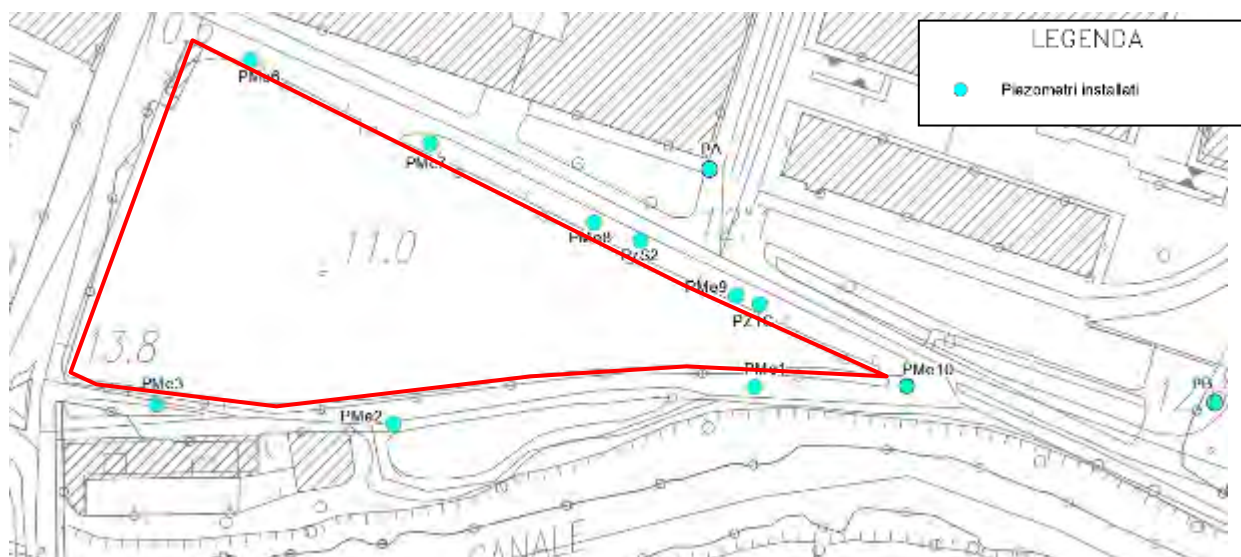


Fig. 4.1 – Ubicazione piezometri oggetto di monitoraggio (evidenziata in rosso area interna sottoposta a MISP)

I piezometri oggetto di monitoraggio (n.12), realizzati in momenti diverse, sono riepilogati nella tabella successiva, nella quale si riepilogano anche le caratteristiche costruttive degli stessi.

Tab. 4.1 - Riepilogo piezometri installati in sito				
Progr.	Sigla Piezometro	Data di realizzazione	Profondità	Intervallo fenestrato
1	PMe1	22/12/2008	10,50 m da b.p.	5,5 – 11,5 m da b.p.
2	PMe2	23/12/2008	10,0 m da b.p.	5,3 – 11,3 m da b.p.
3	PMe3	29/12/2008	9,5 m da b.p.	6 - 12 m da b.p.
4	PMe6	11/09/2007	10,66 m da b.p.	6 - 12 m da b.p.
5	PMe7	11/09/2007	10,62 m da b.p.	6 - 12 m da b.p.
6	PMe8	13/09/2007	10,10 m da b.p.	5 - 11 m da b.p.
7	PMe9	14/09/2007	9,11 m da b.p.	4 - 10 m da b.p.
8	PMe10	13/12/2008	9,9 m da b.p.	6 - 11 m da b.p.
9	PzC1	18/03/2014	10,00 m da p.c.	3,00 – 10,00 m da p.c.
10	PzS2	19/03/2014		
11	PA	17/05/2019		
12	PB	15/05/2019	10,00 m da p.c.	3,00 – 10,00 m da p.c.

Nel corso del monitoraggio delle acque sotterranee, sono state verificate le quote della tavola d'acqua internamente ad ogni piezometro indagato.

I dati così raccolti sono stati espressi in quota assoluta, metri sul livello medio mare, e riepilogati alla tabella successiva.

Tab. 4.2 – Rilievo Piezometrico 26/04/2022

N.	Piezometro	Quota p.c. (m. s.l.m.)	Quota bocca pozzo (m. s.l.m.)	Livello falda da bocca pozzo (m)	Quota falda (m s.l.m.)	Soggiacenza (m da p.c.)
1	PZA	12,056	11,978	-3,44	8,54	3,52
2	PZB	12,786	12,643	-4,15	8,49	4,29
3	PZ1C	11,664	11,558	-2,88	8,68	2,99
4	PZS2	11,633	11,536	-3,24	8,30	3,34
5	PMe1	12,974	12,913	-4,35	8,56	4,41
6	PMe2	13,086	12,922	-4,30	8,62	4,46
7	PMe3	13,392	13,191	-4,55	8,64	4,75
8	PMe6	11,433	11,220	-2,61	8,61	2,82
9	PMe7	11,393	10,943	-2,41	8,53	2,86
10	PMe8	11,447	11,197	-2,70	8,50	2,95
11	PMe9	11,656	11,591	-3,09	8,50	3,16
12	PMe10	12,672	12,541	-4,02	8,52	4,15

Questi sono stati elaborati graficamente in carte delle isopiezometriche, la definizione del regime di flusso delle acque sotterranee sito specifico è stata effettuata escludendo i piezometri PZ1C e PZS2 in quanto mostravano valori anomali rispetto a quanto rilevato nelle precedenti campagne di monitoraggio e nei restati piezometri monitorati nel mese di Aprile 2022. Per la realizzazione della suddetta rappresentazione grafica si è utilizzato il metodo di interpolazione “*Kriging*”, il quale permette di interpolare una grandezza nello spazio, minimizzando l’errore quadratico medio.

