_Provincia di Verona

_Comune di Verona

_Intervento: Variante 1 al PUA 719_181 denominato “ GREEN RESIDENCE” sito in via Lugagnano, Verona

_Pratica edilizia: VARIANTE AL P.U.A. n.1

_Committenza: Domus Service srl

_Progetto: Arch. Marco Grezzani

_Tav: 6B_RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

_Contenuti:

-
-
-

_File: RELAZIONE IDR.pdf

_Data: Febbraio 2018

GEOZETA Studio Tecnico
Geologia applicata - Geotecnica
Idrogeologia - Geol. ambientale

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

Domus Service srl

PROGETTO DENOMINATO "GREEN RESIDENCE" PER OPERE DI URBANIZZAZIONE IN VIA LUGAGNANO, VERONA – P.U.A. SCHEDA NORMA 181

Relazione di compatibilità idraulica

Provincia: Verona	**Comune: Verona**
Il Committente:	Il Tecnico:
L'impresa:	Il direttore Lavori:
Luogo e data: *Verona, Febbraio 2018*	Revisione:

PROGETTO DENOMINATO “GREEN RESIDENCE” PER OPERE DI URBANIZZAZIONE IN VIA LUGAGNANO, VERONA – P.U.A. SCHEDA NORMA 181

Relazione di compatibilità idraulica

Indice:

1. Generalita’ pag. 3

2. Ubicazione dell’area pag. 3

3. Inquadramento geomorfologico ed idrogeologico pag. 4

4. Valutazione di compatibilità idraulica pag. 7

4.1 Definizione delle criticità idrauliche pag. 7

4.2 Determinazione della superficie scolante pag. 8

4.3 Individuazione precipitazioni di riferimento pag. 8

4.4 Determinazione della massima portata defluente pag. 12

4.5 Valutazioni sulla capacità di dispersione pag. 13

4.6 Dimensionamento delle opere di infiltrazione pag. 13

4.7 Dimensionamento delle opere di compensazione pag. 14

4.8. Vasche di prima pioggia Pag. 18

5. Conclusioni pag. 18

PROGETTO DENOMINATO “GREEN RESIDENCE” PER OPERE DI URBANIZZAZIONE IN VIA LUGAGNANO, VERONA – P.U.A. SCHEDA NORMA 181

Relazione di compatibilità idraulica

1. GENERALITA'

Su incarico del progettista Berton Arch. Francesco con studio in via Carnia n.30 a Verona e per conto dei richiedenti Rocca Beatrice, Rocca Luigia e Grezzani Arch. Marco, con lo scopo di ricostruire la situazione idrogeologica ed idraulica del sottosuolo, in rapporto alle problematiche idrauliche legate al progetto di un Piano Urbanistico Attuativo.

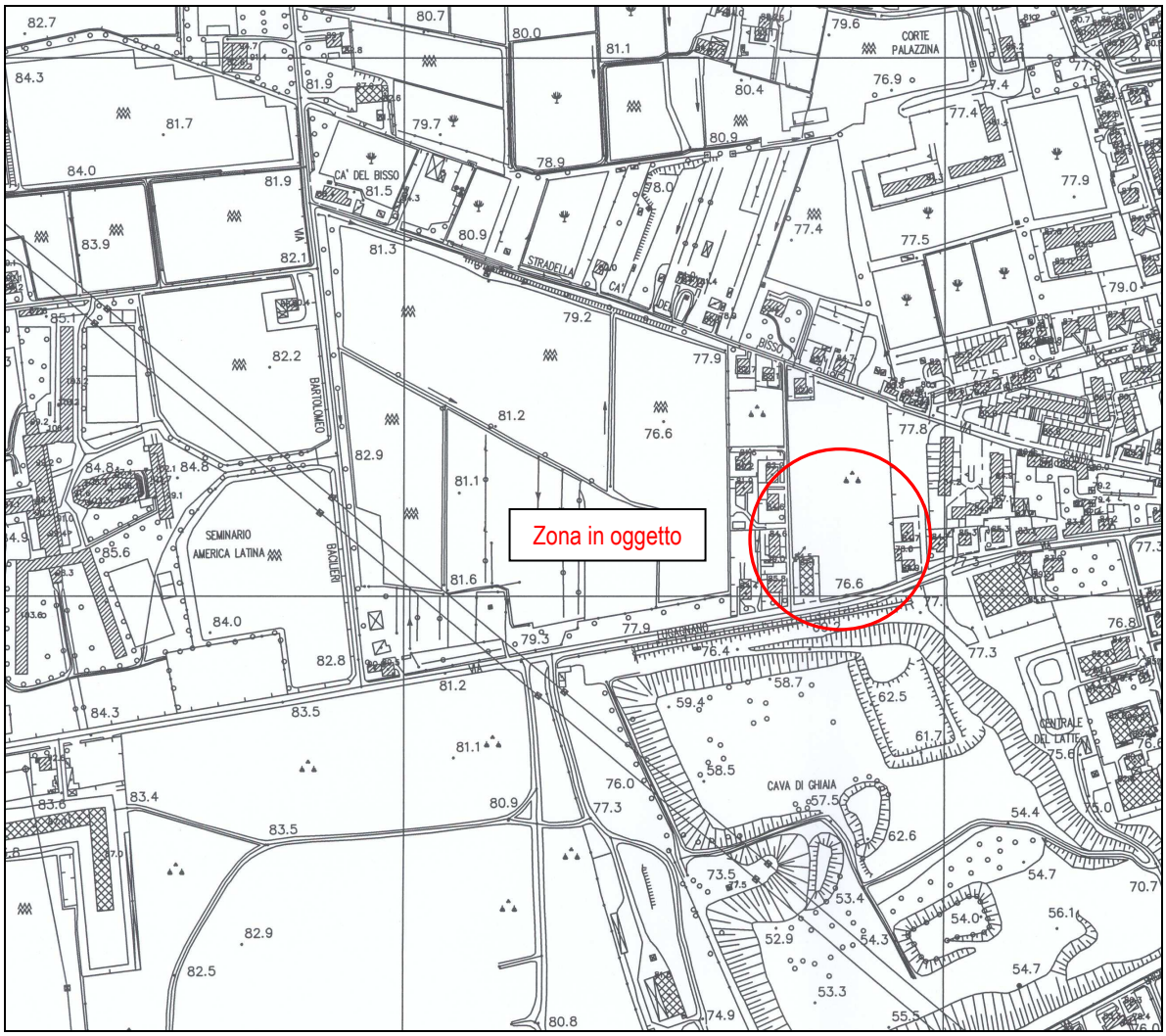
Il presente studio entrerà quindi nel merito di verificare l'idoneità del progetto dal punto di vista idraulico ed idrogeologico nella nuova situazione di trasformazione idraulica che si verrà a creare a lavori ultimati, e costituisce pertanto, ai sensi delle Delibere della Giunta Regionale n.1322/2006, 19 Giugno 2007 n.1841, e n.2948 del 06.10.2009, supporto tecnico al progetto di realizzazione delle opere.

