

COMUNE DI VERONA

PROVINCIA DI VERONA

PUA — SCHEDA 272

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO
PER URBANIZZAZIONE DI AREA SITA
IN VERONA, VIA GARDESANE — ATO 3

SOGGETTO ATTUATORE		SIG. GALVANI LORENZO Via Bresciana 10/A GLV LNZ 48C16 L781K SIG. GALVANI LINO Via Bresciana 10/A GLV LNI 54B26 L781P SIG.RA GALVANI GIUSEPPINA Via Matozze 81 GLV GPP 58T59 L781P	
Tavola TAV 6 B		Oggetto STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA	
Class. 1301 P 6B 0		Data 20.01.2014	Aggiornamento
Scala		Formato	
		A4	
Progettista		Proprietà'	
ing. Paolo Schena via Diga 9, 37124 Verona tel +39 045 8352447 fax +39 045 8352455 e_mail paolo.schena@ingpec.eu			

COMUNE DI VERONA

PROVINCIA DI VERONA

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA PER LA REALIZZAZIONE DEL PIANO ATTUATIVO "GARDESANE" - ai sensi della D.G.R.V. 2948/2009 -

- 1. INTRODUZIONE**
- 2. RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROLOGICA E IDROGEOLOGICA**
- 3. CONSIDERAZIONI IDRAULICHE GENERALI**
- 4. METODOLOGIA DI CALCOLO DELLA PORTATA ORARIA**
- 5. STIMA DEL VOLUME DELLE ACQUE PIOVANE DA REGIMARE**
- 6. VALUTAZIONE E INTERVENTI COMPENSATIVI PREVISTI**
- 7. CONCLUSIONI**

1. INTRODUZIONE

Su incarico dei Fratelli Galvani lo scrivente ha esaminato l'area interessata dal progetto per la realizzazione di un nuovo complesso residenziale nel piano attuativo denominato "Gardesane".

Nell'area in esame è prevista la realizzazione di nuove edifici con annesse opere di urbanizzazione e zone verdi.

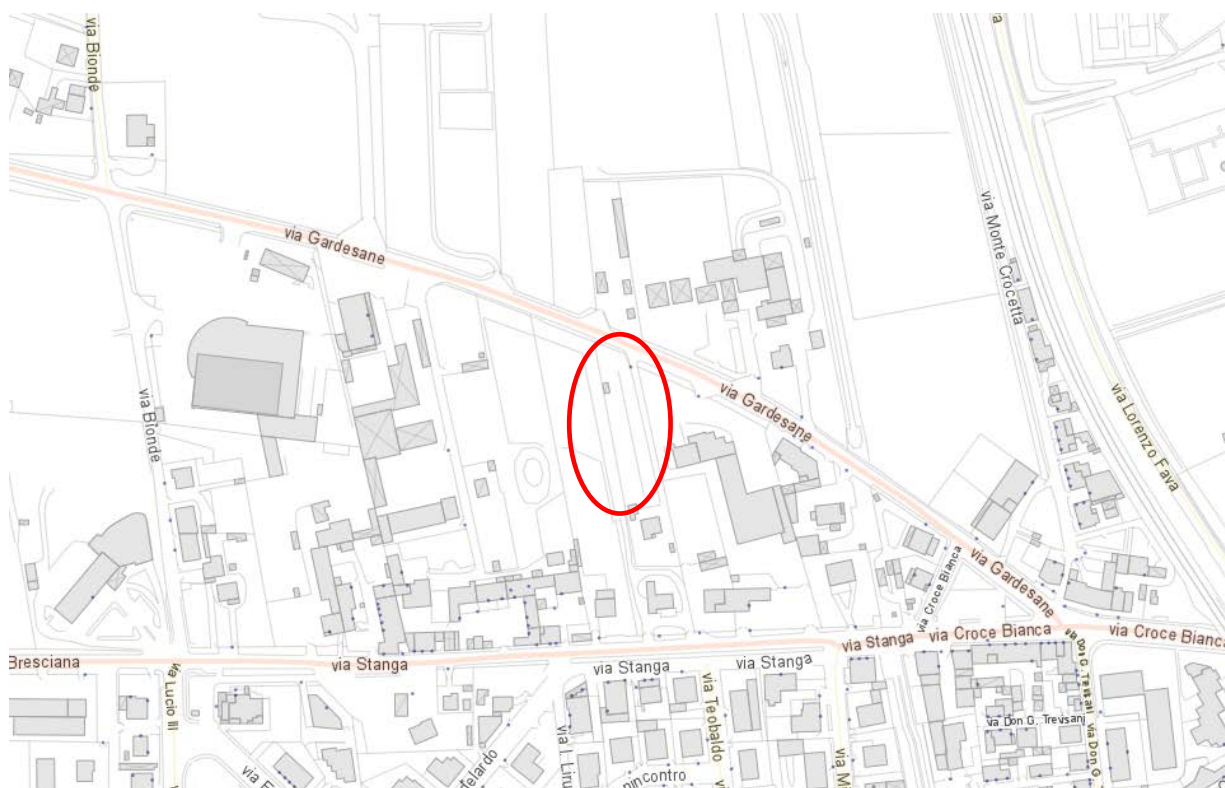
In questa relazione viene sviluppata una valutazione di compatibilità idraulica, attraverso la quale vengono forniti i dati sulle variazioni delle permeabilità del terreno e sulla scorta di questi dati verranno indicate le opere compensative da realizzare per mitigare il più possibile le diverse modalità di apporto delle acque meteoriche sui terreni in seguito alla trasformazione urbanistica dell'area.

Al fine di fornire un'adeguata caratterizzazione geologico-idrogeologica, idrologica e idraulica sono state eseguite le seguenti indagini:

- utilizzo di informazioni bibliografiche sull'area;
- un rilievo geologico di superficie al fine di identificare le litologie affioranti e la morfologia del territorio.

L'area in esame è ubicata in via Gardesane ad una quota di circa 82 s.l.m.m.. Per l'ubicazione si fa riferimento alla Carta Tecnica Regionale estratta dal SIT del Comune di Verona.

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICAPER LA REALIZZAZIONE DEL PIANO ATTUATIVO "GARDESANE"
- ai sensi della D.G.R.V. 2948/2009 -



Ubicazione dell'area su estratto da ctr SIT del Comune di Verona



Ubicazione dell'area su ortofoto

DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO
DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)
Tel. 3382727007

Web: www.alpogeo.it - www.alpogeo.com mail: info@alpogeo.it - studiogeologia.sf@libero.it

2. RELAZIONE GEOLOGICA

Geologia: il territorio in esame fa parte dell'Alta Pianura Veronese, un'area che si estende ai confini occidentali del Veneto allo sbocco in pianura della valle montana dell'Adige.

Il sottosuolo dell'Alta pianura Veronese è costituita in grandissima prevalenza da materiali sciolti grossolani ghiaioso-sabbiosi di origine fluvioglaciale, depositati dal F. Adige a formare grandi conoidi sovrapposte. Gli spessori accertati del materasso alluvionale superano i 200 m.

Nella fascia orientale il sottosuolo ghiaioso presenta alcuni livelli limoso-argillosi (di qualche m di spessore), caratterizzati da ampia continuità, tuttavia di potenza complessiva molto subordinata rispetto alle alluvioni ghiaiose.

Verso sud le conoidi ghiaiose si rastremano progressivamente ma rapidamente, assottigliandosi ed innestandosi entro i depositi limoso-argillosi e sabbiosi, dove hanno termine.

L'area in esame è caratterizzata dalle alluvioni, generalmente grossolane e terrazzate, appartenenti all'antica conoide dell'Adige (in giallo nella carta geologica sottostante).

