

OGGETTO: Piano Urbanistico Attuativo denominato "Laiti e Altri" - Scheda Norma n°123

DESTINAZIONE: Piano Urbanistico Attuativo

PROPRIETARI: **Laiti** Angiolino, Antonio, Giorgio, Giovanni Angelo, Maria, Mirella e Silvio; **Marchesini** Giorgio, Marina e Fabio; **Ceschi** Renato, Renzo e Vinicio, **Zendrini** Noemi.

COMUNE: Verona

LOCALITA' : Parona - Via Riolfi, Via del Monastero

I PROPRIETARI

F.to Laiti Angiolino
F.to Laiti Antonio
F.to Laiti Giorgio
F.to Laiti Giovanni Angelo
F.to Laiti Maria
F.to Laiti Mirella
F.to Laiti Silvio

F.to Marchesini Giorgio
F.to Marchesini Marina
F.to Marchesini Fabio

F.to Ceschi Renato
F.to Ceschi Renzo
F.to Ceschi Vinicio
F.to Zendrini Noemi

INQUADRAMENTO



Tav. 6.b

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

DATA: 18.07.2016

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

Elaborati grafici adeguati alla comunicazione in esito alla prima seduta della conferenza di servizi tenutasi in data 14 Giugno 2016

IL PROGETTISTA

SPAZIO RISERVATO AL COMUNE

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

contatti di riferimento:
marco.rodella@archiworldpec.it

NOME FILE: PUA Parona_23.05.2016_CF_061

TECNICO CAD: Arch.I Pellegrino Fabrizio

Comune di VERONA

Provincia di Verona

LAITI e altri

V

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO LAITI E ALTRI - PARONA

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

D.G.R.V. 2948/2009

Verona, gennaio 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	7
2.3 - indagini geognostiche	8
3 - CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE	13
3.1 - precipitazioni	13
4 - CALCOLO DELLE PORTATE	21
4.1 - portate e volumi delle acque meteoriche	22
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 Laiti ed altri intendono realizzare un piano urbanistico attuativo a Parona, 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 Sezano alla quota di circa 118 m s.l.m.

