

Comune di Verona

Elaborato

RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

SCHEDA URBANISTICA – LA CAMPAGNETTA (VERONA)



I tecnici incaricati

Dott. Geol.
Gionata Andreis



Dott. in Scienze Naturali
Giacomo De Franceschi



Studio Beninca' - Associazione tra Professionisti
Via Serena n° 1 - 37036 San Martino B/A (VR), Tel. 045/8799229
Fax. 045/8780829, P.iva 02494960236
E-mail: info@studiobeninca.it

Aprile 2023

INDICE

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL TERRITORIO	5
4	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTUALE	6
5	INQUADRAMENTO URBANISTICO DELL'AREA.....	8
6	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO	13
6.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	13
6.2	INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO	19
7	VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELL'INTERVENTO	24
7.1	PREMESSA	24
7.2	TRASFORMAZIONI DELLE SUPERFICI IN TERMINI DI IMPERMEABILIZZAZIONE	24
7.3	ANALISI IDROLOGICA	26
7.4	STIMA DELLE PORTATE DI DEFLUSSO	27
7.5	STIMA DEI VOLUMI DI INVASO	28
7.5.1	PREMESSA	28
7.5.2	CALCOLO VOLUME DI INVASO CON $T_R = 50$ ANNI	30
7.5.1	CALCOLO VOLUME DI INVASO CON $T_R = 200$ ANNI	31
8	PROPOSTA DI MISURE COMPENSATIVE	32
9	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	34
	BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	35

ALLEGATI AL TESTO

ALLEGATO 1:	COROGRAFIA IN SCALA 1:5000
ALLEGATO 2:	TABULATI DI CALCOLO VOLUMI DI INVASO CON $T_R = 50$ ANNI
ALLEGATO 3:	TABULATI DI CALCOLO VOLUMI DI INVASO CON $T_R = 200$ ANNI

Codice di Rif.: AG23033

San Giovanni Lupatoto, Aprile 2023

1 PREMESSA

Il presente elaborato riguarda la scheda norma con la proposta di recupero di una vasta area denominata "Campagnetta" sita in Via Sant'Antonio nel Comune di Verona caratterizzata da una situazione di degrado urbanistico, edilizio ed ambientale iniziato nel lontano 1974 e poi lasciato in completo abbandono in attesa di una messa a norma all'interno degli strumenti urbanistici comunali.

Nell'ambito del progetto di cui sopra viene redatto il presente studio di **Compatibilità Idraulica** in conformità a quanto indicato dalla Delibera della Giunta Regionale n. 3637 del 13 dicembre 2002 successivamente integrata e aggiornata dalla D.G.R. n. 1322 del 10 maggio 2006, poi modificata dalla D.G.R. n. 2948 del 6 ottobre 2009, la quale prevede che *"per tutti gli strumenti urbanistici generali e le varianti, generali o parziali o che, comunque, possano recare trasformazioni del territorio tali da modificare il regime idraulico esistente, sia presentata una valutazione di compatibilità idraulica"*.

Scopo di tale elaborato è dimostrare l'ammissibilità degli interventi in progetto in relazione all'assetto idraulico dell'area verificando le possibili interazioni e interferenze nonché prospettando soluzioni atte a garantire il corretto regime idraulico. In tal senso, il presente elaborato oltre a fornire una descrizione delle caratteristiche attuali dei luoghi interessati dal progetto, valuta le modifiche introdotte dall'intervento previsto, ne verifica l'ammissibilità e propone delle misure compensative allo scopo di raccogliere, gestire e allontanare in modo idoneo le acque meteoriche ricadenti nell'area in oggetto senza alterare il regime idraulico del territorio entro cui questa si inserisce.

Lo studio è stato condotto avvalendosi delle informazioni provenienti dalla cartografia geologica esistente, dagli strumenti pianificatori comunali e provinciali, dell'esperienza maturata in studi svolti in passato a breve distanza dal lotto in esame e nel medesimo contesto nonché alla luce di un mirato rilievo dei luoghi di interesse.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione è stata redatta in ottemperanza alla seguente Normativa di riferimento ed alle successive raccomandazioni:

LEGGE N. 179 31.07.2002

Disposizioni in materia ambientale.

D.G.R.V. 13.12.2002 N. 3637

Legge 3 Agosto 1998, n. 267. Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico. Indicazioni per la formazione di nuovi strumenti urbanistici.

D.Lgs. 03.04.2006 N. 152 E S.M.I.

Norme in materia ambientale.

D.G.R.V. 10.05.2006 N. 1322

Legge 3 Agosto 1998, n°267. Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico. Nuove indicazioni per la formazione di nuovi strumenti urbanistici.

ALLEGATO A ALLA D.G.R.V. 10.05.2006 N. 1322

Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici. Modalità operative e indicazioni tecniche.

D.G.R.V. 24.07.2007 N. 2267

Piano di Tutela delle Acque. Approvazione delle norme di salvaguardia.

D.G.R.V. 06.10.2009 N. 2948

Legge 3 Agosto 1998, n. 267 - Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici. Modifica delle delibere n. 1322/2006 e n. 1841/2007, in attuazione della sentenza del Consiglio di Stato n. 304 del 3 aprile 2009.

ALLEGATO A ALLA D.G.R.V. 06.10.2009 N. 2948

Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici. Modalità operative e indicazioni tecniche.

D.G.R.V. 05.11.2009 N. 107

Piano di tutela delle acque (P.T.A.). Norme per il governo del territorio.

D.G.R.V. 27/01/2011 N. 80

Norme tecniche di attuazione del Piano di Tutela delle Acque - Linee guida applicative.

D.G.R.V. 15/05/2012 N. 842

Modifica e approvazione del testo integrato delle norme tecniche di attuazione del Piano di Tutela delle Acque.

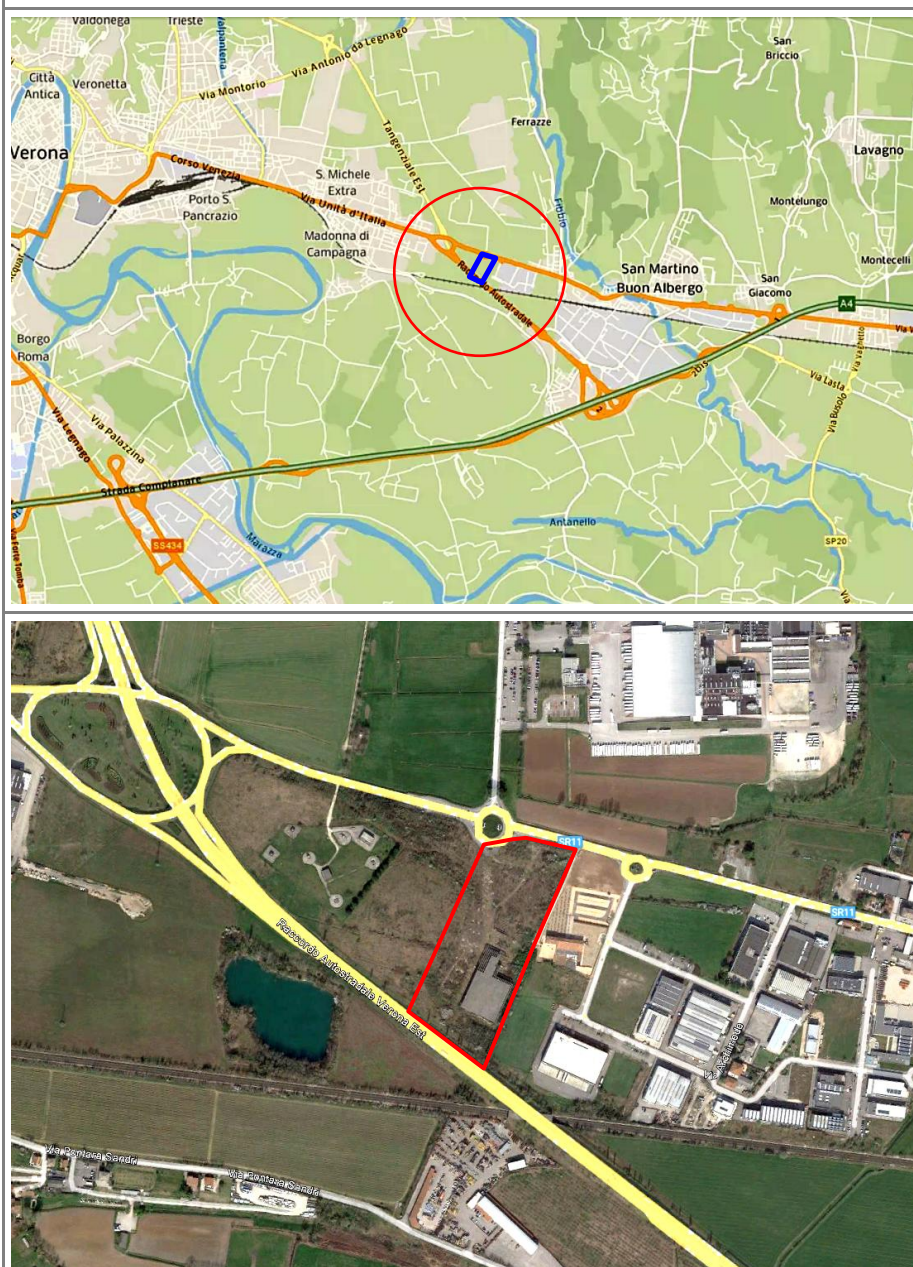
D.G.R.V. 28/08/2012 N. 1770

Piano di Tutela delle Acque. Precisazioni.

3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL TERRITORIO

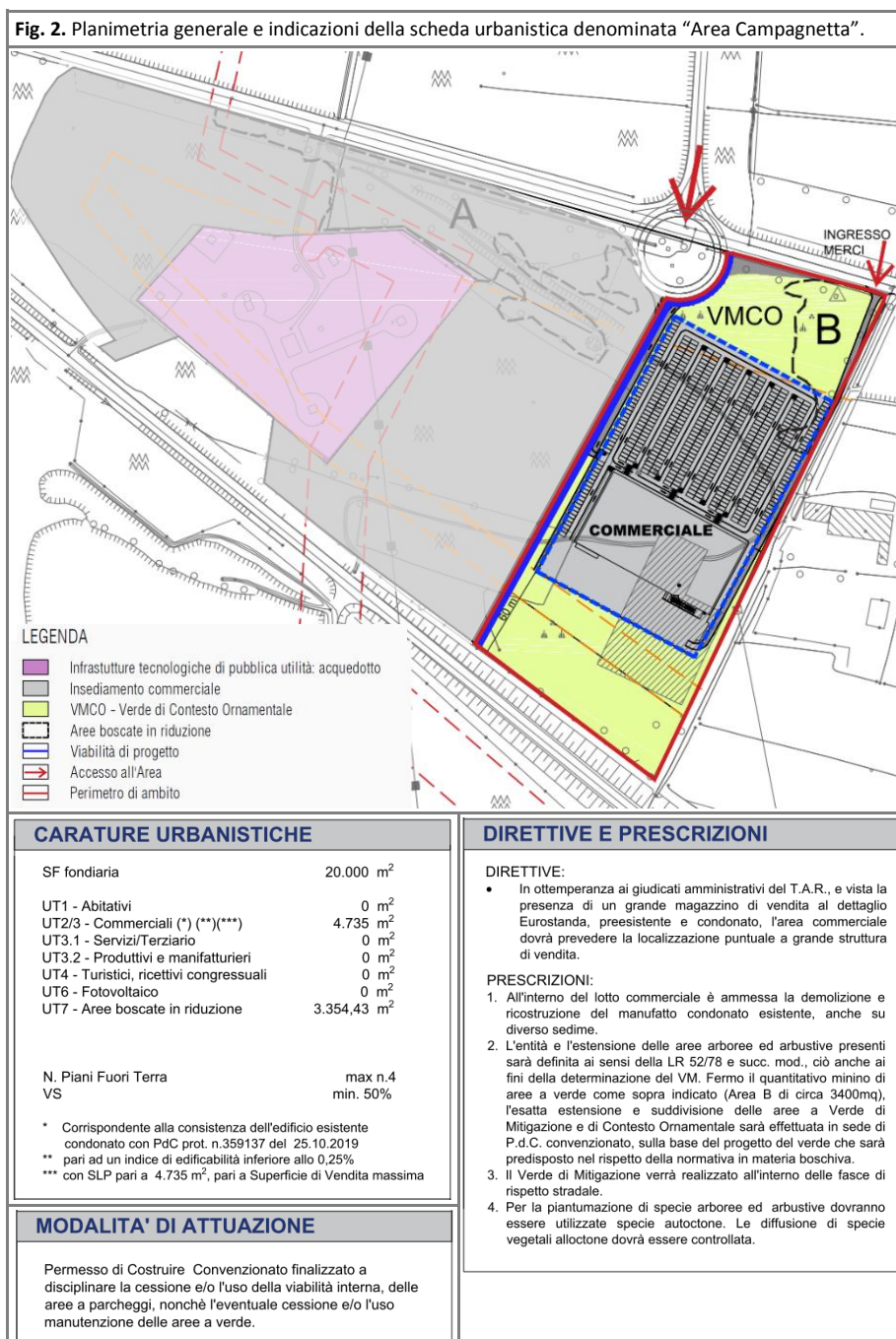
Il sito d'interesse ricade nella porzione orientale del territorio comunale di Verona tra il quartiere di San Michele Extra (ad Ovest) e San Martino Buon Albergo (ad Est). Posto a margine della zona industriale di San Martino Buon Albergo, l'area in oggetto confina a Nord con la Strada Statale S.S. 11 (Via Sant'Antonio), a Sud con la Tangenziale Est di Verona, ad Ovest con un'area verde e sul lato Est con un'area verde e uno stradello vicinale. La porzione di territorio in cui si colloca il sito in oggetto ricade all'interno degli Elementi n. 124131 ("Verona San Michele") e 124132 ("Ca' del Bue") della Carta Tecnica Regionale del Veneto in scala 1:5.000 di cui si allega un estratto in calce al presente elaborato (v. All. 1).

Fig. 1. Inquadramento geografico (sotto) e foto aerea del lotto oggetto di studio (in basso).



4 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTUALE

La scheda propone di recuperare la vasta area denominata “Campagnetta” caratterizzata da una situazione di degrado urbanistico, edilizio ed ambientale iniziato nel lontano 1974 e poi lasciato in completo abbandono in attesa di una messa a norma all'interno degli strumenti urbanistici locali.



Si prevede di realizzare un'area a destinazione commerciale che sfrutti i volumi condonati procedendo con la demolizione e ricostruzione dell'edificio andando a collocarlo in una posizione che consenta una migliore distribuzione degli ambienti esterni (aree verdi, viabilità, parcheggi...). L'area commerciale interessata dall'edificio condonato consente e consentirà l'insediamento di una grande struttura di vendita (4.735 m²) ai sensi degli artt. 19 e 21, comma 6, lett. c), L.R.V. 50/2012, oltre che l'impegno a garantire il rispetto della disciplina in materia di vincolo boschivo, mediante compensazione delle zone a bosco ai sensi della L.R. 52/78.