2. UBICAZIONE DELL'AREA

L'area d'indagine è situata in via Lugagnano a San Massimo all'Adige nel Comune di Verona, ed è individuata nella Tavoletta I.G.M. "Pescantina" alla scala 1.25000 - Foglio 48, Quadrante II, Orientamento N.E.

Nella cartografia tecnica regionale in scala 1:5000, l’area è inquadrata nell'elemento n. 123164 “San Massimo”.

In allegato è riportato uno stralcio della C.T.R. con l’ubicazione dell’area.



Stralcio C.T.R. 1:5000, elementi n.123164 "San Massimo"

3. ***CARATTERI GEOMORFOLOGICI ED IDROGEOLOGICI***

Dal punto di vista geomorfologico la zona è interessata da forme di accumulo originate dai principali processi fluviali, fluvioglaciali che hanno modellato negli anni l'alta pianura veronese. La natura l'intensità e lo stadio evolutivo raggiunto in passato dai processi suddetti, consentono, attraverso il riconoscimento sul territorio delle forme, dei lineamenti e dei caratteri geologici ed idrogeologici, la classificazione delle diverse aree della pianura in unità idrogeologiche distinte. In linea generale, la pianura veronese è formata da tre unità geomorfologiche principali:

- Il conoide antico dell'Adige con tracce di canali intrecciati anche molto grandi,

- Il piano di divagazione dell'Adige, che ha inciso sul conoide scavando scarpate alte fino a 14 metri.

- La pianura alluvionale recente dei Fiumi Adige, Po e dei corsi d'acqua locali.

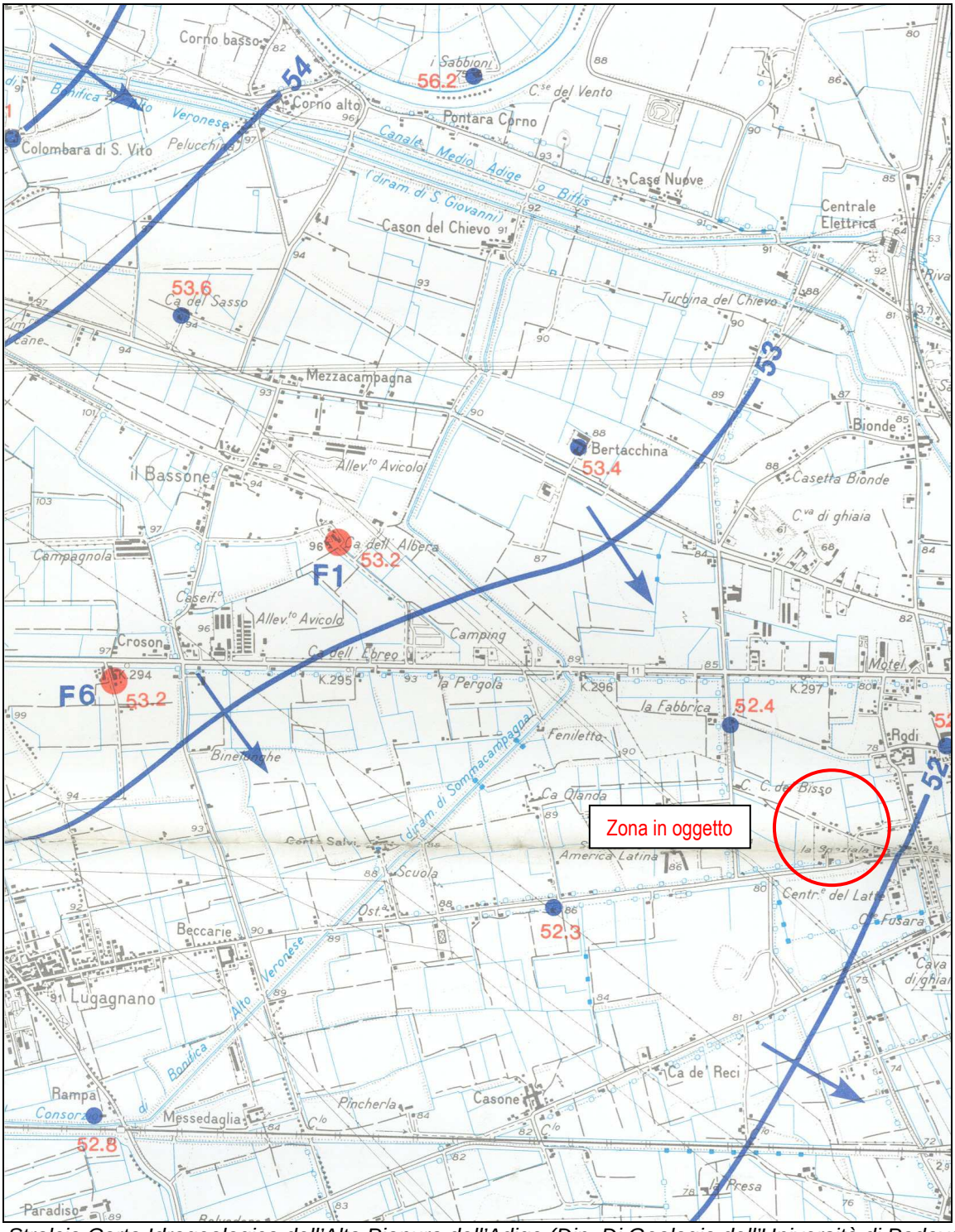
La zona in esame appartiene all'unità geomorfologia definita "conoide antico dell'Adige", ed è ubicata a valle della poco evidente scarpata che individua il limite tra il terrazzo alto e il terrazzo basso dell'antica conoide. L'unità geomorfologica di pertinenza è quindi caratterizzata in linea generale da una serie di depositi alluvionali fluvioglaciali e fluviali prevalentemente ghiaioso-ciottolosi e ghiaioso-sabbiosi attribuibili al Riss recente. Tali depositi devono la loro origine al regime nettamente diverso da quello attuale degli scaricatori fluviglaciali, caratterizzato da alternanze di portate molto elevate e imponente trasporto solido, conseguenti allo scioglimento dei ghiacci e allo smantellamento degli apparati morenici, e fasi di calma con portate medio-basse e formazione di aree paludose.