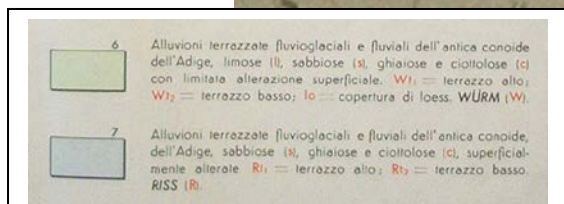
L'area a nord di Verona si trova nella parte centrale dell'Alta Pianura Veronese ed è caratterizzato, al di sotto di un suolo ghiaioso poco addensato in matrice sabbiosa (spessore 1-1,5 m), dalla presenza di litotipi ghiaiosi in matrice sabbiosa.

Dal punto di vista tettonico la pianura veronese e mantovana (unità neotettonica n° 1), ai piedi dei rilievi prealpini, è stata soggetta ad episodi di debole sollevamento nel Pliocene, mentre successivamente è stata interessata da una continua subsidenza; in quest'area, a partire dal Pleistocene medio, depositi continentali hanno cominciato a sostituirsi ai depositi marini.



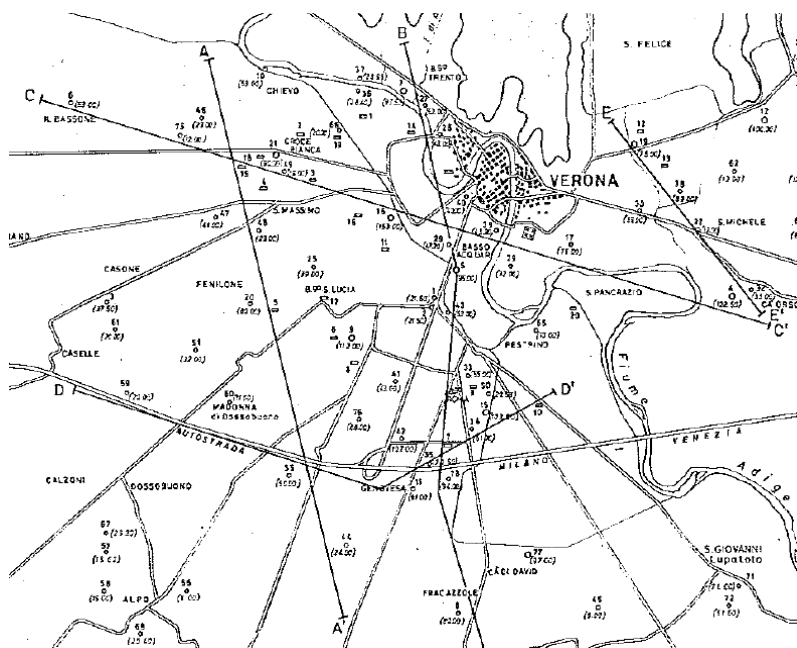
Estratto della carta litologica scala 1:100.000 (Foglio n. 48 "Peschiera"); in rosso l'area indagata

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA PER LA REALIZZAZIONE DEL PIANO ATTUATIVO "GARDESANE"
- ai sensi della D.G.R.V. 2948/2009 -



Estratto della carta geologica del Comune di Verona (De Zanche, Sorbini 1977); in rosso l'area indagata

Dalla sezione sottostante estratta dalla studio "Ricerche idrogeologiche e litostratigrafiche nell'alta pianura alluviale" si può notare come il sottosuolo nella parte nord-orientale dell'alta pianura veronese sia caratterizzato da depositi per lo più ghiaioso-sabbiosi indifferenziati (60-70 m).



DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO
DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)
Tel. 3382727007

Web: www.alpogeo.it - www.alpogeo.com mail: info@alpogeo.it - studiogeologia.sf@libero.it

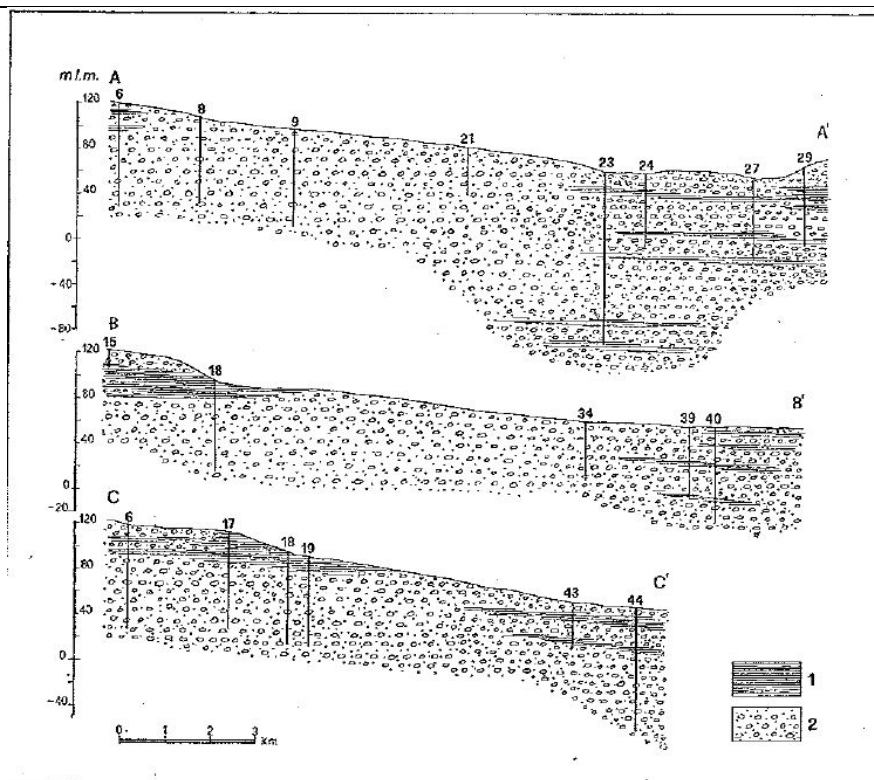


Fig. 3 - Sezioni stratigrafiche. La traccia delle sezioni è riportata in fig. 1. 1) Argille. 2) Ghiaie sabbiose.

Geomorfologia: L'Alta Pianura Veronese possiede una netta individualità in quanto è delimitata su tre lati dai rilievi montuosi e collinari: a nord e ad est dalle dorsali occidentali dei Monti Lessini e ad ovest dalle colline moreniche dell'Anfiteatro del Garda. Il limite a sud è costituito dalla fascia delle risorgive, che da inizio alla bassa pianura.

La morfologia della pianura veronese è influenzata fondamentalmente dalla conoide fluvio-glaciale dell'Adige che, fiancheggiando i Lessini ad oriente di Verona, si spinge fino alle pendici collinari dei Berici. Tale conoide è formata da materiali grossolani, spesso stratificati, con stratificazione da parallela ad incrociata, ed alternati a letti di e lenti di sabbie discontinue. I ciottoli sono costituiti da calcari chiari, dolomie, porfidi atesini.

Sulla vecchia conoide dell'Adige, in parte smantellata, si depositarono le alluvioni più recenti che mostrano, pur distinguendosi per un minor grado di alterazione, le stesse particolarità litologiche. La distinzione di questi terreni è fondata essenzialmente su motivi morfologici e più precisamente sull'esistenza di una serie di terrazzi degradanti verso l'asse del fiume.

Il sottosuolo viene molto sfruttato per l'estrazione di materie naturali da costruzione (ghiaie e sabbie) e per il prelievo di rilevanti portate d'acqua sotterranea ad uso potabile, irriguo ed industriale.

L'area in esame non rientra in aree classificate a pericolosità di frana dal PAI dell'Adige.

Essendo pianeggiante il lotto si presenta stabile dal punto di vista morfologico.

