

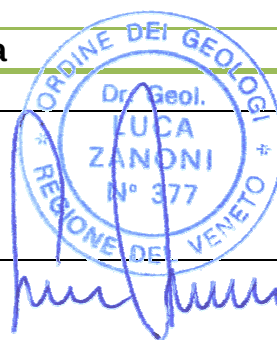
dr.geol. luca zanoni
via luzzatti, 15 – 37131 verona
tel e fax 045 8402812
e-mail geologozanoni@gmail.com
PEC l.zanoni@epap.sicurezza postale.it
www.geologozanoni.eu

Persico Paola, Marostica Giovanna, Zuanazzi Vannia, Zuanazzi Vilma,
Zuanazzi Rosanna, Zuanazzi Roberto

PUA SCHEDA 491
PIANO URBANISTICO ATTUATIVO PER URBANIZZAZIONE DI AREA SITA IN ATO 4
VERONA - VIA VILLAGGIO SANT'EMILIO

Valutazione di compatibilità idraulica

Provincia: Verona	Comune: Verona
Il Committente:	Il Tecnico:
L'impresa:	Il direttore Lavori:
Luogo e data: <i>Verona, Dicembre 2025</i>	Revisione: <i>Maggio 2026</i>



Valutazione di compatibilità idraulica
--

Indice:

1. <u>Generalità</u>	pag.3
2. <u>Ubicazione dell'area</u>	pag.3
3. <u>Relazione Geologica e idrogeologica</u>	
3.1 – Inquadramento geologico e geomorfologico	pag.4
3.2 – Idrogeologia	pag.6
3.3 - Indagini eseguite	pag.8
3.4 - Modello geologico del sottosuolo	pag.8
4. <u>Indicazioni principali strumenti urbanistici</u>	pag.10
5. <u>Valutazione di compatibilità idraulica</u>	pag.17
5.1 – Determinazione superficie di deflusso	pag.18
5.2 – Capacità di dispersione dei terreni	pag.19
5.3 – Individuazione precipitazioni di riferimento	pag.20
5.4 – Dimensionamento sistema di infiltrazione e compensazione	pag.22
5.5 – Trattamento acque di prima pioggia	pag.28
5.6 – Piano di manutenzione ordinaria e straordinaria	pag.28
7. <u>Considerazioni conclusive</u>	pag.29

Valutazione di compatibilità idraulica
--

1. GENERALITA'

Su incarico e per conto dei proprietari, stata eseguita un'indagine idrogeologica ed idraulica su un'area sita in via Piatti, nel comune di Verona, con lo scopo di ricostruire la situazione idrogeologica ed idraulica del sottosuolo, in rapporto alle problematiche idrauliche legate al progetto realizzazione di un Piano Urbanistico Attuativo.

Il presente studio entrerà quindi nel merito di verificare l'idoneità della zona prescelta dal punto di vista idrogeologico-idraulico nella nuova situazione urbanistica che si verrà a creare a lavori ultimati, e costituisce pertanto, ai sensi delle Delibere della Giunta Regionale n.1322/2006, 19 Giugno 2007 n.1841, e n.2948 del 06.10.2009, e delle N.T.A del PAT e del P.I. del Comune di Verona, il supporto tecnico al progetto di realizzazione delle opere.

2. UBICAZIONE DELL'AREA

L'area d'indagine è situata in via Vittorio Piatti nel Comune di Verona, e si individua nella Tavoletta I.G.M. "San Giovanni Lupatoto " alla scala 1:25.000 - Foglio 49, Quadrante III, Orientamento S.O.

Nella cartografia tecnica regionale in scala 1:10000, l'area è inquadrata nell'elemento n. 124130 "Verona Est"

3. **RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA**

3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO

Secondo l'Agip mineraria, tutta la zona che va dalle pendici dei Lessini e dalla cerchia morenica del Garda fino al fiume Po, dal punto di vista tettonico è particolarmente semplice, infatti, le successioni plioceniche e quelle più antiche, si immergono regolarmente dal margine alpino verso Sud costituendo un'ampia monoclinale che va a raccordarsi con le strutture della dorsale ferrarese.

Per quanto riguarda la pianura, che si raccorda alle dorsali moreniche mediante dolci conoidi, sembrerebbe che dal Pliocene inferiore a tutto il Pleistocene, vi sia stata una lenta subsidenza non compensata dalla sedimentazione e forse continuata anche in seguito, visti i notevoli spessori (circa 350-400 m.) di Quaternario continentale rilevati a Bovolone, Nogarole Rocca e Villafranca.

La subsidenza sembra sia stata maggiore nell'area dell'attuale corso del Po dove l'abbassamento potrebbe essere messo in relazione con la faglia dei laghi di Mantova.

Al costipamento naturale dei sedimenti si è unita in seguito l'attività antropica che ne ha accentuato il movimento. Nel periodo 1897-1957 si sono registrati abbassamenti di circa 1.5 mm./anno nella pianura mantovano-veronese e circa 7 mm./anno nel delta del Po.

Negli ultimi diciotto milioni di anni, oltre ad individuarsi l'attuale corso dell'Adige che incide le alluvioni rissiane formando vari terrazzamenti, si rileva un'importante abbassamento al livello della medio-bassa pianura.

Questo è messo in luce dal riordino delle principali linee idrografiche da una direzione NW-SE (attribuibile in base ai reperti ad un periodo precedente l'Età del Ferro) ad una direzione NNW-SSE, e dall'approfondimento dei letti dei corsi d'acqua che hanno così formato numerosi terrazzamenti.

In linea teorica, (mancano però dati sicuri per affermarlo) si potrebbe ipotizzare che la tettonica responsabile di tale abbassamento potesse dipendere dalla continuazione della faglia dei laghi di Mantova, che si trova più o meno allineata alla stessa maniera.

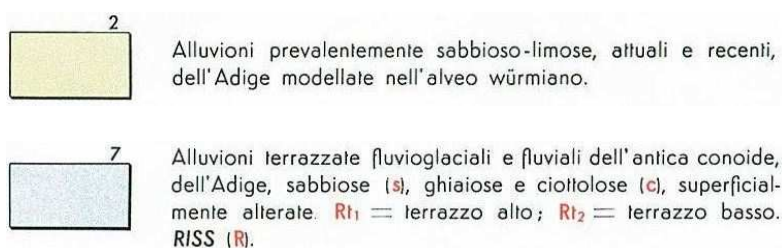
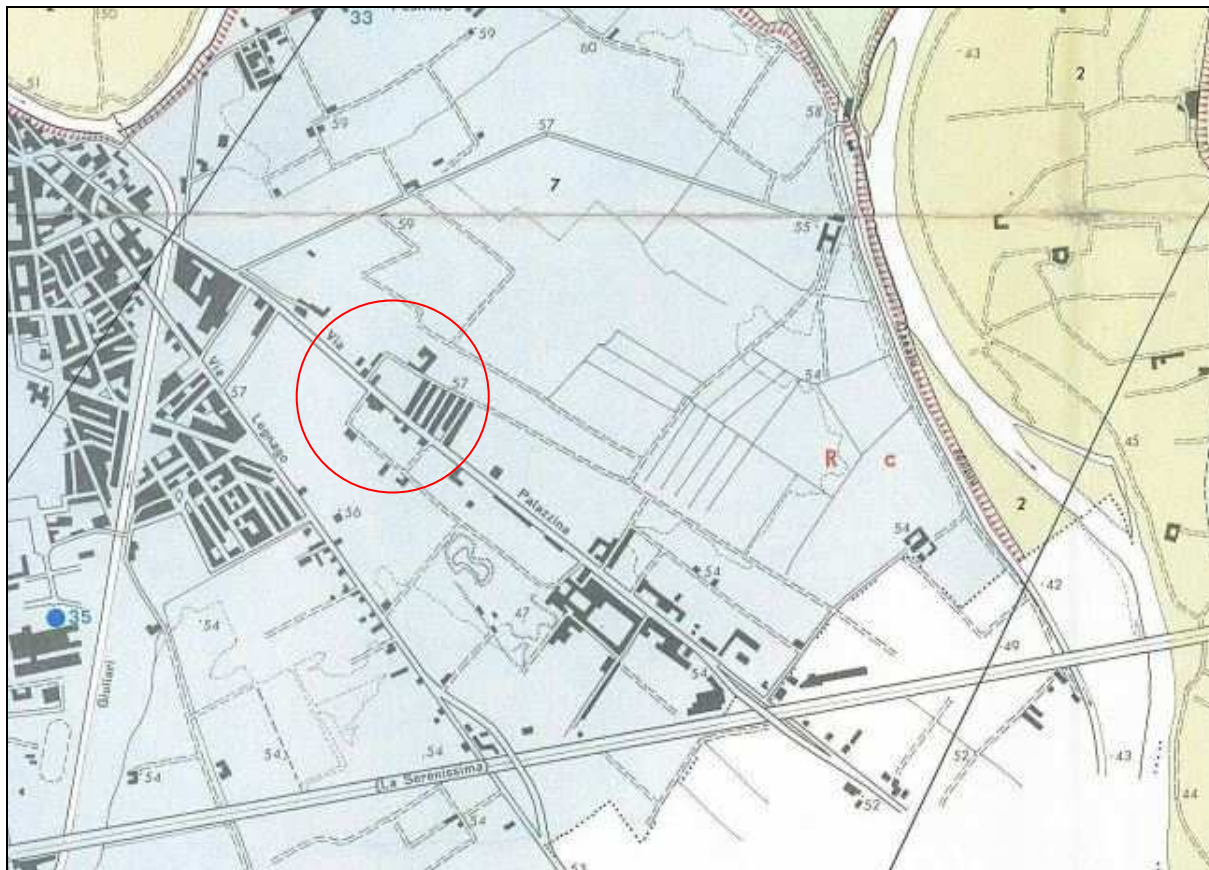
Questa faglia, è una probabile dislocazione di direzione Est-Ovest dedotta dalle brusche variazioni litostratigrafiche a Nord e a Sud dei laghi, passando da ghiaie sabbiose a Nord, a sabbie limose a Sud.

Oltre a questa faglia, gli altri elementi tettonici di una certa importanza sono la faglia del Fiume Adige alle propaggini meridionali dei lessini, e la faglia San Benedetto Po - Garolda.

La faglia del Fiume Adige attivatasi sicuramente prima degli ultimi 18.000 anni, è stata dedotta dal fatto che alcuni pozzi a Sud dell'area collinare, hanno raggiunto profondità di oltre 200 metri senza incontrare il substrato lapideo, deduzione che è stata poi confermata dagli studi palinologici.

