

# Comune di VERONA

Provincia di VERONA

Committenza:  
**BRAMANTE s.r.l.**

PIANO DEGLI INTERVENTI  
ATO 3 – repertorio n. 226  
VIA BRAMANTE

**VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**  
ai sensi della D.G.R. del Veneto 2948.2009

Roverè Veronese, dicembre 2013

dott. Franco Gandini  
Geologo  
Via San Vitale, 18/a  
San Vitale di Roverè Veronese  
tel. 045/7835009



*Franco Gandini*

## PREMESSA

Di seguito si propone la VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA relativa al PUA con indirizzo residenziale – Scheda n. 226 (ATO 3) – da realizzare in Via Bramante, nel Quartiere Borgo Milano a Verona.

Lo studio si propone di analizzare gli aspetti del territorio attinenti al comparto geologico, geomorfologico ed idrogeologico che possano determinare o meno l'idoneità alla realizzazione della proposta di accordo in progetto.

Il presente studio consegue ai disposti della DGR del Veneto 3637/02 (rif. L. 267 del 03.08.1998) e della DGR del Veneto 2948/09 che ha come scopo l'individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico ed idrogeologico, indicazioni per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici, modalità operative ed indicazioni tecniche; il punto 1 e 2 della DGR del Veneto 3637/02 citano testualmente:

- *le disposizioni si applicano agli strumenti urbanistici generali o varianti generali o varianti che comportino una trasformazione territoriale che possa modificare il regime idraulico per i quali, alla data del presente provvedimento, non sia già concluso l'iter di adozione e pubblicazione compreso l'eventuale espressione del parere del Comune sulle osservazioni pervenute;*
- *per gli strumenti di cui sopra 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 idraulico né viene pregiudicata la possibilità di riduzione, anche futura, di tale livello.*

Per quanto riguarda i contenuti della Valutazione di Compatibilità Idraulica nella Delibera stessa sono indicati i seguenti disposti:

- *devono essere verificate le variazioni della permeabilità e della risposta idrologica dell'area interessata conseguenti alle previste mutate caratteristiche territoriali nonché devono essere individuate idonee misure compensative, il reperimento di nuove superfici atte a favorire l'infiltrazione delle acque o la realizzazione di nuovi volumi di invaso, finalizzate a non modificare il grado di permeabilità del suolo e le modalità di risposta del territorio agli eventi meteorici;*
- *deve essere quindi definita la variazione dei contributi specifici delle singole aree prodotti dalle trasformazioni dell'uso del suolo e verificata la capacità della rete drenante di sopportare i nuovi apporti;*
- *dovranno inoltre, in relazione alle caratteristiche della rete idraulica naturale od artificiale che deve accogliere le acque derivanti dagli afflussi meteorici, essere stimate le portate massime scaricabili e definiti gli accorgimenti tecnici per evitarne il superamento in caso di eventi estremi.*

Di seguito si evidenziano le superfici di intervento e le rispettive destinazioni, per i dettagli progettuali si rimanda agli elaborati a cura del Tecnico Progettista:

| TIPOLOGIA D'USO                                                       | ESTENSIONE (m <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Aree agricole                                                         | 0                            |
| Superfici permeabili (aree verdi)                                     | 427                          |
| Superfici semi permeabili (strade in terra, grigliati drenanti, etc.) | 200                          |
| Superficie impermeabili (tetti, strade, piazzali asfaltati)           | 390                          |
| <b>TOTALE</b>                                                         | <b>1.017</b>                 |

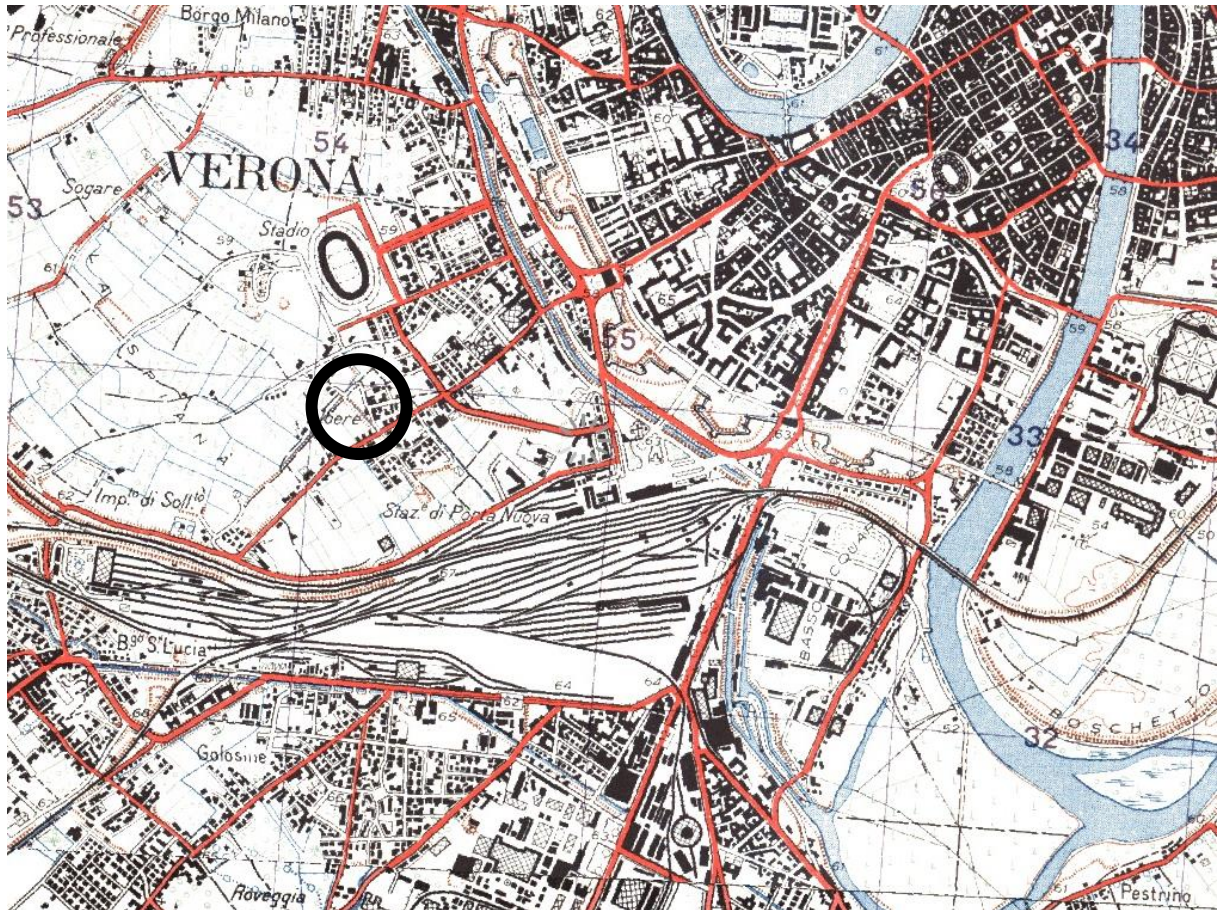
La citata DGR del Veneto 2948/09, nell'allegato A al capoverso "indicazioni operative" riporta testualmente: "...I tempo di ritorno cui fare riferimento viene definito pari a 50 anni.