Si evidenzia in ogni caso che, sotto quest'ultimo aspetto, le ampie superfici a verde di mitigazione e di contesto consentiranno un evidente miglioramento della qualità delle presenze arboree rispetto all'attuale contesto di sviluppo irregolare e spontaneo di essenze non pregiate, oltre che una concreta ed effettiva fruizione da parte della collettività delle aree a verde non boscate; ciò che, unitamente alle ampie dotazioni a parcheggio previste, garantirà il reperimento di standard largamente eccedenti rispetto a quelli minimi di legge e di piano.

Il collegamento alla viabilità principale sarà previsto all'altezza della rotatoria già realizzata in corrispondenza dell'ingresso all'area industriale A.I.A. – Agricola Italiana Alimentare, a nord dell'area di intervento, l'ingresso merci è previsto invece a nord-est a ridosso della Strada Regionale nr. 11. L'intervento previsto, oltre che una adeguata configurazione e distribuzione degli spazi a verde, a parcheggio e della viabilità di collegamento, prevederà una superficie lorda pari a quella già condonata.

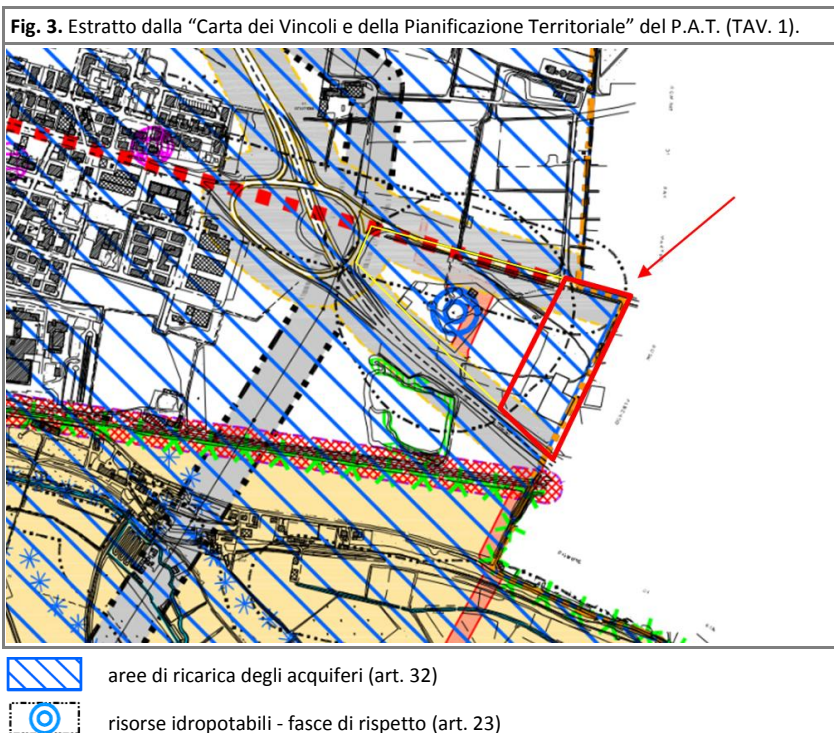
Considerando una superficie di trasformazione pari a 39.642 m² per la suddivisione delle aree si è considerata la situazione più penalizzante in termini di impermeabilizzazione consentita dallo strumento urbanistico vigente, ossia tutta la superficie fondiaria concessa per l'area commerciale e a parcheggio (20.000 m²) è stata ipotizzata impermeabile. Nella tabella seguente sono riassunte le superfici dello stato attuale e dello stato di progetto:

TIPO SUPERFICIE	STATO ATTUALE	STATO DI PROGETTO
aree verdi, inerbite e boscate	26.540 m ²	19.642 m ²
strade e piazzali in terra battuta	5.707 m ²	-
coperture edifici, tettoie, pavimentazioni	7.395 m ²	20.000 m ²
superficie totale	39.642 m²	39.642 m²

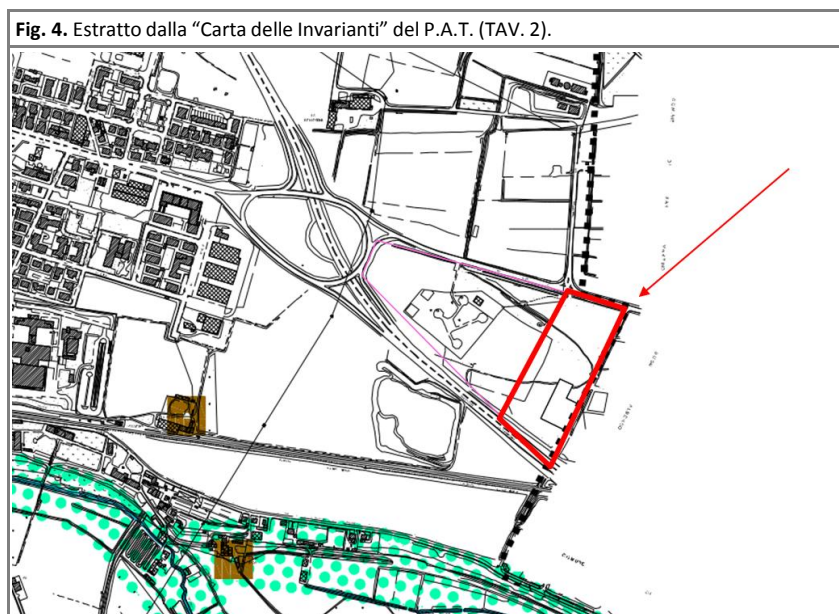
5 INQUADRAMENTO URBANISTICO DELL'AREA

L'analisi del Piano di Assetto del Territorio (P.A.T.) del Comune di Verona, delle tavole e delle norme tecniche ha evidenziato quanto segue.

- “Carta dei Vincoli e della Pianificazione Territoriale” (Tav. 1 del P.A.T.)

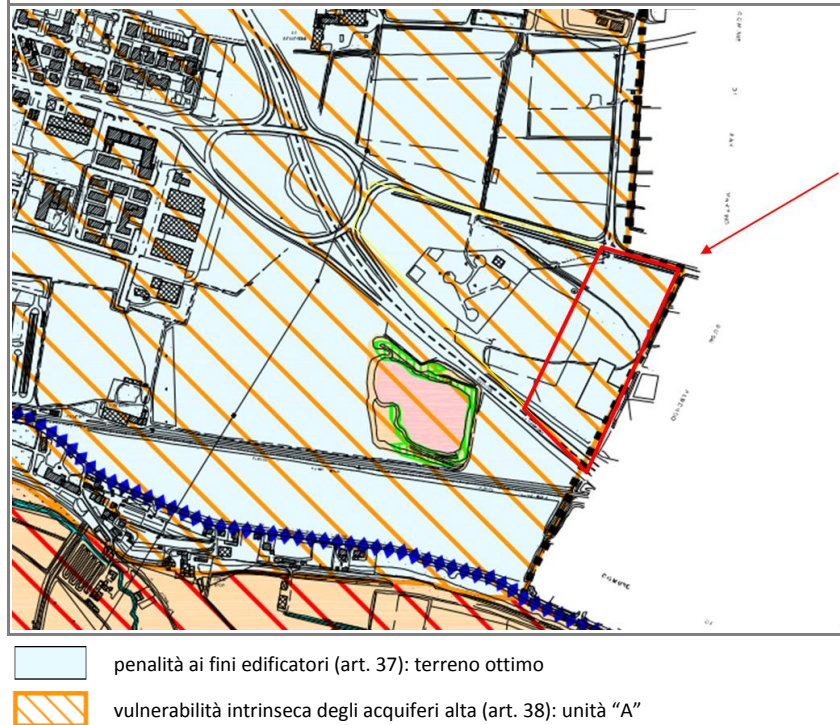


- “Carta delle Invarianti” (Tav. 2 del P.A.T.)



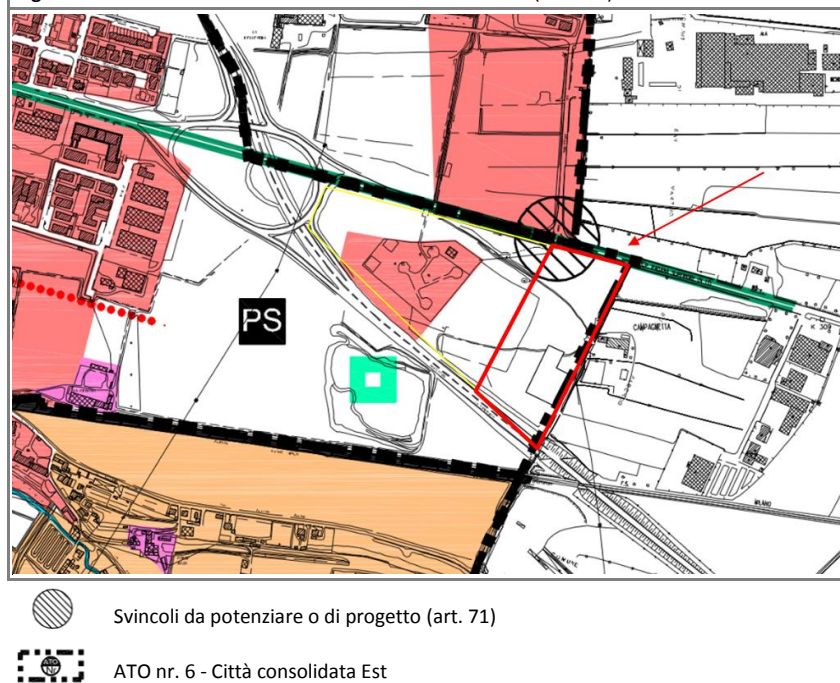
- “Carta delle Fragilità” (Tav. 3 del P.A.T.)

Fig. 5. Estratto dalla “Carta delle Fragilità” del P.A.T. (TAV. 3).



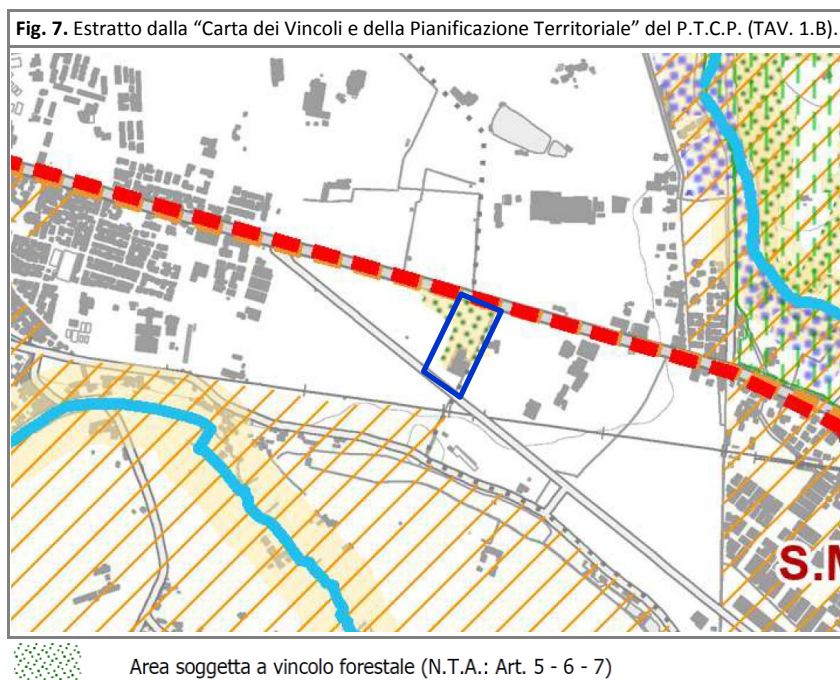
- “Carta delle Trasformabilità” (Tav. 4 del P.A.T.)

Fig. 6. Estratto dalla “Carta delle Trasformabilità” del P.A.T. (TAV. 4b).

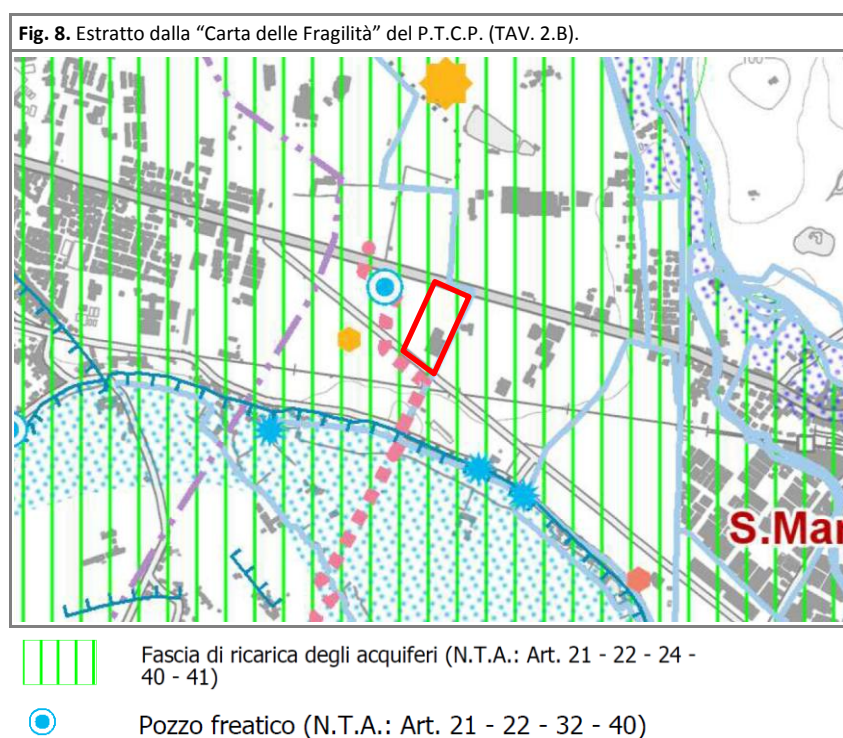


L'analisi del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.) della Provincia di Verona ha evidenziato quanto segue.

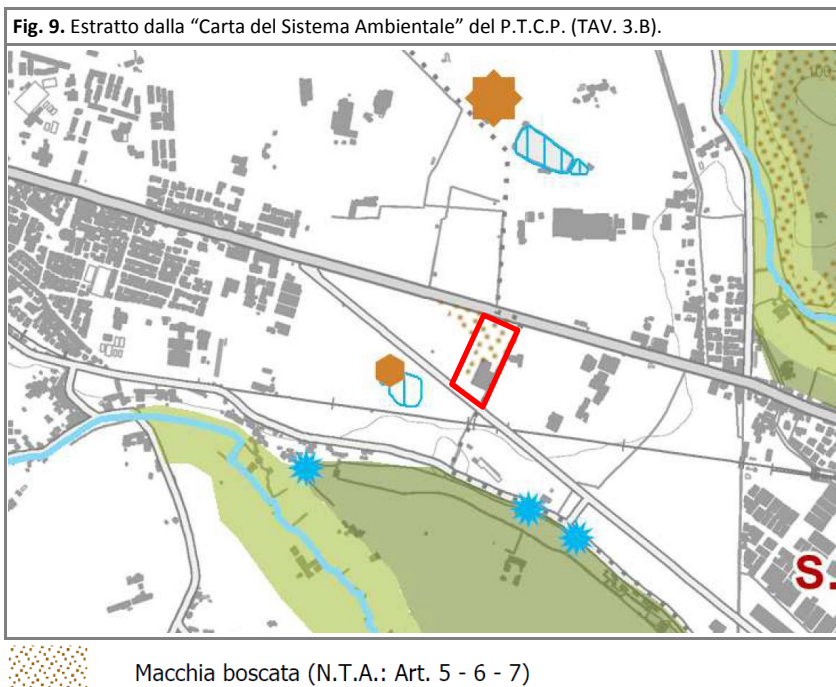
- “Carta dei Vincoli e della Pianificazione Territoriale” (Tav. 1.B del P.T.C.P.)