A livello superficiale, la zona appare totalmente pianeggiante con quote variabili attorno agli 80 metri slm. ed il carattere geomorfologico più appariscente è dato dagli estesi terrazzamenti formati dal corso dell'Adige che ha inciso negli anni le proprie alluvioni. Dal punto di vista geomorfologico, i fenomeni glaciali hanno giocato un ruolo fondamentale visto che l'evoluzione antica dei corsi d'acqua suddetti è strettamente legata ad essi. Come già visto, la glaciazione wurmiana è quella che ha influito maggiormente sia sotto l'aspetto morfologico, sia sotto l'aspetto climatico. Fino all'8.000 A.C. non si hanno importanti conoscenze su questa glaciazione, ma si possono ipotizzare grossi apporti idrici molto superiori agli attuali, che avrebbero dato forma alla pianura con rotte fluviali, deposizione ed erosione di sedimenti. Il rilevamento del sito in esame, non ha evidenziato la presenza di particolari problematiche geologiche, e quindi l'area risulta geologicamente compatibile con le strutture in progetto.

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 23 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 dell'Alta Pianura dell'Adige (Dip. Di Geologia dell'Università di Padova)

4. 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, ne 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 ideologico 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.

4.1 DEFINIZIONE DELLE CRITICITA' IDRAULICHE

Con la legge del 3 agosto 1998, n. 287 e successive modifiche e integrazioni le Autorità di Bacino di rilievo nazionale e interregionale e le Regioni per i restanti bacini adottano, ove non si sia già provveduto, i Piani stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico che contengono in particolare l'individuazione delle aree di rischio idrogeologico e la perimetrazione delle aree da sottoporre a misure di salvaguardia.

Il territorio del Comune di Verona sul quale insiste il progetto in esame, non rientra tra gli ambiti definiti a rischio ne a pericolo idraulico, indicati nei Piani Stralcio per l'Assetto Idrogeologico delle Autorità di bacino dell'Adige e del Fissero-Tartaro-Canalbianco.

4.2 DETERMINAZIONE SUPERFICIE SCOLANTE

L'intervento di progetto interessa un'area agricola di complessivi 5445 mq, dei quali il 30 % deve essere garantito come area verde.

Applicando gli appropriati coefficienti di deflusso alle superfici individuate, si otterranno le superfici trasformate che contribuiranno alla formazione del deflusso superficiale delle acque:

Superficie impermeabile (strade, marciapiedi, fabbricati)	mq. 2411.61 x 0.9 = 2170.45
Superficie permeabile (verde lotti, aiuole)	mq. 1396.50 x 0.2 = 279.30
Superficie semipermeabile (grigliato verde, asfalto drenante)	mq. 1636.89 x 0.6 = 982.13
Totale	**mq. 3431.88**

Considerando che attualmente la superficie che contribuisce al massimo deflusso superficiale è pari a:

mq 5445 x 0.1 (area agricola) = 544.5 mq

L'incremento di portata effettivo sarà determinato da una superficie pari a:

mq 3431.88 – 544.5 = 2887.38

A scopo cautelativo comunque i dispositivi di invarianza idraulica saranno dimensionati sulla superficie di 3431.88 mq.

4.3 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.

