

OGGETTO: Piano Urbanistico Attuativo "Bertagnoli e altri" - QUINTO (Scheda Norma n°119)

DESTINAZIONE: Residenziale

PROPRIETARIO: Bertagnoli e altri

COMUNE: Verona

LOCALITA' : Quinto - Via della Pesciara

IL COSTRUTTORE

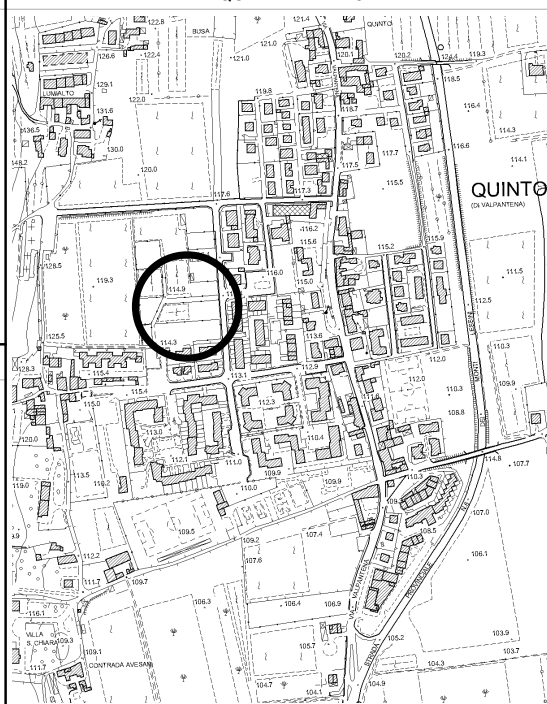
I PROPRIETARI

INQUADRAMENTO

Testo

IL PROGETTISTA

IL DIRETTORE DEI LAVORI



Tav. 6.B

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA SECONDO QUANTO
DISPOSTO DALL'ART.156, COMMA 14 DEL N.T.O. DEL P.I.

DATA: 06.10.2014

SCALA: -

Elaborati grafici redatti secondo le direttive dell'Art.12 "Istanze PUA" del vigente Regolamento Edilizio del comune di Verona, approvato con D.C.C. n.20 del 16 Marzo 2012

TIMBRI RISERVATI AL COMUNE

Elaborati grafici adeguati alla richiesta di integrazione documenti relativa
alla Conferenza dei Servizi tenutasi in data 16 Settembre 2014.

Menghini Gilberto - ARCHITETTO
Rodella Marco - ARCHITETTO
Benvenuti Antonio - GEOMETRA

contatti di riferimento:
marco.rodella@archiworldpec.it

NOME FILE: PUA Quinto_31.07.14_070

Comune di VERONA
Provincia di Verona

BERTAGNOLI e altri

*PIANO URBANISTICO ATTUATIVO BERTAGNOLI e altri -
QUINTO*

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA rev. 04

D.G.R.V. 2948/2009

Verona, maggio 2014

dott. Paolo De Rossi

geologo

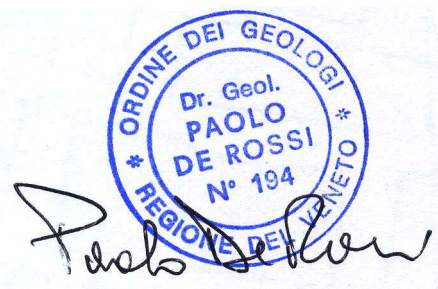
via Bombardi, 23

37131 V E R O N A

tel. 045-525148 340-4501373 fax 045-8401610

e-mail: pdr@geologoderossi.com - geologoderossi@gmail.com PEC: pdr@epap.sicurezzapostale.it

Polizza assicurativa R.C.: LLOYD'S di Londra - POLIZZA N. B112413N300002 massimale di euro 1.000.000



INDICE

1 - PREMESSA	3
1.1 - ubicazione dell'area	4
1.2 - descrizione dell'intervento	5
2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO	5
2.1 - situazione geologica e morfologica	5
2.2 - idrografia superficiale e idrogeologia - rete recettrice - rischio idraulico	9
2.3 - indagini geognostiche	9
3 - CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE	14
3.1 - precipitazioni	15
4 - CALCOLO DELLE PORTATE	22
4.1 - portate e volumi delle acque meteoriche	23
4.2 - opere di compensazione	30

ALLEGATI: 1 - Lay-out del p.u.a. con ubicazione degli scavi di saggio

2 - Dati pluviometrici per la stazione di Grezzana (ARPAV)

1 - PREMESSA

I signori Bertagnoli ed altri intendono realizzare un piano urbanistico attuativo a Quinto, secondo un progetto congiunto degli Architetti Marco Rodella e Gilberto Meneghini e del geometra Antonio Benvenuti.

Sono stati incaricati di eseguire la valutazione di compatibilità idraulica ai sensi della D.G.R.V. 2489/2009.

A tal fine sono stati esaminati i dati della ricerca geologica e idrogeologica eseguita e inoltre sono stati esaminati e valutati i dati meteorologici relativi agli eventi piovosi critici.



Fig. 1: il sito di progetto

1.1 - localizzazione dell'area

L'area dell'intervento è situata nel centro abitato della frazione di Quinto alla quota di circa 118 m s.l.m.