Idrologia: L'elemento idrografico principale è il F. Adige che taglia diagonalmente il territorio comunale di Verona ed è il punto di presa e di confluenza di canali artificiali e corsi d'acqua naturali, che l'uomo ha costruito a suo beneficio a fini agricoli, industriali ed idroelettrici: canale Biffis, Camuzzoni, Giuliani, Marazza, senza dimenticare, inoltre, le opere dei consorzi di bonifica (Alto Veronese, Conagro, Agroversone).

Vista la notevole distanza con il F. Adige l'area può considerarsi stabile dal punto di vista idraulico.

L'area in esame non rientra in aree classificate a pericolosità idraulica dal PAI dell'Adige.



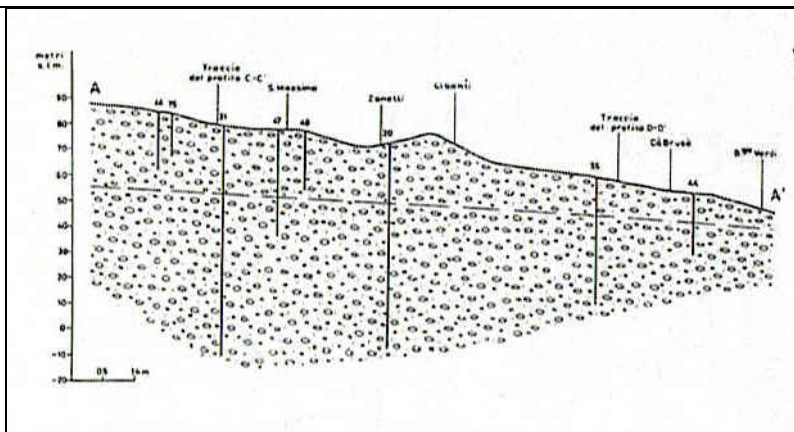
Estratto della carta I.G.M. scala 1:25.000; in verde l'area indagata

Idrogeologia: le condizioni idrogeologiche dell'area in esame sono legate alla permeabilità presenti nel sottosuolo, all'assetto stratigrafico ed alla morfologia locale.

Il sottosuolo dell'alta pianura veronese è costituito da materiali grossolani ghiaioso-sabbiosi depositati dal F. Adige, il cui spessore diminuisce da monte (200 m) a valle, rastremandosi progressivamente, ma rapidamente, fino ad innestarsi nei depositi limosi-argillosi e sabbiosi di media pianura.

Questo materasso alluvionale è dotato di una permeabilità molto elevata, che consente l'esistenza di una ricchissima falda freatica, la cui profondità varia da un massimo di 40-50 m nella parte alta (Bussolengo. Pescantina) fino ad affiorare verso il limite meridionale nei punti più depressi (fascia delle risorgive).

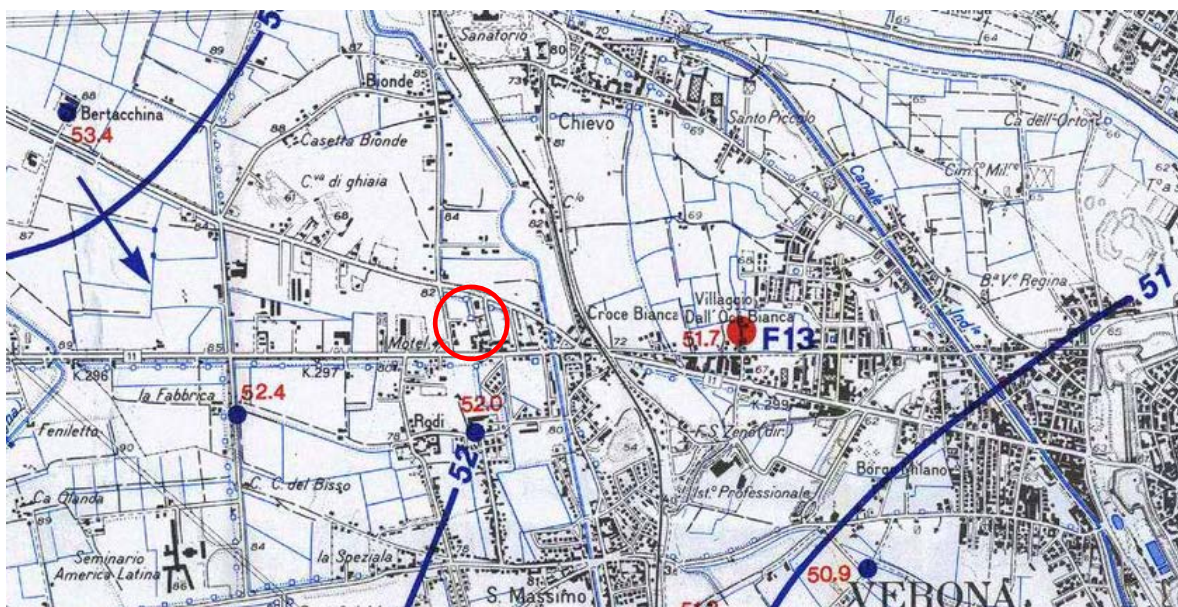
VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA PER LA REALIZZAZIONE DEL PIANO ATTUATIVO "GARDESANE"
- ai sensi della D.G.R.V. 2948/2009 -



Sezione idrogeologica N-S del materasso alluvionale nell'area tra Santa Lucia e Madonna di Dossobuono

Il regime della falda è caratterizzato da un'unica fase di piena tardo-estiva e da un'unica fase di magra all'inizio della primavera ed è praticamente identico (con uno sfasamento di 2-3 mesi) a quello del F. Adige (che alimenta direttamente la falda con il suo deflusso di subalveo).

Dalla "Carta idrogeologica dell'alta pianura veronese orientale" (Dal Prà et al., 1997) si nota come i deflussi generali abbiano andamento NW-SE e che la falda, nell'area in esame, si trovi ad una quota di 52 metri s.l.m.m.. Per cui la falda si trova a 30 m rispetto al p.c.

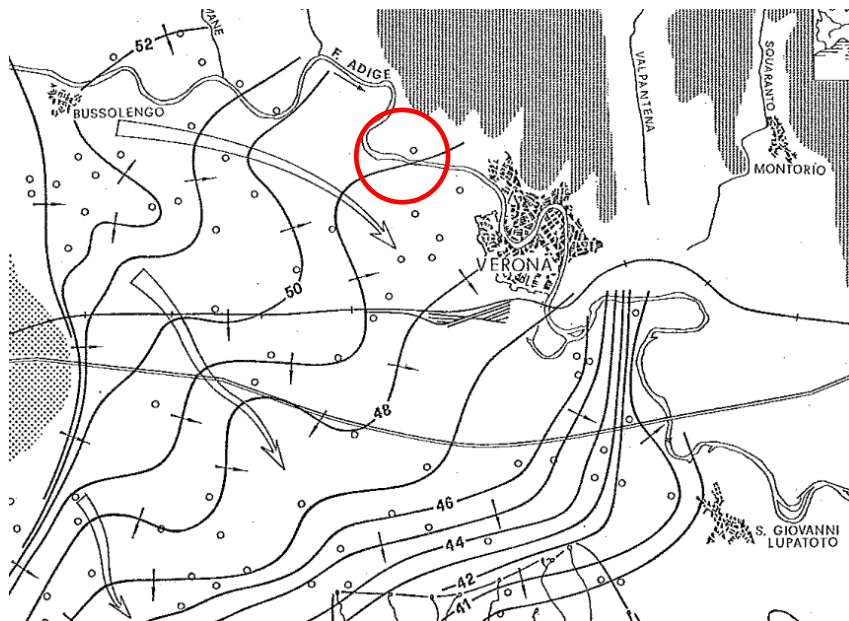


Estratto della "Carta idrogeologica dell'alta pianura dell'Adige" (Dal Prà et al., 1985); in rosso l'area in esame