Per la stazione pluviometrica di Verona si osservano i seguenti dati:

durata / *anno*	*15'*	*30'*	*45'*	*1 h*	*3 h*	*6 h*	*12 h*	*24 h*
1960	17,0		27,4	23,8	24,0	30,0	31,6	35,2
1961	16,4		16,4	22,2	31,4	31,4	31,4	34,0
1962	11,6	21,2	24,4	30,0	38,2	45,2	49,0	71,8
1963	8,6	11,0	42,0	11,0	14,0	25,0	39,6	49,6
1964	12,2	16,4	26,4	17,2	21,0	27,0	41,6	50,0
1965	10,2	14,6	31,0	16,8	20,6	24,0	35,0	41,8
1966	11,0	20,0	21,8	26,4	33,2	35,0	36,0	44,8
1967	37,4	6,4	47,6	12,0	15,0	18,2	24,2	29,2
1969	8,8	39,0	49,4	43,6	55,6	59,2	63,0	63,0
1971	16,4	10,8	31,0	28,0	29,6	29,8	48,6	51,4
1973	21,6	21,2	19,8	31,0	33,8	33,8	33,8	54,8
1974	20,0	23,4	21,6	32,0	38,2	39,0	45,6	53,4
1975	21,2	30,0	29,6	21,8	34,0	34,4	34,4	39,8
1976	20,0	21,8	29,6	52,6	57,6	59,4	60,0	69,6
1977	24,4	44,6	15,0	49,8	53,4	56,2	62,4	70,4
1978	16,0	41,4	28,0	20,0	21,6	22,0	25,4	31,4
1979	14,0	19,0		22,6	25,8	27,4	33,4	60,2
1980	17,8	19,0		29,8	31,0	54,0	58,4	58,4
1981	22,0	18,8		24,2	27,2	35,0	48,0	67,4
1982	22,0	29,4		15,0	15,0	28,0	30,4	48,0
1983	12,0	29,4		52,6	61,0	70,6	88,4	88,6
1987	49,6	13,4		23,8	31,6	35,2	49,6	50,6
1988	11,6	20,6		31,0	51,2	61,4	65,6	74,0
1989	13,4	25,6						

Tabella 1: altezze di pioggia per le diverse durate orarie

I dati sono stati 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:

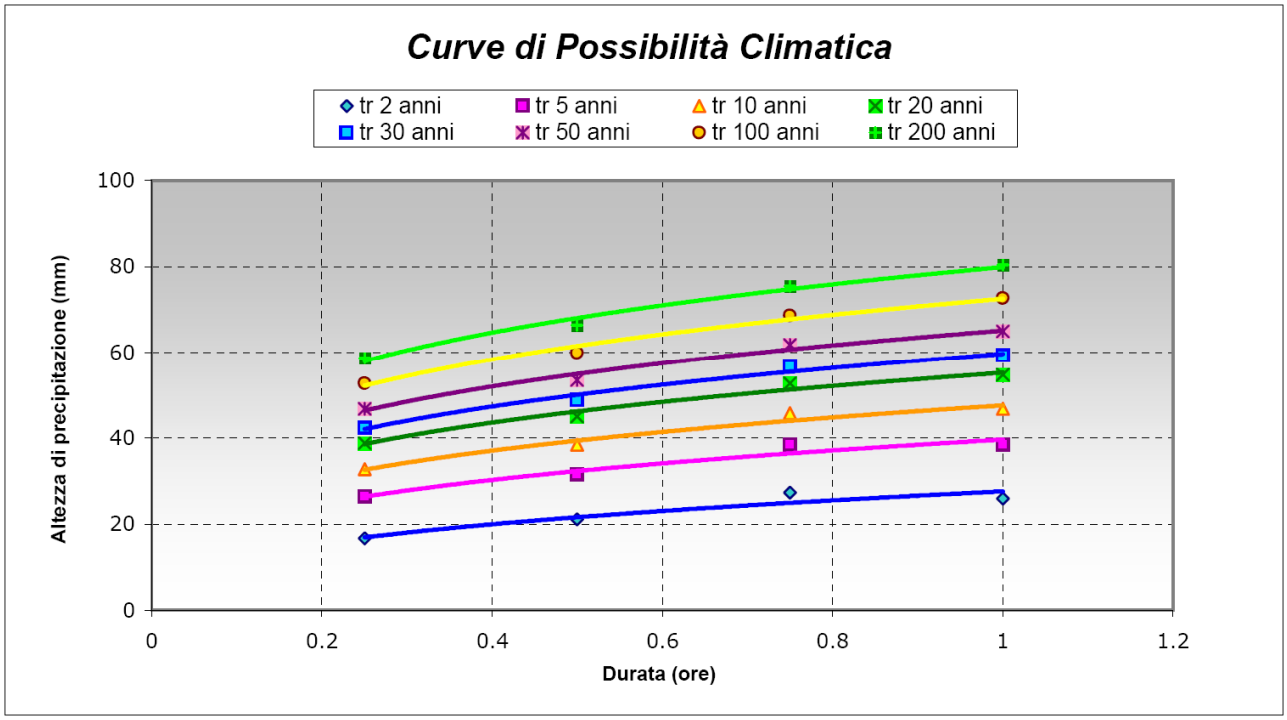
$h = a \cdot t^{n}$; h, altezza di pioggia in mm per un determinato Tr

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

Altezze di precipitazione (mm)

Tr	durata (ora)				a	n
anni	0.25	0.5	0.75	1		
2	16.75	21.12	27.36	25.92	27.600	0.3543
5	26.38	31.51	38.42	38.44	39.624	0.2944
10	32.76	38.40	45.74	46.74	47.590	0.2729
20	38.87	45.00	52.76	54.70	55.233	0.2584
30	42.39	48.79	56.80	59.27	59.630	0.2519
50	46.79	53.54	61.86	64.99	65.126	0.2451
100	52.72	59.94	68.67	72.71	72.541	0.2376
200	58.63	66.32	75.46	80.40	79.928	0.2315

Tabella 2: parametri della curva di possibilità pluviometrica per tempi di pioggia inferiori all'ora.