Negli ultimi 18.000 anni però, essa ha avuto un movimento inverso a quello precedente, sembra infatti che l'abbassamento sia avvenuto nella parte settentrionale della faglia con conseguente migrazione a Nord del corso dell'Adige.

ESTRATTO CARTA GEOLOGICA DEL COMUNE DI VERONA (Vittorio De Zanche – Lorenzo Sorbini)

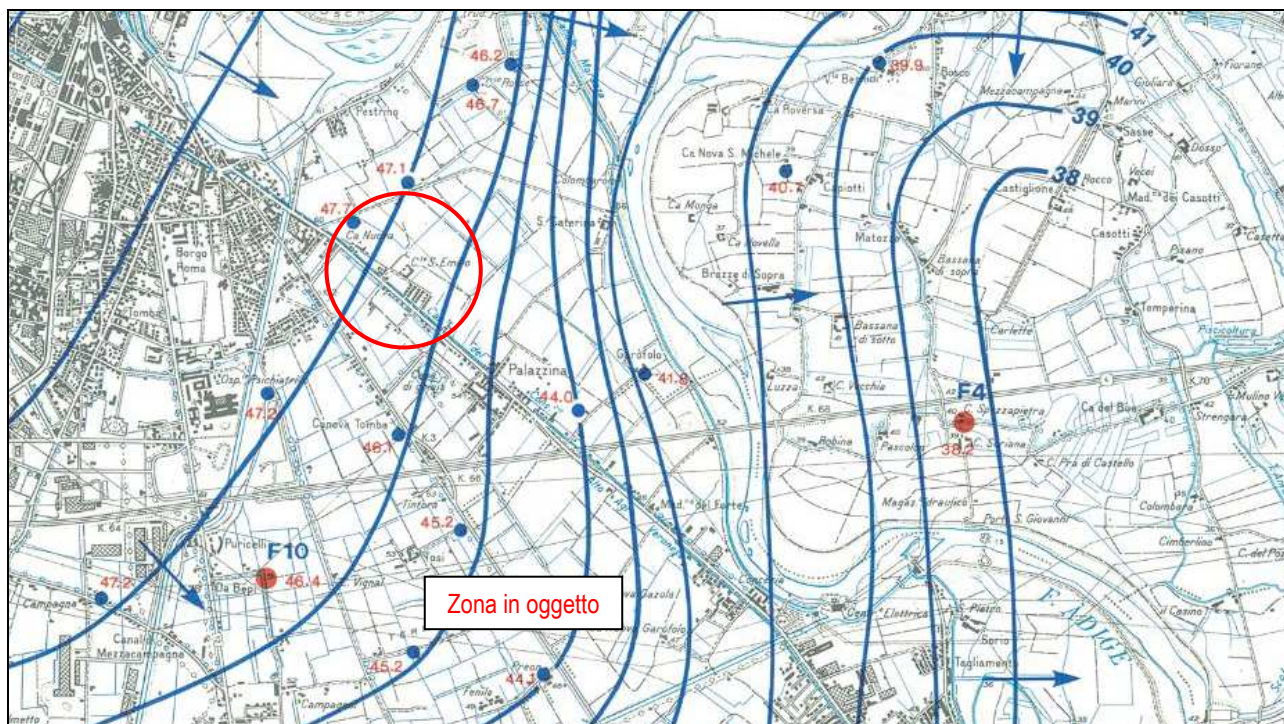


3.2 IDROGEOLOGIA

La situazione idrogeologica della zona riflette quelle che sono le caratteristiche geologico-deposizionali descritte e, nella fattispecie, i caratteri granulometrici dei depositi e la presenza dell'Adige come alimentatore, consentono l'esistenza di abbondanti risorse idriche sotterranee.

Nella zona in esame, come in tutta la fascia dell'alta pianura veronese, esistono condizioni di acquifero freatico indifferenziato per oltre 100 metri di profondità, con la presenza di qualche manifestazione lenticolare limo-argillosa realmente poco estesa. Verso oriente a ridosso dei Lessini e verso Sud, alcune intercalazioni limo-argillose importanti scompongono l'acquifero freatico in un sistema multifalda, costituito da una falda freatica e più falde in pressione sovrapposte. La profondità della superficie piezometrica è molto variabile, ed assume i maggiori valori al limite settentrionale dell'alta pianura (50-70 m. a Bussolengo), diminuendo progressivamente verso Sud-Sud Est (circa 22-28 m. nell'area in studio) ed affiorando in superficie lungo la fascia delle risorgive, alimentando in tal modo la rete idrografica di risorgiva.

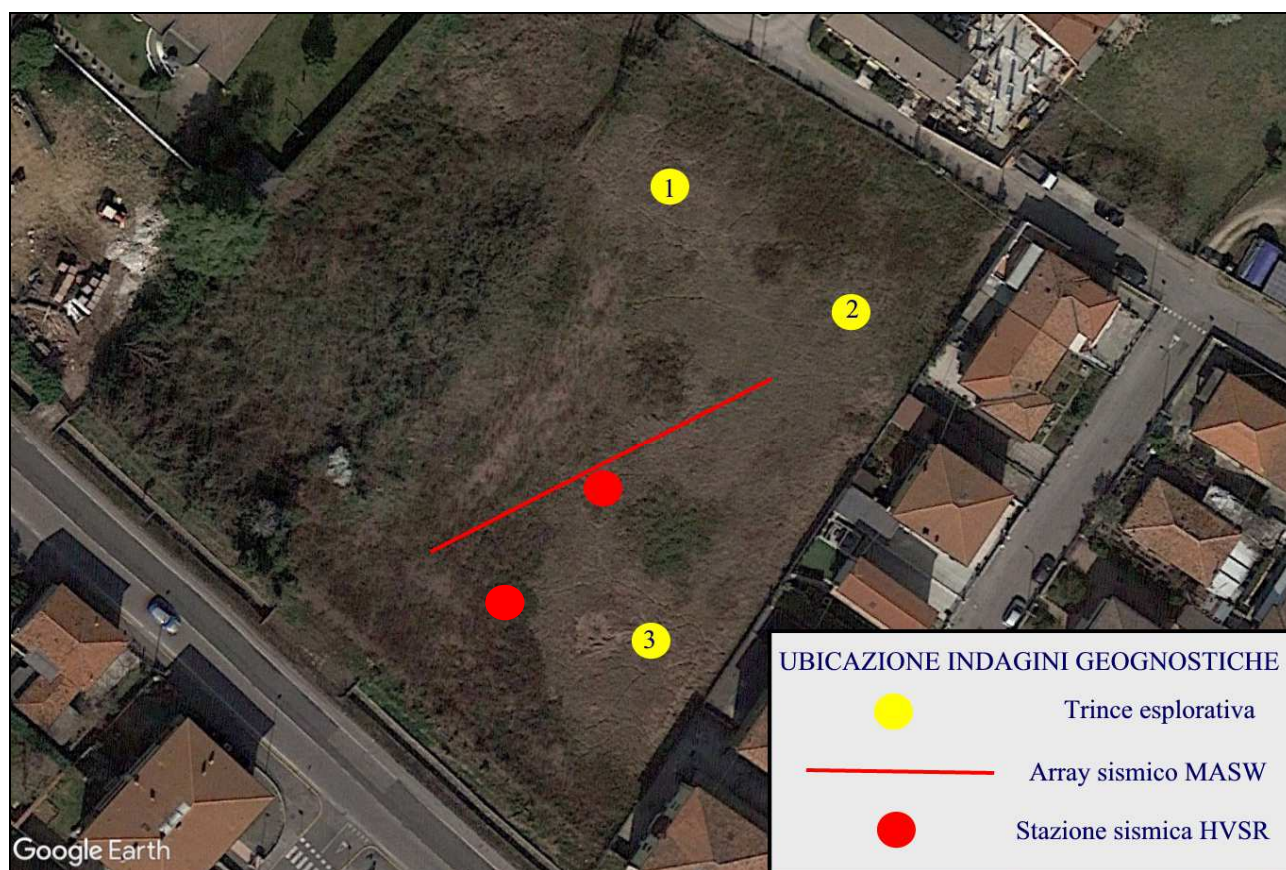
I principali fattori di alimentazione della falda freatica sono l'Adige, gli apporti sotterranei del sistema lessineo, gli apporti meteorici e l'infiltrazione delle acque irrigue. Primo in ordine d'importanza è ovviamente il fiume Adige, che scarica nei depositi alluvionali della pianura la potente falda di subalveo dei depositi di fondo della Val Lagarina. La stretta connessione esistente tra fiume e falda freatica, è confermata dal confronto tra il regime dell'Adige fiume e quello della falda stessa che mostra oscillazioni del tutto analoghe, ma sfasate temporalmente in base alla distanza dal fiume stesso. Il regime suddetto è di tipo alpino con una fase di magra da febbraio a maggio (con minimi in Aprile) e da una fase di piena estiva culminante in Settembre. Tutti gli altri fattori di alimentazione vengono in secondo piano, ma in talune zone si è potuto riscontrare che gli apporti in falda dovuti alle irrigazioni ed alle precipitazioni meteoriche possono arrivare sino al 35-40% delle dispersioni di subalveo. Il deflusso generale delle acque sotterranee è diretto normalmente da NO a SE ma può deviare localmente in presenza di particolari condizioni idrogeologiche.



Stralcio carta idrogeologica "Alta pianura dell'Adige" - A. Dal Prà e P. De Rossi

3.3 INDAGINI ESEGUITE

Il modello geologico e stratigrafico del sito è stato definito attraverso la realizzazione di scavi esplorativi con escavatore meccanico e l'utilizzo di dati di precedenti indagini eseguite dallo scrivente in aree limitrofe. Altre informazioni sono state raccolte dagli innumerevoli dati bibliografici a disposizione (ISPRA Legge 464-84), essendo l'area ben conosciuta geologicamente.



3.4 MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

Le indagini eseguite hanno confermato la successione stratigrafica ipotizzata in prima analisi. Come precedentemente descritto l'area è caratterizzata da una abbondante presenza di depositi incoerenti prevalentemente sabbiosi e ghiaiosi, con livello superficiale di alterazione limo-argilloso con spessore variabile tra 60-80 cm.