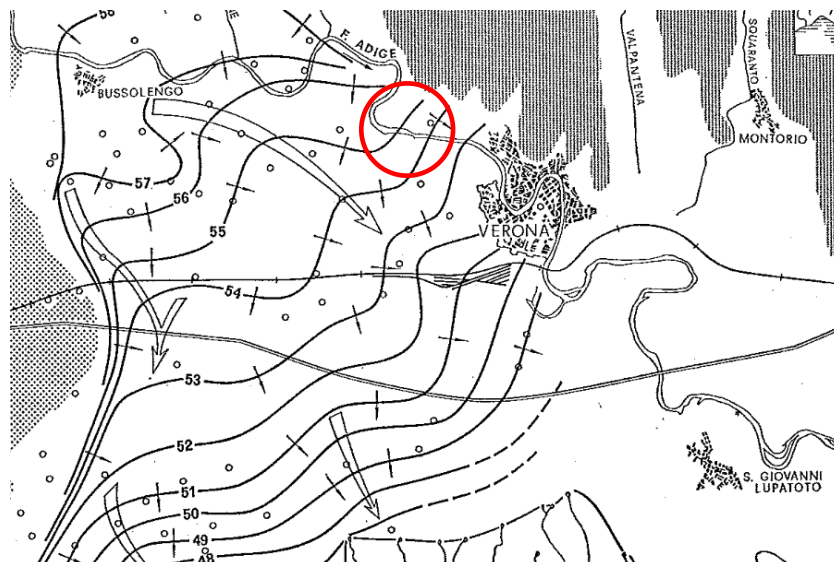
Il regime della falda è caratterizzato da un'unica fase di piena tardo-estiva e da un'unica fase di magra all'inizio della primavera.

Le oscillazioni freatiche variano da un massimo di 10 m nel limite settentrionale a valori inferiori a 1 m lungo la fascia delle fontanili.

La situazione idrogeologica dell'area in esame è caratterizzata da una prima falda di tipo freatico contenuta nelle alluvioni ghiaiose. Dalle cartografie estratte dallo studio a "Nuovi contributi idrogeologici e idrochimici sugli acquiferi dell'alta pianura veronese" (R. Antonelli, S. Stefanini 1982) si nota come nell'area in esame la falda si trovi ad una quota che oscilla tra i 49 m e 54 m s.l.m. e che i deflussi generali abbiano andamento NW-SE. Pertanto la falda si trova ad una quota compresa tra 28 m e 33 m dal p.c..



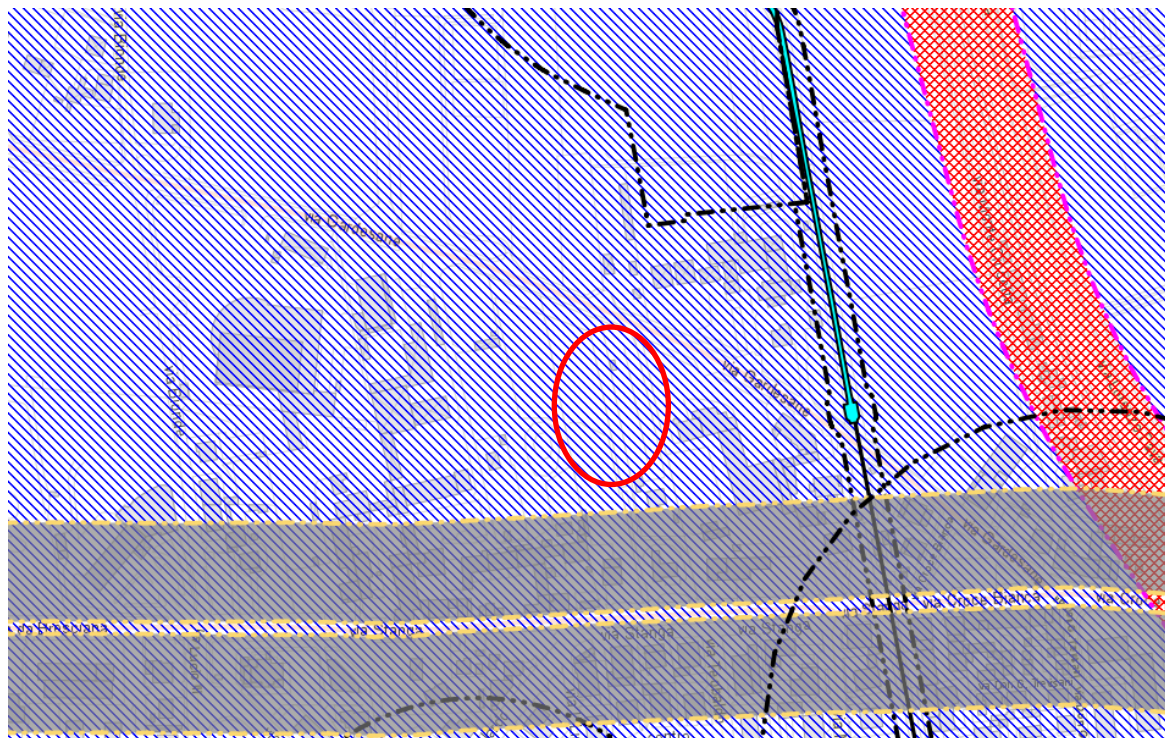
Estratto della carta dei deflussi freatici in fase di magra della falda (marzo 1978) in rosso l'area in esame



Estratto della carta dei deflussi freatici in fase di piena della falda (agosto 1977) in rosso l'area in esame

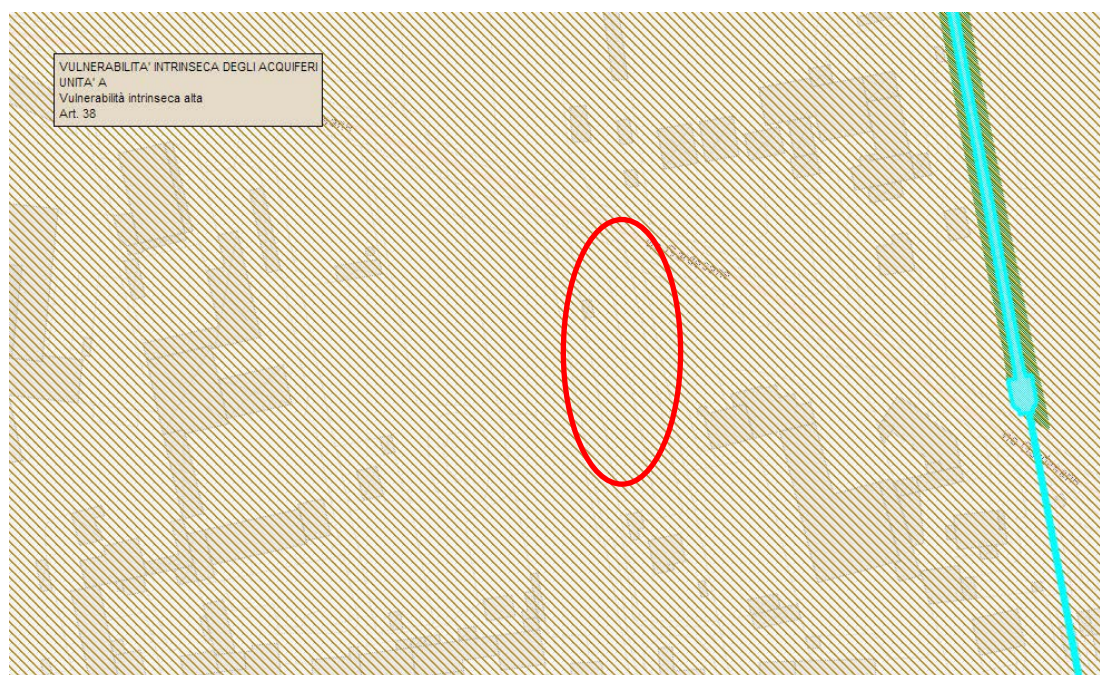
Dalla relazione "Alcune caratteristiche del sottosuolo nella pianura veronese in relazione alla possibilità di smaltimento di acque bianche per dispersione" (Dal Prà, Antonelli 1971), si evince come le alluvioni ghiaiose-sabbiose dell'Adige hanno una permeabilità media dell'ordine di 1×10^{-1} cm/s (1×10^{-3} m/s).