Altezze di precipitazione (mm)

Tr	durata (ore)					a	n
anni	1	3	6	12	24		
2	25.92	31.12	36.12	42.68	51.51	25.166	0.2160
5	38.44	45.82	51.50	59.08	67.55	38.004	0.1776
10	46.74	55.55	61.68	69.94	78.17	46.547	0.1623
20	54.70	64.89	71.44	80.36	88.35	54.758	0.1516
30	59.27	70.26	77.06	86.36	94.21	59.487	0.1466
50	64.99	76.97	84.08	93.85	101.54	65.404	0.1413
100	72.71	86.03	93.56	103.95	111.42	73.389	0.1354
200	80.40	95.05	102.99	114.02	121.26	81.351	0.1305

Tabella 3: parametri della curva di possibilità pluviometrica per tempi di pioggia superiori all'ora

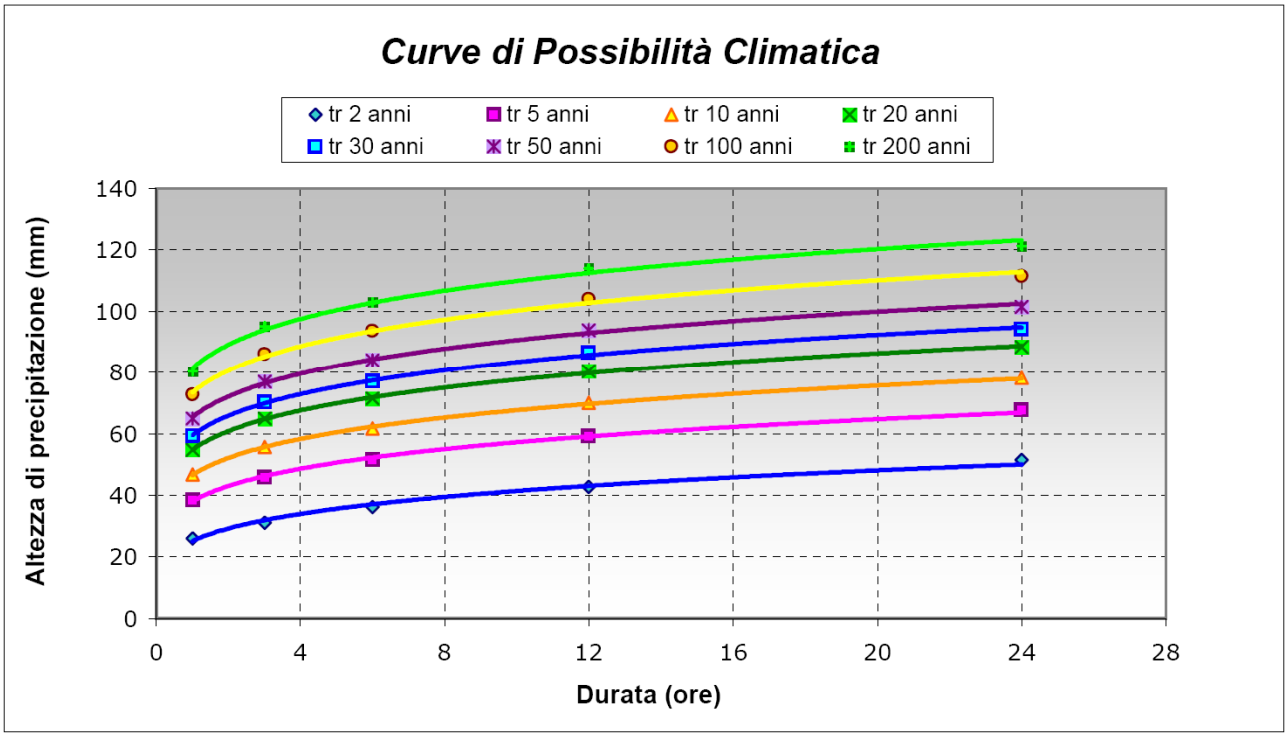


Figura 1: curve segnalatrici per piogge di durata superiore all'ora

Nel presente caso è stata adottata la curva di possibilità climatica caratterizzata da un tempo di ritorno di 50 anni, necessaria per il dimensionamento della rete di raccolta, e del sistema di compensazione. Per la definizione del problema è stato considerato un tempo di pioggia inferiore allora per il dimensionamento dei pozzetti di infiltrazione, e superiore all'ora per il dimensionamento dei volumi di laminazione, in quanto necessario alla creazione di un idrogramma sintetico in grado di massimizzare i volumi che si andranno ad invasare prima di essere smaltiti.

- **$h = 65{,}126\ t^{0.2451}$** **per Tr 50 anni** **$t_p < 1h$**
- **$h = 65{,}404\ t^{0.1413}$** **per Tr 50 anni** **$t_p > 1h$**

4.4 DETERMINAZIONE DELLA MASSIMA PORTATA DEFLUENTE

Il calcolo della portata di massima piena del deflusso è stato eseguito facendo riferimento al *metodo cinematico lineare o metodo della corrivazione*, che si basa sull'assunto che la portata di piena si raggiunga per un tempo pari al *tempo di corrivazione*.

Questo, detto anche *tempo di concentrazione* è caratteristico del bacino e rappresenta il tempo necessario perché la goccia che è caduta nel punto più lontano del bacino raggiunga la sezione di chiusura.