Trattasi in generale di depositi di ghiaia eterometrica, poligenica, in matrice sabbiosa, con ciottoli anche di grosse dimensioni, dotata di buone caratteristiche geotecniche e bassa compressibilità e che aumenta di addensamento con la profondità.

I sedimenti in oggetto, analizzati a grande scala, mantengono una sostanziale uniformità per tutta l'area indagata pur manifestando qualche differenziazione a carattere lenticolare. Alcune stratigrafie di pozzi perforati in area limitrofa evidenziano depositi ghiaiosi almeno per 50 m di spessore.

All'interno del materasso ghiaioso, è possibile la presenza alcuni depositi a geometria generalmente lenticolare di tipo sabbioso o sabbioso-ghiaioso con valori di addensamento minori, ma sempre di buone caratteristiche geotecniche.

L'indagine sismica mette appunto in evidenza il progressiva aumento di rigidità dei depositi con la profondità, con Vs che passano da 300 a 500 m/s ed oltre.

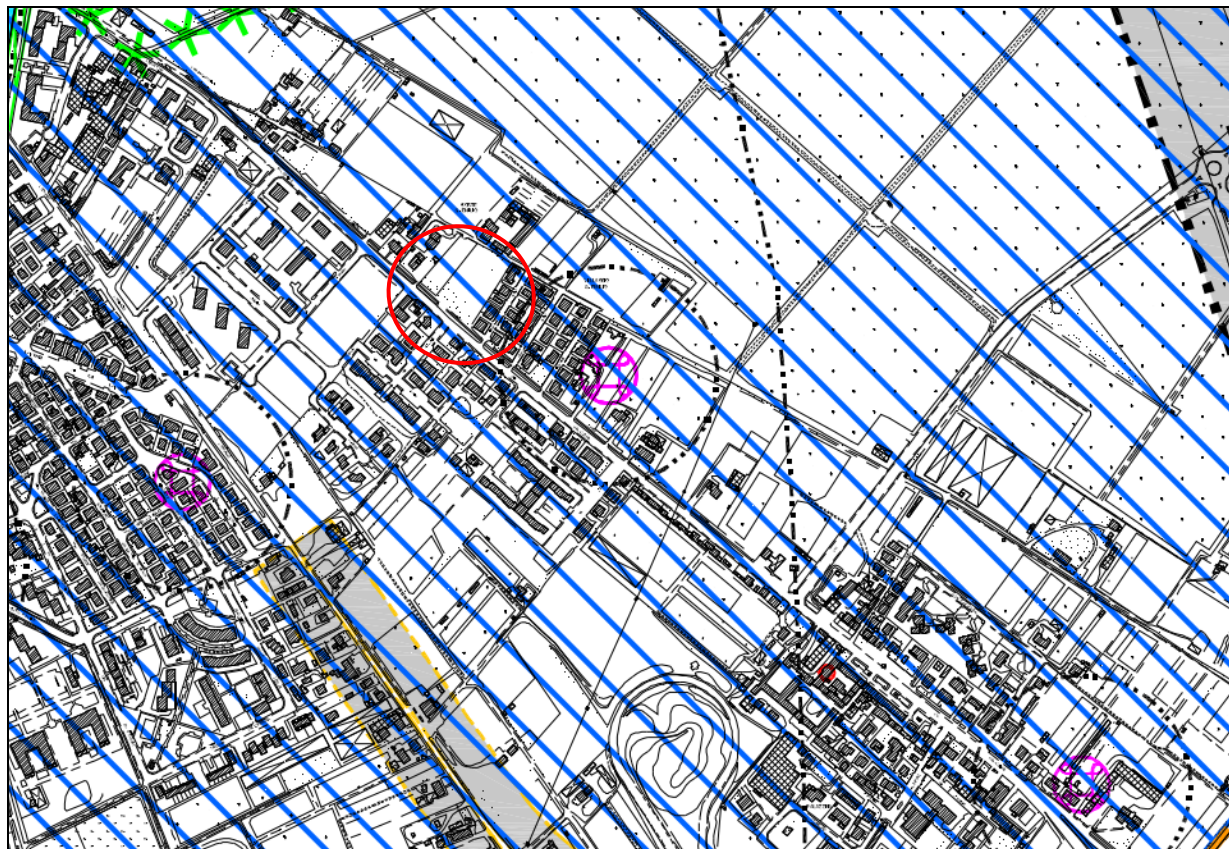
La falda freatica in zona si attesta ad una profondità di circa 12 m dal p.c. ma può subire oscillazioni stagionali anche di 1 metro in, legate a eventi naturali o al periodo irriguo. La stessa non potrà comunque interferire con le strutture in progetto.

Quindi, sulla base delle indagini eseguite e delle informazioni raccolte, e con riferimento al progetto in esame, è stato elaborato il seguente modello geologico cautelativo, valido per tutto il sito.

Prof. (m)	Litologia	γ_k (KN/m ³)
0.00 a (0.6÷0.8)	Argilla Limosa	21
(0.6÷0.8) a (1.5÷2.5)	Ghiaia e ciottoli in matrice mediamente addensata	18.2
(1.5÷2.5) a 15.0	Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa ben addensata	18.8

4. INDICAZIONI PRINCIPALI STRUMENTI URBANISTICI

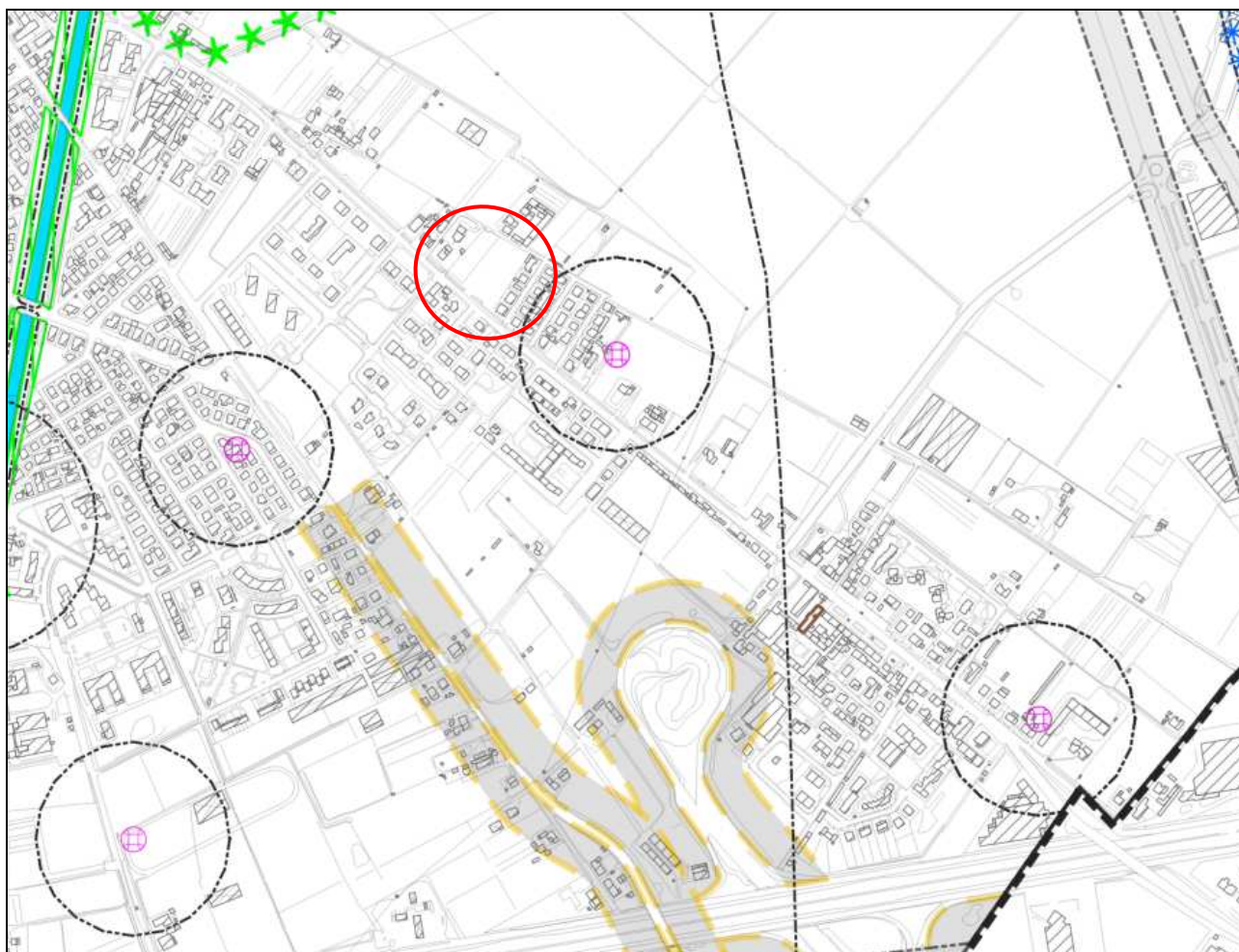
Stralcio Carta dei Vincoli del P.I.