*I coefficienti di deflusso, ove non determinati analiticamente, andranno convenzionalmente assunti pari a 0,1 per le aree agricole, 0,2 per le superfici permeabili (aree verdi), 0,6 per le superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...) e pari a 0,9 per le superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali,...) ...il volume da destinare a laminazione delle piene sarà quello necessario a garantire che la portata di efflusso rimanga costante. ...Andranno pertanto predisposti nelle aree in trasformazione volumi che devono essere riempiti man mano che si verifica deflusso dalle aree stesse fornendo un dispositivo che ha rilevanza a livello di bacino per la formazione delle piene del corpo idrico recettore, garantendone l'effettiva invarianza del picco di piena; la predisposizione di tali volumi non garantisce automaticamente sul fatto che la portata uscente dall'area trasformata sia in ogni condizione di pioggia la medesima che si osservava prima della trasformazione.*

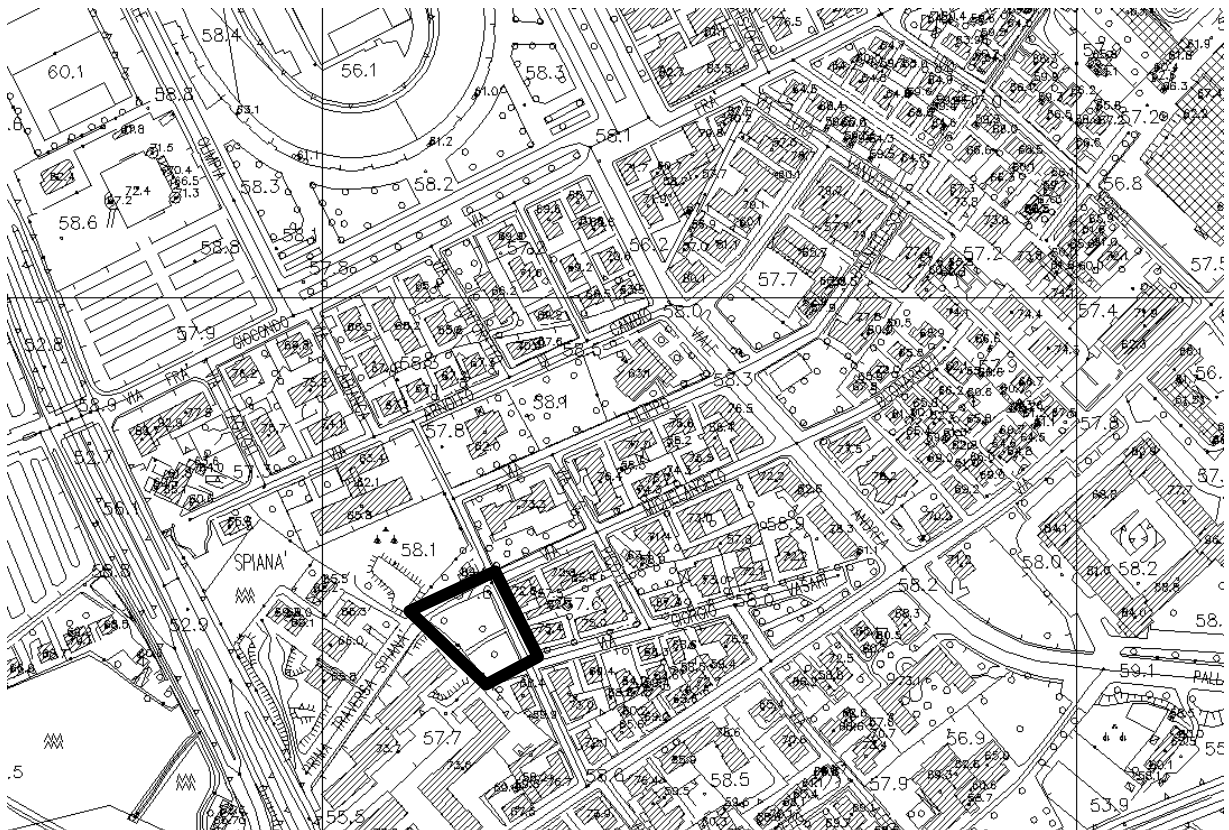
*...Appare opportuno inoltre introdurre una classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici. La classificazione è riportata nella seguente tabella:*