Nel nostro caso, si è scelto di calcolare il tempo di corrivazione con la formula suggerita nel 1971 dal Civil Engineering Department dell'Università del Maryland, che è quella maggiormente utilizzata per lo specifico problema:

$$T_c = 26.3 \left[(L/K_s)^{0.6} / (j^{0.4} \cdot i^{0.3}) \right] \qquad 1)$$

dove:

T_c= tempo di corrivazione
L= lunghezza della superficie scolante
k_s= coefficiente di scabrezza di Grauckler-Strickler ($m^{1/3}/s$)
j= intensità della precipitazione rapportata al tempo di corrivazione (m/h)
i= pendenza media della superficie scolante (adimensionale)

Nel caso specifico, dato che il sistema di invarianza idraulica sarà attuato tramite invaso in pozzi perdenti, il calcolo della portata di massima piena è stato finalizzato al dimensionamento di un sistema di infiltrazione, che consenta di drenare le normali piogge di strade parcheggi e aree verdi comuni, senza deflusso nell'invaso ad ogni evento di pioggia, utilizzando pertanto la curva di probabilità pluviometrica con tempo di ritorno di 2 anni.

Il calcolo con la formula n.1) ha individuato un tempo di corrivazione pari a 290 s, al quale va aggiunto il tempo di accesso alla rete preso arbitrariamente pari a 5 min.

T_c= 290 s + T_r = 590 s

Sostituendo nell'equazione di possibilità pluviometrica si ricava un'altezza di precipitazione pari a:

$h = 27.6 \cdot 0.1639^{\,0.3543} = 14.54$ mm

Da cui con l'equazione del metodo cinematico, si ricava una portata massima di deflusso pari a:

$Q = 2.78 \cdot S \cdot h(T_c) / T_c = 134$ l/s

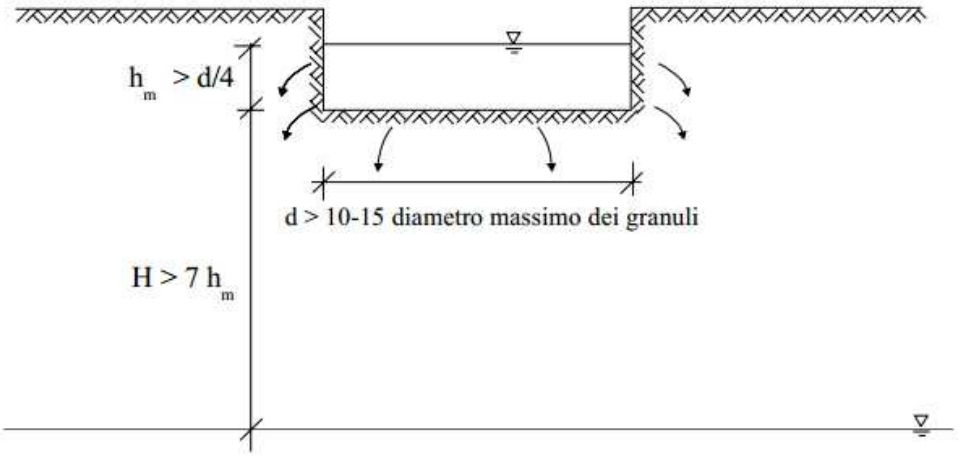
4.5 VALUTAZIONI SULLA CAPACITA' DI DISPERSIONE

La legge che esprime la proprietà fondamentale del moto dell'acqua in un mezzo poroso, saturo ed isotropo, è quella di Darcy:

Q = A x K x i; dove:

Q = Quantità d'acqua che fluisce nell'unità di tempo (mc/sec)
A = Area ortogonale al flusso (mq)
K = Coefficiente di permeabilità (m/sec)
i = Gradiente idraulico. In questo caso particolare in cui la filtrazione avviene parallelamente al flusso, (i) esprime, in m, il carico idraulico.

La conducibilità idraulica dei terreni suddetti è stata estrapolata da prove a carico variabile, effettuate dallo scrivente in apposite trincee. Le prove effettuate secondo lo schema allegato hanno fornito un coefficiente di permeabilità K medio pari a 2.210^{-3} m/sec.



$$K = \frac{H1 - H2}{t2 - t1} \cdot \frac{1 + 2 \cdot \frac{hm}{b}}{27 \cdot \frac{hm}{b} + 3}$$

H1 e H2 sono le altezze dell'acqua nel pozzetto agli istanti t1 e t2
hm = (H1+H2) / 2

4.6 DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI INFILTRAZIONE

L'impossibilità di immettere il deflusso delle acque meteoriche nella pubblica fognatura, ha consigliato la progettazione di un sistema d'infiltrazione diretto al suolo tramite pozzi drenanti.

Come già evidenziato nella trattazione geotecnica, il sottosuolo della zona di riferimento al di sotto del primo metro di profondità dal p.c., è caratterizzato da depositi ghiaiosi e ciottolosi dotati di buone caratteristiche geotecniche ed elevata permeabilità. Da prove e valutazioni effettuate sugli scavi esplorativi è stato ricavato per i suddetti terreni un coefficiente di permeabilità K= 2.2 10^{-3} m/s.

I pozzi drenanti dovranno avere le seguenti caratteristiche:

-coefficiente di permeabilità K= 2.2 10^{-3} m/s che verrà ridotto a K/2 per tener conto delle condizioni parzialmente sature del terreno e della riduzione di permeabilità nel tempo;
-profondità utile del pozzo per il drenaggio z=3m;
-diametro interno del pozzetto 150 cm;
-anello drenante di larghezza pari a z/2 (m) escludendo la capacità drenante del fondo pozzo per possibile occlusioni.

Con questi valori si determina la portata infiltrata con la formula proposta da Sieker [1984].

$$Q_f = \frac{K}{2}\left(\frac{L+z}{L+z/2}\right)A_f$$

dove L rappresenta il dislivello tra il fondo del pozzo e il sottostante livello di falda, considerato pari a 18 m, e A_f invece la superficie orizzontale drenante effettiva, calcolabile come quella di un anello di larghezza *z/2* (in questo caso, non si fa conto sulla capacità drenante del fondo del pozzo, per via della sua possibile occlusione).