Come si evince dalla carta dei vincoli del PAT di Verona l'area in esame si trova nell'area di ricarica degli acquiferi (art. 32).



Estratto della Carta dei vincoli del PAT di Verona; in rosso l'area in esame

Nella carta delle fragilità del PAT l'area in esame è classificata come area con terreno ottimo ai fini edificatori (art. 37) e come area con vulnerabilità intrinseca elevata unità A (art. 38).



Estratto della Carta delle fragilità del PAT di Verona; in rosso l'area in esame

3. CONSIDERAZIONI IDRAULICHE GENERALI

Nella progettazione di opere idrauliche orientate al controllo delle portate di piena, è prioritariamente indispensabile conoscere la portata massima prevedibile che le solleciterà nel corso della loro vita prevista (in questo caso $Tr = 50$ anni come previsto dalla DGRV 2948/2009).

Per la determinazione dei dati pluviometrici si fa riferimento ai dati forniti dall'Ufficio Rete di Telemisura del Centro Meteorologico di Teolo, relativi alla stazione di Verona.

Stazione di VERONA				
Parametri regolarizzazione dati di precipitazione legge di GUMBEL				
$P(x) = e^{-e^{-\alpha * (x - \beta)}}$				
1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
N: 31	N: 31	N: 31	N: 31	N: 31
Media: 27.110	Media: 33.742	Media: 38.987	Media: 44.781	Media: 52.858
alfa: .100	alfa: .084	alfa: .080	alfa: .075	alfa: .072
beta: 21.713	beta: 27.374	beta: 32.261	beta: 37.611	beta: .419
Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2
Xt = 25.40	Xt = 31.72	Xt = 36.85	Xt = 42.50	Xt = 50.50
Parametri curva $H = a * T^n$: $a = 9.086$ $n = .238$ (T = minuti)				
Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5
Xt = 36.78	Xt = 45.16	Xt = 51.04	Xt = 57.63	Xt = 66.19
Parametri curva $H = a * T^n$: $a = 14.696$ $n = .208$ (T = minuti)				
Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10
Xt = 44.32	Xt = 54.05	Xt = 60.44	Xt = 67.65	Xt = 76.58
Parametri curva $H = a * T^n$: $a = 18.560$ $n = .196$ (T = minuti)				
Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25
Xt = 53.85	Xt = 65.29	Xt = 72.31	Xt = 80.30	Xt = 89.72
Parametri curva $H = a * T^n$: $a = 23.545$ $n = .184$ (T = minuti)				
Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50
Xt = 60.92	Xt = 73.63	Xt = 81.12	Xt = 89.69	Xt = 99.46
Parametri curva $H = a * T^n$: $a = 27.296$ $n = .177$ (T = minuti)				
Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100
Xt = 67.93	Xt = 81.91	Xt = 89.86	Xt = 99.01	Xt = 109.13
Parametri curva $H = a * T^n$: $a = 31.051$ $n = .172$ (T = minuti)				
Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200
Xt = 74.92	Xt = 90.16	Xt = 98.57	Xt = 108.30	Xt = 118.76
Parametri curva $H = a * T^n$: $a = 34.817$ $n = .168$ (T = minuti)				

Carta delle piogge della durata di 1 ora con $Tr = 50$ anni (equidistanza delle isoiete 10 mm)

Da questi dati è stato estrapolato il valore Xt pari a **60,92 mm**, corrispondente ad un'altezza di pioggia per un intervallo di tempo t pari a 1 ora per un tempo di ritorno di 50 anni.

4. METODOLOGIA DI CALCOLO DELLA PORTATA ORARIA DELLE ACQUE METEORICHE

Una stima della portata meteorica da smaltire, per superfici di modeste dimensioni, conoscendo l'intensità di precipitazioni J (espressa normalmente in mm/h) per durate dell'ordine dei 5 – 15 minuti dell'evento meteorico, è data dalla seguente formula:

$$Q = \frac{\phi \cdot S \cdot j}{3600} \quad (\text{l/s})$$

- ϕ è il coefficiente di deflusso della superficie (il coefficiente di deflusso rappresenta la frazione di acqua meteorica che verrà raccolta dalla rete di smaltimento),
- S è la superficie espressa in metri quadrati (mq),
- J è l'intensità della precipitazione espressa in mm/h. Un valore di indicativo di massima per precipitazioni della durata di 10-15 minuti: $J = 180 - 200$ mm/h.

Nel caso in cui l'area di studio, sia composta da superfici con differenti coefficienti di deflusso, sarà necessario sommare il contributo delle singole sottoaree, mentre il coefficiente di deflusso medio dell'intera area sarà dato da:

$$\bar{\phi} = \frac{\sum_i \phi_i \cdot S_i}{S}$$

Nella seguente tabella, vengono riportati i coefficienti di deflusso tipo, in funzione di differenti tipologie di superfici scolanti:

TIPO DI SUPERFICIE	COEFF. DEFL. ϕ
Tetti metallici	0,95
Tetti a tegole	0,90
Tetti piani con rivestimento in calcestruzzo	0,70 – 0,80
Tetti piani ricoperti di terra	0,30 – 0,40
Pavimentazioni asfaltate	0,85 – 0,90
Pavimentazioni in pietra	0,80 – 0,85
Massicciata in strade ordinarie	0,40 – 0,80
Strade in terra	0,40 – 0,60
Zone in ghiaia non compressa	0,15 – 0,25
giardini	0 – 0,25
boschi	0,10 – 0,30
Parti centrali di città completamente edificate	0,70 – 0,90
Quartieri con pochi spazi liberi	0,50 – 0,70
Quartieri con fabbricati radi	0,25 – 0,50
Tratti scoperti	0,10 – 0,30
Giardini e cimiteri	0,05 – 0,25
Terreni coltivati	0,20 – 0,60

Il valore dell'intensità della precipitazione J (mm/h), è per definizione il rapporto tra l'altezza di precipitazione h (in mm) e la durata dell'evento meteorico t (in ore). Qualora non direttamente conosciuto, può essere ricavato dai coefficienti di possibilità pluviometrica a ed n . Ovvero:

$$J = \frac{h}{t} = \frac{a \cdot t^n}{t} = a \cdot t^{n-1}$$

Per determinare la massima portata idrica che potrà defluire da un'area, è necessario porre la durata dell'evento meteorico t pari al tempo di corrivazione t_C ovvero:

$$t = t_C \quad J = a \cdot t_C^{n-1}$$

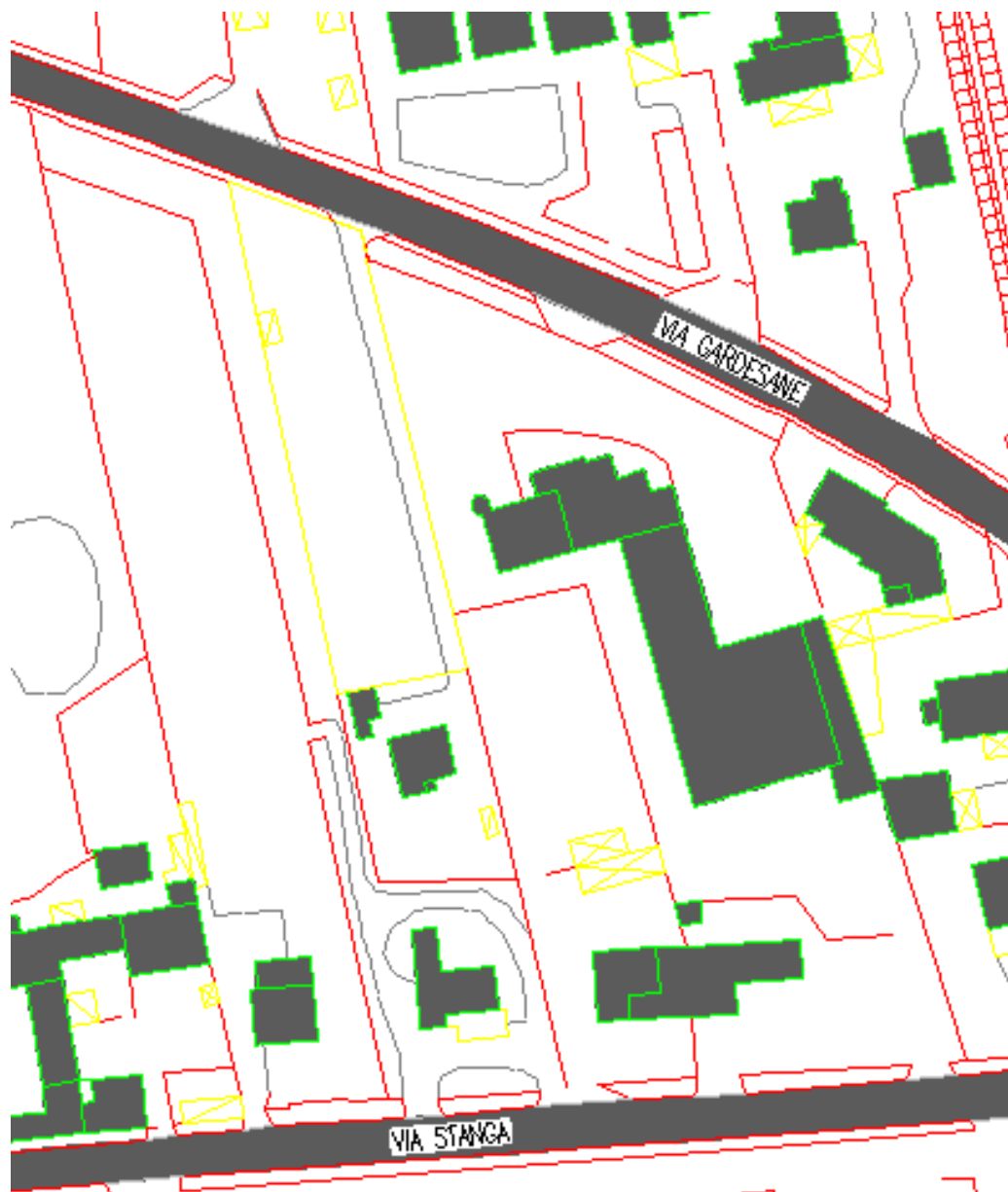
5. STIMA DEL VOLUME DELLE ACQUE PIOVANE DA REGIMARE NELL'AREA

Considerando una precipitazione critica di 60,92 mm/h, viene di seguito calcolato il volume di acque piovane da regimare, che defluirà a seguito della trasformazione in progetto e che dovrà essere regimato.

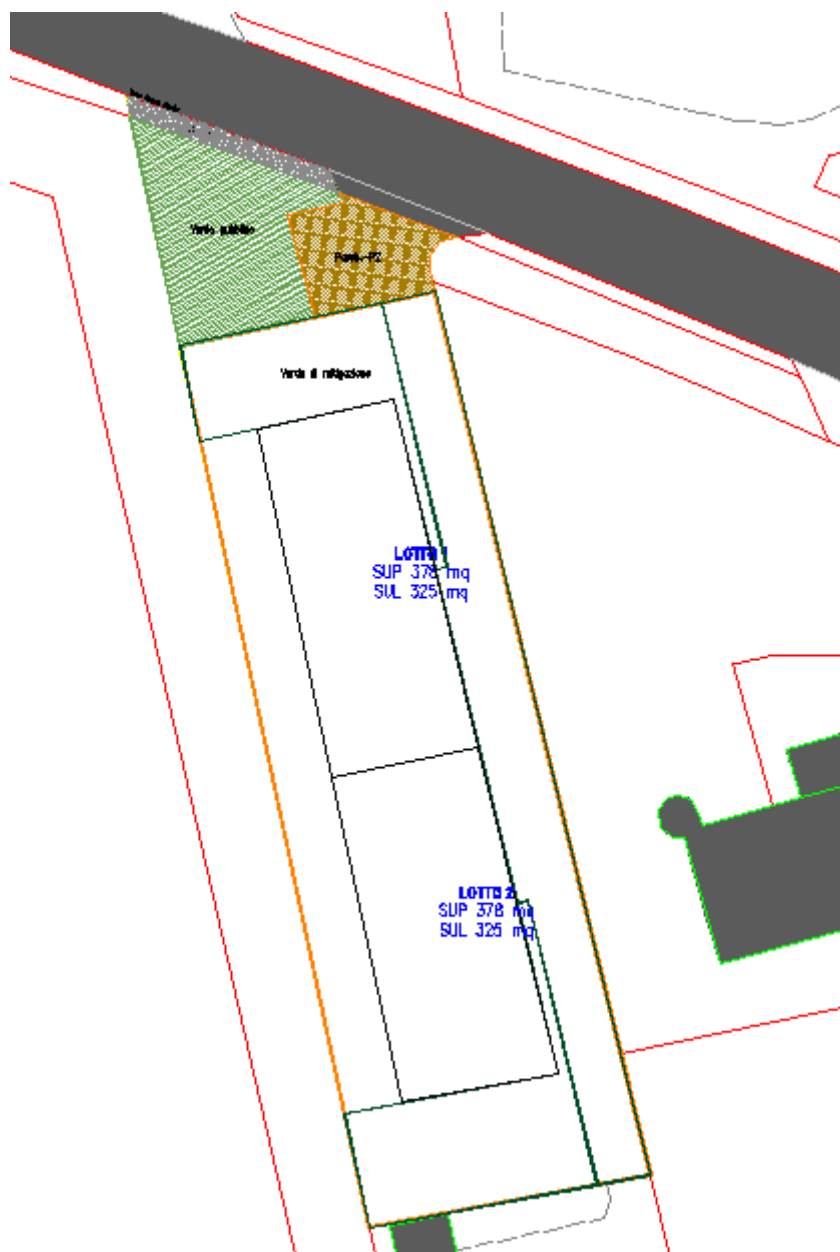
TIPOLOGIA D'USO	SUPERFICIE	FATTORE RIDUTTIVO	PORTATA IN USCITA
Superficie impermeabile (strade, superfici pavimentate)	985 mq	0,9	$Q_v = (0,9) \times (0,06092 \text{ m/h}) \times (985 \text{ mq}) = 54,00 \text{ mc/h}$
Superficie verde	1.126,6 mq	0,2	$Q_v = (0,2) \times (0,06092 \text{ m/h}) \times (1.126,6 \text{ mq}) = 13,72 \text{ mc/h}$
Superficie totale	2.111,6 mq		$Q_{\text{tot}} = 67,72 \text{ mc/h}$

Pertanto il volume di acqua proveniente dalla lottizzazione da regimare e da smaltire all'interno dell'area è di **67,72 mc/h**. Non viene utilizzato il metodo dell'invarianza idraulica, in quanto l'acqua verrà completamente dispersa per infiltrazione nel suolo, considerata la mancanza di un'idrografia superficiale su cui convogliare le acque superficiali.