| CLASSE DI INTERVENTO)                            | DEFINIZIONE                                                                                                    |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| impermeabilizzazione<br>potenziale TRASCURABILE  | Intervento su superfici di estensione inferiore a 0,1 ha                                                       |
| impermeabilizzazione<br>potenziale MODESTA       | Intervento su superfici comprese fra 0,1 e 1 ha                                                                |
| impermeabilizzazione<br>potenziale SIGNIFICATIVA | Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con Imp <0,3 |
| impermeabilizzazione<br>potenziale MARCATA       | Intervento su superfici superiori a 10 ha con imp >0,3                                                         |





Stralcio da Tavoletta I.G.M. (scala 1:25.000) con ubicata l'area di intervento.



Stralcio da C.T.R. (scala 1:5.000) con ubicata l'area di intervento



## 2 – SITUAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

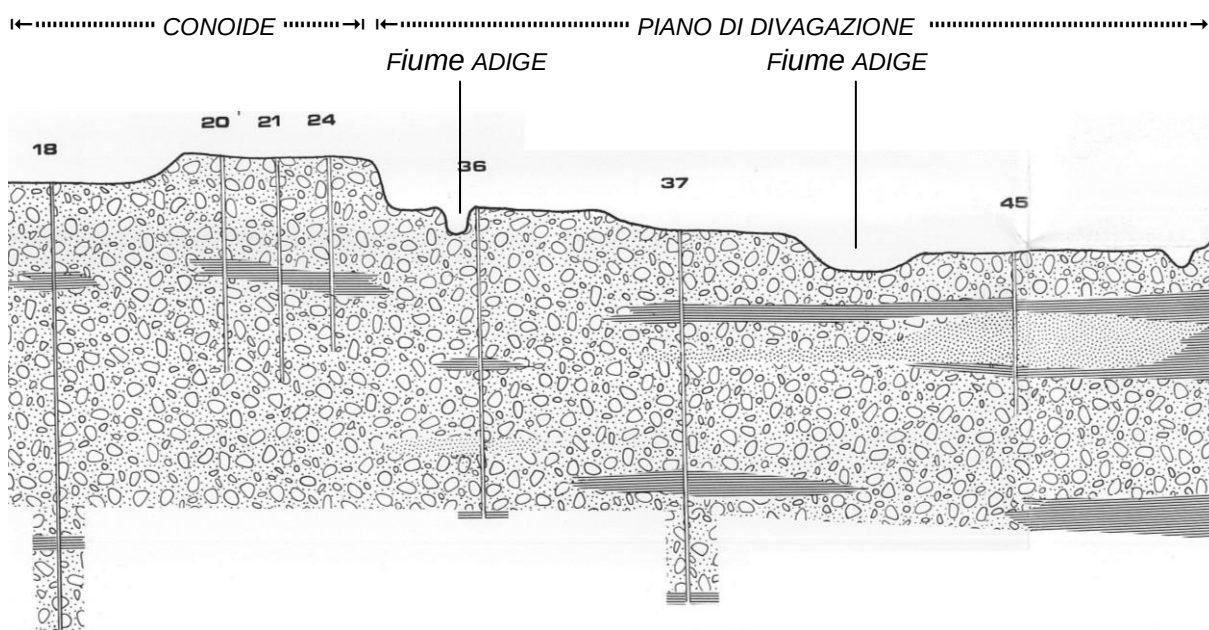
Dal punto di geomorfologico, la zona interessata dal nuovo intervento urbanistico si trova nel piano di divagazione attuale dell'Adige in prossimità del suo conoide; i terreni sono posti alla quota media di circa 58 m s.l.m.; il territorio studiato presenta in affioramento alluvioni fluvio-glaciali e fluviali sciolte, appartenenti a classi granulometriche medio-grossolane, tipiche di ambienti deposizionali a media/elevata energia; in particolare il sub-strato del sito di intervento è contraddistinto dalla presenza di sabbie e ghiaie atesine fino a rilevante profondità, talora intercalate dai livelli argillosi-limosi; a tal proposito si riporta a seguire la stratigrafia media di alcuni sondaggi eseguiti nel Quartiere Borgo Milano e una sezione geologica relativa al settore centro-occidentale del comune di Verona e pertanto ritenuti significativi anche per l'area in esame:

0 – 3,5 m..... Terreno di alterazione sabbioso;

3,5 – 16,4 m ..... Ghiaie e sabbia;