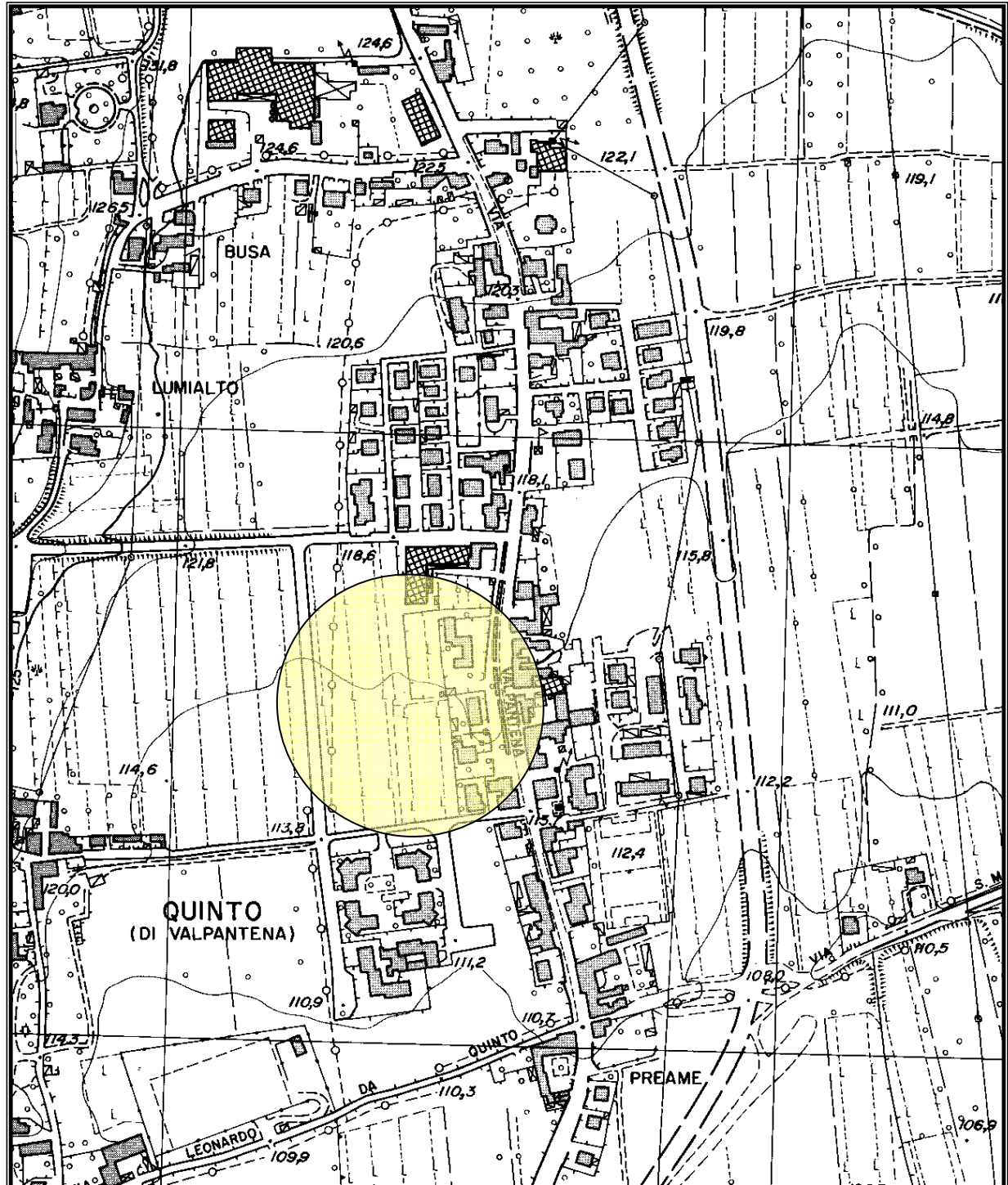


Fig.

Fig.2: la zona di studio (stralcio C.T.R. scala 1:5.000)

1.2 - descrizione dell'intervento

L'intervento investe una superficie complessiva di 8.715 metri quadrati di cui 6.163 per i lotti edificabili e 2.552 per le aree pubbliche. Inizialmente si prevede solo di urbanizzare l'area ma questa valutazione viene estesa anche ai lotti privati in modo di comprendere l'intera superficie da trasformare. A seguire apposite tabelle fornite dai progettisti riportano più dettagliatamente i dati metrici dell'intervento e le caratteristiche generali delle opere sono desumibili dagli elaborati di progetto.

2 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO

2.1 - situazione geomorfologica e geologica

La zona di intervento si trova sul fondovalle in destra orografica della Valpantena, alla periferia occidentale dell'abitato di Quinto, alla quota di circa 115 m s.l.m.. Si tratta di un'area posta non molto lontano del piede collinare ma che fa parte chiaramente fondovalle alluvionale. La pendenza principale è orientata verso sud ed è piuttosto contenuta, nella direzione dell'asse vallivo. L'area appare assolutamente stabile dal punto di vista morfologico e non vi si osservano nè fenomeni di instabilità morfologica in atto nè cicatrici di eventi pregressi soprattutto per il fatto che la morfologia pianeggiante non consente lo sviluppo di fenomeni franosi o di dissesti morfologici. Tali fenomeni non sono osservabili nemmeno nelle aree circostanti che storicamente non risultano esserne state soggette. L'area è quindi stabile e da questo punto di vista risulta adatta ad essere edificata. Il sottosuolo del sito è stato formato dalla sedimentazione del progno di Valpantena. Tale sedimentazione è testimoniata dalla presenza di ciottoli arrotondati dei litotipi appartenenti alle formazioni presenti nel bacino montano del progno. Il sottosuolo risulta prevalentemente argilloso ma in tre dei 4 scavi eseguiti presentava un livello di ghiaia con scarsa matrice fine ed elevata permeabilità, posto tra circa 1-1,5 e 2,3 metri di profondità e seguito poi da argilla compatta come quella che lo sovrasta. Tale livello è assente nello scavo 4 (lotto 5) dove si rilevano solo orizzonti di

argilla ricca di ciottoli entro la coltre argillosa compatta che forma il primo sottosuolo fino alle profondità esplorate. Successivamente lo scavo n. 1 è stato rifatto e approfondito consentendo di rilevare ghiaia grossolana molto povera di matrice fine e molto permeabile a partire da 4,5 metri di profondità. Il progno di Valpantena e i suoi affluenti disponevano nel quaternario, in condizioni climatiche ben diverse da quelle attuali, di imponenti portate idriche e erano agenti morfogenetici di primaria importanza, in grado di erodere il bacino montano e le stesse loro alluvioni di pianura e di depositare sedimenti detritici per spessori rilevanti. Tale situazione, per le mutate condizioni climatiche, non è più in atto e i corsi d'acqua sono ormai quasi sempre asciutti. La roccia del substrato è certamente presente anche se a profondità elevata tanto da non avere influenza nè sulle opere da erigere nè per quanto attiene la classificazione sismica del sottosuolo. Il sottosuolo della zona è quindi costituito da sedimenti e depositi prevalentemente argillosi contenenti però livelli di ghiaia permeabile.