VINCOLI

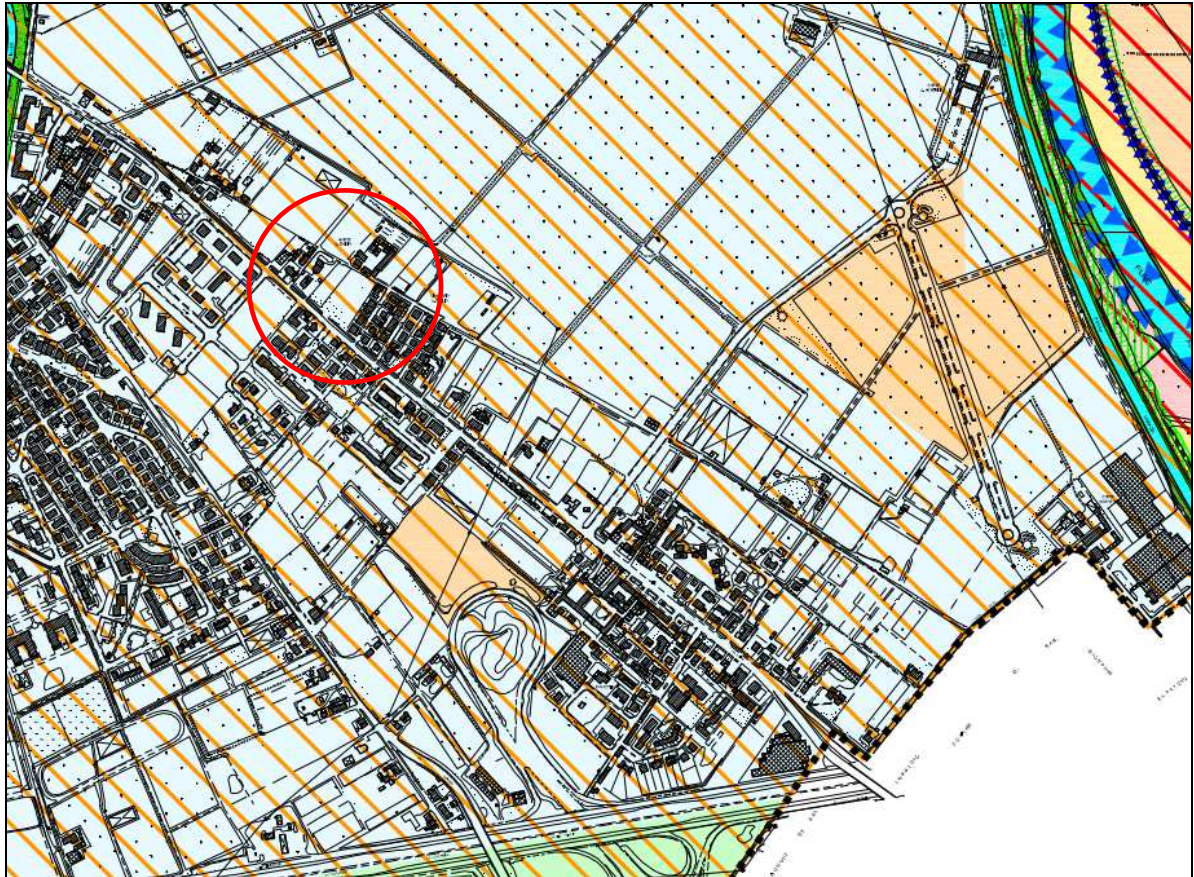
-  Art. 27 - Beni paesistici tutelati ai sensi del D.Lgs. 42/2004
-  Art. 27 - Beni paesistici tutelati ai sensi del D.Lgs. 42/2004 - corsi d'acqua - art. 142 Lett. c)
-  Art. 27 - Beni paesistici tutelati ai sensi del D.Lgs. 42/2004 - zone boscate - art. 142 Lett. g)
-  Art. 39 - Invarianti di natura idrogeologica ed idraulica: fascia di ricarica degli acquiferi
-  Art. 52 - Infrastrutture della mobilità: ferrovie
-  Art. 52 - Infrastrutture della mobilità: corridoio di salvaguardia - vincolo urbanistico artt. 165 e 166 D.Lgs. 163/2006
- Art. 43 - Tutela della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi**
-  Unità E: Vulnerabilità intrinseca elevata
-  Unità A: Vulnerabilità intrinseca alta
-  Unità M: Vulnerabilità intrinseca media

Stralcio Carta dei Vincoli, variante di adeguamento PTCP e PTRC



IMPIANTI DI COMUNICAZIONE ELETTRONICA - (art. 29 NTA)
fasce di rispetto

Stralcio Carta della Fragilità PAT



LEGENDA

CONFINE COMUNALE

**PENALITA' AI FINI EDIFICATORI - art. 37**

TERRENO OTTIMO



TERRENO BUONO



TERRENO MEDIOCRE



TERRENO SCADENTE



TERRENO PESSIMO

**VULNERABILITA' INTRINSECA DEGLI ACQUIFERI - art. 38**

UNITA' E



UNITA' A



UNITA' M



UNITA' B



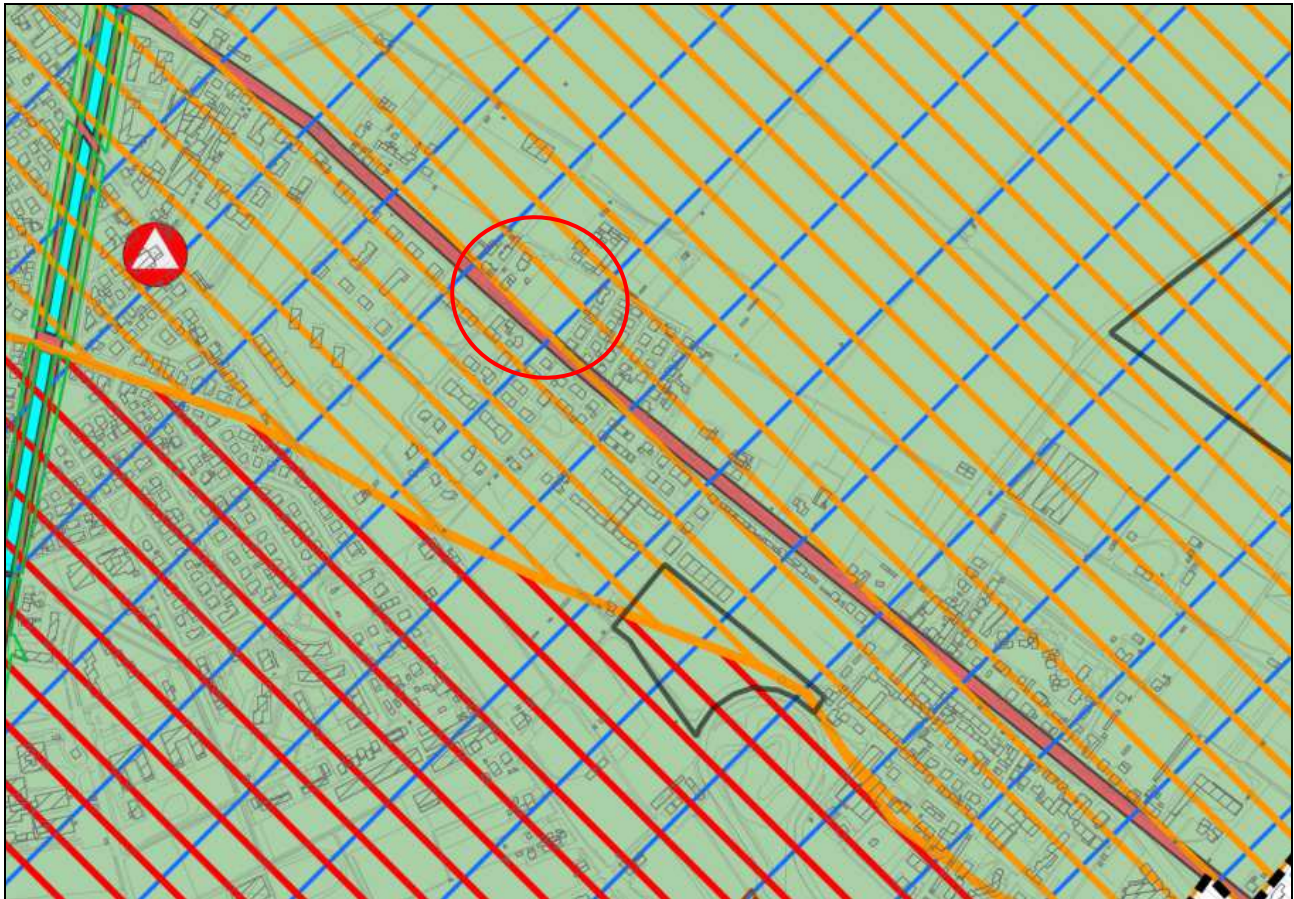
UNITA' C



UNITA' V



Stralcio Carta della Fragilità, variante di adeguamento PTCP e PTRC

**COMPATIBILITA' GEOLOGICA - (art. 37 NTA)**

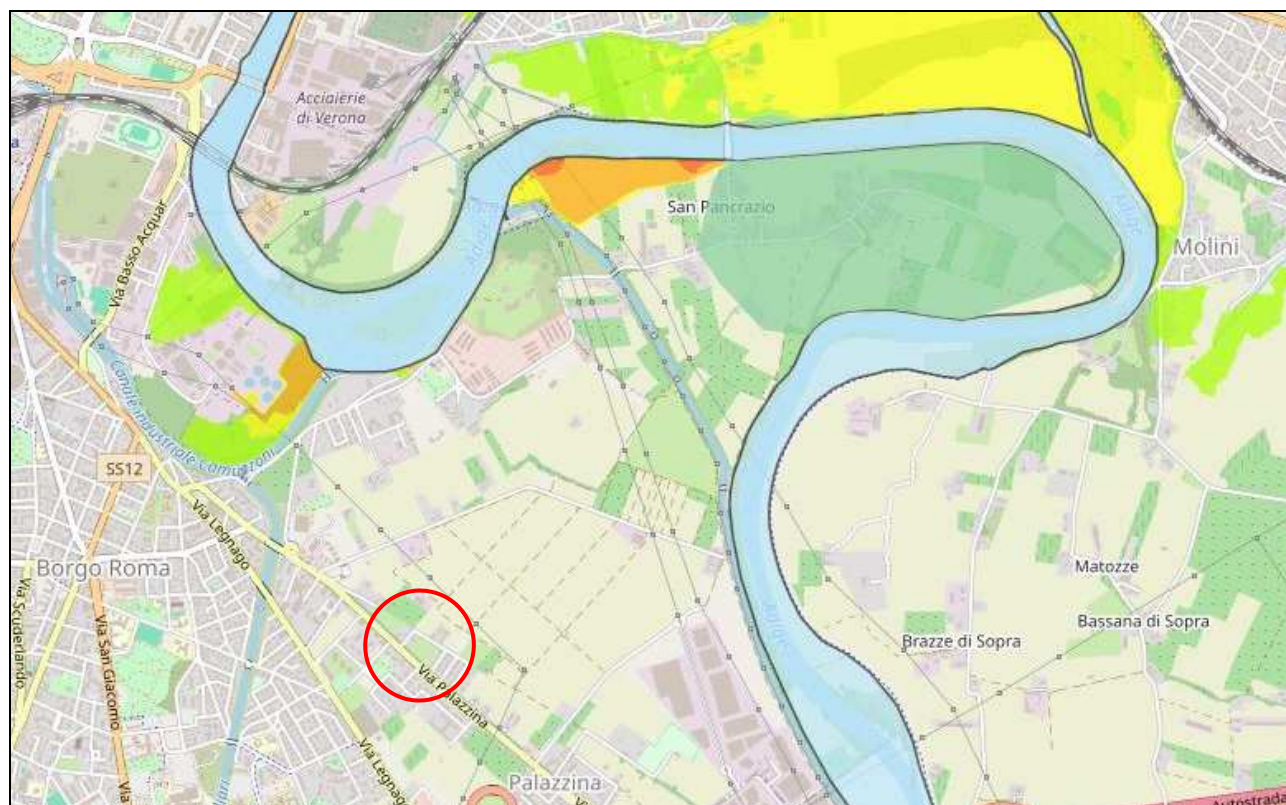
	AREA IDONEA
---	-------------

VULNERABILITA' INTRINSECA DEGLI ACQUIFERI - (art. 38 NTA)

-  UNITA' A - alta di pianura e fondovalle
-  UNITA' B - bassa di pianura e fondovalle
-  UNITA' C - da alta ad elevata collinare

Stralcio Carta della Pericolosità Idraulica del PGRA 2021-2027 – Aggiornamento 2027-2033 in salvaguardia

Rif. Delibera n.12 del 18.12.2025 della Conferenza istituzionale permanente dell'Autorità di Bacino distrettuale Alpi Orientali, che ha adottato in salvaguardia ai sensi dell'art.65 co.7 e 8 del TU ambientale 152/2006 le mappe di allagabilità-altezze idriche, di pericolosità da alluvione e del rischio da alluvione revisionate ed aggiornate ai sensi dell'art.14 co.2 della cd.direttiva alluvioni e art.12, co.2 D.Lgs. 49/2010.