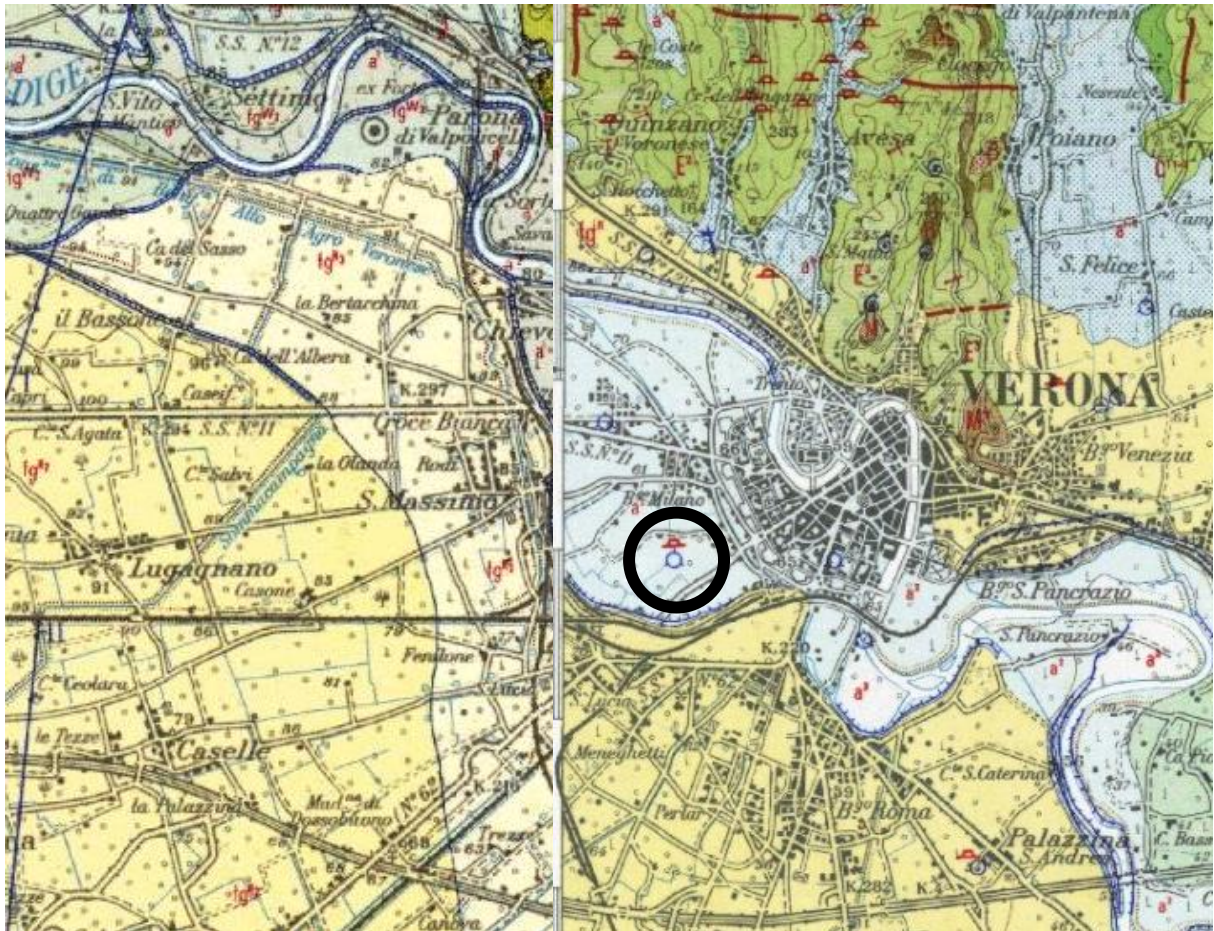
16,4 – 20 m..... Argilla;

20 – 60 m..... Ghiaie.



Sezione geologica direzione Ovest-Est (area Verona città)

La cartografia consultata (Carta geologica d'Italia – Scala 1:100.000), riportata a seguire, indica che le litologie di superficie riscontrabili nell'area ossia *depositi prevalentemente sabbiosi, attuali e recenti (litotipo  $a^2$ )* al limite con le *alluvioni fluvio-glaciali e fluviali, ghiaiose, con terreno argilloso rossastro di alterazione superficiale (litotipo  $fg^{R3}$ )*, presenti poco ad Ovest e separati dal gradino morfologico che ne costituisce l'orlo del terrazzo alluvionale.



Stralcio da Carta geologica d'Italia – F. 49 Peschiera (sinistra) e F. 48 Verona (destra)

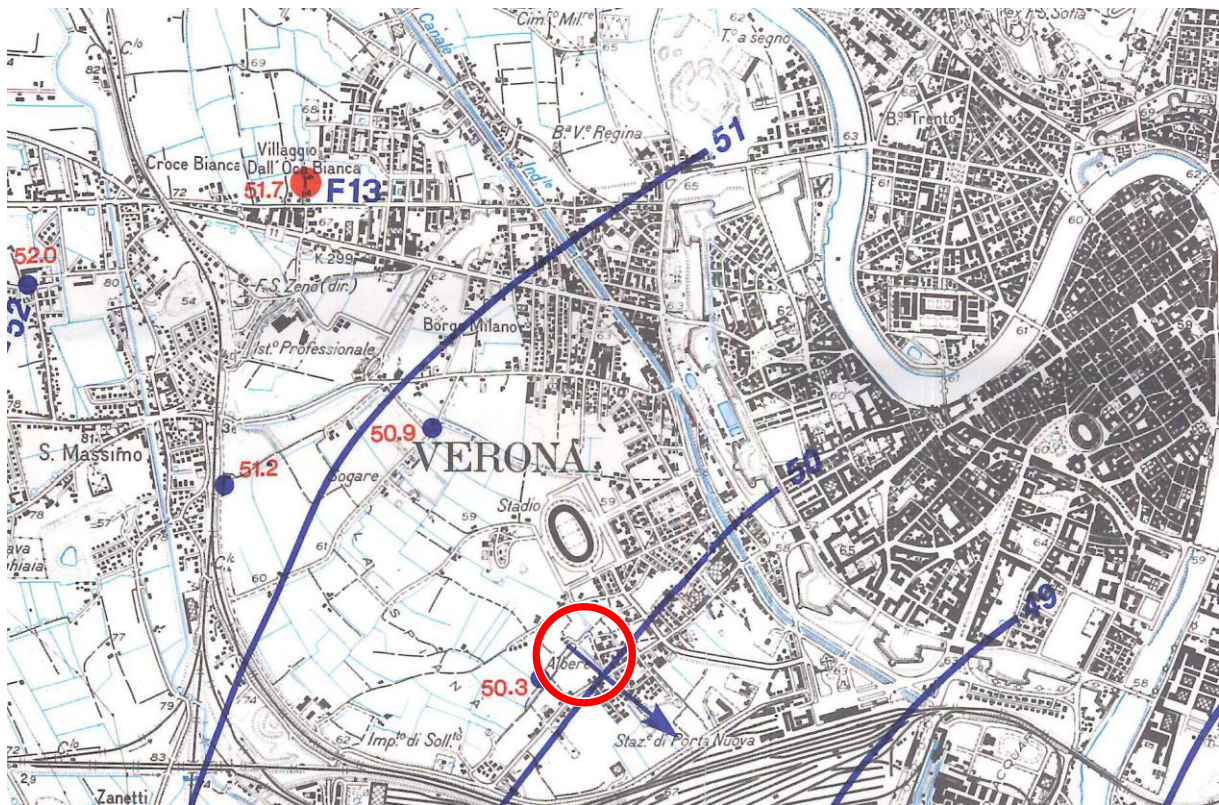
Dal punto di vista morfologico l'area si presenta sostanzialmente pianeggiante, e sebbene l'intervento antropico abbia obliterato le forme di dettaglio sono ancora riconoscibili numerosi elementi di discontinuità; l'analisi del microrilievo permette infatti di individuare elementi e strutture tipici delle zone di pianura alluvionale, quali terrazzi e relative scarpate di erosione fluviale, ventagli di esondazione e di rotta, paleoalvei; in particolare, spostandoci verso Ovest e Sud-Ovest si rileva l'orlo di terrazzo alluvionale con andamento curvilineo che separa i terreni in esame dal conoide alluvionale sopracitato.