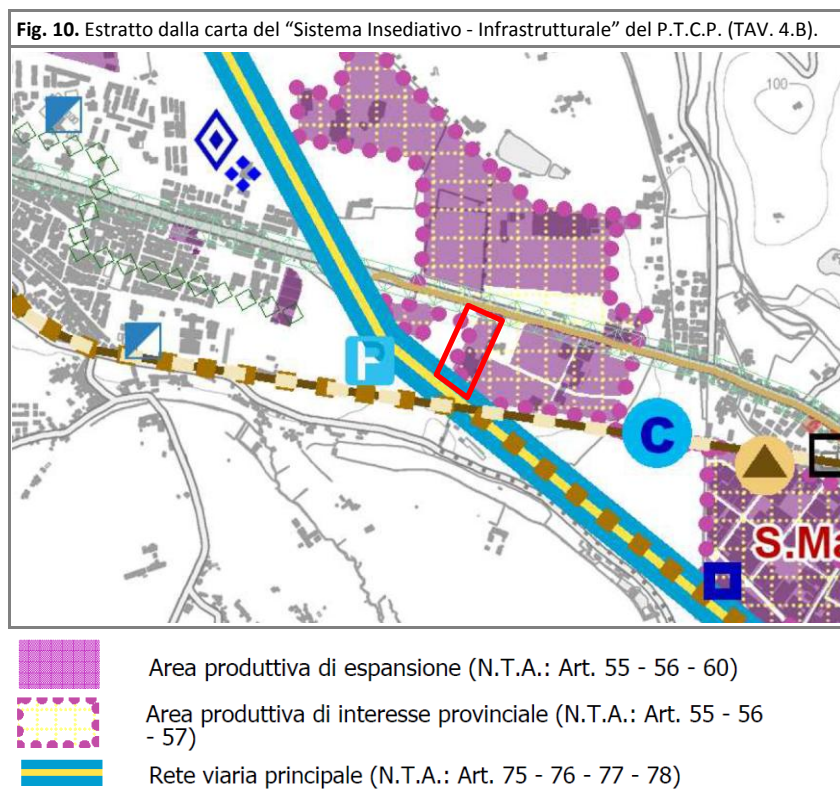
- “Carta delle Fragilità” (Tav. 2.B del P.T.C.P.)



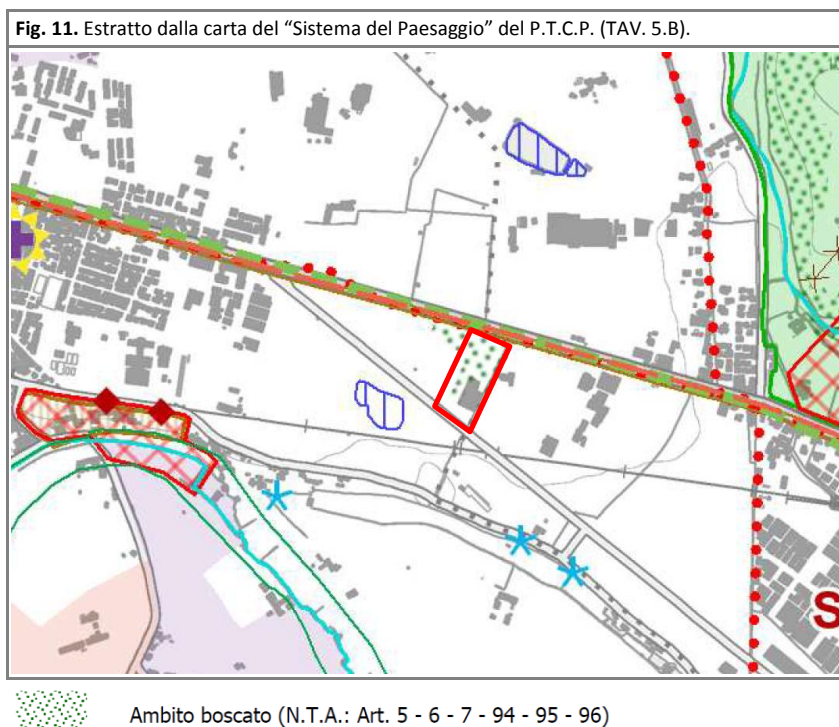
- “Carta del Sistema Ambientale” (Tav. 3.B del P.T.C.P.)



- Carta del “Sistema Insediativo - Infrastrutturale” (Tav. 4.B del P.T.C.P.)



- “Carta del “Sistema del Paesaggio” (Tav. 5.B del P.T.C.P.)



L'analisi del Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (P.T.R.C.) della Regione Veneto ha evidenziato quanto segue.

- Carta del “Sistema del territorio rurale e della rete ecologica” (Tav. 24 del P.T.R.C.)



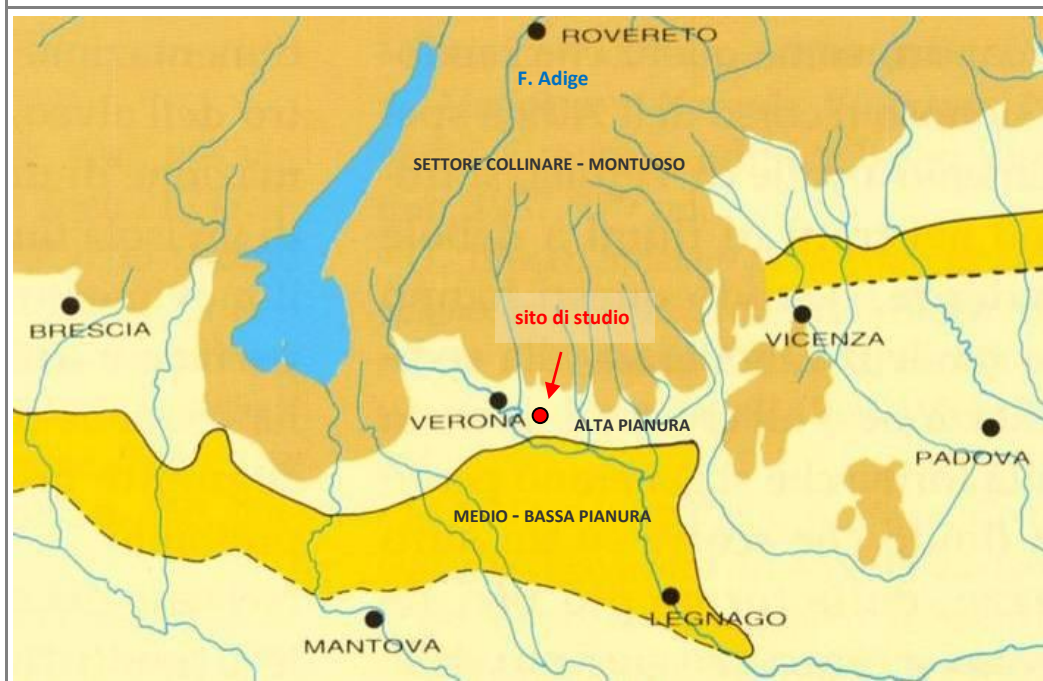
6 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

6.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Dal punto di vista **geologico - geomorfologico** generale, l'intero territorio della Provincia di Verona è schematizzabile nei tre differenti contesti di seguito elencati (Fig. 13):

- a) settore collinare - montuoso;
- b) alta pianura (fra il settore montuoso e la linea delle risorgive);
- c) media e bassa pianura.

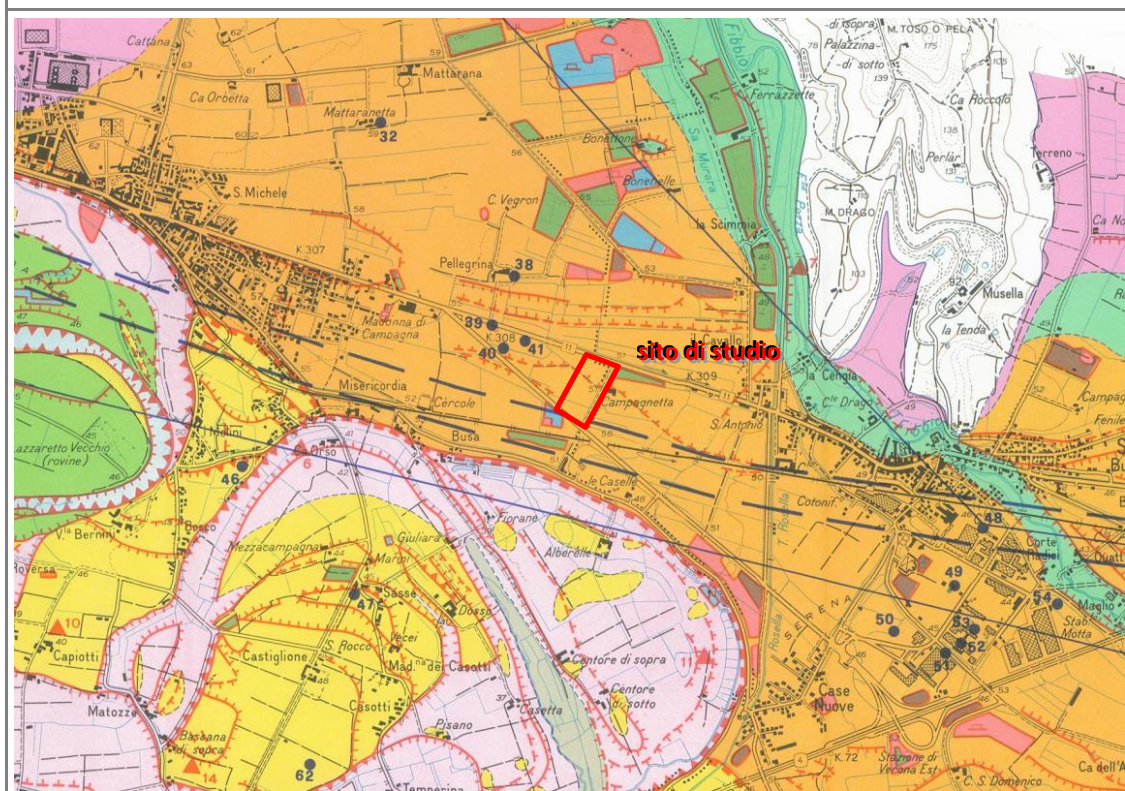
Fig. 13. Posizione dei tre contesti geomorfologici e geolitologici principali: I) Settore collinare – montuoso, II) **Alta Pianura Veronese**, III) Medio – Bassa Pianura (da Etsch, Adige – Il fiume gli uomini la storia, 1997).



Il sito progettuale si inserisce nell'Alta Pianura Veronese, caratterizzata dalla presenza delle alluvioni dell'antico conoide del Fiume Adige che si estende, con forma a ventaglio, dallo sbocco della Val d'Adige fino a Legnago. L'evoluzione geomorfologica e geologica della pianura veronese è legata principalmente all'interferenza fra le variazioni climatiche che si sono succedute durante il Quaternario e le conseguenti variazioni di portata del fiume Adige, corso d'acqua a carattere fluvio-glaciale, secondo un'alternanza di fasi di espansione e di ritiro glaciale con le conseguenti variazioni del flusso idrico e del trasporto solido. In ragione della natura del trasporto di tipo fluviale, si determina una progressiva diminuzione granulometrica dei depositi procedendo dalla parte apicale del conoide (Alta Pianura), caratterizzata da granulometrie prevalentemente grossolane (ghiaie ciottolose in matrice sabbiosa), verso la parte più distale del conoide stesso (Media e Bassa Pianura), caratterizzata da terreni più fini (da sabbiosi a limosi e argillosi).

Da un punto di vista **morfologico**, con riferimento al rilievo effettuato e a quanto riportato nella “Carta Geomorfologica della porzione a Sud - Est della Pianura di Verona” (Fig. 14), nella porzione di territorio entro cui ricade il sito di studio si rileva una morfologia pianeggiante in cui gran parte delle evidenze morfologiche sono riconducibili all’evoluzione dell’idrografia attuale e pregressa quali terrazzi, orli di scarpata e paleoalvei, i cui segni tuttavia risultano oggi celati dalle pratiche agricole e dall’urbanizzazione del territorio.

Fig. 14. Estratto dalla “Carta Geomorfologica della porzione a Sud - Est della Pianura di Verona” in scala 1:25.000 (Sorbini L. et alii, 1984). In rosso l’ubicazione del lotto di studio.



-  Alluvioni prevalentemente ghiaiose del conoide dell'Adige
-  Alluvioni prevalentemente ghiaiose del piano di divagazione dell'Adige
-  Alluvioni prevalentemente limose del piano di divagazione dell'Adige
-  Terreni torbosi
-  Orlo di terrazzo tra il conoide e il piano di divagazione maggiore di 3 m
-  Orlo di terrazzo di altezza superiore a 3 m
-  Orlo di terrazzo e limite di dosso di altezza inferiore a 3 m
-  Orlo di terrazzo e limite di dosso poco evidente
-  Cave
-  Ubicazione di stratigrafia
-  Traccia di sezione

Nello specifico, l'area di intervento si colloca tra le quote altimetriche di 50,0 e 51,0 m s.l.m. in una porzione di territorio nel complesso pianeggiante (solo lievemente degradante verso Sud) dove le evidenze morfologiche delle passate dinamiche fluviali, come già accennato, sono oggi per lo più celate dalle pratiche antropiche diffuse nel territorio. Nei dintorni del lotto di proprietà sono comunque riconoscibili alcuni orli di terrazzo fluviale di altezza inferiore a 3 m con andamento allungato in direzione Nord Ovest - Sud Est, alcuni ancora parzialmente visibili. All'interno dell'area di intervento si segnalano, a livello topografico, locali differenze di quota nell'ordine di alcune decine di centimetri legate a pregresse attività agricole ed edilizie.