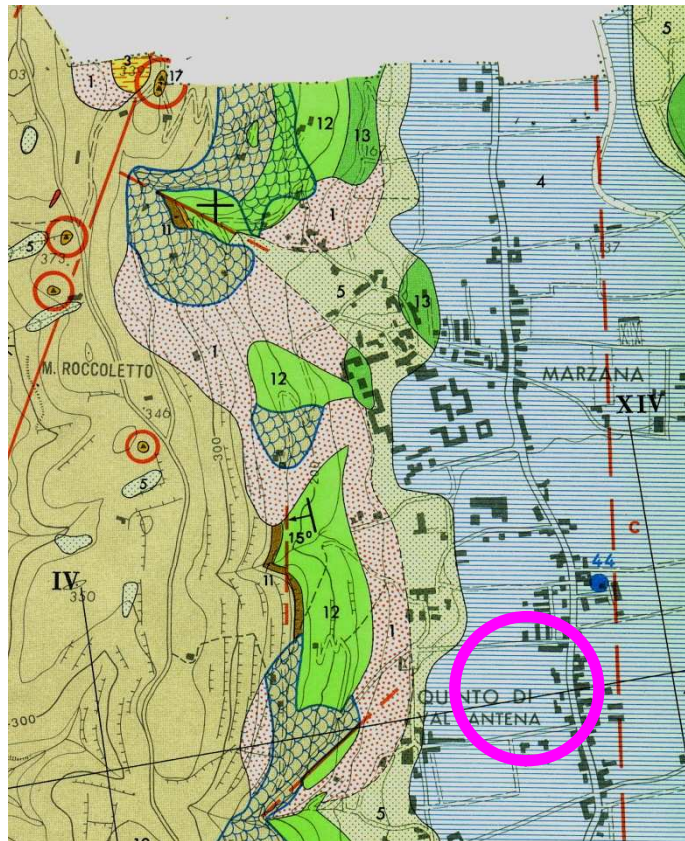
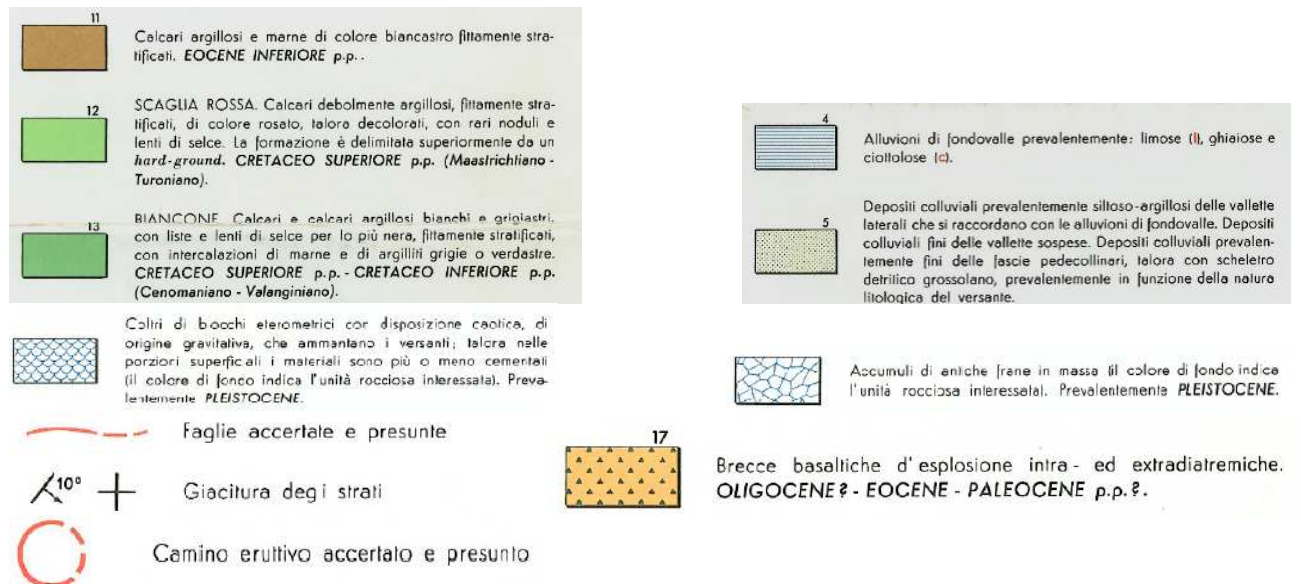


Fig. 3: carta Geologica (De Zanche ed altri, 1977).



2.2 – idrografia superficiale e idrogeologia - rete recetttrice - rischio idraulico

Nella zona di interesse non ci sono corsi d'acqua. Il progno di Valpantenna scorre entro arginature artificiali elevate alcuni metri rispetto al piano di campagna quasi un chilometro ad ovest dell'area da lottizzare e in posizione tale da poterla in alcun modo influenzare. Il regime idraulico attuale del progno non comporta pericoli per il sito di costruzione in virtù delle arginature presenti. Solo rotte importanti che avvenissero a monte del sito potrebbero, teoricamente interessarlo ma si tratta di fenomeni che appaiono assolutamente improbabili e il cui pericolo non è segnalato da nessuno strumento di pianificazione vigente (Piano degli Interventi, P.A.T., Piano di Assetto Idrogeologico, Piano Territoriale Provinciale). Come si può rilevare anche dalle riprese fotografiche del paragrafo seguente il sottosuolo risulta costituito fino a circa 3 m di profondità, da sedimenti in larga prevalenza argillosi e praticamente impermeabili. Il primo livello ghiaioso rilevato negli scavi n. 1, 2 e 3 sarebbe certamente adatto per la dispersione di acque pluviali ma è piuttosto superficiale e confinato da livelli impermeabili. Quello inferiore non consente la migrazione delle acque immesse nella ghiaia verso il sottosuolo. La dispersione di acque al suo interno va quindi valutata con attenzione perchè avverrebbe a livello della parte interrata degli edifici con possibili inconvenienti. In seguito all'approfondimento dello scavo 1 si è rilevato a profondità tra 4,5 m e fondo scavo un livello di ghiaia di permeabilità elevatissima molto adatto per la dispersione delle acque. Nella zona dello scavo 4, entro i primi tre metri di profondità, non sono presenti livelli permeabili. Alle profondità di scavo non si incontra la falda acquifera, che si posiziona a circa almeno 30 metri di profondità (dati rilevati recentemente in sondaggi geognostici eseguiti nella zona industriale di Marzana e presso il cimitero.) e non esercita alcuna influenza sulle opere di urbanizzazione.

Nella zona il corpo recettore principale è il suolo, per le aree verdi da trasformare, in quanto il progno di Valpantenna è lontano ed è arginato in questo tratto della valle e le acque superficiali non vi si possono immettere. Inoltre l'area è attualmente leggermente depressa rispetto alle strade

confinanti. Nella zona non sono segnalati dagli strumenti di pianificazione (P.A.I., P.A.T., Piano Degli Interventi) situazioni di rischio idraulico.

2.3 – indagini geognostiche

Con le risorse messe a disposizione è stato possibile eseguire 4 scavi di assaggio in posizioni indicate dalla proprietà, spinti fino alla profondità massima di circa 3 metri (scavi 2,3 e 4) e 7 metri (scavo 1). L'indagine svolta è sufficiente per quanto attiene le problematiche di gestione delle acque meteoriche.

Scavo 1: (zona orientale dell'area 2 della lottizzazione nell'area verde)

profondità m	litologia
0 - 1,0	Terreno agrario argilloso
1,0 – 2,2	Ghiaia ciottoli calcarei arrotondati e scarsa matrice fine
2,2 - 4,5	Argilla marrone compatta
4,5-6,5	Ghiaia grossolana



Fig. 4: lo scavo n. 1 e la ghiaia del fondo scavo



scavo 2: (zona occidentale dell'area 1 della lottizzazione al centro del lotto n. 2)

<i>profondità m</i>	<i>litologia</i>
0 – 1,5	Terreno agrario argilloso
1,5-2,3	Ghiaia ciottoli calcarei arrotondati e scarsa matrice fine
2,3-3,3	Argilla marrone compatta



Fig. 5: lo scavo n. 2

scavo 3: (zona occidentale dell'area 1 della lottizzazione al centro del lotto n. 1)

<i>profondità m</i>	<i>litologia</i>
0 – 1,9	Terreno agrario argilloso
1,9 -2,3	Ghiaia ciottoli calcarei arrotondati e scarsa matrice fine
2,3-2,8	Argilla marrone compatta



Fig. 6: lo scavo n. 3

scavo 4: (zona occidentale dell'area 2 della lottizzazione al limite ovest del lotto n. 5)

<i>profondità m</i>	<i>litologia</i>
0 – 3,0	Argilla marrone compatta con rari livelli ricchi di ciottoli
3,0 - 3,3	Argilla marrone compatta con ghiaia



Fig. 7: lo scavo n. 4

Verona 29 gennaio 2014

Campione proveniente da lottizzazione Bertagnoli-Quinto-VR

ANALISI GRANULOMETRICA E CALCOLO DEL COEFF. DI PERMEABILITA'