Pericolosità idraulica

Legenda

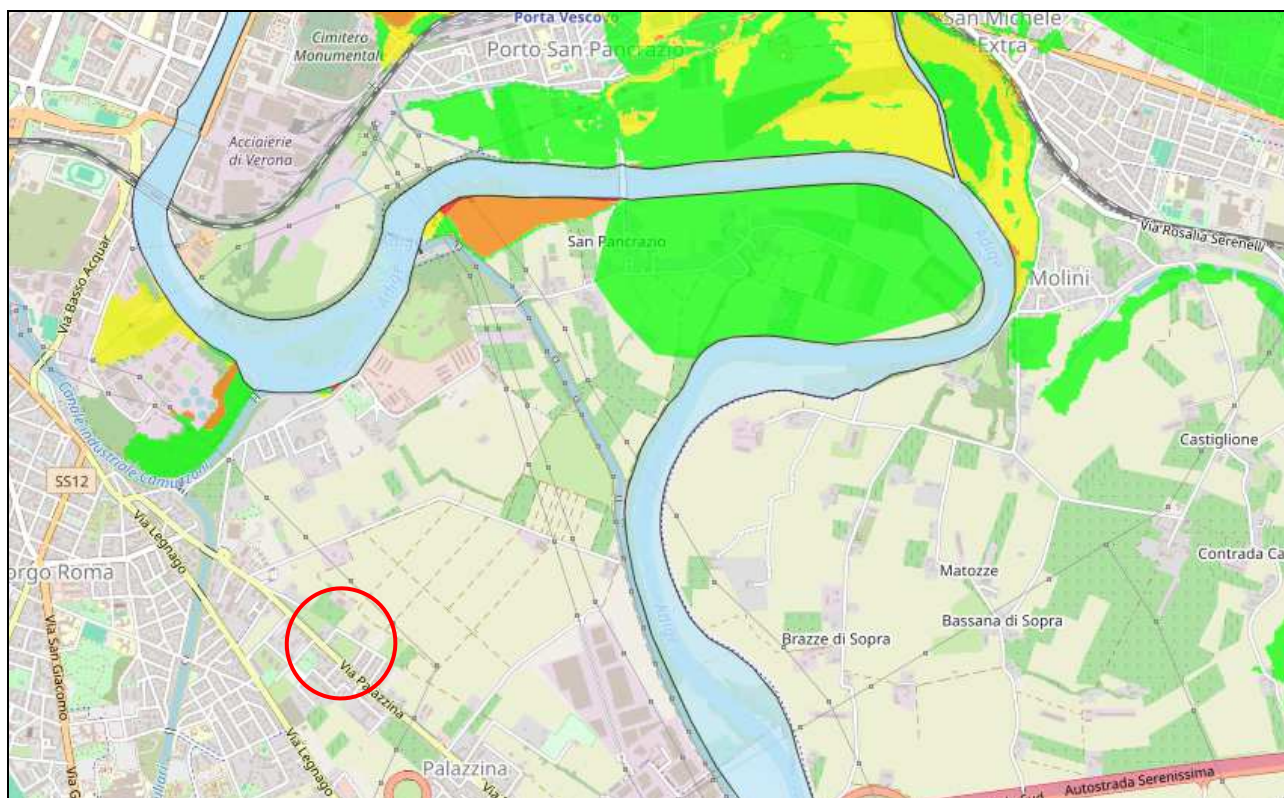
- Zone di Attenzione
- Area fluviale
- Pericolosità idraulica moderata (P1) da c
- Pericolosità idraulica moderata (P1) da s
- Pericolosità idraulica moderata (P1)
- Pericolosità idraulica media (P2)
- Pericolosità idraulica elevata (P3a)
- Pericolosità idraulica elevata (P3b)

Il sito in oggetto non si trova in aree a pericolosità idraulica secondo quanto disposto dal PGRA. <https://sigma.distrettoalpiorientali.it/sigma/webgisviewer?webgisId=38>

L'area interessata dal PUA non risulta soggetta e non è mai stata soggetta a dissesto idraulico sulla base di studi riconosciuti dai competenti organi statali o regionali, dai consorzi di bonifica o per effetto di specifiche previsioni urbanistiche.

Stralcio Mappa del Rischio Idraulico del PGRA 2021-2027 - Aggiornamento 2027-2033 in salvaguardia

Rif. Delibera n.12 del 18.12.2025 della Conferenza istituzionale permanente dell'Autorità di Bacino distrettuale Alpi Orientali.



Rischio Idraulico

Legenda

- Area fluviale
- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

Stralcio mappa dei tiranti idrici di media probabilità – TR 100 anni – PGRA 2021-2027 Aggiornamento 2027-2033 in salvaguardia

Rif. Delibera n.12 del 18.12.2025 della Conferenza istituzionale permanente dell'Autorità di Bacino distrettuale Alpi Orientali.



Tiranti MPH TR 100

Legenda

- 0 - 50 cm
- 50 - 100 cm
- 100 - 150 cm
- 150 - 200 cm
- > 200 cm
- non classificabili

5. VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

Secondo le Delibere della Giunta Regionale 1322/2006, n.1841 del 19.06.2007 e 2948 del 06.10.2009, per gli strumenti urbanistici generali o varianti generali che comportino una trasformazione territoriale che possa modificare il regime idraulico, dovrà essere redatta una specifica valutazione di compatibilità idraulica dalla quale si desuma, in relazione alle nuove previsioni urbanistiche, che non viene aggravato l'esistente livello di rischio, né viene pregiudicata la possibilità di riduzione anche futura di tale livello. Lo scopo dello studio consiste quindi nel garantire l'invarianza idraulica della zona individuando tutti quegli accorgimenti necessari al rispetto delle condizioni esistenti.

In generale l'urbanizzazione di un'area agricola produce essenzialmente tre tipi di alterazioni:

- Per la minore infiltrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo e per i contemporanei diffusi prelievi di acqua di falda, si produce una modifica nel bilancio idrologico delle acque superficiali e sotterranee;
- Per la maggiore impermeabilizzazione e per la maggiore velocità dei deflussi superficiali, durante le piogge, aumentano le portate idrauliche consegnate ai ricettori, aggravando quindi i problemi connessi al controllo delle esondazioni;
- La qualità delle acque meteoriche che percorrendo i bacini urbani si deteriora a tal punto che il problema del trattamento delle acque meteoriche assume un'importanza analoga a quella del trattamento degli scarichi dei reflui civili ed industriali.

La norma introduce una classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici, che definisce soglie dimensionali in base alle quali si applicano considerazioni differenziate in relazione all'effetto atteso.

Classe di Intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $imp < 0.3$
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $imp > 0.3$

- nel caso di trascurabile impermeabilizzazione potenziale, è sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi;

- nel caso di modesta impermeabilizzazione, oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro;

- nel caso di significativa impermeabilizzazione, andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione;

- nel caso di marcata impermeabilizzazione, è richiesta la presentazione di uno studio di dettaglio molto approfondito.

Qualora le condizioni del suolo lo consentano e nel caso non sia prevista una canalizzazione e/o scarico delle acque verso un corpo recettore, ma i deflussi vengano dispersi nel terreno, non è necessario prevedere dispositivi di invarianza idraulica in quanto si può supporre ragionevolmente che la laminazione delle portate in eccesso avvenga direttamente sul terreno.

Nel caso in esame, accertato che esistono le condizioni tecniche, e geologiche richieste, le acque meteoriche verranno scaricate al suolo con appropriati dispositivi di infiltrazione. In particolare, vista la distanza dalla falda, è preferibile la realizzazione di pozzi drenanti poiché sono più performanti dal punto di vista idraulico.

5.1 DETERMINAZIONE SUPERFICIE DI DEFLUSSO

L'intervento interessa un'area di complessivi 5555 mq, e sarà costituita da una porzione pubblica di 2905 mq e da una privata di 2650. La superficie è attualmente incolta e sarà trasformata come di seguito indicato:

AREA PUBBLICA:

TIPO DI SUPERFICIE	Permeabilità	AREA mq	C.D.	SUPERFICIE DI DEFLUSSO mq
Parcheggi	Impermeabile	158	0.9	142.20
Strade	impermeabile	239	0.9	215.10
Marciapiedi	impermeabile	100	0.9	90
Allargamento ponte via Palazzina	impermeabile	42	0.9	37.8
Percorso ciclopedonale	semipermeabile	430	0.6	258
Aiuole parcheggi	permeabile	72	0.2	14.40
Aree verdi	permeabile	1864	0.2	372.80
Totale		2905		

Per esigenze di gestione delle acque l'area pubblica sarà separata in area verde (parco) e zona parcheggi-strada.