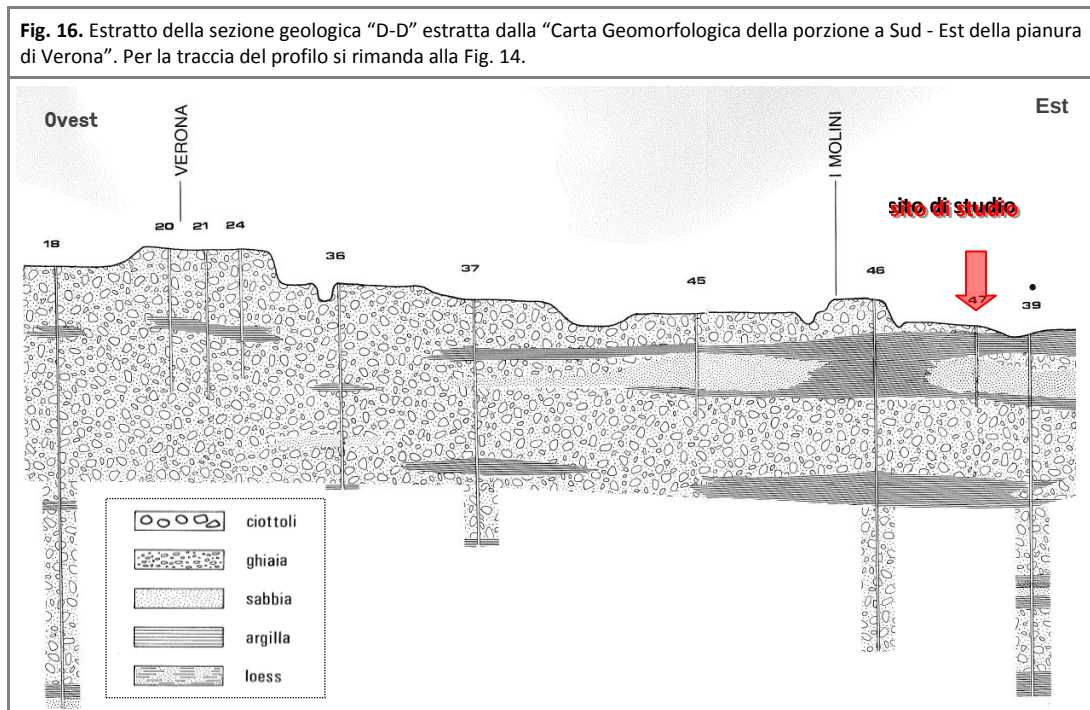
Fig. 15. Panoramica del lotto oggetto di studio.



In corrispondenza della porzione di territorio dove ricade il lotto di studio non si rilevano significative evidenze morfologiche che indichino situazioni di particolare criticità, né si segnalano fenomeni di dissesto in atto, quiescenti o in evoluzione, né manifestazioni di erosione diffusa o concentrata. Il progetto, inoltre, non comporta significative modifiche alla morfologia che possano incidere sulla stabilità globale e locale dei luoghi.

Dal punto di vista **geolitologico** generale, l'alternanza di fasi di espansione e di ritiro glaciale, con le conseguenti variazioni di flusso idrico e di trasporto solido del Fiume Adige, ha determinato l'accumulo in più riprese di enormi quantità di materiale allo sbocco in pianura del fiume. Si possono distinguere la parte apicale del conoide, caratterizzata da granulometrie prevalentemente grossolane (Alta Pianura) e la parte più distale del conoide stesso (Media e Bassa Pianura) caratterizzata invece dalla progressiva diminuzione granulometrica dei depositi.

Con riferimento alla “Carta Geomorfologica della porzione a Sud - Est della pianura di Verona” riportata in precedenza (Fig. 14), emerge come il primo sottosuolo dell'area di studio risulti costituito dai depositi grossolani delle alluvioni ghiaiose del conoide dell'Adige. L'analisi delle stratigrafie di alcuni pozzi posti nelle vicinanze del sito di studio e della sezione geologica riportata di seguito conferma la presenza nel sottosuolo di un materasso alluvionale di natura granulare (ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa) e spessore considerevole, localmente alternato dalla presenza di livelli fini che interrompono la continuità dei depositi ghiaiosi; si tratta di orizzonti di natura prevalentemente argillosa di alcuni metri di spessore, rinvenibili già a partire da profondità di circa 12 / 15 metri dal piano campagna.

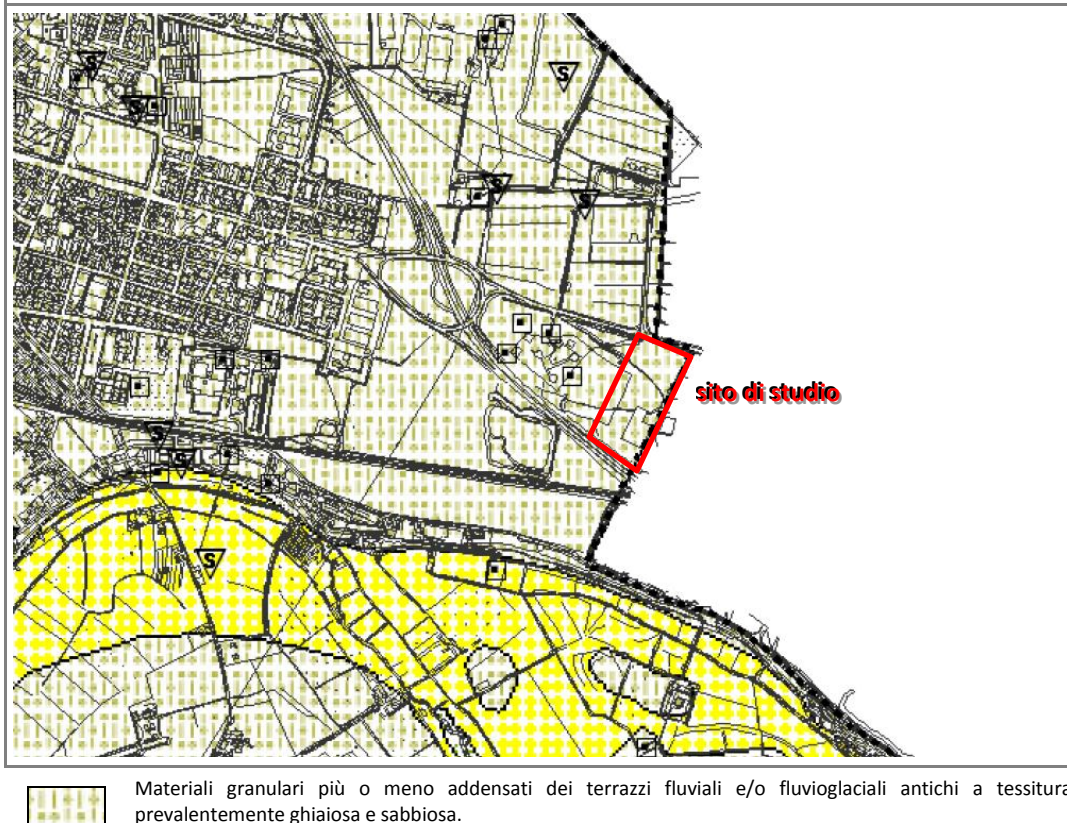


Di seguito si riportano la stratigrafia di un pozzo per acqua (pozzo n°41) ubicato nel campo pozzi presente nel lotto ad Ovest rispetto all'area di studio (per l'ubicazione v. Fig. 14) e rappresentativo dell'assetto litostratigrafico che caratterizza anche il sito oggetto d'intervento; la stratigrafia conferma un sottosuolo costituito in prevalenza da depositi grossolani (ghiaia ciottolosa e sabbia) con locali livelli argillosi di spessore multimetrico presenti in profondità.

STRATIGRAFIA N. 41	
PROFONDITÀ (m da p.c.)	LITOLOGIA
0,0 ÷ 12,5	ghiaia
12,5 ÷ 19,5	argilla
19,5 ÷ 24,5	ghiaia
24,5 ÷ 26,0	argilla
26,0 ÷ 31,5	sabbia

Da un punto di vista **litologico – stratigrafico** per un inquadramento di dettaglio dell'area indagata si rimanda alla “Carta Geolitologica” del Piano di Assetto del Territorio (P.A.T.) del Comune di Verona (Fig. 17), la quale conferma come il primo sottosuolo locale sia costituito dai materiali granulari più o meno addensati dei terrazzi fluviali e/o fluvioglaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa.

Fig. 17. Estratto dalla “Carta Geolitologica” del Piano di Assetto del Territorio (P.A.T.) del Comune di Verona.



Nello specifico, con riferimento ai dati emersi dall'esecuzione di alcuni scavi esplorativi nell'area di studio (cfr. *“Relazione Geologica e Geotecnica”* redatta nell'Aprile 2023 dal Geol. Giorgio Arzone), il primo sottosuolo locale è costituito da un orizzonte di terreno vegetale superficiale di spessore pluridecimetrico e natura mista (sabbia limosa con ghiaia e radici) che sottende depositi grossolani naturali costituiti da ghiaia ciottolosa in matrice sabbiosa.



L'**assetto litostratigrafico** dell'area di studio può essere così schematizzato:

PROFONDITÀ MEDIA (m da p.c.)	STRATIGRAFIA	UNITÀ
0,0 ÷ 0,5	Terreno vegetale: sabbia limosa con ghiaia centimetrica e apparati radicali. Deposito asciutto e poco addensato.	Tv
> 0,5	Ghiaia ciottolosa in matrice sabbiosa in giacitura naturale di colore biancastro. I ciottoli, di natura calcarea, hanno grado di sfericità medio - alto e forme arrotondate, spigoli smussati, sono eterogranulari con dimensioni centimetriche ($\Phi = 2 \div 5$ cm) e locali trovanti decimetrici ($\Phi_{max} = 15$ cm). Deposito asciutto e poco addensato.	Gs

Per quanto concerne l'aspetto geologico e geomorfologico locale, in corrispondenza dell'area di intervento non si segnalano significative criticità potenziali o in atto; contestualmente il modello litologico locale conferisce ai luoghi un assetto nel complesso stabile.

6.2 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO

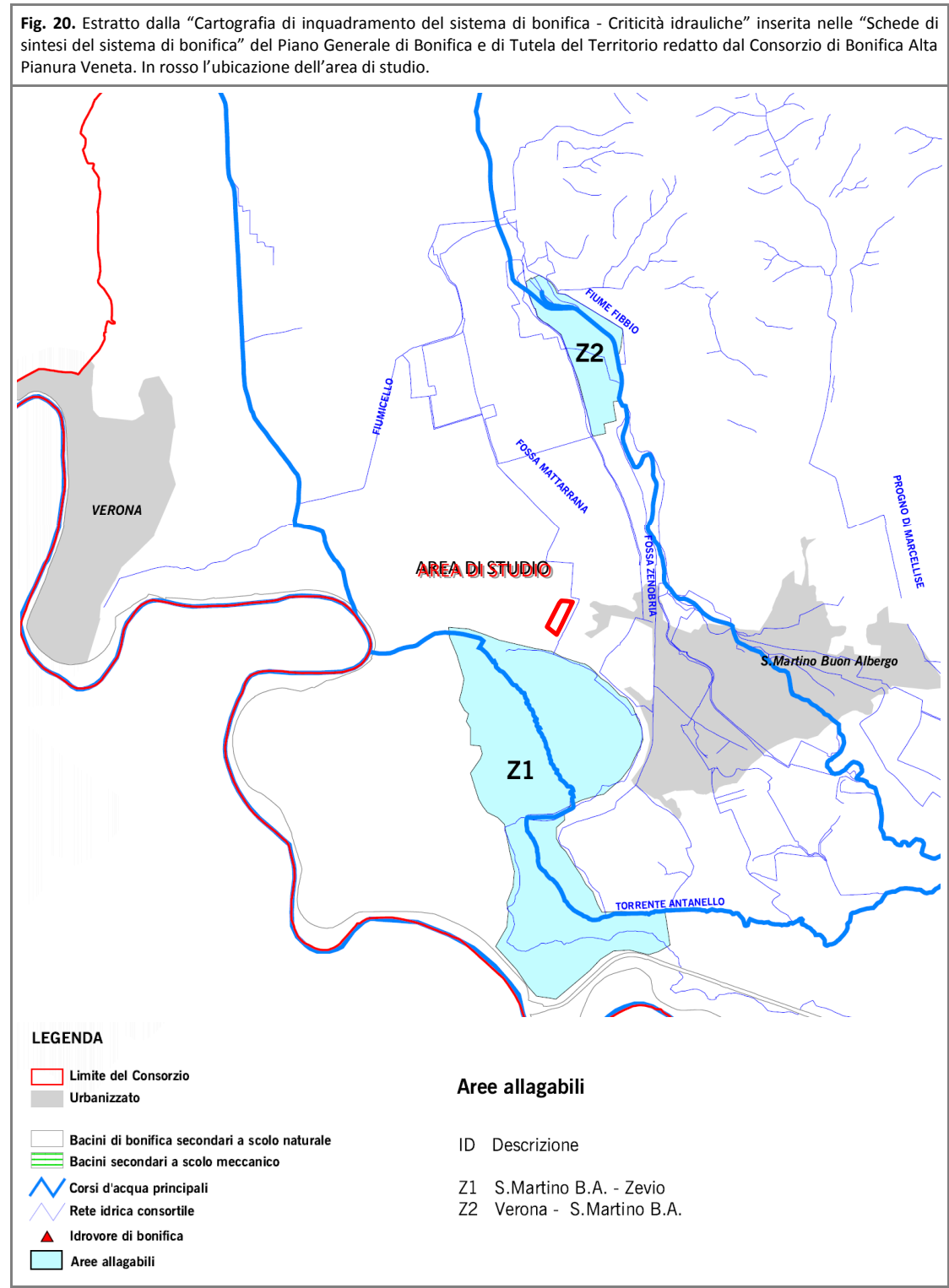
Il reticolo **idrografico** del territorio esaminato è costituito da un diversificato sistema di corsi d'acqua, naturali e artificiali, fortemente condizionato da interventi antropici a scopi prevalentemente irrigui, di bonifica e di controllo del rischio idraulico. L'elemento idrografico principale dell'area è rappresentato dal Fiume Adige, la cui sponda sinistra dista circa 2 km in direzione Ovest. Da segnalare la Fossa Mattaran, corso d'acqua di origine naturale che scorre in direzione Nord - Sud e delimita il confine Est del lotto di studio; si tratta di un elemento della rete idrografica secondaria costituito da un piccolo fosso consortile adibito prevalentemente all'irrigazione dei terreni coltivati in parte intubato. Tale elemento, previa opportuna verifica della sua funzionalità e idoneità da parte del Consorzio, potrebbe fungere da corpo idrico superficiale recettore delle acque meteoriche del lotto in oggetto.

Fig. 19. Estratto da Google Earth con evidenziata la rete idrografica principale (in azzurro) presente in corrispondenza dell'area di intervento (in rosso).