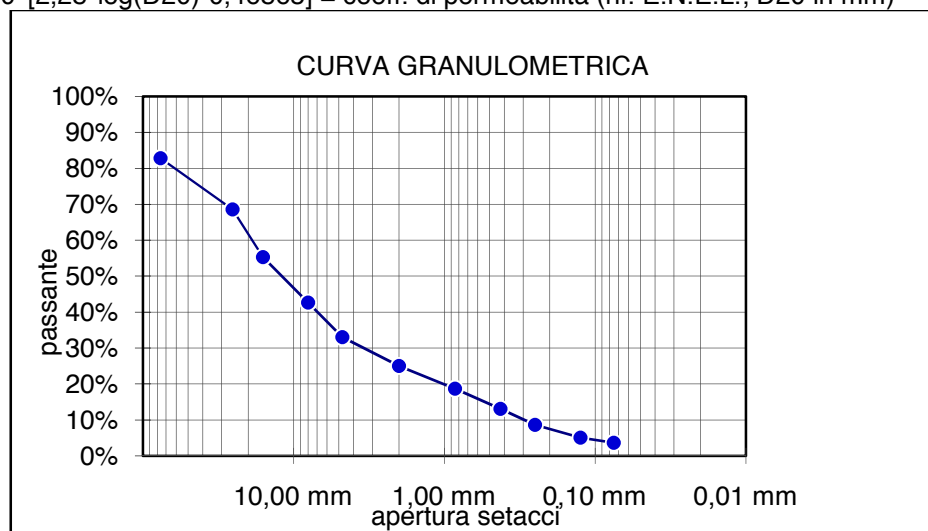
Campione: S1-1		Profondità: m 5 m			WL= 0	IP= 0
vaglio	peso netto	trattenuto	passante	D60	D20	D10
mm	g	%	%	mm	mm	mm
76,200	350,45	0,00%	80,55%			
25,400	300,12	0,00%	63,89%			
16,000	225,47	0,00%	51,37%			
8,000	200,69	11,14%	40,23%			
4,750	143,58	7,97%	32,26%			
2,000	102,45	5,69%	26,58%			
0,850	86,89	4,82%	21,75%			
0,425	80,15	4,45%	17,30%			
0,250	56,45	3,13%	14,17%			
0,125	42,15	2,34%	11,83%			
0,075	19,12	1,06%	10,77%			
<0,075	194,02	10,77%				
totale	1801,54	100,00%		22,003	0,647	0,052
CU =	425	COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA % <i>ghiaia</i> = 73,42 % % <i>sabbia</i> = 15,81 % % <i>limo e arg.</i> = 10,77%				
K1 cm/s =	0,003					
K2 cm/s =	0,1259					
Gruppo UNI:	A-1-a					
Classe USCS:	GW-GM					
limiti di consistenza non eseguiti						

Note: le percentuali di sabbia e limo + argilla sono approssimate, considerando come limite per la sabbia il valore di 0.075 mm (anziché 0,06 mm)

CU = D60/D10 = coefficiente di uniformità

K1 (cm/s) = $100 \times (D10)^2$ = coeff. di permeabilità (rif. HAZEN; D10 in cm)

K2 (cm/s) = $10^{[2,28 \cdot \log(D20) - 0,46865]}$ = coeff. di permeabilità (rif. E.N.E.L.; D20 in mm)



Analisi granulometrica della ghiaia dello scavo 1 da 4,5 a 7 m di profondità

3 - CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE

Il parametro meteoclimatico fondamentale per definire il problema del governo delle acque meteoriche è costituito dalle precipitazioni e in particolare dagli eventi intensi e di breve durata. Infatti altri fattori, il cui più rilevante è certamente la temperatura, hanno una influenza poco significativa in relazione alla durata generalmente breve degli eventi piovosi che determinano situazioni critiche.

3.1 Precipitazioni

Per definire le dimensioni delle opere che costituiscono il sistema di deflusso delle acque meteoriche provenienti dall'area interessata, viene richiesta la conoscenza delle portate che vi affluiscono.

Per definire tali portate bisogna conoscere i dati relativi alle precipitazioni, tenendo anche conto dell'estensione, della natura e della composizione della superficie scolante per capire quale frazione della precipitazione concorra alla formazione delle portate stesse.

Le precipitazioni che determinano problemi legati alle capacità di immagazzinamento e eduazione delle opere di governo sono quelle di elevata intensità e breve durata. Infatti all'aumentare della durata di precipitazione diminuisce progressivamente l'intensità in modo tale che la portata in afflusso diminuisce molto rapidamente. Per questo motivo normalmente i dimensionamenti vengono eseguiti in relazione alla durata di pioggia di 1 ora, che comporta la massima portata in afflusso.

La distribuzione spaziale delle medie dei massimi annuali delle precipitazioni di durata 1 ora è legata a fenomeni di tipo temporalesco molto spesso localizzati e distribuiti sul territorio in modo disomogeneo. Pertanto, deve essere messo in evidenza come l'interpolazione di dati sia fortemente

collegata alla disponibilità di registrazione di tali fenomeni attraverso idonei strumenti di misura (pluviografi) opportunamente dislocati sul territorio.

I pluviografi presenti nella zona circostante a quella di studio sono evidenziati nella successiva immagine.