STATO ATTUALE



STATO DI PROGETTO



Visto il parere del Consorzio Alta Pianura Veneta sullo Studio di Compatibilità relativamente al Piano d'interventi del Comune di Verona, secondo il quale si prescrive di adottare un valore di 487,4 mc/ha, avremo che il volume da regimare all'interno dell'area sarà di 102,98 mc, considerando la superficie di lottizzazione di 2.111,6 mq.

6. VALUTAZIONE E INTERVENTI COMPENSATIVI

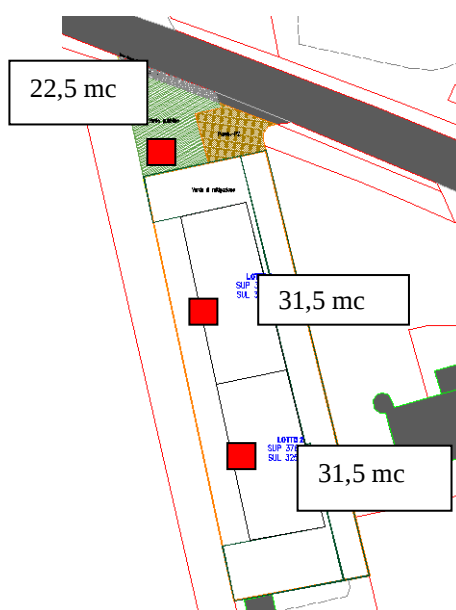
La D.G.R.V. n 2948/2009 prevede che in terreni ad alta capacità di accettazione delle piogge (coefficiente di filtrazione maggiore di 10-3 m/s e frazione limosa inferiore al 5%), in presenza di falda freatica sufficientemente profonda è possibile realizzare sistemi d'infiltrazione facilitata, in cui convogliare i deflussi in eccesso prodotti dall'impermeabilizzazione.

Per l'analisi quantitativa del sistema disperdente e il calcolo del valore del coefficiente di permeabilità sono stati utilizzati i dati ricavati da una prova infiltrometrica eseguita nei lotti limitrofi su terreni ghiaiosi con medesime caratteristiche idrogeologiche.

La prova è stata realizzata con la tecnica del doppio anello mediante escavazione del terreno superficiale per circa 30-40 cm, inserimento di un tubo da 400 mm e di un tubo di 300 mm coassiale; l'intercapedine tra terreno e tubo esterno è stata sigillata con bentonite per impedire il refluire dell'acqua ed annullare l'effetto della permeabilità orizzontale in modo da ottenere solamente la permeabilità verticale. Il fondo è stato poi cosparso di ghiaio pulito e calibrato in modo da minimizzare i moti turbolenti al momento dell'immissione dell'acqua. Infine è stata versata una certa quantità d'acqua ed è stato misurato gli abbassamenti del livello a determinati intervalli di tempo.

L'instaurarsi di un equilibrio idraulico ha permesso ottenere, mediante opportune computazioni, un valore del coefficiente di permeabilità in sito che è risultato di $1,128 \times 10^{-4}$ m/s.

Dalle prove risulta pertanto che i terreni in esame hanno una permeabilità di $1,12 \times 10^{-4}$ m/s, valore che non permetterebbe, secondo la D.G.R.V. n 2948/2009, un sistema di infiltrazione facilitata. Tuttavia considerata la mancanza di un'idrografia superficiale su cui poter scaricare le acque della lottizzazione, si è costretti a smaltire nel suolo l'acqua proveniente dall'area di lottizzazione tramite 3 sistemi di accumulo/smaltimento che verranno realizzati rispettivamente nell'area a verde e nei 2 lotti edificabili.



Estratto da planimetria con indicazione dell'area su cui verrà realizzato il sistema disperdente

Come previsto dalla normativa vigente il sistema disperdente sarà composto da n. 3 vasche di accumulo/dispersione (vasche con fondo disperdente) di 22,5 mc (3 m x 2,5 m x 3, m) nell'area verde e di 31,5 mc (3 m x 3,5 x 3 m) nei lotti.

- Dimensionamento dei sistemi drenanti da realizzare -

Sulla base del valore del coefficiente di permeabilità medio della zona calcolato durante le indagini ($1,128 \times 10^{-4}$ m/s) si è eseguito il dimensionamento per il calcolo delle vasche disperdenti.

Il quantitativo di acqua smaltita dal sistema con la trincea drenante e con i pozzi perdenti è stata calcolata con il Software "Pozzi Perdenti" version 2.0.0.0. fornito da Ensox., che utilizza la "TEORIA DEL MOTO DI FILTRAZIONE".

TEORIA DEL MOTO DI FILTRAZIONE

In idraulica, il termine filtrazione rappresenta normalmente il complesso dei fenomeni di moto attraverso un mezzo permeabile, come quello ad esempio formato dai grani di terreno sciolto naturale sia esso sabbioso o ghiaioso. Tale caratteristica morfologica del materiale, fa sì che il fluido si muova all'interno di una fitta rete irregolare di canali, di dimensioni minute, tale sì che il moto risulterà molto rallentato (elevate resistenze riscontrate), pertanto sarà normalmente molto lento.

Per ogni punto del liquido, sarà possibile rappresentare il livello dell'energia (della piezometrica) dalla seguente relazione:

$$h^* = h + \frac{p}{\gamma}$$

che sarà costante lungo la verticale causa la lentezza del moto.

Se il liquido è in quiete, la quota dell'energia sarà la stessa per ogni punto occupato dal fluido, in caso di moto, sarà necessario la presenza di un gradiente piezometrico nella direzione del moto, per compensare le perdite di energia dovute alle dissipazioni viscosi.

Non essendo possibile lo studio del moto attraverso il singolo filetto idraulico, sarà necessario una soluzione globale del moto, considerando contemporaneamente sia lo spazio sede del moto sia quello occupato dalla particelle di terreno, considerando il tutto come un continuo. Si potrà pertanto definire la velocità media del fluido attraverso il materiale poroso dalla seguente relazione

$$V = \frac{Q}{A}$$

Nella quale Q è la portata che attraversa una determinata sezione di materiale di area A.

La legge base, formulata da H. Darcy nel 1856 lega la velocità media del fluido alla pendenza della piezometrica (i) secondo la seguente relazione:

$$V = K \cdot i$$

nella quale il coefficiente K, dipende dal materiale e prende il nome di coefficiente di permeabilità.

Per i moti di filtrazione, in un sistema di riferimento cartesiano è possibile esprimere le componenti della velocità come:

$$V_x = -k \cdot \frac{\partial h}{\partial x} \quad V_y = -k \cdot \frac{\partial h}{\partial y} \quad V_z = -k \cdot \frac{\partial h}{\partial z}$$

che associata all'equazione di continuità, è possibile riscrivere come:

$$\frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} + \frac{\partial V_z}{\partial z} = 0$$

che soddisfa l'equazione di Laplace:

$$\frac{\partial^2 h^*}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h^*}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 h^*}{\partial z^2} = \nabla^2 h = 0$$

La soluzione dell'equazione, per i vari casi in esame, con le relative condizioni al contorno, e relative semplificazioni, hanno permesso di proporre una soluzione attendibile per il singolo problema calcolata dal programma di calcolo.