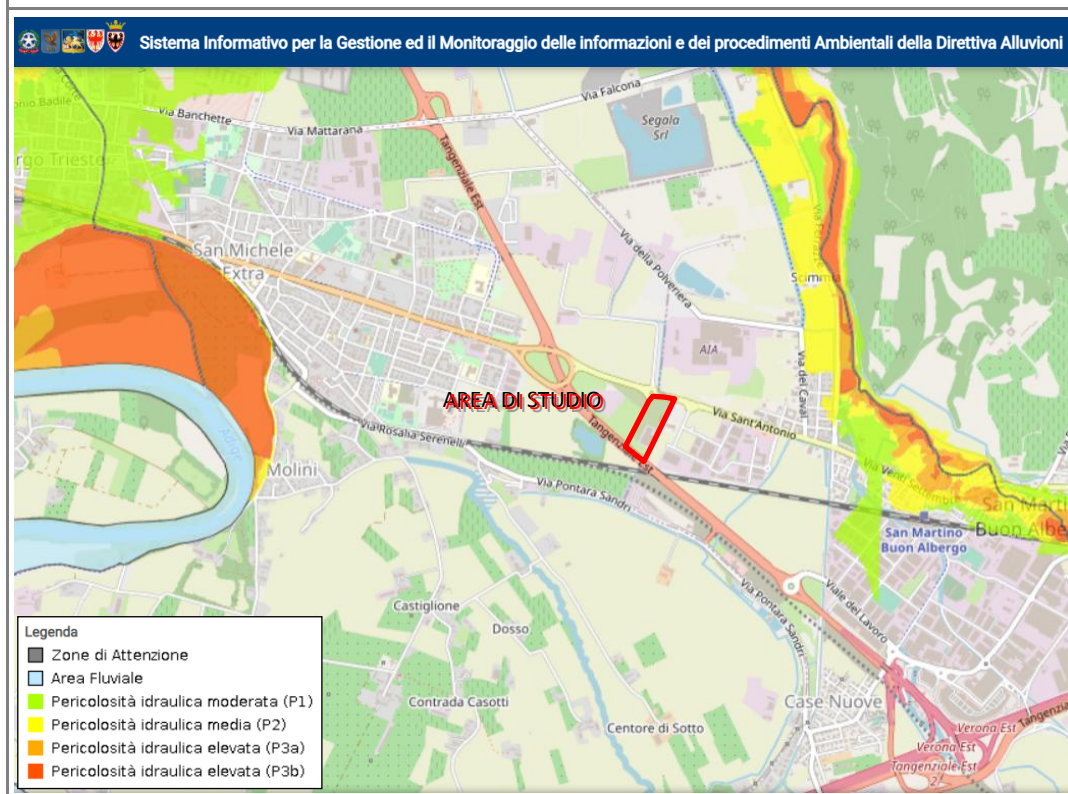
L'area di studio si pone al di fuori di aree potenzialmente inondabili e caratterizzate da concentrazione privilegiata delle acque di corrivazione superficiale: pur in assenza di riscontri diretti in concomitanza di eventi meteorici di una certa intensità, nel corso del sopralluogo non sono emerse situazioni caratterizzate da significativo ristagno idrico o da difficoltà di drenaggio superficiale.

A conferma di quanto sopra, dall'analisi della "Cartografia di inquadramento del sistema di bonifica - Criticità idrauliche" (Fig. 20) inserita nelle "Schede di sintesi del sistema di bonifica" del Piano Generale di Bonifica e di Tutela del Territorio redatto dal Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta emerge come l'area di studio non ricada in corrispondenza di aree allegabili o soggette a ristagno idrico riconosciute dal consorzio.



Da un punto di vista “**idrografico - amministrativo**”, il sito di studio rientra nel Distretto Idrografico Api Orientali e dall’analisi della cartografia del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) non ricade in aree a pericolosità idraulica, né in zone di attenzione idraulica (Fig. 21).

Fig. 21. Cartografia delle aree a diverso grado di pericolosità idraulica del P.G.R.A. (Piano di Gestione Rischio Alluvioni) elaborato dal Distretto Idrografico delle Alpi Orientali. In rosso l’ubicazione del lotto di studio.



Per quanto riguarda l’aspetto **idrogeologico**, la Pianura Veronese può essere suddivisa fra Alta e Medio - Bassa Pianura, due ambiti geologici e idrogeologici distinti, seppur collegati tra loro.

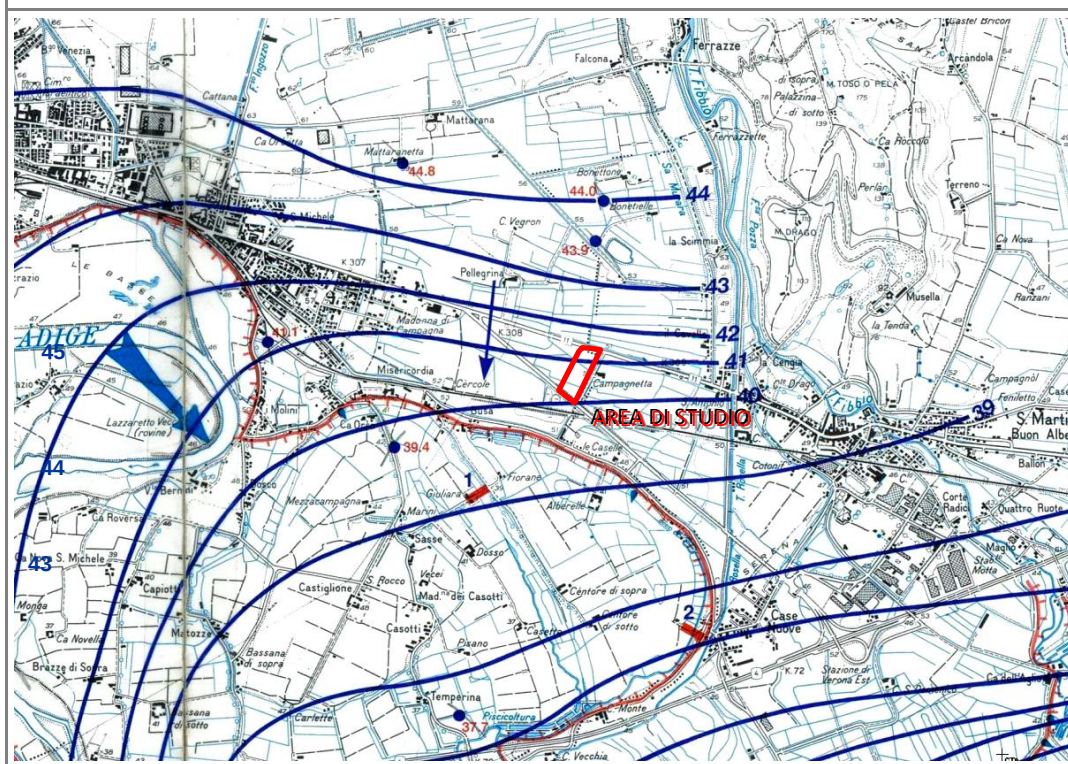
- SISTEMA DELLA PIANURA ALLUVIONALE - ALTA PIANURA:** tale unità, compresa fra i Monti Lessini a Nord, le colline moreniche dell’anfiteatro gardesano ad Ovest e la fascia delle risorgive a Sud, rappresenta una delle più cospicue riserve idriche sotterranee del Veneto. L’Alta Pianura è infatti sede di un acquifero freatico indifferenziato con direzione di deflusso approssimativamente Nord Ovest – Sud Est. L’elevata permeabilità e l’omogeneità del sottosuolo permettono l’infiltrazione delle acque superficiali e fanno di questo territorio “area di ricarica” degli acquiferi;
- SISTEMA DELLA PIANURA ALLUVIONALE – MEDIA E BASSA PIANURA:** a partire dal limite inferiore della fascia delle risorgive prende inizio l’ambiente di Medio – Bassa Pianura caratterizzato dall’affioramento di terreni da fini a molto fini. Il sottosuolo, costituito da alternanze di orizzonti continui limo - argillosi e strati permeabili, è caratterizzato dalla sovrapposizione di *acquiclude* e di falde idriche in pressione. In questa porzione di territorio prevalgono pertanto depositi a permeabilità medio bassa, utili come protezione delle acque di qualità profonde.

Il limite fra l'Alta e la Medio – Bassa Pianura è segnato dal limite superiore della fascia delle risorgive, cioè la zona entro cui la superficie piezometrica intercetta quella topografica con conseguente venuta a giorno della falda freatica. In corrispondenza di tale fascia si origina un fitto sistema idrografico costituito dai fiumi di risorgiva che, nel corso del Quaternario, hanno contribuito alla formazione della struttura sedimentaria della Media e Bassa Pianura.

Nello specifico, il sito di studio ricade nell'ambito dell'Alta Pianura dove i depositi ghiaioso - sabbiosi che costituiscono il primo sottosuolo rappresentano un importante acquifero freatico, che ospita una falda di elevata potenzialità la cui tavola d'acqua si trova a profondità variabile dal piano campagna in ragione della topografia dei luoghi e del gradiente della falda stessa. In linea generale la direzione di deflusso sotterraneo avviene in direzione NO – SE, con profondità della falda in diminuzione da Nord verso la porzione Sud - orientale del territorio provinciale.

Dall'analisi delle isofreatiche tratte dalla “Carta idrogeologica dell'Alta Pianura Veronese Orientale” (Fig. 22) si evince come in corrispondenza del sito in esame la superficie della falda in periodo di morbida si trovi ad un'altezza compresa tra 40 e 41 m s.l.m. Dal momento che il sito di studio si trova ad una quota altimetrica minima di circa 50 m s.l.m., la profondità della falda risulta essere in periodo di massima altezza a - 10 m dal piano campagna.

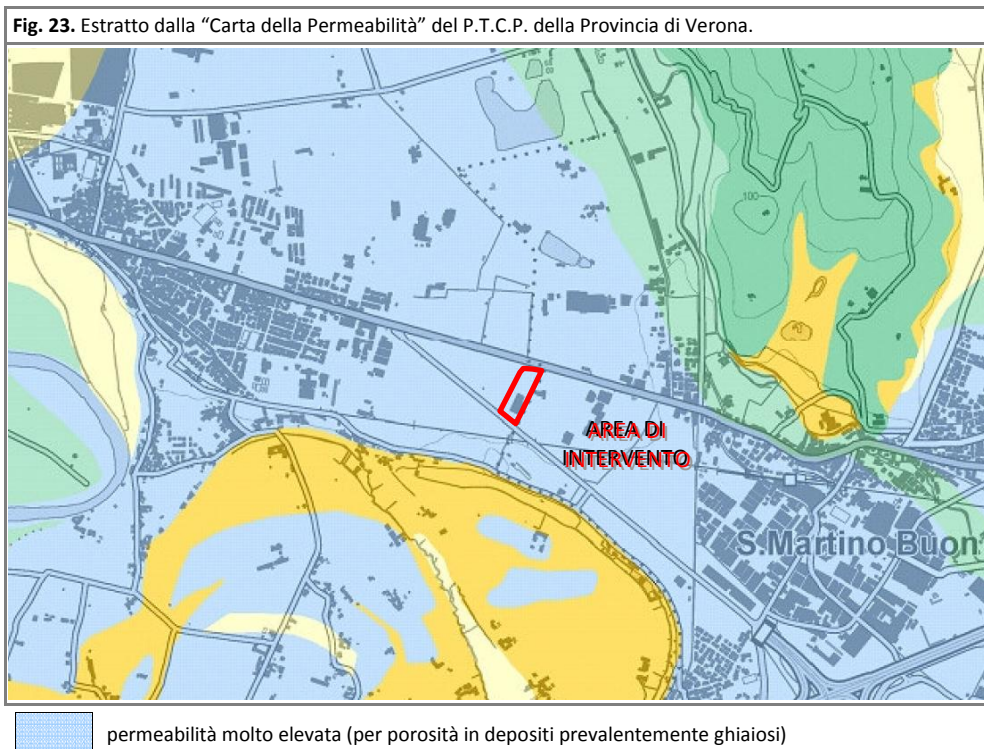
Fig. 22. Estratto dalla “Carta idrogeologica dell'Alta Pianura Veronese Orientale” (Dal Prà e De Rossi, 1997). Le quote della falda si riferiscono alle misurazioni del 1986. In rosso l'ubicazione del sito di progetto.



- 49.5 Pozzo con quota freatica
- 53 Isofreatica con quota in m s.l.m. (misurazioni del Settembre 1993)
- ➔ Direzione del deflusso sotterraneo

A tal proposito si ritiene opportuno evidenziare come durante l'apertura degli scavi geognostici eseguiti nell'area non sia stata intercettata alcuna venuta d'acqua né dalle pareti né da fondo scavo fino alla massima profondità indagata (1,5 m ca. da p.c.).

Nella figura seguente si riporta un estratto dalla "Carta della Permeabilità" del P.T.C.P. della Provincia di Verona da cui emergono indicazioni sul grado di permeabilità dei depositi.



Con riferimento alla tabella seguente, i depositi prevalentemente ghiaiosi più superficiali che caratterizzano il primo sottosuolo dell'area di studio sono caratterizzati da un coefficiente di permeabilità $k \approx 10^{-3}$ m/s con buona capacità di drenaggio.

Fig. 24. Tabella di permeabilità dei terreni (da "Elementi di idrogeologia" a cura di F. Francavilla).

k (cm/s)	10^2	10	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}
k (m/s)	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}
Classi di permeabilità	E	E	Elevata	Buona	Discreta	Bassa	BB	Impermeabile				
Tipi di terreno	Ghiaie pulite		Sabbie grossolane pulite e miscele di sabbie e ghiaie		Sabbie fini	Miscele di sabbie e limi	Limi arg. ed argille lim., fanghi argillosi		Argille omogenee e compatte			

Per quanto riguarda l'aspetto idrografico - idrogeologico locale, nell'area di studio non si segnalano criticità potenziali o in atto. Alla luce della tipologia di intervento, delle informazioni idrogeologiche raccolte, si ritiene che il livello di falda si collochi a profondità tali dal piano campagna da consentire l'adozione di sistemi di dispersione nel suolo delle acque meteoriche.

7 VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELL'INTERVENTO

7.1 PREMESSA

La valutazione degli effetti dell'intervento sull'area di progetto riguarda prima di tutto la **trasformazione dell'uso del suolo** da essa attuata; nel seguito verranno quindi analizzate le variazioni in termini di impermeabilizzazione delle superfici a seguito dell'intervento.

7.2 TRASFORMAZIONI DELLE SUPERFICI IN TERMINI DI IMPERMEABILIZZAZIONE

Considerando l'intera area della scheda norma (39.642 m²) interessata dagli interventi di trasformazione in progetto e considerando in via cautelativa le massime variazioni d'uso consentite dallo strumento urbanistico (in termini di massima superficie coperta, ecc.), nella tabella seguente sono riassunte le superfici dello stato attuale e dello stato di progetto:

TIPO SUPERFICIE	STATO ATTUALE	STATO DI PROGETTO
aree agricole	-	-
aree verdi, inerbite e boscate	26.540 m ²	19.642 m ²
strade e piazzali in terra battuta	5.707 m ²	-
coperture edifici, tettoie, pavimentazioni	7.395 m ²	20.000 m ²
superficie totale	39.642 m²	39.642 m²

Nel presente studio, le superfici di progetto sono state caratterizzate come di seguito esposto:

- SUPERFICI AGRICOLE ($\varphi = 0,1$): nello stato di progetto non sono presenti superfici agricole;
- SUPERFICI PERMEABILI ($\varphi = 0,2$): nello stato di progetto sono state conteggiate permeabili tutte le aree esterne alla Superficie Fondiaria consentita dalla scheda urbanistica (ossia la differenza tra la superficie totale dell'ambito e la Superficie Fondiaria concessa);
- SUPERFICI SEMIPERMEABILI ($\varphi = 0,6$): nello stato di progetto, in via cautelativa, non sono stati conteggiati i parcheggi in grigliato drenante sebbene siano fortemente consigliati;
- SUPERFICI IMPERMEABILI ($\varphi = 0,9$): per lo stato di progetto è stata considerata impermeabile tutta la Superficie Fondiaria concessa dalla scheda urbanistica e comprende tutte le coperture dei fabbricati, eventuali locali accessori, parcheggi e piazzali pavimentati.