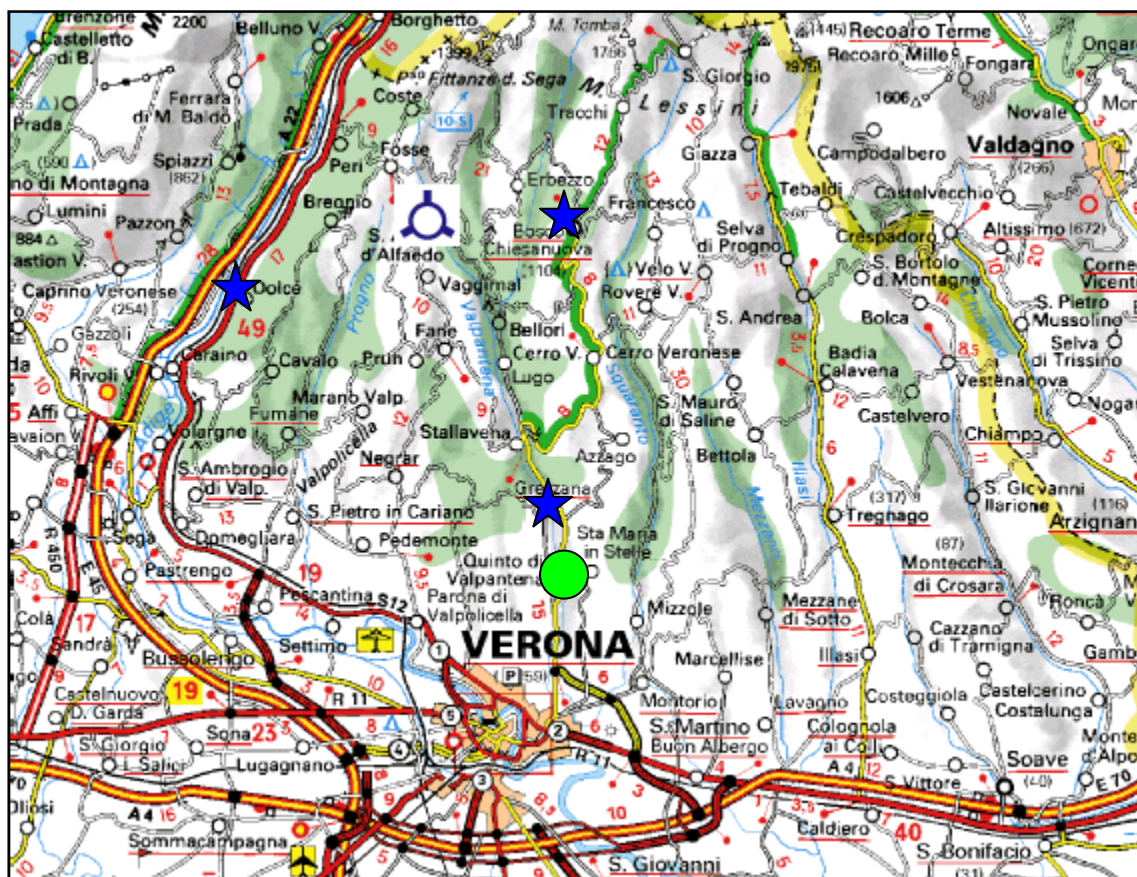


Figura 3: Stazione meteo di riferimento e zona in esame.

Si è scelta come punto di riferimento la stazione di **Grezzana** che si trova a Nord Ovest dell'area interessata.

La stazione di Verona non è infatti più in osservazione e le altre presenti sono lontane e meno rappresentative.

La varietà degli eventi possibili, in quanto marcati da diversa frequenza, pone la questione di scegliere tra essi quello cui fare riferimento.

L'evento di riferimento da selezionare tra i possibili si deve caratterizzare per un ragionevole valore della sua frequenza probabile.

Questo periodo è chiamato **Tempo di ritorno.**

Il tempo di ritorno T_r è definito come l'inverso della frequenza media probabile del verificarsi di un evento maggiore, ossia il periodo di tempo nel quale un certo evento è mediamente uguagliato o superato.

$$T_r = 1 / [1 - P(h \leq H)]$$

Volendo determinare le portate si deve fare prima una premessa sulla durata dei diversi eventi.

Gli eventi meteorici sono convenzionalmente suddivisi in:

eventi di breve durata, i cosiddetti scrosci; essi hanno una durata mediamente inferiore all'ora e sono caratterizzate da forte intensità e perciò sviluppano elevate portate alla sezione di chiusura del bacino idrografico;

eventi di lunga durata; essi hanno una durata superiore all'ora hanno minore intensità ma sviluppano elevati volumi alla sezione di chiusura del bacino idrografico;

Per definire le altezze di precipitazione corrispondenti a tali eventi pluviometrici vengono utilizzate le curve di possibilità pluviometrica (CPP), elaborate a partire dalle registrazioni di altezza di pioggia effettuate nelle stazioni pluviometriche.

Lo scopo dell'elaborazione statistica dei dati è la determinazione dei coefficienti **a** (mm/oreⁿ) e **n** che compaiono nelle equazioni di possibilità pluviometrica:

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

dove:

h = altezza di pioggia in mm

t = tempo in ore

Nelle applicazioni dell'ingegneria idraulica la stima delle portate di piena viene effettuata con metodologie diverse in relazione alla quantità e qualità dell'informazione idrologica disponibile.

Essa può essere condotta:

- con metodi diretti: elaborando dati di portata disponibili per il corso d'acqua che si esamina;
- con metodi indiretti: ricorrendo, per supplire alla insufficienza di dati di portata, a dati della stessa grandezza osservati su altri corsi d'acqua della medesima regione idrologica.

Nel caso che si conoscano le precipitazioni sul bacino, si possono utilizzare modelli matematici di trasformazione afflussi-deflussi il più semplice dei quali è la cosiddetta formula razionale; con l'applicazione di formule empiriche ricavate da vari autori in base all'informazione idrologica nota nei bacini.

Per l'area oggetto del presente studio (attualmente ad uso agricolo), si possono considerare i dati forniti dall'ufficio di telerilevamento e climatologia ARPAV – Centro meteorologico di Teolo per la Stazione di Grezzana.

I dati che sono stati inviati dall'ARPAV sono già stati elaborati attraverso la regolarizzazione statistico-probabilistica, e fanno riferimento alla distribuzione di Gumbel. Tale legge si basa sull'introduzione di un'ipotesi relativa al tipo di distribuzione dei più grandi valori estraibili da più serie costituite da osservazioni tra loro indipendenti.

La distribuzione cumulata di probabilità è descritta dalla seguente funzione:

$$F(x) = \exp(-\exp(-\frac{x-u}{\alpha}))$$

dove χ e u rappresentano rispettivamente i parametri di concentrazione e della tendenza centrale stimati con il metodo dei momenti:

$$\mu_x = mx = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N xi$$

$$\sigma_x = sx = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (xi - mx)^2}$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6} \cdot sx}{\pi}$$

misura della dispersione attorno al valore medio

$$u = mx - \lambda \cdot \alpha$$

moda

con $\lambda = 0,5772$ è la costante di Eulero.

Indicando con $F(x)$ la probabilità di non superamento del valore x , il tempo medio di ritorno è calcolato dalla relazione:

$$Tr = \frac{1}{(1 - F(x))}$$

dove T_r rappresenta quindi il numero medio di anni entro cui il valore x viene superato una sola volta.

Si riporta di seguito un grafico rappresentante le curve di possibilità pluviometrica relative alla stazione pluviometrica di Grezzana.

Come esplicitamente previsto dal D.G.R. n° 2948 del 06 dicembre 2009, nei successivi calcoli si fa riferimento ad un **tempo di ritorno di 50 anni**.

Nella seguente tabella sono riportate le precipitazioni massime al suolo per la suddetta curva di livello, per diverse durate di pioggia:

Sicurezza del Territorio			
Servizio Centro Meteorologico di Teolo			
Tempi di ritorno con metodo di Gumbel			
aggregazione 1 ora			
Stazione Grezzana			
Provincia VERONA			
Altitudine metri 156			
Coord X 1657307			
Coord Y 5041581			
Inizio attività sensore di pioggia 01/02/1992			
Fine attività sensore di pioggia ancora attivo			
Parametri Gumbel elaborati			Precipitazione in base ai tempi di ritorno
con aggregazione 1 ora			con aggregazione 1 ora
		Tempo di ritorno	mm
Numerosità (anni)	20		
Media	35,33	2 anni	33,6
Deviazione standard	12,19	5 anni	46,3
Alfa	0,0894	10 anni	54,7
Mu	29,48	20 anni	62,7
		25 anni	65,3
		50 anni	73,1
Tabelle realizzate il 17/04/2012 10:53 (solare)			

Il valore di precipitazione massima, utilizzato per le considerazioni tecniche è pari a **73,1 mm/h**, corrispondente alla precipitazione più critica, di durata un'ora, per un **tempo di ritorno di 50 anni**.