### 3 – SITUAZIONE IDROGEOLOGICA

Dal punto di vista idrogeologico la differenziazione granulometrica degli orizzonti stratigrafici presenti nel substrato della Pianura Veronese determina strutture idrogeologiche non omogenee e disuniformi, variabili soprattutto da monte verso valle; l'area di intervento si a Nord della fascia dei fontanili in corrispondenza del potente materasso ghiaioso quaternario della fascia di alta pianura, dove si ritrova un unico grande acquifero indifferenziato; a Sud dei fontanili, ossia dove inizia la media pianura, l'alternanza fra sedimenti fini (limi e argille) e sedimenti di maggiore granulometria (sabbie) determina un acquifero multifalda.

La direzione principale di deflusso in corrispondenza dell'area è all'incirca NW–SE ossia sub parallela alla linea di deflusso dell'Adige, caratteristica comune a gran parte della pianura veronese (vedi successivo estratto da cartografico).



Linee blu = isofreatica con quota in m s.l.m. (num. blu) / pallino blu = pozzo con quota freatica max (num. rosso) / freccia blu grassetto = asse principale di drenaggio / freccia blu sottile = direzione di deflusso sotterraneo.

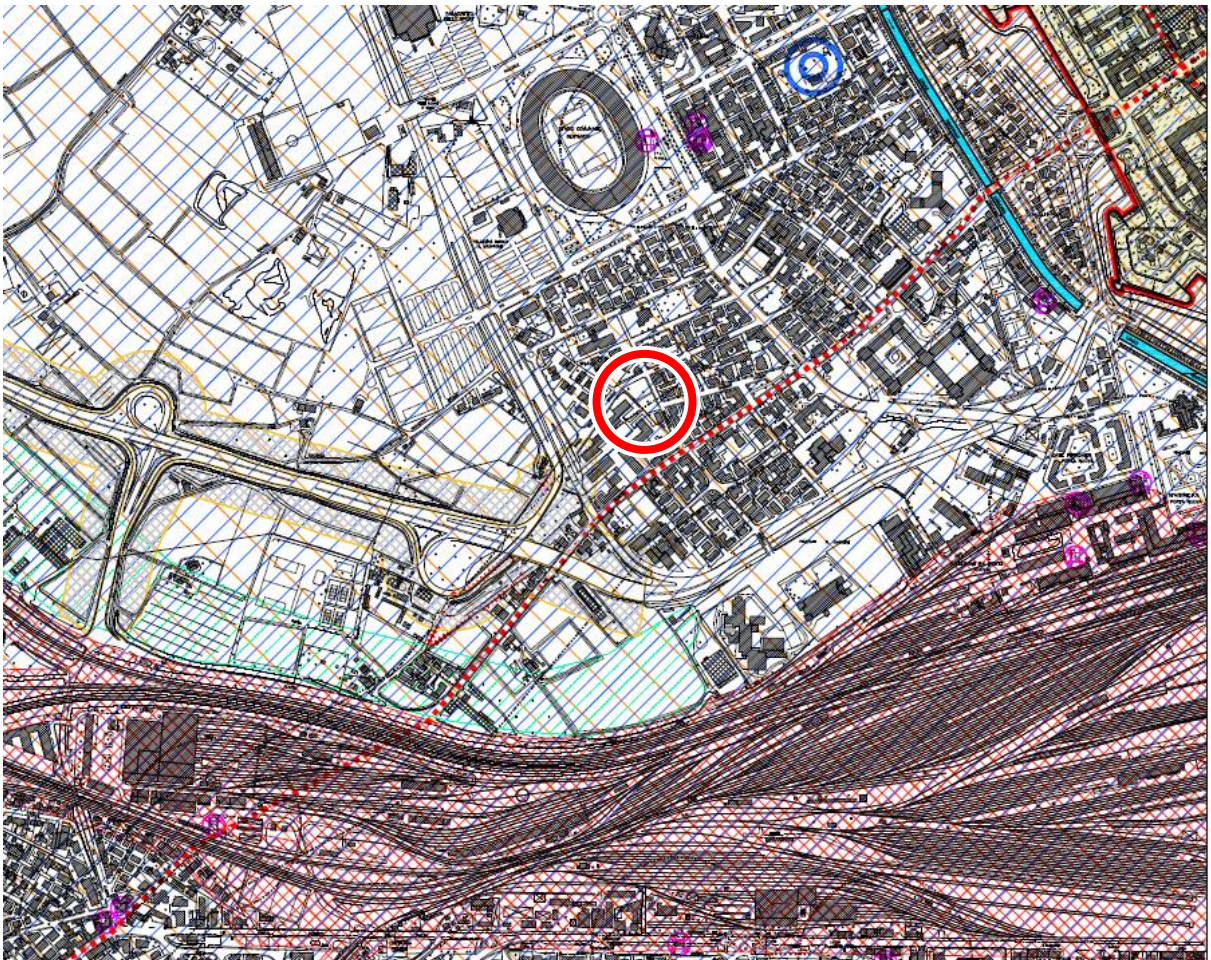
*Estratto da Carta Idrogeologica Dell'alta Pianura Veronese Orientale.*