L’elaborazione grafica di seguito riportata, frutto dell’interpolazione dei dati piezometrici ottenuti nel corso del monitoraggio di Aprile 2022, riporta un andamento che attraversa anche l’area sottostante al parcheggio multipiano. Si sottolinea, a tal riguardo, che le acque sotterranee, proprio in relazione al sistema di confinamento sotterraneo presente ai confini del parcheggio stesso (v. par.2.2), non scorrono in tale porzione di sito (isopiezometriche di colore azzurro). La ricostruzione ottenuta rappresenta, pertanto, il deflusso “*ideale*” senza tale condizione di confinamento sotterraneo.

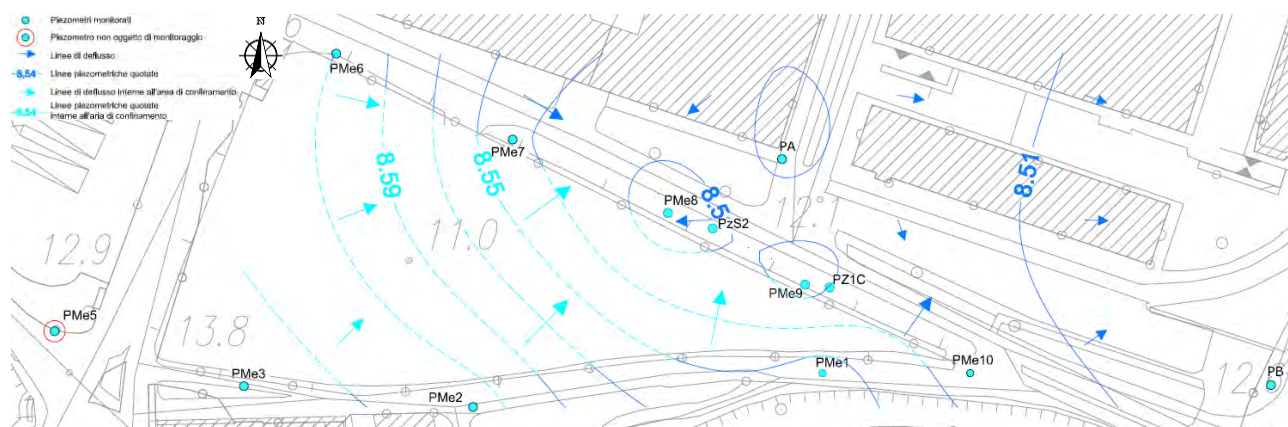


Fig. 4.2 – Carta piezometrica – Campagna del 26 Aprile 2022

Dall'interpolazione dei dati ottenuti (si veda Fig. precedente) si osserva che:

- il valore della quota della superficie piezometrica **rispetto al piano campagna (soggiacenza)** risulta compreso tra 2,82 m del PMe6 e 4,75 m del PMe3;
- la quota della superficie piezometrica **rispetto al livello medio del mare** risulta compresa fra 8,49 m s.l.m. del PB e 8,64 m s.l.m. del PMe3;
- la morfologia locale della superficie piezometrica presenta in generale un **deflusso con direzione S/SW-N/NE**, con probabile debole effetto di ricarica da parte del Canale Piovego posto a Sud dell'area di indagine. Si osserva, inoltre, come il flusso sotterraneo risulti localmente disturbato nella porzione compresa tra PZ1C, PMe9e PZ1C, PMe9 e PA dove si registrano locali depressioni e elevazioni della falda. Queste potrebbero essere dovute alla presenza di opere architettoniche e/o altri sottoservizi nonché a locali perdite ad esempio da condutture sotterranee.

Tali anomalie determinano locali variazioni del deflusso idrico sotterraneo, ciò sarà da verificare con ulteriori campagne di monitoraggio ed eventuali indagini specifiche al fine di valutare se il comportamento qui mostrato risulti essere connesso allo stato naturale della falda sotterranea (scarsa ricarica della falda) o a condizioni esterne ad essa (antropiche);

- il **gradiente idraulico medio** nella direzione principale di deflusso risulta pari al 0,001. Si ricorda che, sia il gradiente idraulico sia la direzione di deflusso idrica risultano sicuramente disturbati dalla presenza dei diaframmi perimetrali al parcheggio.

Ferrara, Maggio 2022

Dott. Dario Biavati



Dott. ing. Leonardo Malagò