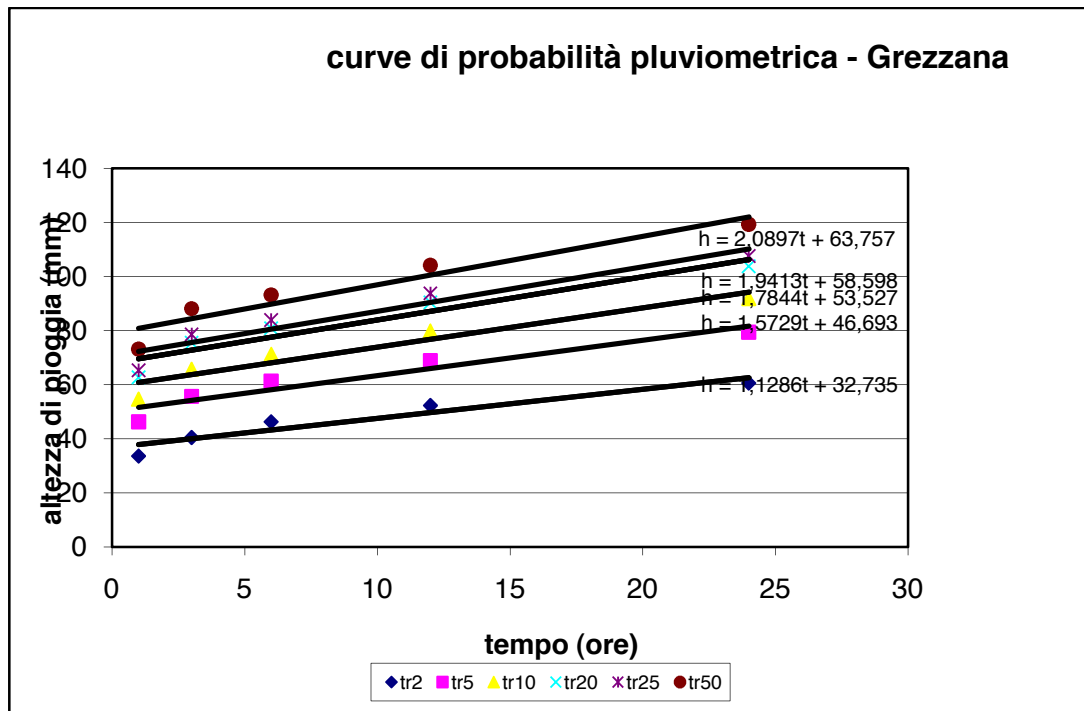
**Dipartimento Regionale per la
Sicurezza del Territorio
Servizio Centro Meteorologico di Teolo**

**Curve di possibilità pluviometrica con
aggregazione 1-24h**

Stazione **Grezzana**
Provincia **VERONA**
Altitudine metri **156**
Coord X **1657307**
Coord Y **5041581**
Inizio attività sensore di pioggia
01/02/1992
Fine attività sensore di pioggia **ancora attivo**

Parametri delle curve di possibilità pluviometriche con aggregazione 1-24h		
Tempo di ritorno	a	n
2 anni	32,64117	0,182105
5 anni	44,81605	0,161331
10 anni	52,8683	0,152578
20 anni	60,58854	0,146272
50 anni	70,57806	0,140079

Tabella realizzata il 17/04/2012 10:53
(solare)



4 - CALCOLO DELLE PORTATE

Fattore riduttivo

Il calcolo della portata affluente su un'area è legato alle precipitazioni meteoriche e deve tener conto di alcuni elementi intrinseci del luogo, denominati “**impermeabilità**”, “**ritardo**”, “**ritenuta**” e “**distribuzione della pioggia**”, che complessivamente contribuiscono a ridurre tale valore.

Secondo la D.G.R. n° 2948 del 06 dicembre 2009, il fattore riduttivo da utilizzare nei calcoli dei collettori pluviali è dato dal prodotto dei soli primi due coefficienti:

- coefficiente di **deflusso** ϕ_1 , che può essere determinato mediante apposite analisi (prove di permeabilità) oppure si possono utilizzare i seguenti valori forniti dalla normativa citata:

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, ...)

0,9 per le superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali,.....);

- coefficiente di **ritardo** ψ , funzione della pendenza media e dell'estensione del bacino di alimentazione, preso pari a 1,0.

Il fattore riduttivo ϕ risulta quindi pari a:

<u>zone agricole</u>	<u>zone verdi</u>
$\phi_1 \times \psi = 0,10 \times 1,0 = \mathbf{0,10}$	$\phi_1 \times \psi = 0,20 \times 1,0 = \mathbf{0,20}$
<u>zone semipermeabili</u>	<u>zone impermeabili</u>
$\phi_1 \times \psi = 0,60 \times 1,0 = \mathbf{0,60}$	$\phi_1 \times \psi = 0,90 \times 1,0 = \mathbf{0,90}$

4.1 - portate e volumi delle acque meteoriche

L'impermeabilizzazione delle superfici e la loro regolarizzazione contribuisce in modo determinante all'incremento del coefficiente di deflusso ed al conseguente aumento del coefficiente udometrico delle aree trasformate. Pertanto ogni progetto di trasformazione dell'uso del suolo che provochi una variazione di permeabilità superficiale deve prevedere misure compensative volte a mantenere costante il regime idraulico secondo il principio dell'invarianza idraulica, così come definito dalla D.G.R. n° 2948 del 06 dicembre 2009.

La quantità d'acqua meteorica in uscita da una determinata area, viene calcolata con la formula seguente:

$$Q = \varphi \cdot A \cdot h = \varphi \cdot A \cdot a \cdot t^n$$

Se A è in $[m^2]$ e h in $[m/ora]$ la portata Q in $[m^3/h]$

in cui, come in parte già visto, si ha:

φ	fattore riduttivo	<i>variabile</i>
h	intensità oraria	$0,0731 \text{ m/h} = 73,1 \text{ mm/h}$

A	superficie	variabile (m ²)
t	durata dell'evento piovoso	
a, n	coefficienti dell'equazione della curva di possibilità pluviometrica per il tempo di ritorno considerato	

Da un punto di vista idraulico, la situazione da verificare è quella che produce un aumento dell'impermeabilità delle superfici passando dalla attuale situazione a zona agricola con coefficiente di deflusso pari a 0,1 ad una zona parzialmente impermeabile in cui il coefficiente di deflusso delle aree impermeabili è pari a 0,9.

Stato attuale

Allo stato attuale la portata che affluisce sull'area in esame è data da:

$$Q = \varphi \cdot A \cdot h = \varphi \cdot A \cdot a \cdot t^n$$

Utilizzando Se A è in [m²] e h in [mm/ora] e dividendo per 3600 (secondi in un'ora) la portata Q è in l/s

$$Q = \frac{\varphi \cdot A \cdot h}{3600}$$

Per l'attuale destinazione d'uso i dati utilizzati sono:

φ	fattore riduttivo	0,1
h	intensità oraria	73,1 mm/h
A	superficie	variabile

che forniscono i seguenti valori di portata che allo stato attuale si disperde naturalmente nel suolo.