Il livello di massima escursione della falda si aggira sui 50 m s.l.m. e poiché la quota topografica dell'area è di circa 58 m, la profondità di falda è deducibile intorno a 8 metri.



#### 4 –VINCOLI, SICUREZZA IDRAULICA

L'area in tempi recenti non ha subito esondazioni o altri episodi di dissesto idrogeologico ed è da ritenersi sicura sotto il profilo idraulico; a tal proposito si osservi il successivo stralcio da CARTA DEI VINCOLI E DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE allegata al Piano degli Interventi nel quale si nota che l'area non ricade in aree soggette a rischio idraulico (art. 39 – P.I.); la vulnerabilità degli acquiferi segnalata (art. 43 – P.I.) consegue alla buona permeabilità dei depositi superficiali.



**Art. 39:** Linee oblique blu = Invarianti di natura idrogeologica ed idraulica: fascia di ricarica degli acquiferi.

**Art. 43:** Tutela della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi. Linee oblique arancio = unità A.

*Estratto da Carta dei vincoli e della pianificazione territoriale del Piano degli Interventi.*



## 5 – PERMEABILITÀ TERRENI

I terreni presenti nell'area di intervento sono principalmente sabbioso-ghiaiosi in proporzioni reciproche variabili (vedi precedenti litostratigrafia di riferimento) e possono essere ascritti alla classe di permeabilità BUONA (unità ghiaiosa-sabbiosa).

In assenza di prove di permeabilità in sito, la letteratura idrogeologica ci consente di stimare cautelativamente per tali depositi valori del coefficiente di permeabilità  $k$  compreso tra  $10^{-2}$  m/s e  $10^{-4}$  m/s, in accordo con la tabella sottostante.

**Tabella Permeabilità dei terreni** (da elementi di idrogeologia a cura di F. Francavilla).

|                        |                 |                                                       |                  |                          |                                                    |                             |                  |                  |                  |                  |                   |                   |
|------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------|------------------|--------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| k (cm/s)               | 10 <sup>2</sup> | 10                                                    | 1                | 10 <sup>-1</sup>         | 10 <sup>-2</sup>                                   | 10 <sup>-3</sup>            | 10 <sup>-4</sup> | 10 <sup>-5</sup> | 10 <sup>-6</sup> | 10 <sup>-7</sup> | 10 <sup>-8</sup>  | 10 <sup>-9</sup>  |
| k (m/s)                | 1               | 10 <sup>-1</sup>                                      | 10 <sup>-2</sup> | 10 <sup>-3</sup>         | 10 <sup>-4</sup>                                   | 10 <sup>-5</sup>            | 10 <sup>-6</sup> | 10 <sup>-7</sup> | 10 <sup>-8</sup> | 10 <sup>-9</sup> | 10 <sup>-10</sup> | 10 <sup>-11</sup> |
| 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 argillosi ed argille limose, fanghi argillosi | Argille omogenee e compatte |                  |                  |                  |                  |                   |                   |

☐ Campo di appartenenza della permeabilità dei terreni presenti in sito.

## 6 – VALUTAZIONE APPORTI METEORICI E LORO REGIMAZIONE

L'applicazione dei coefficienti alle varie superfici di progetto consente di determinare la superficie di deflusso ( $S_D$ ) e da questa il coefficiente di deflusso medio ( $\phi$ ) dell'area che esprime il rapporto tra la superficie di deflusso e la superficie di intervento totale ( $S_T$ ).

| TIPOLOGIA D'USO                         | Estensione (m <sup>2</sup> ) |   | COEFFICIENTE DI DEFLUSSO         | Estensione (m <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------------------|------------------------------|---|----------------------------------|------------------------------|
| Aree agricole                           | 0                            | → | 0,10                             | 0                            |
| Sup. permeabili                         | 427                          | → | 0,20                             | 85,40                        |
| Sup. semipermeabile                     | 200                          | → | 0,60                             | 120,00                       |
| Sup. impermeabili                       | 390                          | → | 0,90                             | 351,00                       |
| SUPERFICIE TOTALE ( $S_T$ )             |                              |   | SUPERFICIE DI DEFLUSSO ( $S_D$ ) | 556,40                       |
| COEFF. DI DEFLUSSO $\phi (= S_D / S_T)$ |                              |   |                                  | 0,55                         |

Il coefficiente di deflusso così ottenuto, assieme ai dati meteorologici della stazione di Villafranca Di Verona, ci consente di stimare il volume delle acque piovane da regimare.