Il livello di permeabilità delle superfici viene espresso attraverso il *coefficiente di deflusso* φ , indice del volume meteorico efficace ai fini del deflusso, i cui valori sono convenzionalmente assunti come da Allegato A alla D.G.R. 2948/2009 e schematizzato nella tabella seguente.

SUPERFICIE	ϕ
aree agricole	0,10
superfici permeabili (aree verdi, inerbite e boscate)	0,20
superfici semipermeabili (grigliati drenanti, strade in terra battuta, ecc.)	0,60
superfici impermeabili (tetti, coperture, strade e piazzali asfaltati, ecc.)	0,90

L'influenza delle singole superfici S_i in funzione della specifica destinazione d'uso viene computata attraverso una media ponderata dei coefficienti di deflusso ϕ_i :

$$\phi = \sum_i \phi_i S_i / S_{tot}$$

Eseguendo i calcoli con i valori specificati nella tabella alla pagina precedente si ottengono dei valori del coefficiente di deflusso ponderato per lo stato attuale pari a:

STATO ATTUALE	SUPERFICIE	ϕ
aree agricole	-	0,10
aree verdi e/o inerbite	26.540 m ²	0,20
parcheeggi in grigliato drenante	5.707 m ²	0,60
coperture edifici, strade e piazzali	7.395 m ²	0,90
superficie totale	39.642 m²	0,39

Eseguendo i calcoli con i valori specificati nella tabella alla pagina precedente si ottengono dei valori del coefficiente di deflusso ponderato per lo stato di progetto pari a:

STATO DI PROGETTO	SUPERFICIE	ϕ
aree agricole	-	0,10
aree verdi e/o inerbite	19.642 m ²	0,20
parcheeggi in grigliato drenante	-	0,60
coperture edifici, strade e piazzali	20.000 m ²	0,90
superficie totale	39.642 m²	0,55

Eseguendo i calcoli con i valori specificati nella tabella precedente si ottengono dei valori del coefficiente di deflusso ponderato pari a 0,39 per quanto riguarda lo stato iniziale e 0,55 per lo stato di progetto. Considerando le superfici nel loro insieme, pari a circa 4 Ha, l'intervento in progetto è classificabile come *“intervento a significativa impermeabilizzazione potenziale su superfici comprese fra 1 e 10 ha”*.

7.3 ANALISI IDROLOGICA

Per la caratterizzazione idrologica dell'area, la normativa prescrive che si faccia riferimento alle curve di possibilità pluviometrica caratteristiche della zona di studio, per diverse durate di precipitazione e per eventi con un determinato tempo di ritorno T_R . I dati pluviometrici che definiscono il legame tra l'altezza di pioggia (h in mm) e la durata di precipitazione (t in ore) si esprimono in genere attraverso una curva di possibilità pluviometrica (CPP) monomia in forma:

$$h = a \cdot t^n$$

Per il presente studio sono stati utilizzati i dati di precipitazione della stazione pluviometrica di Verona (VR) elaborati dal Centro Sperimentale Valanghe e Difesa Idrologica della Regione Veneto e riportati nella "Valutazione di Compatibilità Idraulica" del Piano degli Interventi. Di seguito si riportano i parametri calcolati con l'elaborazione statistica secondo Gumbel relative alle precipitazioni massime annue effettive della durata da 1 a 24 ore per la stazione di Verona.

VERONA					
durata	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
n° campioni	31	31	31	31	31
mx	27,11	33,74	38,98	44,78	52,85
α	0,100	0,084	0,080	0,075	0,072
u	21,71	27,37	32,26	37,61	45,42

Le equazioni di possibilità pluviometrica per differenti tempi di ritorno T_R risultano:

TEMPO DI RITORNO - T_R (anni)	EQUAZIONE
10	$h = 44,49 \cdot t^{0,171}$
30	$h = 54,24 \cdot t^{0,159}$
50	$h = 61,48 \cdot t^{0,153}$
100	$h = 68,66 \cdot t^{0,148}$
200	$h = 75,83 \cdot t^{0,144}$

Come indicato dalla D.G.R. 2948/2009, il **tempo di ritorno cui fare riferimento è pari a 50 anni** (in verde in tabella), cui corrisponde la seguente curva di possibilità pluviometrica:

$$h = 61,48 \cdot t^{0,153} (T_R = 50 \text{ anni})$$

Laddove si riscontra la possibilità dello smaltimento delle acque meteoriche raccolte mediante sistemi di dispersione per filtrazione nel terreno e trovandosi il sito di studio in un ambito di pianura si considera un **tempo di ritorno T_R di 200 anni** (in azzurro in tabella), cui corrisponde la seguente curva di possibilità pluviometrica:

$$h = 75,83 \cdot t^{0,144} (T_R = 200 \text{ anni})$$

7.4 STIMA DELLE PORTATE DI DEFLUSSO

La valutazione del livello di incremento di criticità idraulica del territorio viene solitamente condotta in base all'analisi afflussi – deflussi prima e dopo la realizzazione delle opere in progetto. La differenza dei deflussi antecedenti e conseguenti gli interventi rappresenta l'incremento di portata determinato dagli effetti delle modifiche previste dal progetto. Il calcolo della portata eseguito applicando il metodo razionale, parte dall'analisi della curva di possibilità pluviometrica (v. Par. 7.3) per durate di precipitazione corrispondenti al tempo di corrivazione critico per calcolare il quale si è fatto riferimento alla formula di *Ventura* valida per piccoli bacini:

$$\tau_c(ore) = 0,1272 \sqrt{A_b / i_m}$$

dove:

A_b area del bacino in km²

i_m pendenza media del bacino (considerata pari al 3‰)

Alla luce dell'assetto morfologico dell'area, per il comparto in oggetto risulta il seguente tempo di corrivazione medio che, in corrispondenza dell'evento critico, fornisce un'altezza di pioggia h_c e un'intensità di pioggia i_c riportati in tabella:

PARAMETRO	VALORE
tempo di corrivazione (τ_c)	28 min
altezza di pioggia critica (H_c)	54,6 mm
intensità di pioggia (i_c)	118 mm/ora

Il calcolo della portata defluente viene effettuato attraverso la formula:

$$Q = \frac{i \cdot A \cdot \varphi}{360} [m^3 / s]$$

con:

i intensità di pioggia in mm/ora

A superficie scolante in ha

φ coefficiente di deflusso

Per il caso in oggetto:

PARAMETRO	VALORE
portata di deflusso attuale	505 l/s
portata di deflusso di progetto	720 l/s
incremento (a seguito del progetto)	215 l/s

A parità di intensità, il contributo idrico allo stato attuale è pari a 505 l/s mentre a seguito degli interventi progettuali la portata di deflusso sarà di 720 l/s. L'incremento dell'apporto idrico dovuto alle modifiche previste è quindi pari a 215 l/s.

Il coefficiente udometrico (rapporto fra la portata di deflusso e la superficie espressa in ettari) risulta:

PARAMETRO	VALORE
coefficiente udometrico (stato attuale)	127 l/s
coefficiente udometrico (stato di progetto)	182 l/s

Il coefficiente udometrico della condizione di area iniziale pari a 127 l/s per ettaro subisce un incremento a 182 l/s per ettaro nella configurazione di progetto, indice di una condizione complessiva più urbanizzata.

Per la successiva definizione delle misure compensative necessarie a mitigare l'incremento di impermeabilizzazione e conseguentemente di portata di deflusso prodotti dall'intervento, sulla base delle indicazioni del Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta, per il calcolo dei volumi minimi di invaso da predisporre per la laminazione dei nuovi carichi idraulici prodotti dagli interventi in progetto sarà necessario rispettare **un valore di coefficiente udometrico massimo di 5 l/s per ettaro d'intervento**, da cui risultano le seguenti portate di scarico:

PARAMETRO	VALORE
superficie complessiva lotto	3,964 Ha
coefficiente udometrico	5 l/s
portata di scarico massima	20 l/s

7.5 STIMA DEI VOLUMI DI INVASO

7.5.1 PREMESSA

Per rispettare il principio dell'**invarianza idraulica**, nell'area di intervento si rendono necessarie idonee misure compensative per l'attenuazione del rischio idraulico. Tali misure, in linea generale, vengono indicate dalla normativa nella predisposizione di volumi di invaso e devono garantire che la portata di deflusso rimanga costante fra lo stato antecedente e quello successivo alla realizzazione delle opere di progetto.

Considerando le trasformazioni urbanistiche previste, per garantire l'invarianza idraulica si propone una valutazione del volume compensativo calcolato sulle effettive caratteristiche idrologiche, di impermeabilizzazione e di geometria del sito oggetto di intervento. In tal senso calcolando per il tempo di precipitazione, il valore del volume affluito, il volume scaricato nella rete ricettrice e, per differenza tra i due, il volume che è necessario invasare, è possibile determinare il volume necessario alla laminazione dell'evento considerato, ricercando il massimo della curva dei volumi di invaso al variare del tempo di precipitazione. Il valore così ottenuto rappresenta quindi il massimo per l'evento meteorico col periodo di ritorno valutato.

I volumi di accumulo sono stati stimati con il metodo delle piogge per la curva di possibilità pluviometrica riportata nel Par. 7.3 con riferimento ad un tempo di ritorno 50 anni nel caso di scarico in corpo idrico superficiale e 200 anni nel caso di dispersione per filtrazione nel terreno.

Il volume di pioggia entrante (affluente) nel sistema di invaso in conseguenza ad un evento pluviometrico di durata t si può esprimere tramite la seguente relazione:

$$V_e = S \cdot \varphi \cdot h(t) = S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n$$

dove:

- S superficie del bacino drenato a monte del sistema di invaso
- φ coefficiente di deflusso medio
- h altezza di pioggia
- a, n coefficienti della curva pluviometrica
- t durata della precipitazione

Il volume in uscita (effluente) dal sistema nello stesso intervallo t di tempo è:

$$V_u = Q_u \cdot t = S \cdot u \cdot t$$

dove:

- Q_u portata imposta allo scarico
- u coefficiente udometrico imposto allo scarico

Il volume da invasare al tempo t è dato dalla differenza dei volumi in entrata e in uscita dal sistema:

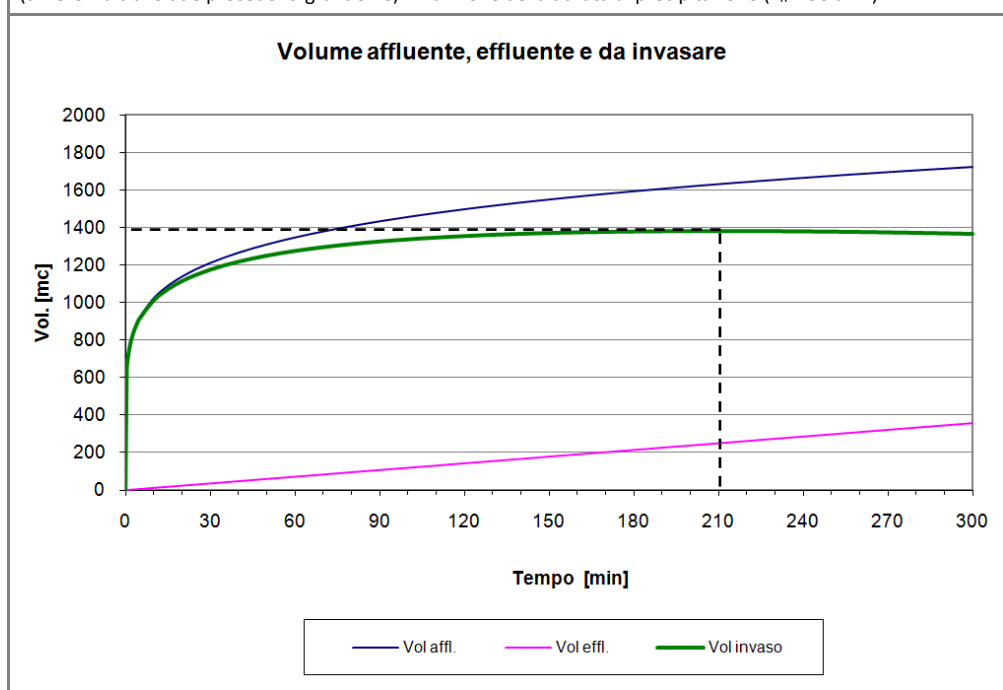
$$V_{\text{invaso}} = V_e - V_u$$

Il volume di invaso minimo da predisporre per la laminazione del nuovo carico idraulico prodotto dagli interventi allo studio è stato determinato, recependo la metodologia proposta dai Consorzi di Bonifica, confrontando i volumi di precipitazione raccolti nelle nuove trasformazioni con i volumi scaricati nel ricettore per differenti durate di precipitazione ed assumendo il valore che massimizza la loro differenza.

7.5.2 CALCOLO VOLUME DI INVASO CON $T_R = 50$ ANNI

Assumendo una portata di scarico (coefficiente udometrico) costante e pari a 5 l/s per ettaro di superficie, corrispondente ad una portata complessiva di 20 l/s per il lotto in oggetto e adottando la curva pluviometrica relativa ad un tempo di ritorno di 50 anni, dall'analisi dei dati e dei grafici risultanti dall'elaborazione si evince che il volume di invaso minimo necessario risulta pari a 1.383 m³ (pari a 349 m³/ha). Tale valore corrisponde nello specifico al picco della curva del volume di invaso, raggiunto per un evento meteorico critico di 210 minuti di durata (3 ore e 30"), come risulta dal grafico di Fig. 25 e dal tabulato di calcolo riportato in All. 2 dove sono riportati i calcoli effettuali per la stima dei volumi affluenti, effluenti e da invasare.

Fig. 25. Sviluppo del volume complessivo in ingresso e in uscita dal sistema e del volume di invaso necessario (differenza tra le due precedenti grandezze) in funzione della durata di precipitazione ($T_R = 50$ anni).



A questo punto è opportuno eseguire una verifica del volume d'invaso minimo indicato dallo "Studio di Compatibilità Idraulica" del P.A.T. comunale approvato con parere del Genio Civile che indica un valore di invaso specifico di 487,4 m³ per ogni ettaro soggetto a trasformazione. Trattandosi di una superficie complessiva di 3,964 Ha ne deriva un volume di compensazione pari a 1.932 m³; dal momento che tale valore è superiore a quanto stimato in precedenza (1.383 m³), in via cautelativa si ritiene debba essere assunto come volume minimo di invaso.