STRADA-PARCHEGGI

TIPO DI SUPERFICIE	Permeabilità	AREA mq	C.D.	SUPERFICIE DI DEFLUSSO mq
Parcheggi	Impermeabile	158	0.9	142.20
Strade	impermeabile	239	0.9	215.10
Marciapiedi	impermeabile	100	0.9	90
Aiuole parcheggi	permeabile	72	0.2	14.40
Totale		569	0.81	461.7

PARCO:

TIPO DI SUPERFICIE	Permeabilità	AREA mq	C.D.	SUPERFICIE DI DEFLUSSO mq
Allargamento ponte via Palazzina	impermeabile	42	0.9	37.8
Percorso ciclopeditonale	semipermeabile	430	0.6	258
Aree verdi	permeabile	1864	0.2	372.80
Totale		2336	0.28	668.60

AREA PRIVATA:

TIPO DI SUPERFICIE	Permeabilità	AREA mq	C.D.	SUPERFICIE DI DEFLUSSO mq
Coperture, vialetti, rampa garage	Impermeabile	1140	0.9	1026
Verde sopra interrato, autobloccanti	semipermeabile	534	0.6	320.4
Verde profondo	impermeabile	795	0.2	159
Totale		2469	0.61	1505.4

5.2 CAPACITA' DI DISPERSIONE DEI TERRENI

Il coefficiente di permeabilità K è stato stimato in base alle caratteristiche granulometriche rilevate nelle trincee esplorative

Quindi, sulla scorta dei valori orientativi della tabella seguente (Fig.1), è stato scelto a scopo cautelativo, di utilizzare nei calcoli preliminari, di adottare un coefficiente di permeabilità $K = 1 \cdot 10^{-3}$ m/s. Si precisa che in fase progettuale dovranno essere eseguite delle prove di permeabilità in pozzetto a carico variabile o costante.

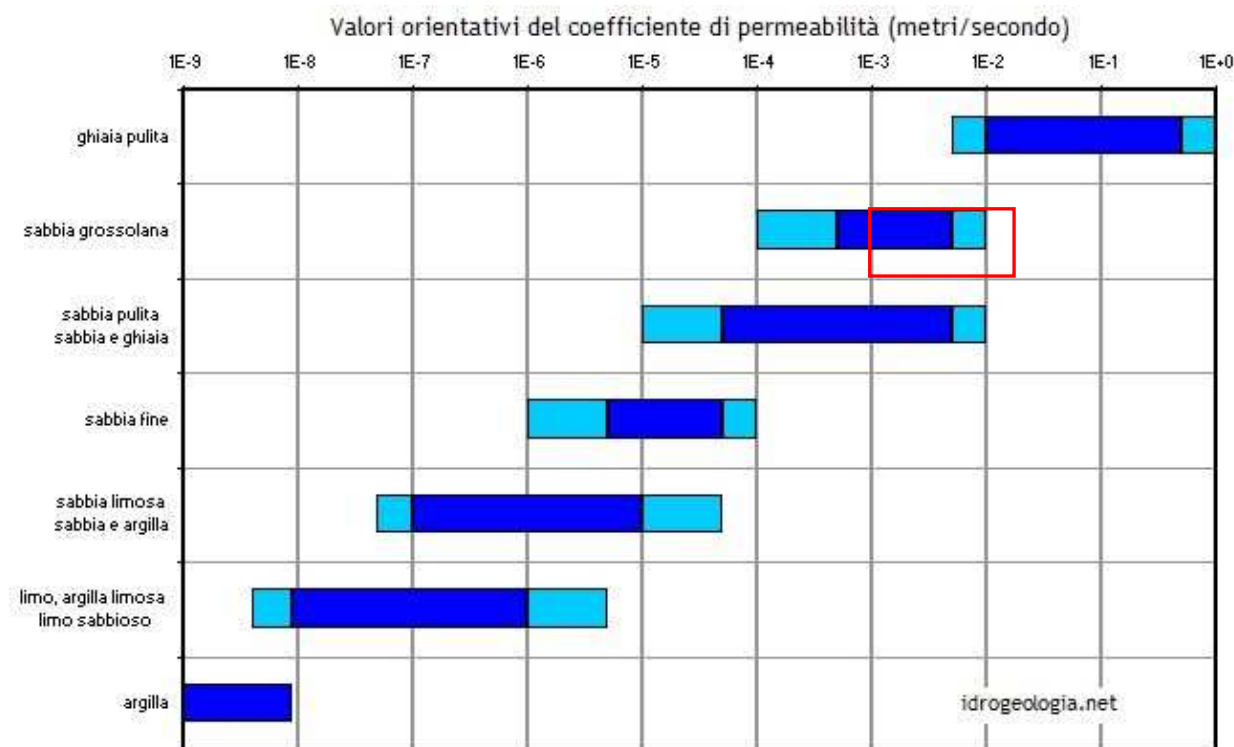


Fig. 1 – Valori orientativi del coefficiente di permeabilità orizzontale in metri/sec per terreni sciolti a granulometria decrescente dalle ghiaie alle argille

5.3 INDIVIDUAZIONE PRECIPITAZIONI DI RIFERIMENTO

La progettazione dei sistemi di smaltimento delle acque meteoriche, prevede l'individuazione preliminare delle precipitazioni che possono porre in condizioni critiche le opere da progettare.

Questo si fa attraverso la determinazione delle curve di possibilità pluviometrica che si ricavano tramite elaborazioni statistiche dei dati pluviometrici riportati sugli annali. I dati vengono quindi elaborati tramite la distribuzione di Gumbel, determinando per i diversi tempi di ritorno i valori di precipitazione mediamente più elevati.

Impostando tempi di ritorno pari a 2, 5, 10, 20, 30, 50 e 100 anni, sono state determinate le massime altezze di pioggia, e quindi i parametri della curva di possibilità climatica per la stazione di misura, che assume la seguente forma:

$$h = a \cdot t^n ; \quad h, \text{ altezza di pioggia in mm per un determinato } T_r$$

$$i = a / t^{1/n} ; \quad i, \text{ intensità di pioggia in mm/h}$$

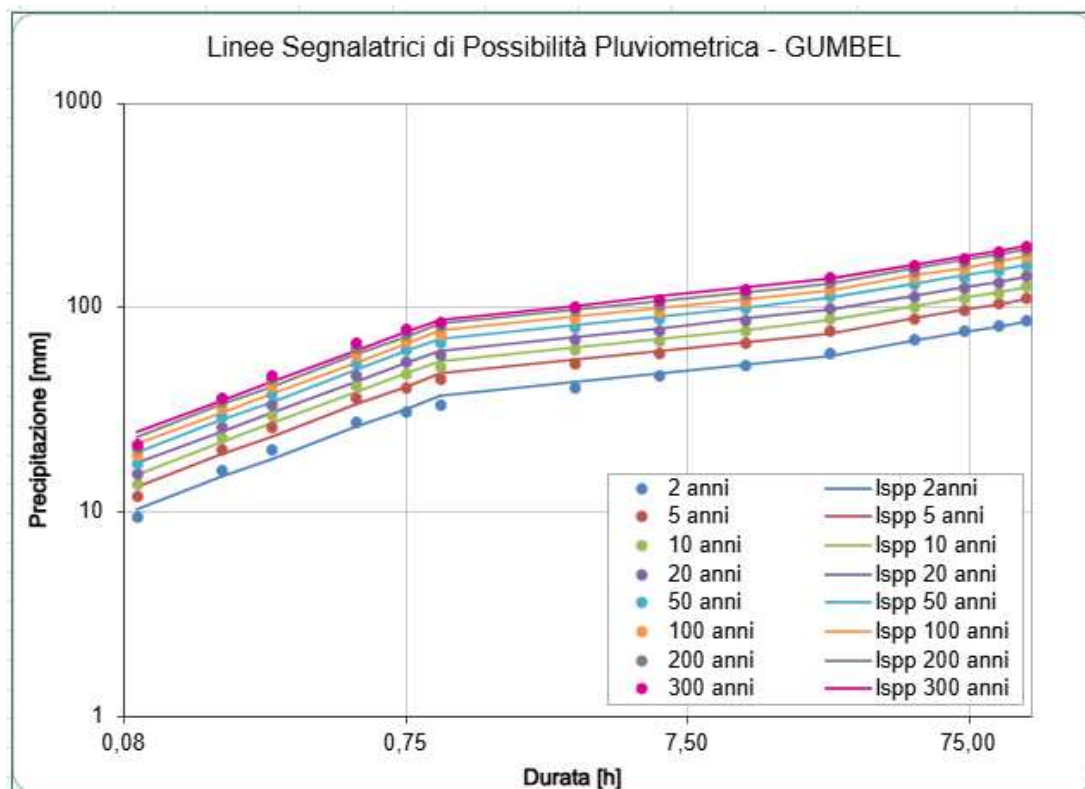
A seguire si riportano le curve estratte dall'interfaccia WebGIS SECURE di ARPA Veneto, che permette di analizzare i dati delle di precipitazione intense regionalizzate, per ogni punto della regione e permette inoltre la generazione delle curve di pioggia per vari tempi di ritorno. (link rainyapp.arpa.veneto.it).

Nel presente caso sono state adottate per i calcoli, le curve di piovosità delle orarie, con tempo di ritorno di 200 anni.

Punto selezionato (sistema riferimento UTM32)		
N	(m)	5030347,0
E	(m)	656969,0
Quota	(m s.m.m.)	57,5

LSPP									
Durata	a								n
	Tempo di ritorno (anni)								
	2	5	10	20	50	100	200	300	
< 60 m	4,5	5,8	6,7	7,5	8,6	9,4	10,2	10,7	0,513
1 - 24 h	36,8	47,4	54,5	61,3	70,0	76,6	83,1	86,9	0,143
> 1 g	57,9	74,6	85,7	96,4	110,2	120,5	130,8	136,8	0,234

PRECIPITAZIONI (mm)								
Durata	Tempo di ritorno (anni)							
	2	5	10	20	50	100	200	300
5 m	9,5	12,0	13,6	15,2	17,3	18,9	20,4	21,3
10 m	15,9	20,2	23,0	25,8	29,3	32,0	34,6	36,2
15 m	20,1	25,8	29,5	33,1	37,8	41,3	44,7	46,8
30 m	27,4	35,7	41,3	46,6	53,5	58,6	63,7	66,7
45 m	30,9	40,9	47,5	53,8	62,0	68,2	74,3	77,8
1 h	33,3	44,3	51,5	58,5	67,5	74,3	81,0	85,0
3 h	40,3	53,2	61,8	70,0	80,6	88,5	96,4	101,1
6 h	46,2	59,4	68,1	76,5	87,4	95,5	103,6	108,4
12 h	52,6	67,2	76,9	86,2	98,2	107,2	116,1	121,4
24 h	59,4	76,3	87,5	98,3	112,2	122,6	133,1	139,2
2 g	69,8	88,6	101,4	113,3	128,8	140,4	152,0	158,7
3 g	76,7	97,0	110,5	123,9	140,6	153,2	165,7	173,0
4 g	82,0	103,8	118,5	132,9	151,0	164,6	178,1	186,0
5 g	86,8	110,5	126,3	141,5	161,5	176,1	190,7	199,2



5.4 DIMENSIONAMENTO SISTEMA DI INFILTRAZIONE E COMPENSAZIONE

La necessità di smaltire i deflussi prodotti all'interno del perimetro d'intervento, ha obbligato la progettazione di un sistema d'infiltrazione diretto al suolo tramite pozzi drenanti ad anelli di calcestruzzo e trincee disperdenti.