Con l'ausilio di un normale foglio di calcolo, con un opportuno procedimento di regressione di potenza è possibile ottenere la curva di possibilità pluviometrica interpolata:

$$h = 54,98 \times t^{0,298}$$

Di seguito si riporta il calcolo del volume massimo in m<sup>3</sup> calcolato con il metodo di Gumbel nel caso di un evento piovoso eccezionale con tempo di ritorno Tc pari a 50 anni considerando un coefficiente udometrico pari a 10 l/sec/ha.

**Quantitativo di acqua da regimare**  
- in relazione ad eventi di pioggia eccezionale con tempi di ritorno di 50 anni -

**Coefficienti delle curve di possibilità pluviometrica**

$$\begin{aligned} a &= 54,98 \\ n &= 0,298 \\ 4/3 \ n &= 0,397 \end{aligned} \quad \begin{array}{l} \text{per } t(h) \geq 1 \\ \text{per } t(h) < 1 \end{array}$$

**Coefficiente udometrico**

$$U = 10 \text{ l/sec/ha}$$

**Superficie totale interessata**

$$S = 0,0010 \text{ km}^2$$

**Coefficiente di deflusso**

$$\varphi = 0,547$$

$t$  = tempo di corrivazione (ore)

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

$$Qa = (0,278 \times S \times \varphi \times h) / t$$

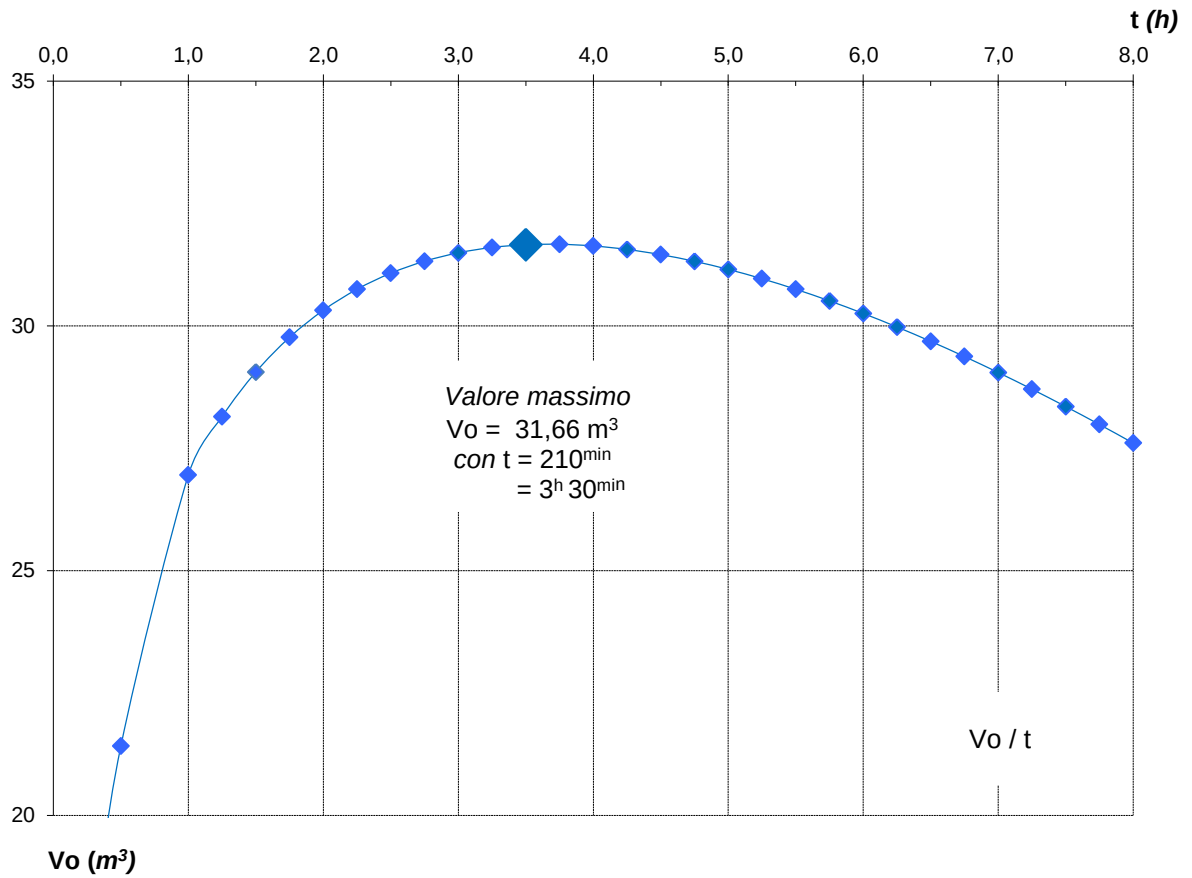
$$Va = Qa \times t \times 3600$$

$$Vu = U \times S \times t \times 3600 / 10$$

$$Vo = Va - Vu$$

| $t$<br>(h:m,s) | $t$<br>(h)  | $t$<br>(min) | $t$<br>(sec) | $h$<br>(mm)  | $Qa$<br>(m <sup>3</sup> /sec) | $Va$<br>(m <sup>3</sup> ) | $Vu$<br>(m <sup>3</sup> ) | $Vo$<br>(m <sup>3</sup> ) |
|----------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 00:16,0        | 0,27        | 16           | 960          | 32,52        | 0,019                         | 18                        | 1                         | 17,13                     |
| 00:30,0        | 0,50        | 30           | 1800         | 41,74        | 0,013                         | 23                        | 2                         | 21,41                     |
| 01:00,0        | 1,00        | 60           | 3600         | 54,98        | 0,009                         | 31                        | 4                         | 26,95                     |
| 01:15,0        | 1,25        | 75           | 4500         | 58,76        | 0,007                         | 33                        | 5                         | 28,14                     |
| 01:30,0        | 1,50        | 90           | 5400         | 62,04        | 0,006                         | 35                        | 5                         | 29,06                     |
| 01:45,0        | 1,75        | 105          | 6300         | 64,96        | 0,006                         | 36                        | 6                         | 29,76                     |
| 02:00,0        | 2,00        | 120          | 7200         | 67,59        | 0,005                         | 38                        | 7                         | 30,32                     |
| 02:15,0        | 2,25        | 135          | 8100         | 70,01        | 0,005                         | 39                        | 8                         | 30,75                     |
| 02:30,0        | 2,50        | 150          | 9000         | 72,24        | 0,004                         | 40                        | 9                         | 31,07                     |
| 02:45,0        | 2,75        | 165          | 9900         | 74,32        | 0,004                         | 41                        | 10                        | 31,32                     |
| 03:00,0        | 3,00        | 180          | 10800        | 76,28        | 0,004                         | 42                        | 11                        | 31,49                     |
| 03:15,0        | 3,25        | 195          | 11700        | 78,12        | 0,004                         | 43                        | 12                        | 31,60                     |
| <b>03:30,0</b> | <b>3,50</b> | <b>210</b>   | <b>12600</b> | <b>79,86</b> | <b>0,004</b>                  | <b>44</b>                 | <b>13</b>                 | <b>31,66</b>              |
| 03:45,0        | 3,75        | 225          | 13500        | 81,52        | 0,003                         | 45                        | 14                        | 31,66                     |