Per tener conto di alcune condizioni al contorno che possono col tempo modificarsi, è stata considerata un'altezza utile del pozzo di 3 m, ottenendo una superficie drenante pari a 6.9 m^2. Ogni pozzo garantirà quindi una portata di infiltrazione pari a Q_f = 16 l/s

La portata di infiltrazione sarà in realtà maggiore poichè nel calcolo a scopo cautelativo non è stata presa in considerazione la superficie del fondo del pozzetto.

Per consentire quindi lo smaltimento della portata di colmo calcolata di 134 l/s, dovranno essere realizzati almeno n.8 pozzetti. Essi dovranno essere posizionati in serie e collegati tra loro da un collettore centrale.

4.7 DIMENSIONAMENTO OPERE DI COMPENSAZIONE

Il calcolo del sistema di laminazione è stato eseguito con il metodo delle piogge che si basa sul confronto tra la curva cumulata delle portate entranti e quella delle portate uscenti ipotizzando che sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante.

In tali condizioni applicando uno ietogramma netto di pioggia a intensità costante il volume entrante risulta pari a $W_e = A \cdot \varphi \cdot a \cdot \theta^n$, mentre il volume uscente con evacuazione della vasca a portata costante (laminazione ottimale), $Q_u = Q_{u,max}$ risulta:

$$W_u = Q_{u,max} \cdot \theta.$$

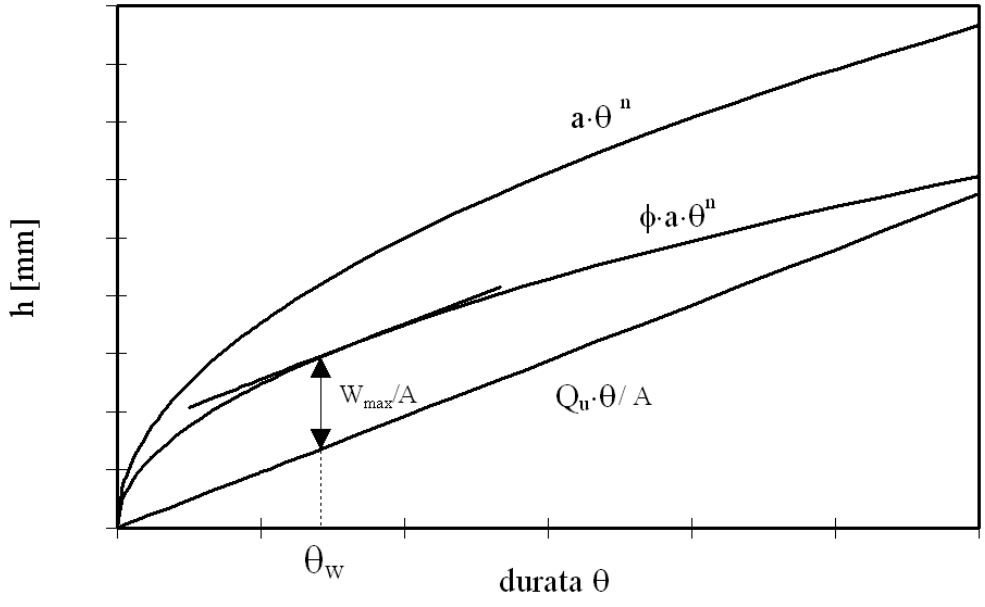
Il volume massimo da accumulare nel sistema risulta pari alla massima differenza tra le due curve e può essere individuato graficamente (figura in basso) riportando sul piano (h, θ) la curva di possibilità pluviometrica netta $h_{netta} = \varphi \cdot a \cdot \theta^n$ e la retta rappresentante il volume, riferito all'unità di area del bacino a monte, uscente dal sistema

$$h_u = \frac{Q_{u,max} \cdot \theta}{S}.$$

Esprimendo matematicamente la condizione di massimo, ossia derivando la differenza $\Delta W = h_{netta} - h_u$, si ricava la durata critica per il sistema θ_w (1) e il volume della vasca W_0 (2).

$$\theta_w = \left(\frac{Q_{u\max}}{A \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} \qquad (1)$$

$$W_0 = A \cdot \varphi \cdot a \cdot \theta_w^{\,n} - Q_{u\,max} \cdot \theta_w \qquad (2)$$

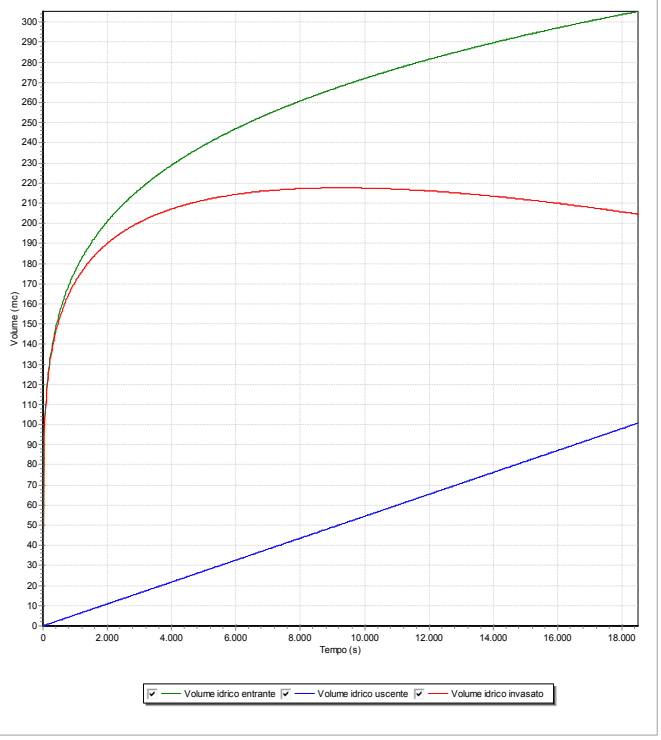


Dimensionamento vasca di laminazione impermeabile: metodo delle solo piogge

N.	A(mq)	ca1	ca2	Qu(mc/s)	u(mc/ha*s)	tr(s)	Vtot(mc)	Vsp(mc/ha)
1	3431,88	1	1	0,005445	0,02	9250,33	217,65	634,1932
Tot.	3431,88						217,65	