Il sottosuolo della zona di riferimento è caratterizzato da depositi ghiaiosi e sabbiosi di discreta/buona conducibilità idraulica, stimata sulla base delle caratteristiche granulometriche, in $K = 1.0 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$.

Il calcolo delle portate di deflusso, di infiltrazione, dei volumi invasati e del tempo di svuotamento, è stato eseguito con il software PTDRAIN – Pozzi e trincee drenanti della Digicorp Ingegneria srl., che si basa per il calcolo delle portate sul metodo cinematico e INVIdra della ProgramGeo.

PARTE PUBBLICA

STRADE E PARCHEGGI

Per l'area della strada e dei parcheggi, considerando che le acque di deflusso di queste superfici possono presentare qualche criticità di tipo ambientale, è preferibile realizzare una trincea drenante che tende a disperdere in una superficie maggiore il refluo.

Dati portata meteorica (utilizzo del metodo cinematico)

Curva di possibilità pluviometrica adottata:

a [mm/oraⁿ] = 83.100

n = 0.1430

C_d (coef. di deflusso) = 0.81

S (superficie scolante) [mq] = 569.000

La portata meteorica viene calcolata con il metodo cinematico secondo la seguente formula:

$$Q_p = C_d \cdot S \cdot a \cdot t_p^{n-1}$$

essendo t_p la durata della precipitazione.

Dati trincea drenante

Forma trincea: RETTANGOLARE

L (lunghezza) [m] = 10.000

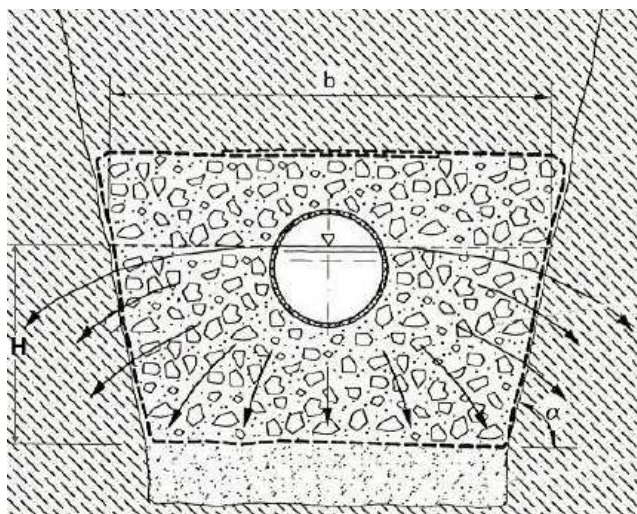
H (altezza riferita a "b") [m] = 1.000

b (larghezza liquida) [m] = 2.000

K (permeabilità del terreno) [m/s] = 0.001000

A_c (area invasabile dal tubo drenante) [mq] = 0.100

n (porosità del materiale di riempimento della trincea) = 0.300



PARCO E PERCORSO CICLOPEDONALE

Per quanto riguarda l'area verde il progetto prevede la realizzazione di alcune depressioni allagabili con infiltrazione al suolo delle acque di deflusso, distribuite all'interno del parco. Considerando un k di 0.0005 m/s per tenere conto della minore permeabilità dei terreni superficiali, e una superficie di infiltrazione di 100 mq, si è ottenuto un volume di laminazione di 13.67 mc con un battente d'acqua di 13.67 cm.

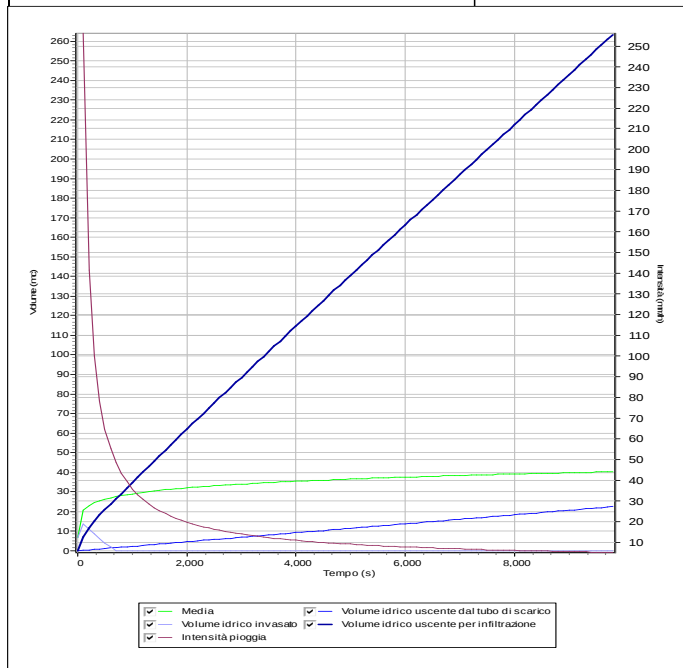
Dimensionamento area verde ribassata: metodo delle sole piogge

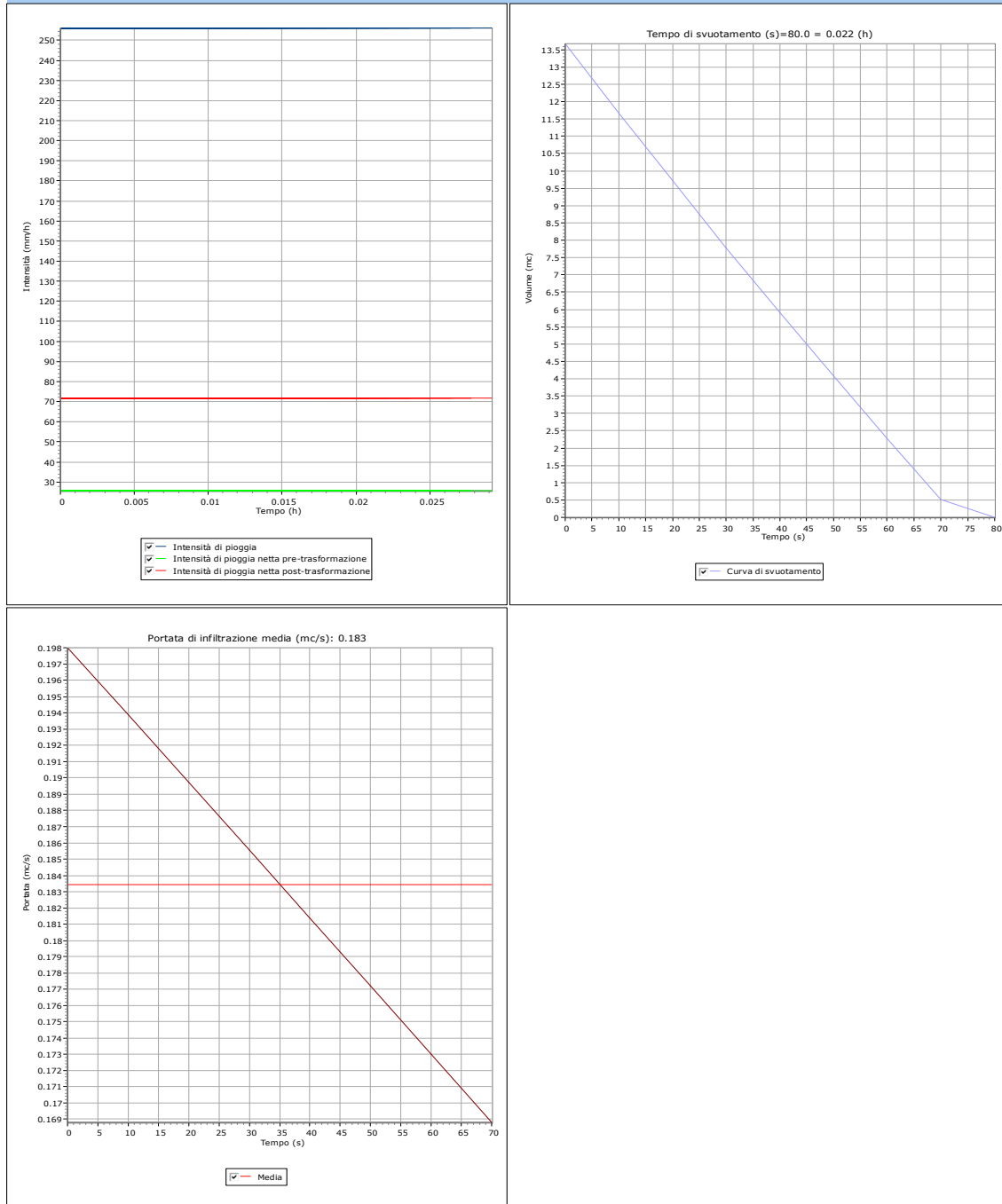
N.	A(m2)	ca1	ca2	Qu(mc/s)	k(m/s)	Sat(%)	n	cs(m)	Av(m2)	u(mc/ha*s)	tr(s)	Vtot(mc)	w(mc/ha)	H(cm)
1	2336	0.1	0.28	0.0023	0.0005	50	0.3	0.3	100	0.01	100.04	13.67	58.5391	13.67
Tot.	2336.0											13.67		

Descrizione dato	Valore
Parametro a della curva pluviometrica (mm/h):	83.1
Parametro n o c della curva pluviometrica:	0.143
Parametro b della curva pluviometrica (h):	0.0
Fattore correttivo di n o c:	1.0
Numero aree trasformate:	1
Tipo ietogramma:	Costante

LEGENDA:

A=estensione dell'area trasformata;
 ca1=coefficiente di afflusso prima della trasformazione;
 ca2=coefficiente di afflusso dopo la trasformazione;
 k=permeabilità verticale del terreno;
 Sat=grado di saturazione del terreno;
 n=porosità del terreno;
 Av=area in pianta dell'area ribassata;
 tr=durata di pioggia critica;
 H=profondità minima dell'area verde.