TIPO DI AREA	SUPERFICIE
PRIVATA	6.099 m ²
PUBBLICA	2.616 m ²
T O T A L E	8.715 m ²

AREE DA TRASFORMARE IN PRIVATE

VOLUMI E PORTATE D'ACQUA PER DIVERSE DURATE DI PRECIPITAZIONE						
RIFERITE ALLA STAZIONE DI GREZZANA E AD UN TEMPO DI RITORNO DI 50 ANNI						
SUPERFICI	mq	5 min.	10 min.	15 min.	30 min	45 min.
impermeabili	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
semipermeabili	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
permeabili	6163	11,03	17,81	22,80	33,34	40,98
VOLUME ACQUA TOTALE mc		11,03	17,81	22,80	33,34	40,98
PORTATA TOTALE mc/s		0,037	0,030	0,025	0,019	0,02
SUPERFICI	mq	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
impermeabili	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
semipermeabili	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
permeabili	6163	45,05	54,30	57,44	64,16	73,52
VOLUME ACQUA TOTALE mc		45,05	54,30	57,44	64,16	73,52
PORTATA TOTALE mc/s		0,0125	0,0050	0,0027	0,0015	0,0009

AREE DA TRASFORMARE IN PUBBLICHE

VOLUMI E PORTATE D'ACQUA PER DIVERSE DURATE DI PRECIPITAZIONE						
RIFERITE ALLA STAZIONE DI GREZZANA E AD UN TEMPO DI RITORNO DI 50 ANNI						
SUPERFICI	mq	5 min.	10 min.	15 min.	30 min	45 min.
impermeabili	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
semipermeabili	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
permeabili	2552	4,57	7,38	9,44	13,81	16,97
VOLUME ACQUA TOTALE mc		4,57	7,38	9,44	13,81	16,97
PORTATA TOTALE mc/s		0,015	0,012	0,010	0,008	0,01
SUPERFICI	mq	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
impermeabili	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
semipermeabili	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
permeabili	2552	18,66	22,48	23,78	26,57	30,45
VOLUME ACQUA TOTALE mc		18,66	22,48	23,78	26,57	30,45
PORTATA TOTALE mc/s		0,0052	0,0021	0,0011	0,0006	0,0004

(per le aree si è utilizzato un coefficiente di deflusso di 0,1 essendo ad uso agricolo)

stato di progetto

Dalle tabelle seguenti, fornita dal progettista, risulta evidente che l'aumento di impermeabilità è generato dalla futura realizzazione degli edifici.

QUINTO SUPERFICIE TERRITORIALE: 8.715 MQ**PARTI PRIVATE:**

LOTTI / U.M.I.	SF Superficie Fondiaria	SUPERFICIE RAMPA	SUPERFICIE COPERTA	SUPERFICIE IMPERMEABILE	SUPERFICIE PERMEABILE
1	1.110 mq	100 mq	327 mq	683 mq	427 mq
2	1.375 mq	100 mq	528 mq	747 mq	628 mq
3	866 mq	100 mq	281 mq	485 mq	381 mq
4	1.092 mq	200 mq	410 mq	482 mq	610 mq
5	1.720mq	210 mq	423mq	1087 mq	633 mq
TOTALE	6.163	710	1.969 mq	3.484 mq	2.679 mq

PARTI PUBBLICHE:

Verde pubblico= 1.4509 mq+204mq= 1.713 mq (permeabile)

Parcheggio= 146 mq (semipermeabile)

Strada=370 mq

Marciapiede=243 mq

Pista ciclabile=80

SUPERFICIE PERMEABILE= 1713 mq

SUPERFICIE IMPERMEABILE= 839 mq

SUPERFICIE SEMIMPERMEABILE= 0 mq

Per la trasformazione urbanistica in progetto, utilizzando la formula prima riportata si ha la seguente situazione (per le aree verdi si è utilizzato un coefficiente di deflusso di 0,2):

LOTTE PRIVATI

VOLUMI E PORTATE D'ACQUA PER DIVERSE DURATE DI PRECIPITAZIONE						
RIFERITE ALLA STAZIONE DI GREZZANA E AD UN TEMPO DI RITORNO DI 50 ANNI						
SUPERFICI	mq	5 min.	10 min.	15 min.	30 min	45 min.
impermeabili	3484	56,13	90,62	116,02	169,64	208,52
semipermeabili	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
permeabili	2679	9,59	15,48	19,82	28,99	47,20
VOLUME ACQUA TOTALE mc		65,72	106,10	135,84	198,62	255,72
PORTATA TOTALE mc/s		0,219	0,177	0,151	0,110	0,09
SUPERFICI	mq	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
impermeabili	3484	229,21	276,25	292,24	326,42	374,08
semipermeabili	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
permeabili	2679	39,17	47,20	49,94	55,78	63,92
VOLUME ACQUA TOTALE mc		268,38	323,45	342,17	382,19	438,00
PORTATA TOTALE mc/s		0,0745	0,0299	0,0158	0,0088	0,0051

AREE PUBBLICHE

VOLUMI E PORTATE D'ACQUA PER DIVERSE DURATE DI PRECIPITAZIONE						
RIFERITE ALLA STAZIONE DI GREZZANA E AD UN TEMPO DI RITORNO DI 50 ANNI						
SUPERFICI	mq	5 min.	10 min.	15 min.	30 min	45 min.
impermeabili	839	13,52	21,82	27,94	40,85	50,21
semipermeabili	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
permeabili	1713	6,13	9,90	12,68	18,53	30,18
VOLUME ACQUA TOTALE mc		19,65	31,72	40,61	59,39	80,40
PORTATA TOTALE mc/s		0,065	0,053	0,045	0,033	0,03
SUPERFICI	mq	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
impermeabili	839	55,20	66,52	70,38	78,61	90,08
semipermeabili	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
permeabili	1713	25,04	30,18	31,93	35,66	40,87
VOLUME ACQUA TOTALE mc		80,24	96,71	102,31	114,27	130,96
PORTATA TOTALE mc/s		0,0223	0,0090	0,0047	0,0026	0,0015

La portata oraria delle acque meteoriche che dovrà essere gestita è quindi pari a:

$$Q_{\text{da gestire}} = Q_{\text{progetto}} - Q_{\text{attuale}}$$

Le tabelle riportate in precedenza consentono di ricavare il valore delle portate di acqua e del relativo volume per un tempo di ritorno di 50 anni e per la durata della precipitazione critica che

generalmente viene assunto pari ad 1 ora.

Tale volume d'acqua, ai sensi della D.G.R. n° 2948 del 06 dicembre 2009 potrebbe essere per il 50 % invasato e per il restante 50 % smaltito nel suolo mediante pozzi perdenti.

Questa procedura è condizionata dalla presenza nel sottosuolo di terreni con coefficiente di permeabilità maggiore di 10^{-3} m/s e con di frazione fine inferiore al 5%. Questa condizione, con riferimento alle profondità esplorate con la indagine geologica certamente ricorre nel primo strato ghiaioso incontrato. Esso però è piuttosto sottile e posto al livello dei piani interrati dei futuri edifici e confinato tra livelli poco permeabili. Non è pertanto consigliabile utilizzarlo come corpo recettore delle dispersioni di acque meteoriche e conviene invece utilizzare l'analogo livello più profondo oltre i 4 metri di profondità (zona scavo 1).

Si riporta comunque a seguire quanto indicato dalla normativa di riferimento.

L'impermeabilizzazione delle superfici e la loro regolarizzazione contribuisce in modo determinante all'incremento del coefficiente di deflusso ed al conseguente aumento del coefficiente udometrico delle aree trasformate. Pertanto ogni progetto di trasformazione dell'uso del suolo che provochi una variazione di permeabilità superficiale deve prevedere misure compensative volte a mantenere costante il regime idraulico secondo il principio dell'invarianza idraulica, così come definito dalla D.G.R.V. n° 2948 del 6 Ottobre 2009.