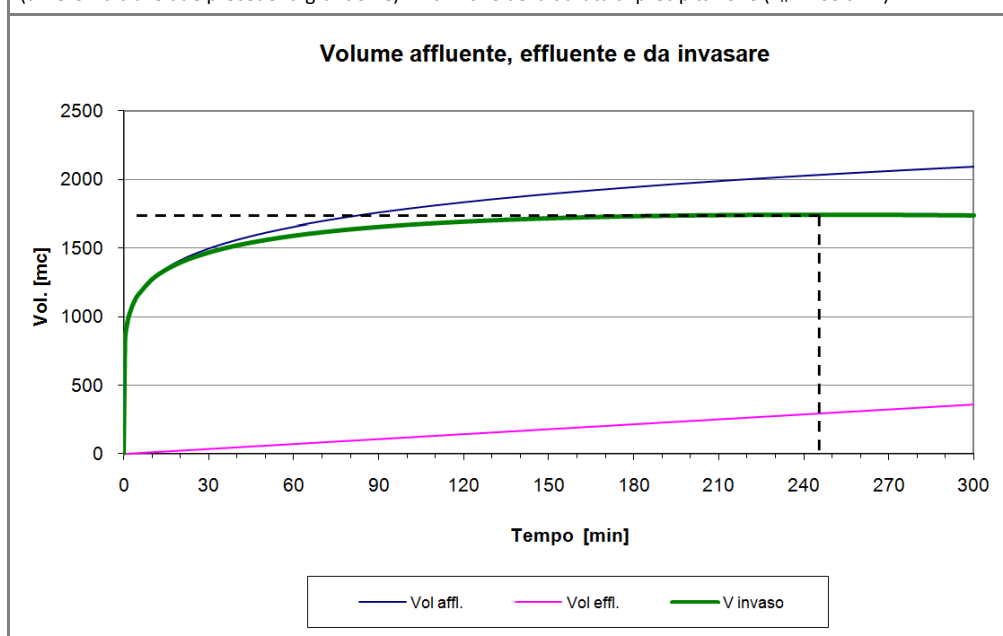
Sulla base delle considerazioni fin qui esposte, **al fine di garantire l'invarianza idraulica si rende quindi necessario predisporre un volume d'invaso minimo pari a 1.932 m³.**

Si ritiene comunque che il progettista esecutivo dell'intervento potrà richiedere all'Ente competente di utilizzare il volume di invaso calcolato a partire dalle effettive curve di possibilità pluviometrica e superfici impermeabili di progetto, coerentemente con le prescrizioni della D.G.R. 2948/2009.

7.5.1 CALCOLO VOLUME DI INVASO CON $T_R = 200$ ANNI

Assumendo una portata di scarico (coefficiente udometrico) costante e pari a 5 l/s per ettaro di superficie, corrispondente ad una portata complessiva di 20 l/s per il lotto in oggetto e adottando la curva pluviometrica relativa ad un tempo di ritorno di 200 anni, dall'analisi dei dati e dei grafici risultanti dall'elaborazione si evince che il volume di invaso minimo necessario risulta pari a 1.745 m³ (pari a 440 m³/ha). Tale valore corrisponde nello specifico al picco della curva del volume di invaso, raggiunto per un evento meteorico critico di 245 minuti di durata (4 ore e 5"), come risulta dal grafico di Fig. 26 e dal tabulato di calcolo riportato in All. 3 dove sono riportati i calcoli effettuali per la stima dei volumi affluenti, effluenti e da invasare.

Fig. 26. Sviluppo del volume complessivo in ingresso e in uscita dal sistema e del volume di invaso necessario (differenza tra le due precedenti grandezze) in funzione della durata di precipitazione ($T_R = 200$ anni).



A questo punto è opportuno eseguire una verifica del volume d'invaso minimo indicato dallo "Studio di Compatibilità Idraulica" del P.A.T. comunale approvato con parere del Genio Civile che indica un valore di invaso specifico di 487,4 m³ per ogni ettaro soggetto a trasformazione. Trattandosi di una superficie complessiva di 3,964 Ha ne deriva un volume di compensazione pari a 1.932 m³; dal momento che tale valore è superiore a quanto stimato in precedenza (1.745 m³), in via cautelativa si ritiene debba essere assunto come volume minimo di invaso.

Sulla base delle considerazioni fin qui esposte, **al fine di garantire l'invarianza idraulica si rende necessario predisporre un volume d'invaso minimo pari a 1.932 m³.**

Si ritiene comunque che il progettista esecutivo dell'intervento potrà richiedere all'Ente competente di utilizzare il volume di invaso calcolato a partire dalle effettive curve di possibilità pluviometrica e superfici impermeabili di progetto, coerentemente con le prescrizioni della D.G.R. 2948/2009.

8 PROPOSTA DI MISURE COMPENSATIVE

Per rispettare il principio dell'invarianza idraulica, nell'area si rendono necessarie idonee misure compensative per l'attenuazione del rischio idraulico. In linea generale tali misure sono indicate dalla normativa nella predisposizione di volumi di invaso e laminazione i quali devono garantire che la portata di deflusso rimanga costante fra lo stato antecedente e quello successivo alla realizzazione delle opere in progetto. Calcolati al paragrafo precedente i volumi minimi da garantire, saranno fornite nel seguito alcune indicazioni circa i sistemi compensativi adottabili in relazione al quadro conoscitivo ricostruito.

In relazione al contesto stratigrafico e idrogeologico locale, fra le possibili misure di compensazione sono possibili tutte le tipologie a prevalente carattere d'invaso (bacino di invaso in aree verdi depresse, vasca di laminazione interrata, sovradimensionamento delle condotte, ecc.) con successivo scarico controllato in corpo idrico superficiale (es. Fossa Mattarana previa opportuna verifica della sua funzionalità e idoneità da parte del Consorzio Alta Pianura Veneta) oppure con dispersione nel sottosuolo delle acque meteoriche (pozzi perdenti, trincee riempite di ghiaia con condotte disperdenti, messa in opera di un sottofondo drenante in ghiaia sul fondo di bacino / vasca interrata per facilitare l'infiltrazione nel terreno).

MISURE DI COMPENSAZIONE	
volumi di invaso	scarico in corpo idrico superficiale e/o dispersione nel terreno
invaso superficiale in aree verdi depresse	scarico in Fossa Mattarana con manufatto di regolazione portata messa in opera di un sottofondo drenante in ghiaia per facilitare l'infiltrazione nel terreno
invasi interrati (vasche interrate)	scarico in Fossa Mattarana con manufatto di regolazione portata messa in opera di un sottofondo drenante in ghiaia per facilitare l'infiltrazione nel terreno
condotte sovradimensionate	scarico in Fossa Mattarana con manufatto di regolazione portata condotte forate poste in trincee riempite di ghiaia e rivestite di geotessuto in grado di garantire una dispersione per infiltrazione nei primi strati di terreno lungo tutta l'estensione delle condotte
pozzi perdenti	dispersione per infiltrazione nei primi strati di terreno

Sulla base delle considerazioni fin qui esposte, **nel caso di scarico controllato in corpo idrico superficiale si rende necessario predisporre un volume d'invaso minimo pari a 1.932 m³.**

Come riportato da normativa (Allegato A alla D.G.R.V. n. 2948 del 06/10/2009), viste le buone caratteristiche di permeabilità dei terreni costituenti il primo sottosuolo, costituito da depositi ghiaiosi e sabbiosi dotati di alto coefficiente di permeabilità ($k \approx 10^{-3}$ m/s) con frazione limosa inferiore al 5% e l'assetto idrogeologico locale (profondità della falda oltre 10 m da p.c.), **qualora si optasse per l'adozione di sistemi di infiltrazione e dispersione nel sottosuolo delle acque meteoriche** (pozzi, trincee, bacini disperdenti con sottofondo drenante) che fungano da dispositivi di reimmissione in falda dei deflussi in eccesso, **potrà essere ridotto il volume di invaso pari ad almeno il 50% degli aumenti di portata (nello specifico: 966 m³).**

Si suggerisce di ridurre quanto più possibile le aree impermeabili, ad esempio per i parcheggi in progetto è buona norma l'adozione di pavimentazioni permeabili (es. asfalto poroso, grigliati drenanti) al fine abbassare il coefficiente di deflusso. È sempre inoltre auspicabile l'adozione delle buone pratiche costruttive volte a mitigare le modifiche indotte sul regime idraulico.

È importante sottolineare, oltre all'importanza delle valutazioni di carattere idraulico, anche la fondamentale necessità della salvaguardia ambientale e quindi della qualità delle acque meteoriche che dovranno essere regimate e pertanto le caratteristiche qualitative delle stesse dovranno rimanere inalterate prima di confluire nell'idrografia di superficie e/o in falda; a tal proposito si raccomanda che le acque piovane non subiscano alterazioni o contaminazioni ad opera di agenti esterni (oli, idrocarburi, detergenti, acque nere, contaminanti di altro genere, ecc.) derivanti soprattutto dal passaggio e dallo stazionamento di mezzi pesanti. Secondo quanto previsto dalla D.G.R.V. 2884/09 e s.m.i. (art. 39) dovrà essere valutata la necessità o meno di realizzare vasche di prima pioggia per la raccolta ed il trattamento dei primi 5 mm delle acque piovane ricadenti sulle aree impermeabili carrabili (interessate da parcheggio/transito di mezzi pesanti) mentre le acque provenienti dalle coperture (a meno di precise prescrizioni) non sono assoggettate a trattamento di prima pioggia.

9 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Per quanto esposto nel presente elaborato è possibile affermare che, viste le caratteristiche geologiche, idrogeologiche e idrauliche dell'area di riferimento della scheda urbanistica "Campagnetta" e intervenendo con i dispositivi adeguati, l'intervento di regimazione delle acque piovane appare idraulicamente ammissibile e tale da non determinare l'aumento del rischio idraulico dell'area in forza delle seguenti ragioni:

- il lotto in oggetto non ricade in aree soggette a fenomeni di criticità e/o pericolosità idraulica per esondazione dovuti a tracimazioni o rotte di corsi d'acqua importanti;
- le aree sono stabili sotto il profilo geologico, idrogeologico e idraulico;
- il volume di invaso calcolato per la mitigazione degli afflussi meteorici (considerando un coefficiente udometrico massimo di 5 l/s per ettaro d'intervento) nel caso di evento eccezionale con tempo di ritorno di 50 anni è di 1.383 m³ mentre con tempo di ritorno di 200 anni è di 1.745 m³. In considerazione del volume d'invaso specifico minimo indicato dallo "Studio di Compatibilità Idraulica" del P.A.T. approvato con parere del Genio Civile pari a 487,4 m³ per ettaro di superficie, al fine di garantire l'invarianza idraulica si rende necessario per il comparto in oggetto (3,964 Ha) un volume d'invaso minimo di 1.932 m³;
- le caratteristiche di permeabilità dei terreni ($k \approx 10^{-3}$ m/s, con frazione limosa inferiore al 5% e falda posta oltre la profondità di 10 m da p.c.), consentono di adottare dispositivi di dispersione diretta per filtrazione nel sottosuolo delle acque meteoriche fermo restando l'obbligo di realizzare invasi con capacità pari al 50% di quella da regimare, ovvero 966 m³;
- nel caso di scarico delle acque nella rete idrografica superficiale (Fossa Mattarana, previa verifica della sua funzionalità e idoneità da parte del Consorzio), dovrà essere, in ossequio al principio di invarianza idraulica, mantenuto inalterato il coefficiente udometrico specifico della zona mediante un manufatto di controllo della portata di scarico con luci dimensionate in modo tale da far defluire una portata massima non superiore a 20 l/s.

Si sottolinea, infine, che tutte le informazioni tecniche e dimensionali utilizzate per la verifica idraulica sono state scelte con criterio cautelativo (es. considerando tutta la Superficie Fondiaria consentita come impermeabile) e rappresentano quindi la situazione più penalizzante in termini di impermeabilizzazione. In tal senso, una volta definito l'intervento in progetto in termini di dati stereometrici e di tipologia di superfici previste (impermeabili, semipermeabili e permeabili), sarà possibile aggiornare lo studio e definire le portate e i volumi effettivi al fine di dimensionare ed eseguire correttamente le opere di mitigazione idraulica necessarie all'invaso e alla dispersione delle acque meteoriche ricadenti nel lotto.

San Giovanni Lupatoto, Aprile 2023

Dott. Geol. Gionata Andreis



BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

La stesura del documento è stata eseguita facendo riferimento ai seguenti testi e documenti:

AA. VV.

Studi di compatibilità idraulica: corsi di aggiornamento – Ordine dei Geologi del Veneto

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME ADIGE

Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

BECCIU G. - PAOLETTI A.

Fondamenti di costruzioni idrauliche - UTET (2011)

CARTA GEOLOGICA D'ITALIA IN SCALA 1:100.000

Foglio n°49 "Verona"

CASTANY G.

Idrogeologia: principi e metodi – Dario Flaccovio Editore (1985)

CENTRO SPERIMENTALE VALANGHE E DIFESA IDROLOGICA DELLA REGIONE VENETO

Studio delle piogge intense nel territorio montano della Regione Veneto (1986)

COMUNE DI VERONA

Piano di Assetto del Territorio (P.A.T.) e Piano degli Interventi

DAL PRÀ A. E DE ROSSI P.

Carta idrogeologica dell'Alta Pianura Veronese Orientale (1997)

DISTRETTO IDROGRAFICO ALPI ORIENTALI

Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.)

PROVINCIA DI VERONA

Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.)

REGIONE VENETO

Carta piezometrica della Regione Veneto (1985)

REGIONE VENETO

Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (P.T.R.C.)