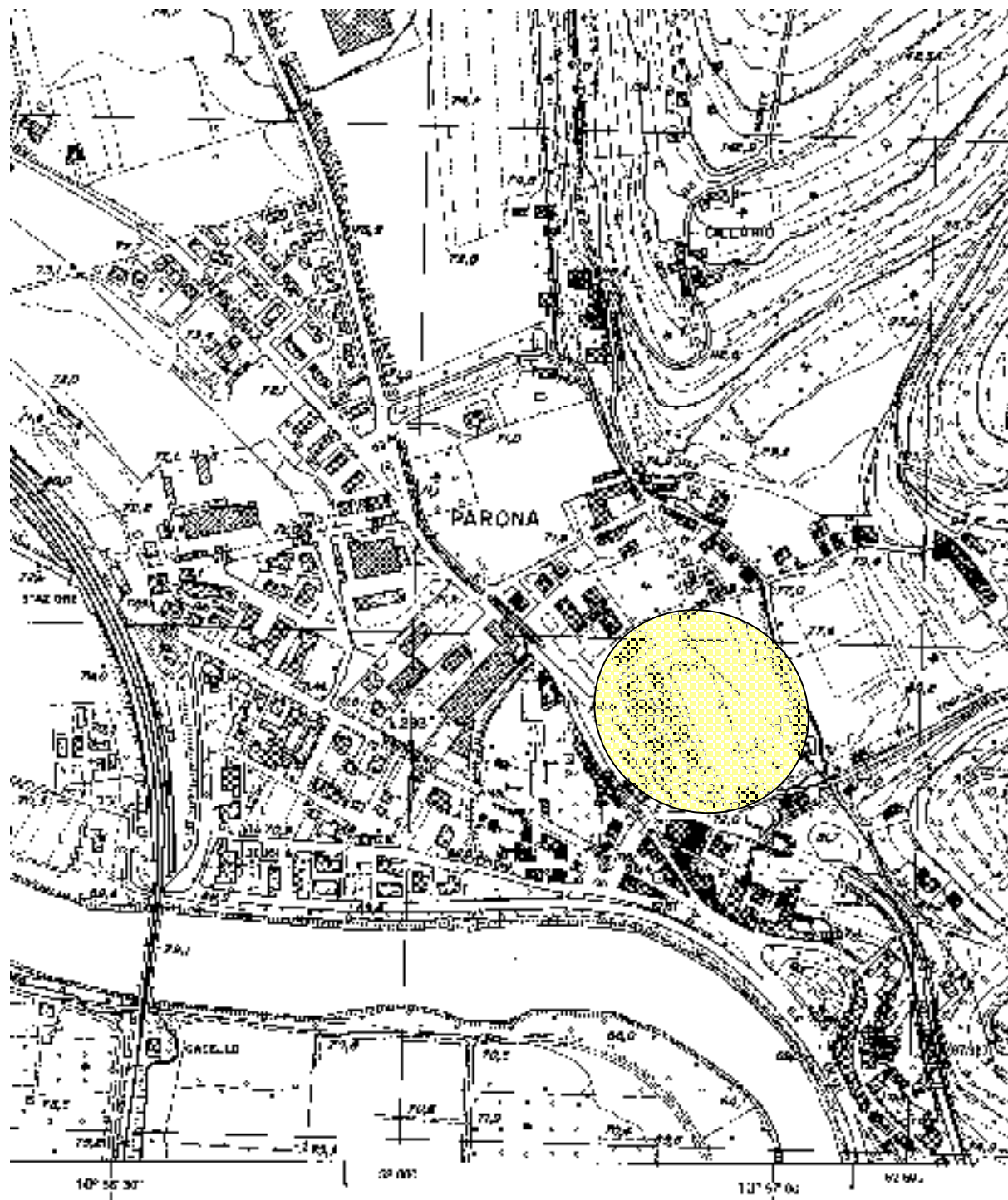


Fig. 2: zona di studio (stralcio C.T.R. scala 1:5.000)

1.2 - descrizione dell'intervento

L'intervento investe una superficie complessiva di 12.039 metri quadrati di cui 7.175 per i lotti edificabili e 4.864 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 al piede delle propaggini collinari lessinee e non lontana dal fiume Adige che scorre circa 150 m a sud del sito. La quota è di circa 70 m s.l.m..

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 eventi 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 formato da sedimenti di chiara origine atesina, sovrastati però da una coltre di argille con detriti, di colore marrone la cui origine potrebbe derivare da apporti dalle colline o da riporti. Informazioni assunte nel sito hanno indicato infatti che in passato nella zona si estraeva l'argilla e che il sito è stato successivamente ricomposto. Ai fini di questa indagine non è molto rilevante accertare se tale notizia corrisponda al vero in quanto il materiale che potrebbe essere di riporto è

ben consolidato e presenta condizioni geotecniche del tutto simili ad analoghi depositi di origine naturale.

I sedimenti atesini incontrati sono stati rinvenuti in tutti gli scavi eseguiti, ma con caratteristiche e spessori assai diversi. Infatti nella zona sud-orientale dell'area lo scavo n. 1 ha rilevato 3 metri di argilla marrone con qualche ciottolo calcareo sovrastante il sedimento atesino (limo di colore nocciola chiaro debolmente argilloso con residui organici) attraversato per soli 30 cm; lo scavo n. 2 nella parte centrale dell'area ha rilevato 2 metri di argilla marrone con qualche ciottolo spigoloso calcareo cui seguiva 1 metro di limo nocciola chiaro come nello scavo 1 poi argilla azzurra con torba con spessore di 0,5 m e infine limo grigio molto molle; lo scavo n. 3 nella parte settentrionale dell'area ha rilevato 2 metri di argilla marrone con qualche ciottolo, 1,5 metri di limo o limo sabbioso nocciola e poi fino a 4 metri ghiaia e sabbia atesina ad elementi poligenici arrotondati. Lo scavo n. 4, eseguito successivamente ha rilevato un primo strato di argilla marrone fino a 1,6 metri di profondità, un livello di 20 cm di macerie edili di riporto indi fino a 4,5 metri di profondità limo nocciola atesino e poi fino a 6,32 metri ghiaia e sabbia atesina ben addensata. Per una più chiara comprensione è bene esaminare le stratigrafie riportate a seguire e la ubicazione degli scavi nell'allegato n. 1.

Poichè l'area si trova in vicinanza del piede collinare la profondità del substrato roccioso non può essere elevata.

.



Fig. 3: carta Geologica (De Zanche ed altri, 1977). In celeste e verde acqua le alluvioni dei fondovalle (4), giallo = depositi colluviali delle vallette laterali (5), in verde le Marne di Priabona (9), in marron i calcari nummulitici eocenici (10) tratteggio rosso in fondo giallo = depositi di argille residuali nelle depressioni carsiche (3), linee rosse = faglie.