Il citato D.G.R.V. n° 2948 del 6 Ottobre 2009 , nell'allegato A al capoverso "indicazioni operative" riporta testualmente: "...*omissis*... Per quanto riguarda il principio dell'invarianza idraulica in linea generale le misure compensative sono da individuare nella predisposizione di volumi di invaso che consentano la laminazione delle piene...*omissis*...Il 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,...)...*omissis*...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

uscite dall'area trasformata sia in ogni condizione di pioggia la medesima che si osservava prima della trasformazione...*omissis*... Appare opportuno inoltre introdurre una classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici. Tale classificazione consente di definire soglie dimensionali in base alle quali si applicano considerazioni differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento. La classificazione è riportata nella seguente tabella:

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 $Imp > 0,3$

La normativa indica poi criteri di dimensionamento delle luci di scarico, che riguardano il caso di immissione in corpi idrici superficiali, che in questo caso non appare possibile o comunque sarebbe oltremodo difficoltosa. La normativa contempla anche il seguente caso, che solo in parte può considerarsi ricorrente nel sito di progetto:

Qualora le condizioni del suolo lo consentano e nel caso in cui non sia prevista una canalizzazione e/o scarico delle acque verso un corpo recettore, ma i deflussi vengano dispersi sul 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.

Questa ultima laminazione delle portate in eccesso certamente avviene per assorbimento del terreno, ma in misura modesta per la bassa permeabilità. Tale assorbimento è sufficiente nella attuale situazione ad evitare allagamenti anche della zona da trasformare che è priva di sfoghi verso aree viciniori ma probabilmente sarebbe insufficiente a trasformazione avvenuta.

4.2 - opere di compensazione

I progettisti sono orientati a realizzare un'area verde ribassata nella zona dello scavo n. 1. Si consiglia di realizzare nell'area verde uno o due pozzi di dispersione che devono raggiungere la ghiaia posta a partire da circa 4,5 metri di profondità e che certamente assicura permeabilità superiori a 10^{-3} m/s. La situazione è la seguente:

AFFLUSSO METEORICO TOTALE (durata 1 ora con $T_r=50$ anni - 73.1 mm di pioggia) = 349 m^3

volume da invasare = $349:2= 174.5 \text{ m}^3$

volumi di invaso: area verde ribassata con volume invasabile di **800 metri cubi** con due pozzi perdenti del diametro di almeno 1 metro e profondi almeno 6 metri.

Tale soluzione garantisce un volume di invaso pari a oltre il doppio dell'afflusso meteorico totale. Con la permeabilità rilevabile dalla curva granulometrica riportata in precedenza i due pozzi perdenti sono in grado di smaltire una portata quasi pari a quella di afflusso critico per un evento di durata di un'ora e tempo di ritorno di 50 anni. L'area verde quindi non si allagherà o si allagherà per un tempo breve dell'ordine di 2-3 ore. In base all'esperienza infatti un pozzo di 1 metro di diametro spinto per almeno 2 metri nella ghiaia del sottosuolo e profondo quindi circa 6-7 m, può disperdere almeno 20 l/s, che per due pozzi diventano 40, mentre la portata massima di afflusso per la durata di 5' è di 284 l/s e per la durata di un'ora è di 96.8 l/s.

Si rammenta infine che le opere di dispersione (pozzi perdenti) sono soggetti a progressivo intasamento in relazione a presenza di sospensioni nelle acque (terra, foglie, rifiuti ecc.) e che pertanto richiedono periodica manutenzione e pulizia per mantenere l'efficienza iniziale o il completo rifacimento quando non più ben efficienti.

ALLEGATO 1: LAY-OUT DEL P.U.A. CON UBICAZIONE DEGLI SCAVI DI SAGGIO



DATI PLUVIOMETRICI

DATI PLUVIOMETRICI forniti dall'ufficio di telerilevamento e climatologia c/o A.R.P.A.V.

- Centro Meteorologico di Teolo (PD) –

**Dipartimento Regionale per la
Sicurezza del Territorio
Servizio Centro Meteorologico di Teolo**

Tabella dei valori di pioggia estremi

Stazione **Grezzana**
Provincia **VERONA**
Altitudine metri **156**
Coord X **1657307**
Coord Y **5041581**
Inizio attività sensore di pioggia
01/02/1992
Fine attività sensore di pioggia **ancora attivo**

Anno	Pioggia in mm									
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	30 minuti	45 minuti	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1992	8,8	14,2	18,8	24	24,4	24,4	32,2	39	48,8	48,8
1993	6,6	12,4	16,6	23,8	32,8	35,4	36,6	36,8	44,6	58,8
1994	10,6	18,4	21,6	22,4	22,6	23,8	31,6	42,8	55	73,2
1995	8	13,2	16,4	28,4	33,8	36,2	37,2	44,8	51,6	77
1996	10,8	14,8	17,8	27	30	35,6	46,4	47,2	57	77,6
1997	7,2	13,8	17,4	24,6	28	30,2	32,4	38,6	38,6	51
1998	10,2	16,4	19,6	21,6	23,4	25,4	31,4	43,8	43,8	47

1999	9,6	17,4	22,8	29,4	34,2	34,4	36	48,4	78,8	83,8
2000	12	20,4	25,2	37,4	38,8	44,6	56	56	56,2	57,6
2001	8,2	14,8	16,8	18	19,8	22,6	34,2	38	43,8	60,4
2002	8,8	13,8	17,8	21,6	28	32,8	47,8	53,6	53,6	57
2003	10,2	18,8	20	22	23,4	24,4	26,8	41,6	42	42,8
2004	8,2	16	18,4	21,4	23,4	24,4	28,4	29	38,6	51,8
2005	12,8	24,8	33,2	44,8	48,6	49,2	50	50	50	51,8
2006	14,8	22,8	29,8	30,4	30,8	31	39,8	51,4	66,2	71,2
2007	14	23,8	26,2	29,4	32,4	36,6	44	45,6	51,4	63,6
2008	10,6	13,6	16,2	26,8	39,8	50	51,4	51,4	51,4	51,4
2009	13,4	19,8	25	27,6	31,4	32	33	37,6	38,4	38,4
2010	14,2	20,8	28,8	52,2	68	74	80,4	88,4	98,4	112
2011	9,6	16,4	21,8	32,4	38,2	39,6	76	83,6	83,6	89,6

Parametri Gumbel elaborati

Parametro	5 minuti	10 minuti	15 minuti	30 minuti	45 minuti	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
NUMERO	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
MEDIA	10,43	17,32	21,51	28,26	32,59	35,33	42,58	48,38	54,59	63,24
DEVSTANDARD	2,42	3,73	5,01	8,35	10,94	12,19	14,67	14,48	15,96	18,08
ALFA	0,4513	0,2921	0,2178	0,1306	0,0997	0,0894	0,0743	0,0753	0,0683	0,0603
MU	9,27	15,53	19,11	24,25	27,34	29,48	35,54	41,43	46,93	54,56

Tabelle realizzate il 17/04/2012 11:46:49

- Dati forniti dall'ufficio di telerilevamento e climatologia c/o A.R.P.A.V.

- Centro Meteorologico di Teolo (PD) -