Descrizione dato	Valore
Parametro a della curva pluviometrica (mm/h):	65,404
Parametro n o c della curva pluviometrica:	0,1413
Parametro b della curva pluviometrica (h):	0,0
Fattore correttivo di n o c:	1,33
Numero aree trasformate:	1

LEGENDA:
A = estensione dell'area trasformata;
ca1 = coefficiente di afflusso prima della trasformazione;
ca2 = coefficiente di afflusso dopo la trasformazione;
Qu = portata in uscita dal tubo di scarico;
Q1 = portata di afflusso prima della trasformazione;
Q2 = portata di afflusso dopo la trasformazione;
u = coefficiente udometrico;
tr = durata di pioggia critica;
Vtot = volume da invasare;
Vsp = volume specifico.



PROGRAM GEO Via XX Settembre, 89d - 25013 Carpenedolo (BS)

Il calcolo eseguito con il metodo delle piogge, per il caso specifico ha generato un volume di invaso pari a:

$W_{l,}$ = **217.65** m^3

Il Piano degli Interventi di Verona, alla Sez.8 del Repertorio Normativo, relativamente all'impatto idraulico, individua per la lottizzazione in oggetto un volume specifico d'invaso pari a **487.4 mc/ha**, che produce quindi un volume totale di invaso pari a:

V= 5445 x 487.4 = 265 m^3

La DGRV n.2948 del 2009, evidenzia che in caso di terreni con elevata capacità di accettazione delle piogge, (coeff. di filtrazione maggiore di 10^{-3} m/s e frazione limosa inferiore al 5%), è possibile realizzare sistemi di infiltrazione facilitata in cui convogliare i deflussi in eccesso.

Tuttavia recita la norma, le misure compensative andranno di norma individuate in volumi di invaso per la laminazione di almeno il 50% degli aumenti di portata.

Nel caso specifico potrà quindi essere realizzato un sistema di invaso del volume complessivo pari a:

$W_{l,}$ = 217.65 / 2 = **108.82** m^3

Il volume necessario sarà ricavato attraverso la realizzazione di pozzi d'infiltrazione da 1.5 m di diametro e di altezza utile pari a 3 m, che avranno così la duplice funzione di drenaggio e invaso. Con tale geometria infatti i pozzetti Φ 150 cm assicurano un volume netto di circa 11.2 mc/cad, considerando anche il volume contenuto nell'anello drenante attorno al pozzo di spessore 1 m riempito con materiale grossolano con porosità del 25%.

Pertanto, per invasare il volume calcolato, saranno realizzati n.12 pozzi Φ 150 cm per un volume disponibile pari a 134.40 mc. Quattro pozzi saranno posizionati uno per lotto, mentre i rimanenti n.08 pozzi saranno posizionati sulle strade di lottizzazione.

Inoltre sarà a disposizione un ulteriore volume dato dalla posa del collettore principale che dovrà essere di diametro minimo 315 mm, che riempito all' 80% assicura un volume di circa 11 mc.

La disposizione delle opere di invaso e infiltrazione è illustrata sulla tavola 09 che fa parte integrante della presente relazione.

4.8 VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

Come previsto dall'art.39 comma 5 del Piano di Tutela delle Acque, per affinare la qualità del refluo disperso al suolo, saranno installate due vasche di prima pioggia munite di disoleatore.

Il dimensionamento delle stesse è stato eseguito considerando un volume pari ai primi 5 mm di pioggia caduti nella sede stradale, senza contare per ovvi motivi quella dei parcheggi in grigliato drenante. Le due vasche dovranno pertanto contenere un volume pari a 4 mc cadauna. Le stesse dovranno essere periodicamente pulite.

5. CONCLUSIONI

E' stato eseguito uno studio idrogeologico ed idraulico su un'area sita in via Lugagnano a San Massimo all'Adige, nel Comune di Verona, con lo scopo di verificare la compatibilità del progetto di un Piano Urbanistico Attuativo, in rapporto alle problematiche di carattere idraulico ed idrogeologico che esso può comportare.

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,
- non esistono movimenti gravitativi potenziali o in atto,
- non saranno influenzati assi di drenaggio o sorgenti,
- la falda acquifera attesta il suo livello a circa 23 m di profondità dal p.c.,
- i maggiori deflussi prodotti dalle acque meteoriche saranno laminati ed infiltrati al suolo tramite pozzi drenanti,
- la dispersione al suolo favorirà anche la parziale ricarica della falda.
- il progetto delle opere di smaltimento con le opere di mitigazione previste è compatibile con i principali strumenti di pianificazione.
- le opere in progetto sono schematizzate nella tavola di progetto 9C (Rete Acque Meteoriche), che fa parte
  integrante di questa relazione.

Quindi, considerato quanto sopra riportato, e realizzando i sistemi di compensazione ed infiltrazione previsti progettualmente, si può ragionevolmente affermare che le opere in progetto risultano compatibili dal punto di vista quantitativo con l'assetto geologico, geomorfologico, idrogeologico e idraulico della zona.