| 04:00,0        | 4,00        | 240          | 14400        | 83,10        | 0,003                         | 46                        | 15                        | 31,63                     |
| 04:15,0        | 4,25        | 255          | 15300        | 84,62        | 0,003                         | 47                        | 16                        | 31,56                     |
| 04:30,0        | 4,50        | 270          | 16200        | 86,07        | 0,003                         | 48                        | 16                        | 31,45                     |
| 04:45,0        | 4,75        | 285          | 17100        | 87,47        | 0,003                         | 49                        | 17                        | 31,32                     |
| 05:00,0        | 5,00        | 300          | 18000        | 88,82        | 0,003                         | 49                        | 18                        | 31,15                     |
| 05:15,0        | 5,25        | 315          | 18900        | 90,12        | 0,003                         | 50                        | 19                        | 30,96                     |
| 05:30,0        | 5,50        | 330          | 19800        | 91,38        | 0,003                         | 51                        | 20                        | 30,75                     |
| 05:45,0        | 5,75        | 345          | 20700        | 92,59        | 0,002                         | 52                        | 21                        | 30,51                     |
| 06:00,0        | 6,00        | 360          | 21600        | 93,78        | 0,002                         | 52                        | 22                        | 30,25                     |
| 06:15,0        | 6,25        | 375          | 22500        | 94,92        | 0,002                         | 53                        | 23                        | 29,98                     |
| 06:30,0        | 6,50        | 390          | 23400        | 96,04        | 0,002                         | 53                        | 24                        | 29,68                     |
| 06:45,0        | 6,75        | 405          | 24300        | 97,13        | 0,002                         | 54                        | 25                        | 29,37                     |
| 07:00,0        | 7,00        | 420          | 25200        | 98,18        | 0,002                         | 55                        | 26                        | 29,05                     |





In conclusione si può affermare che nell'area di intervento, la cui superficie è di ca. 0,10 ha, dovranno essere adottati dispositivi atti a regimare ca. 32 m<sup>3</sup> di acqua in caso di evento meteorico eccezionale con tempo di ritorno di 50 anni.

## CONCLUSIONI

Vista la buona permeabilità presunta dei terreni, si ritiene che l'adozione di dispositivi disperdenti potrà contribuire in buona parte alla dispersione delle acque per le quali dovranno essere previsti invasi con volumi sostanzialmente equivalenti a quelli calcolati per l'evento eccezionale considerato ( $T_c = 50$  anni) ovvero circa  $32 \text{ m}^3$ .

La rete idrografica di superficie non presenta elementi disponibili per il recapito finale delle acque meteoriche e pertanto queste dovranno essere smaltite interamente sul suolo.

Stante le superfici progettuali, in accordo con quanto previsto dalla D.G.R. del Veneto 842/12 (art. 39) non dovranno essere realizzate vasche di prima pioggia.

Inoltre, viste le caratteristiche geologiche, idrogeologiche ed idrauliche dell'area e realizzando i dispositivi adeguati, l'intervento in esame è idraulicamente ammissibile e tale da non determinare l'aumento del rischio idraulico dell'area in forza delle seguenti ragioni:

- 1) le aree sono esenti da fenomeni di esondazione dovuti a tracimazioni o rotte di corsi d'acqua importanti;
- 2) le aree sono stabili sotto il profilo geologico ed idrogeologico;
- 3) sono indicati con precisione i volumi max. di acque piovane da regimare nel caso di eventi meteorici eccezionali con tempo di ritorno di 50 anni;
- 4) le condizioni di permeabilità intrinseca dei terreni presenti sono tali da contribuire in buona parte all'assorbimento delle acque di precipitazione;
- 5) le opere ed i dispositivi consigliati non modificano in alcun modo il reticolo idrografico di superficie.