REGIONE VENETO – PROGETTO TECNAMB

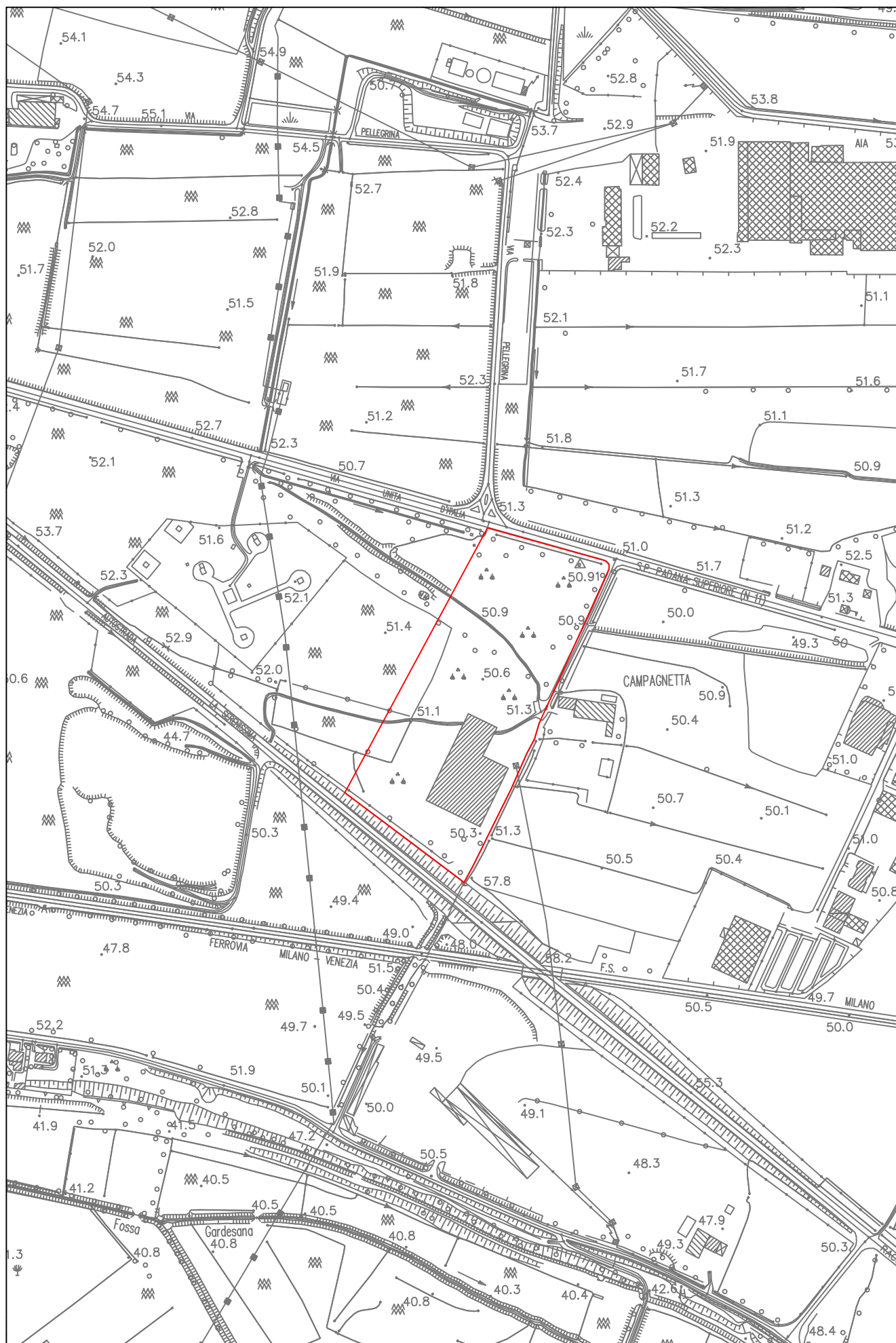
Pianificazione e gestione del rischio idrogeologico - Studio di compatibilità idraulica (2003)

SORBINI L. ET ALII

"Carta Geomorfologica della porzione a Sud - Est della Pianura di Verona" in scala 1:25.000 (1984)

ALLEGATO 1

COROGRAFIA IN SCALA 1:5.000



ALLEGATO 2

TABULATI DI CALCOLO VOLUMI DI INVASO CON $T_R = 50$ ANNI

CALCOLO VOLUME DI INVASO

Definizione curva pluviometrica: Tr = 50 anni

Stazione di Verona (VR)

a = 61,48
n = 0,153

Calcolo coeff. deflusso medio

Sup. agricola	Sup. a =	0,00	[mq]	ϕ	0,1
Sup. permeabile	Sup. p =	19.642,00	[mq]		0,2
Sup. semipermeabile	Sup. sp =	0,00	[mq]		0,6
Sup. impermeabile	Sup. im =	20.000,00	[mq]		0,9
Coeff. di deflusso medio	ϕ =	0,55			
TOT. Superficie di calcolo	Sup =	39.642,00	[mq]		

Calcolo volume di invaso

Portata scarico vasca Q out = 19,82 [l/sec]
u = 5,00 [l/s ha]

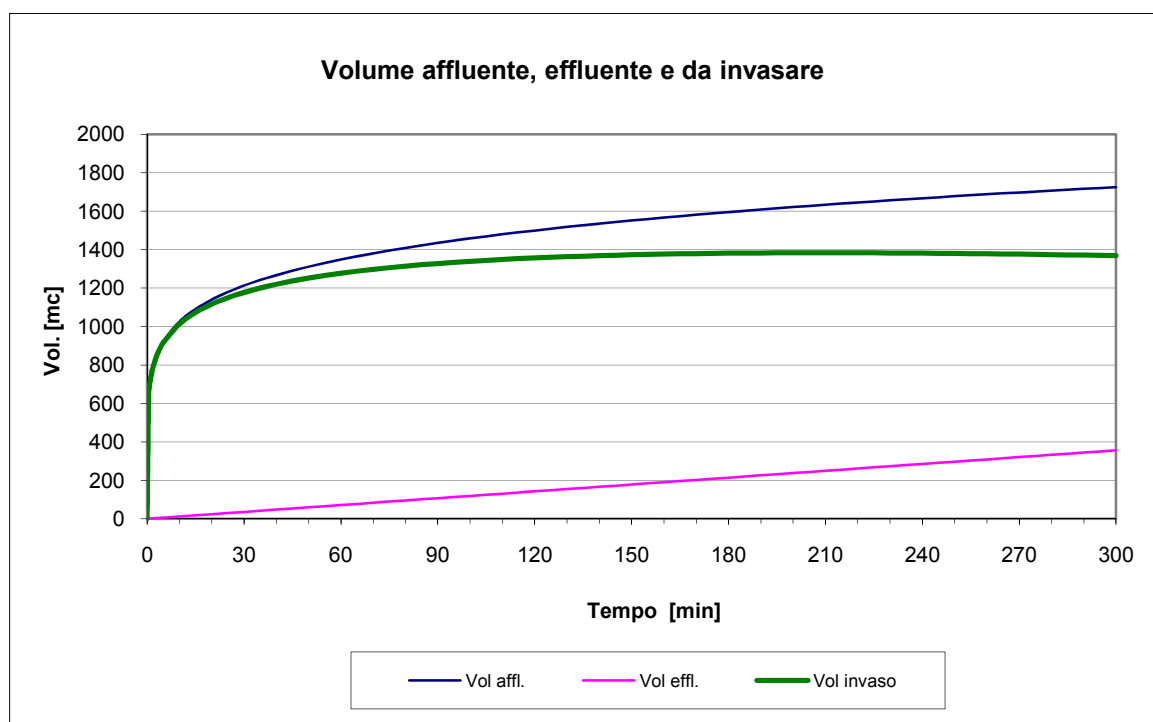
Tempo [minuti]	h pioggia [mm]	Q max [l/s]	Vol affl. [mc]	Vol effl. [mc]	Vol invaso [mc]
0	0,00	0,00	0,00	0,00	VUOTO
1	29,55	318,14	648,08	0,59	647,48
1	32,86	353,74	720,58	1,19	719,39
2	34,96	376,37	766,70	1,78	764,92
2	36,54	393,31	801,20	2,38	798,82
3	38,88	418,48	852,48	3,57	848,91
4	40,62	437,31	890,84	4,76	886,08
5	42,04	452,50	921,78	5,95	915,83
10	46,74	503,13	1024,91	11,89	1013,01
15	49,73	535,33	1090,50	17,84	1072,66
20	51,97	559,42	1139,57	23,79	1115,79
25	53,77	578,85	1179,15	29,73	1149,42
30	55,29	595,22	1212,50	35,68	1176,83
35	56,61	591,64	1241,44	41,62	1199,82
40	57,78	528,37	1267,06	47,57	1219,49
45	58,83	478,20	1290,11	53,52	1236,59
50	59,79	437,37	1311,07	59,46	1251,61
55	60,67	403,45	1330,33	65,41	1264,92
60	61,48	374,79	1348,16	71,36	1276,80
65	62,24	350,22	1364,77	77,30	1287,47
70	62,95	328,91	1380,33	83,25	1297,08
75	63,62	310,24	1394,98	89,19	1305,79
80	64,25	293,74	1408,82	95,14	1313,68
85	64,85	279,04	1421,95	101,09	1320,86
90	65,41	265,85	1434,44	107,03	1327,41
95	65,96	253,95	1446,36	112,98	1333,38
100	66,48	243,15	1457,75	118,93	1338,83
105	66,98	233,31	1468,67	124,87	1343,80
110	67,45	224,30	1479,17	130,82	1348,35
115	67,91	216,01	1489,26	136,76	1352,49
120	68,36	208,36	1498,99	142,71	1356,28
125	68,79	201,28	1508,38	148,66	1359,72
130	69,20	194,70	1517,46	154,60	1362,86
135	69,60	188,58	1526,25	160,55	1365,70
140	69,99	182,86	1534,76	166,50	1368,27
145	70,37	177,50	1543,03	172,44	1370,58
150	70,73	172,48	1551,05	178,39	1372,66
155	71,09	167,75	1558,85	184,34	1374,52
160	71,43	163,30	1566,44	190,28	1376,16
165	71,77	159,10	1573,83	196,23	1377,61
170	72,10	155,13	1581,04	202,17	1378,86
175	72,42	151,37	1588,07	208,12	1379,95
180	72,73	147,80	1594,93	214,07	1380,86
185	73,04	144,41	1601,63	220,01	1381,61
190	73,34	141,18	1608,17	225,96	1382,21
195	73,63	138,11	1614,58	231,91	1382,67
200	73,92	135,18	1620,84	237,85	1382,99
205	74,20	132,38	1626,98	243,80	1383,18
210	74,47	129,71	1632,99	249,74	1383,24
215	74,74	127,15	1638,88	255,69	1383,19

220	75,00	124,69	1644,65	261,64	1383,02
225	75,26	122,34	1650,32	267,58	1382,73
230	75,51	120,09	1655,88	273,53	1382,35
235	75,76	117,92	1661,33	279,48	1381,86
240	76,01	115,84	1666,69	285,42	1381,27
245	76,25	113,83	1671,96	291,37	1380,59
250	76,48	111,90	1677,14	297,32	1379,82
255	76,71	110,04	1682,23	303,26	1378,96
260	76,94	108,24	1687,23	309,21	1378,02
265	77,17	106,51	1692,16	315,15	1377,00
270	77,39	104,84	1697,00	321,10	1375,90
275	77,61	103,22	1701,77	327,05	1374,73
280	77,82	101,66	1706,47	332,99	1373,48
285	78,03	100,14	1711,10	338,94	1372,16
290	78,24	98,68	1715,66	344,89	1370,77
295	78,44	97,26	1720,15	350,83	1369,32
300	78,65	95,89	1724,58	356,78	1367,80

Volume da invasare =

1.383 m³

349 m³/Ha



ALLEGATO 3

TABULATI DI CALCOLO VOLUMI DI INVASO CON $T_R = 200$ ANNI

CALCOLO VOLUME DI INVASO

Definizione curva pluviometrica: Tr = 200 anni

Stazione di Verona (VR)

a = 75,83
n = 0,144

Calcolo coeff. deflusso medio

Sup. agricola	Sup. a =	0,00	[mq]	ϕ	0,1
Sup. permeabile	Sup. p =	19.642,00	[mq]		0,2
Sup. semipermeabile	Sup. sp =	0,00	[mq]		0,6
Sup. impermeabile	Sup. im =	20.000,00	[mq]		0,9
Coeff. di deflusso medio	ϕ =	0,55			
TOT. Superficie di calcolo	Sup =	39.642,00	[mq]		

Calcolo volume di invaso

Portata scarico vasca Q out = 19,82 [l/sec]
u = 5,00 [l/s ha]

Tempo [minuti]	h pioggia [mm]	Q max [l/s]	Vol affl. [mc]	Vol effl. [mc]	V invaso [mc]
0	0,00	0,00	0,00	0,00	VUOTO
1	38,06	409,68	834,54	0,59	833,94
1	42,05	452,68	922,13	1,19	920,95
2	44,58	479,90	977,58	1,78	975,79
2	46,47	500,19	1018,93	2,38	1016,55
3	49,26	530,27	1080,19	3,57	1076,62
4	51,34	552,70	1125,88	4,76	1121,12
5	53,02	570,74	1162,64	5,95	1156,70
10	58,59	630,65	1284,68	11,89	1272,79
15	62,11	668,57	1361,92	17,84	1344,08
20	64,73	696,85	1419,52	23,79	1395,74
25	66,85	719,60	1465,88	29,73	1436,15
30	68,63	738,75	1504,87	35,68	1469,19
35	70,17	733,28	1538,65	41,62	1497,03
40	71,53	654,07	1568,52	47,57	1520,95
45	72,75	591,34	1595,35	53,52	1541,84
50	73,87	540,35	1619,74	59,46	1560,28
55	74,89	498,01	1642,13	65,41	1576,72
60	75,83	462,27	1662,83	71,36	1591,47
65	76,71	431,65	1682,11	77,30	1604,81
70	77,53	405,12	1700,15	83,25	1616,91
75	78,31	381,89	1717,13	89,19	1627,93
80	79,04	361,36	1733,16	95,14	1638,02
85	79,73	343,09	1748,36	101,09	1647,27
90	80,39	326,71	1762,81	107,03	1655,78
95	81,02	311,93	1776,59	112,98	1663,61
100	81,62	298,53	1789,76	118,93	1670,83
105	82,19	286,32	1802,38	124,87	1677,50
110	82,75	275,14	1814,49	130,82	1683,67
115	83,28	264,87	1826,14	136,76	1689,38
120	83,79	255,39	1837,37	142,71	1694,66
125	84,28	246,62	1848,20	148,66	1699,54
130	84,76	238,48	1858,67	154,60	1704,07
135	85,22	230,90	1868,80	160,55	1708,25
140	85,67	223,82	1878,61	166,50	1712,11
145	86,10	217,20	1888,13	172,44	1715,68
150	86,53	210,99	1897,37	178,39	1718,98
155	86,94	205,15	1906,35	184,34	1722,01
160	87,33	199,65	1915,08	190,28	1724,80
165	87,72	194,46	1923,59	196,23	1727,36
170	88,10	189,55	1931,87	202,17	1729,70
175	88,47	184,91	1939,96	208,12	1731,83
180	88,83	180,50	1947,84	214,07	1733,77
185	89,18	176,32	1955,54	220,01	1735,53
190	89,52	172,34	1963,07	225,96	1737,11
195	89,86	168,55	1970,42	231,91	1738,52
200	90,19	164,93	1977,62	237,85	1739,77
205	90,51	161,48	1984,66	243,80	1740,86
210	90,82	158,19	1991,56	249,74	1741,82
215	91,13	155,03	1998,32	255,69	1742,63

220	91,43	152,01	2004,95	261,64	1743,31
225	91,73	149,12	2011,45	267,58	1743,86
230	92,02	146,34	2017,82	273,53	1744,29
235	92,30	143,67	2024,08	279,48	1744,61
240	92,58	141,10	2030,23	285,42	1744,80
245	92,86	138,63	2036,26	291,37	1744,90
250	93,13	136,26	2042,20	297,32	1744,88
255	93,40	133,97	2048,03	303,26	1744,77
260	93,66	131,76	2053,76	309,21	1744,56
265	93,91	129,63	2059,40	315,15	1744,25
270	94,17	127,57	2064,96	321,10	1743,85
275	94,42	125,58	2070,42	327,05	1743,37
280	94,66	123,66	2075,80	332,99	1742,80
285	94,90	121,80	2081,09	338,94	1742,16
290	95,14	120,00	2086,31	344,89	1741,43
295	95,38	118,26	2091,46	350,83	1740,62
300	95,61	116,57	2096,52	356,78	1739,75

Volume da invasare =

1.745 m³

440 m³/Ha