Dimensionamento area verde ribassata: metodo delle sole piogge

AREA PRIVATA

Per quest'area le acque di deflusso sono considerate pulite in quanto vengono prodotte essenzialmente dalle coperture e dai vialetti pedonali e dalle aree verdi quindi, è ragionevole progettare un sistema di infiltrazione tramite pozzi drenanti perché sono più performanti.

Dati portata meteorica (utilizzo del metodo cinematico)

Curva di possibilità pluviometrica adottata:

a [mm/oraⁿ] = 83.100

n = 0.1430

C_d (coef. di deflusso) = 0.61

S (superficie scolante) [mq] = 2,469.000

La portata meteorica viene calcolata con il metodo cinematico secondo la seguente formula:

$$Q_p = C_d \cdot S \cdot a \cdot t_p^{n-1}$$

essendo t_p la durata della precipitazione.

Dati pozzo drenante

Anello prefabbricato - Diametro = 200 cm - Altezza = 50 cm

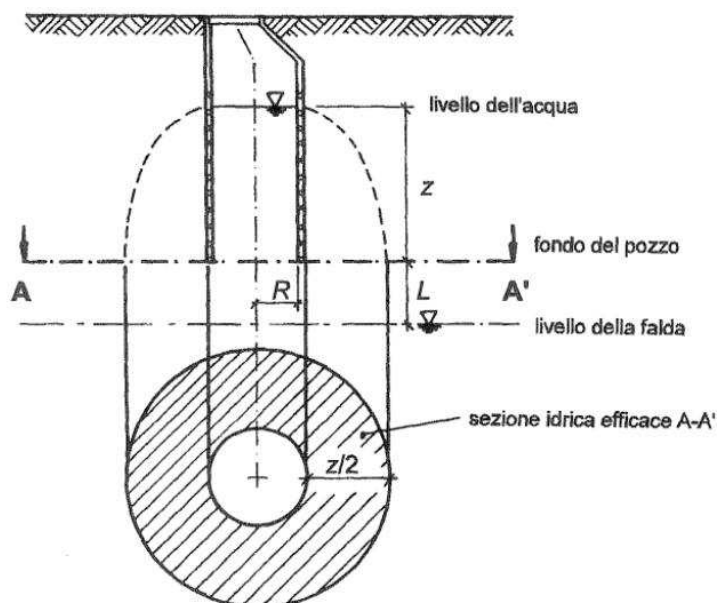
N° di anelli = 6

z (altezza utile del pozzo) [m] = 3.000

R (raggio del pozzo) [m] = 1.000

K (permeabilità del terreno) [m/s] = 0.001000

Numero di pozzi = 7



Verifica del pozzo drenante

La portata infiltrata Q_f viene valutata tramite la seguente formula (a favore di sicurezza non si considera il contributo di infiltrazione dovuto al fondo del pozzo):

$$Q_f = K/2 \cdot J \cdot A_f \cdot 1000.0$$

in cui:

Q_f è espresso in [l/s]

J [m/m] = cadente piezometrica = 1 nell'ipotesi di tirante idrico sulla superficie filtrante molto minore dell'altezza dello strato filtrante e di superficie piezometrica della falda convenientemente al di sotto del fondo disperdente.

$K/2$ [m/s] = valore della permeabilità ridotto del 50% (Sieker, 1984) per tener conto delle condizioni insature del terreno.

A_f [mq] = superficie netta di infiltrazione assunta pari all'area di un anello di larghezza $z/2$ attorno alla base del pozzo.

La verifica del pozzo avviene mediante la seguente equazione:

$$(Q_p - Q_f) \cdot \Delta t - W_{pt} = \Delta W < 0$$

cioè la differenza tra il volume meteorico entrante e il volume infiltrato uscente dovrà risultare inferiore alla capacità W_{pt} di immagazzinamento del pozzo.

Verifica svuotamento pozzo drenante

Si verifica che lo svuotamento del pozzo avvenga in un tempo inferiore a quello medio stimato fra due eventi meteorici successivi (non superiore a 4 giorni, pari a 345600 secondi):

$$T_{sv} = W_{tp} \cdot 1000.0 / Q_f < 345600 \text{ sec}$$

La seguente tabella riassume i risultati di calcolo e l'esito delle verifiche.

Δt [min]	Q_p [l/s]	Q_f [l/s]	W_p [mc]	W_f [mc]	W_{pt} [mc]	ΔW [mc]	Verifica ΔW	T_{sv} [sec]	Verifica T_{sv}
10	161.45	57.73	96.867	34.636	65.973	-3.742	OK	1,143	OK
15	114.06	57.73	102.650	51.954	65.973	-15.278	OK	1,143	OK
20	89.13	57.73	106.961	69.272	65.973	-28.285	OK	1,143	OK
30	62.97	57.73	113.346	103.908	65.973	-56.536	OK	1,143	OK
45	44.49	57.73	120.112	155.862	65.973	-101.724	OK	1,143	OK
60	34.77	57.73	125.156	207.816	65.973	-148.634	OK	1,143	OK

Il sistema è verificato con 7 pozzi ad anelli di cemento forati, diametro 2 m, altezza utile 3 m.

5.5 TRATTAMENTO ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

Le acque di deflusso di strade e parcheggi, prima dell'immissione nel sistema di scarico, subiranno un trattamento in apposito impianto di prima pioggia dotato di disoleatore a coalescenza. Le acque di seconda pioggia saranno immesse direttamente nel dispositivo di scarico.

Il volume della vasca di prima pioggia dovrà garantire l'invaso dei primi 5 mm di pioggia, per un volume pari a circa 2.5 mc.

5.6 PIANO DI MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA

La manutenzione delle opere di invarianza è evidentemente fondamentale per garantire nel tempo l'efficienza del sistema, prevenendo i problemi che ne potrebbero pregiudicare il funzionamento.

Caditoie

Tipologia di manutenzione	Operazioni da svolgere	Frequenza della manutenzione
Ordinaria	Rimozione eventuali occlusioni dovute a materiale accumulato	Bimestrale o dopo forti precipitazioni
Straordinaria	Lavaggio con acqua in pressione	Annuale o a seconda delle necessità
Responsabile della manutenzione:		

Tubazioni

Tipologia di manutenzione	Operazioni da svolgere	Frequenza della manutenzione
Ordinaria	Rimozione eventuali occlusioni dovute a materiale accumulato	Bimestrale o dopo precipitazioni importanti
Straordinaria	Lavaggio con acqua in pressione	Annuale o a seconda delle necessità
Responsabile della manutenzione:		

Impianto di prima pioggia

Tipologia di manutenzione	Operazioni da svolgere	Frequenza della manutenzione
Ordinaria	Rimozione eventuali occlusioni dovute a materiale accumulato	Trimestrale o dopo precipitazioni importanti
Ordinaria	Rimozione olii accumulati	3-6 mesi
Straordinaria	Lavaggio con acqua in pressione	Annuale o a seconda delle necessità
Responsabile della manutenzione:		

Pozzi drenanti e trincee drenanti

Tipologia di manutenzione	Operazioni da svolgere	Frequenza della manutenzione
Ordinaria	Rimozione eventuali occlusioni dovute a materiale accumulato	Semestrale o dopo precipitazioni importanti
Straordinaria	Lavaggio con acqua in pressione	Annuale o a seconda delle necessità
Responsabile della manutenzione:		

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

È stato eseguito lo studio idrogeologico ed idraulico di un'area sita tra via Palazzina e via Villaggio Sant'Emilio a Verona, con lo scopo di verificare le problematiche legate alla gestione delle acque meteoriche, che saranno originate dalla realizzazione di un Piano Urbanistico Attuativo.

Sulla base delle indagini eseguite e dalle considerazioni esposte ai paragrafi precedenti, si conclude quanto segue:

- L'assetto geologico-geomorfologico appare stabile e non sarà sostanzialmente modificato,
- L'assetto idraulico non verrà sostanzialmente modificato,
- Le acque meteoriche verranno scaricate al suolo tramite la realizzazione di pozzi drenanti ad anelli di calcestruzzo e trincee drenanti,
- Le acque di prima pioggia del parcheggio, prima dell'immissione nello scarico, subiranno un trattamento in apposito impianto di prima pioggia dotato di disoleatore a coalescenza,
- le opere di scarico si trovano al di fuori delle zone di rispetto per le captazioni idriche per consumo umano,
- non si sono evidenziati particolari problemi geologici, idrogeologici o idraulici, tali da sconsigliare l'intervento previsto,

Quindi, considerato quanto sopra riportato, si può ragionevolmente affermare che, le opere in progetto risultano compatibili con l'assetto geologico, idrogeologico, ed idraulico della zona.



Piano Urbanistico Attuativo – “Villaggio Sant’Emilio”
Valutazione di compatibilità idraulica e progetto di scarico al suolo dei reflui domestici.

	AMBITO DI PUA
	FABBRICATO ESISTENTE FUORI AMBITO
	RECINZIONE
	CANALETTA SUPERFICIALE
	QUOTA ZERO DI PROGETTO
	QUOTA DI CAPOSALDO
	QUOTA DI RILIEVO
	LINEA DI SEZIONE
	DELIMITAZIONE LOTTO EDIFICABILE
	AREA DI GALLEGGIAMENTO (MASSIMO INGOMBRO)
	AREA DI GALLEGGIAMENTO INTERRATO
	SAGOMA DI SVILUPPO EDIFICIO (INDICATIVA E NON VINCOLANTE AI FINI DEL PROGETTO EDILIZIO)
	COLLEGAMENTO TRA FABBRICATI (INDICATIVO E NON VINCOLANTE AI FINI DEL PROGETTO EDILIZIO)
	PERCORSI INTERNI AL LOTTO (INDICATIVI E NON VINCOLANTI AI FINI DEL PROGETTO EDILIZIO)
	AREA VERDE
	PERCORSI PEDONALI NELL'AREA VERDE
VIABILITA'	
	STRADA E SENSO DI MARCIA (RACCORDI, SVINCOLI, ETC..)
	MARCIAPIEDE A FILO STRADA CON ATTRAVERSAMENTO PEDONALE
	PISTA CICLABILE
	PISTA CICLOPEDONALE
	PERCORSO PEDONALE
	ACCESSO CARRAIO
	ACCESSO PEDONALE (POSIZIONE INDICATIVA E NON VINCOLANTE AI FINI DEL PROGETTO EDILIZIO)