RISOLUZIONE DI CASI PARTICOLARI

Nel caso di **pozzi perdenti in falda profonda** il calcolo della portata (soluzione del moto di filtrazione), viene ottenuto dalla risoluzione dell'equazione differenziale del moto in coordinate cilindriche (r, y), ovvero dalle seguenti equazioni:

$$\frac{\partial}{\partial r} \left(r \cdot \frac{\partial \phi}{\partial r} \right) = 0 \quad \text{e} \quad \phi = kh = C_1 \ln r + C_2$$

le ipotesi al contorno sono: $h=0$ per $r=r_0$ ed $h=H$ per $r=RI$ (dove r_0 è il raggio del pozzo e RI il raggio di influenza. Il raggio di influenza RI , può essere definito, considerando che a livello della quota del fondo del pozzo le velocità di filtrazione sono praticamente verticali, ovvero che $-V_y = -K$

Similmente, nel caso di **pozzi perdenti con falda relativamente alta**, la soluzione del moto di filtrazione, è ottenuta imponendo le seguenti condizioni al contorno:

$$h=0 \text{ per } r=r_0 \text{ ed } h=H_0-H_1 \text{ per } r=RI$$

Nel caso di **trincee drenanti di forma trapezia o rettangolare** è necessario risolvere il moto bidimensionale di filtrazione che si riconduce all'equazione:

$$\frac{q}{K \cdot H} = \frac{b}{H} + C$$

nella quale C rappresenta il contributo alla formazione della portata dovuta all'infiltrazione dalle sponde della trincea.

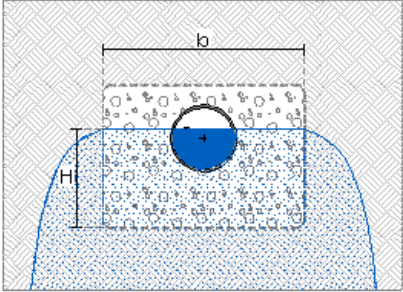
Considerando che in tale sistema confluiscono le acque ricadenti dell'intera area il volume d'acqua da disperdere è di 20,0 mc, in quanto 85,5 mc verranno accumulati nelle vasche di accumulo.

SISTEMA STRADE, PARCHEGGI E AREE VERDI

Le acque meteoriche provenienti da strade, parcheggi e aree verdi verranno accumulate e disperse nella vasca aperta sul fondo di 22,5 mc (3 m x 2,5 m x 3, m) che smaltisce 1,34 l/s pari 4,82 mc/h.

Essendo l'area adibita a strade, parcheggi e aree verdi di 541,5 mq circa avremo che la quantità d'acqua da stipare del sistema è di 26,39 mc/h. Per cui avremo che il sistema in esame (27,32 mc/h) è sufficiente a smaltire le acque meteoriche ricadenti su questo sistema (26,39 mc/h).

Portata Tubazione		Distanza Dreni	Trincea Per Controllo Falda	
P. Peridente Falda Profonda	P. Peridente Falda	Trincee Drenanti Rettangolari	Trincee Drenanti Trapezie	Portata da Smaltire
Coefficiente di permeabilità del terreno K (m/s)		Larghezza della trincea drenante b (m)	Altezza trincea drenante H (m)	
0,000128		3	0,6	
Q portata smaltita per metro di trincea (l/s/m)		L lunghezza complessivo trincea drenante (m)	Qtot portata totale smaltita dalla trincea (l/s)	
0,54		2,5	1,34	



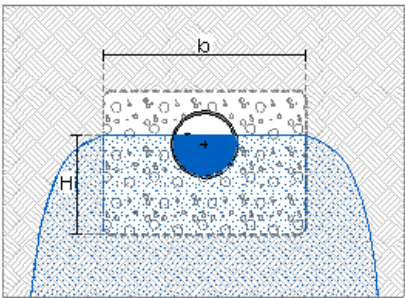
SISTEMA LOTTI

Le acque meteoriche provenienti dai lotti verranno accumulate e disperse in due vasche poste su ciascun lotto aperte sul fondo aventi dimensioni di 31,5 mc (3 m x 3,5 m x 3, m) che smaltiscono 1,88 l/s pari 6,78 mc/h. Pertanto ogni vasca accumula/disperde un volume di 38,28 mc/h.

Essendo l'area di ogni lotto di 785 mq circa avremo che la quantità d'acqua da stipare del sistema è di 38,28. Per cui avremo che il sistema in esame (38,28 mc/h) è sufficiente a smaltire le acque meteoriche ricadenti su questo sistema (38,26 mc/h).

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA PER LA REALIZZAZIONE DEL PIANO ATTUATIVO "GARDESANE"
- ai sensi della D.G.R.V. 2948/2009 -

Portata Tubazione		Distanza Dreni	Trincea Per Controllo Falda	
P. Pendente Falda Profonda	P. Pendente Falda	Trincee Drenanti Rettangolari	Trincee Drenanti Trapezio	Portata da Smaltire
Coefficiente di permeabilità del terreno K (m/s)		Larghezza della trincea drenante b (m)	Altezza trincea drenante H (m)	
0,000128 2		3	0,6	
Q portata smaltita per metro di trincea (l/s/m)		L lunghezza complessivo trincea drenante (m)	Qtot portata totale smaltita dalla trincea (l/s)	
0,54		3,5	1,88	



La quantità di acqua stipata e smaltita nei 3 sistemi di accumulo/dispersione è di 103,88 mc/h, per cui si ritiene che il sistema in esame sia sufficiente a smaltire le acque meteoriche ricadenti sul sistema (102,98 mc).

Per l'analisi quantitativa del sistema di accumulo - drenante i principali dati emersi sono:

Profondità livello falda rispetto piano di progetto	30 m
Altezza pioggia critica	0,06092 m/h
Volume d'acqua da regimare proveniente dalla lottizzazione	102,98 mc
Volume d'acqua vasche di accumulo	85,50 mc
Volume d'acqua smaltita per infiltrazione sistema	18,38 mc
Volume totale d'acqua accumulato e smaltito	103,88 mc

7. CONCLUSIONI

Esaminate le caratteristiche geologiche, idrogeologiche, idrauliche dell'area in progetto si può affermare che:

1. Il progetto in esame non ricade in aree a pericolosità idraulica individuate dal PAI del bacino dell'Adige;
2. Il progetto risulta ammissibile idraulicamente tale da non determinare l'aumento del rischio dell'area, a condizione che siano realizzate le misure compensative per il volume calcolato da regimare, così come indicato nella relazione;
3. I terreni in esame hanno un valore di permeabilità di $1,128 \cdot 10^{-4}$ m/s, valore che non permetterebbe un sistema di infiltrazione facilitata. Tuttavia considerata la mancanza di un'idrografia superficiale su cui poter scaricare le acque della lottizzazione, l'acqua proveniente dall'area di lottizzazione verrà smaltita tramite un sistema di accumulo/dispersione come indicato nella relazione;
4. Il sistema prevede la realizzazione di n. 3 vasche di accumulo/dispersione di 85,50 mc che risulta essere più del 50% del volume da invasare, così come previsto dalla D.G.R.V. n. 2948/2009; inoltre le vasche aperte sul fondo permettono l'infiltrazione dell'acqua nel suolo e sono in grado di smaltire 18,38 mc; pertanto la quantità di acqua stipata e smaltita nel sistema di accumulo/dispersione è di 103,88 mc/h, per cui si ritiene che il sistema in esame sia sufficiente a smaltire le acque meteoriche ricadenti sul sistema (102,98 mc).
5. Dalle indagini bibliografiche si è constatata la presenza della falda alla profondità di 30 m dal p.c.;
6. Per la realizzazione del sistema d'infiltrazione non vi saranno problematiche connesse all'acclività del terreno o a potenziali di scivolamento visto che l'area si trova nella parte pianeggiante.

Relazione e indagini svolte nel mese di Gennaio-Marzo 2014

Dott. Geol. Scalzotto Matteo