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

Nella zona di interesse non ci sono corsi d'acqua ma essi sono presenti nel centro abitato di Parona, poco a sud del sito (Vajo del Ghetto) e a sud del paese (fiume Adige). In entrambi i casi essi non hanno influenza sull'area edificabile come testimonia anche la documentazione del Piano di Assetto Idrogeologico dell'Adige che non segnala nel sito alcuna condizione di pericolo idraulico.

La falda acquifera si trova a circa 20 metri di profondità e non comporta quindi interferenze con le opere in progetto. Tuttavia nello scavo n. 2 (centro dell'area) si sono rinvenuti terreni molli e saturi d'acqua anche a profondità molto contenuta e non è possibile escludere la locale presenza di acqua subsuperficiale.

La pendenza del sito è verso sud ovest ma la edificazione eseguita su tale lato a quota leggermente più elevata fa in modo che la maggior parte dell'area da lottizzare sia una depressione chiusa con quota più bassa di quella dei terreni circostanti, condizione di cui si deve tenere conto nella gestione delle acque meteoriche, a meno che non si scelga di sopraelevare almeno fino alla quota delle costruzioni a sud ovest, scelta caldamente consigliata.

Nella zona il corpo recettore principale è il suolo, per le aree verdi da trasformare, in quanto la zona è depressa rispetto a tutte le aree circostanti. Nella zona non sono segnalati dagli strumenti di pianificazione (P.A.I., P.A.T., Piano Degli Interventi) situazioni di rischio idraulico.

Le acque cadenti sull'area non hanno attualmente alcuno sfogo se non per assorbimento da parte del suolo. Tuttavia nel sottosuolo è stata accertata la presenza di ghiaia e sabbia atesine con scarsa matrice fine di permeabilità molto elevata.

3.1 – indagini geognostiche

Con le risorse messe a disposizione è stato possibile eseguire 4 scavi di assaggio, spinti fino alla profondità massima di circa 4,5 metri. L'indagine svolta è sufficiente per quanto attiene le opere di urbanizzazione ma va considerata carente per definire le problematiche relative alla dispersione nel terreno delle acque pluviali. Sarebbe infatti necessario accertare lo spessore e la diffusione areale del livello di ghiaia individuato in alcuni degli scavi di saggio.

Le ubicazioni dei punti di scavo sono riportate nell'allegato n. 1.

Scavo 1: (lotto n. 2)

profondità m	litologia
0 - 3,0	Argilla marrone compatta con qualche ciottolo (origine lessinea)
3,0 – 3,3	Limo e limo argilloso nocciola chiaro (fluviale) con frustoli carboniosi



Fig. 4: lo scavo n. 1 e il terreno di risulta

scavo 2: (lotto n. 1)

profondità m	litologia
0 – 2,0	Argilla marrone di origine lessinica
2,0-3,0	Limo e limo argilloso nocciola chiaro (fluviale) con sabbia e argilla e frustoli carboniosi con resti di molluschi paludinidi
3,0 - 3,5	Argilla azzurra con livelli torbosi neri e resti di molluschi paludinidi
3,5 - 4,5	Limo grigio poco coesivo molto molle e saturo



Fig. 5: lo scavo n. 2 e il terreno di risulta

scavo 3: (lotto n. 6)

profondità m	litologia
0 – 2,0	Argilla marrone di origine lessinea
2,0 - 3,5	Limo e limo sabbioso nocciola chiaro
3,5 - 4,0	Ghiaia e sabbia atesina ad elementi arrotondati poligenici



Fig. 6: lo scavo n. 3

scavo 4: (lotto n. 2-3)

profondità m	litologia
0 – 1,6	Argilla marrone di origine lessinea
1,6-1,8	Macerie edili di riporto (cemento e mattoni)
1,8 - 4,5	Limo e limo sabbioso nocciola chiaro
4,5 - 5,0	Ghiaia e sabbia atesina ad elementi arrotondati poligenici ricca di matrice fine
5,0 - 6,2	Ghiaia e sabbia atesina ad elementi arrotondati poligenici povera di matrice fine



Fig. 7: lo scavo n. 3 con la ghiaia del fondo



Fig. 8: sedimenti limosi fluviali con frustoli organici (a sinistra-fondo scavo n. 1) e mollusco paludine nell'argilla limosa azzurra fluviale (a destra, fondo scavo n. 2)

Verona 29 gennaio 2014

Campione proveniente da lottizzazione Laiti - Parona

ANALISI GRANULOMETRICA E CALCOLO DEL COEFF. DI PERMEABILITA'

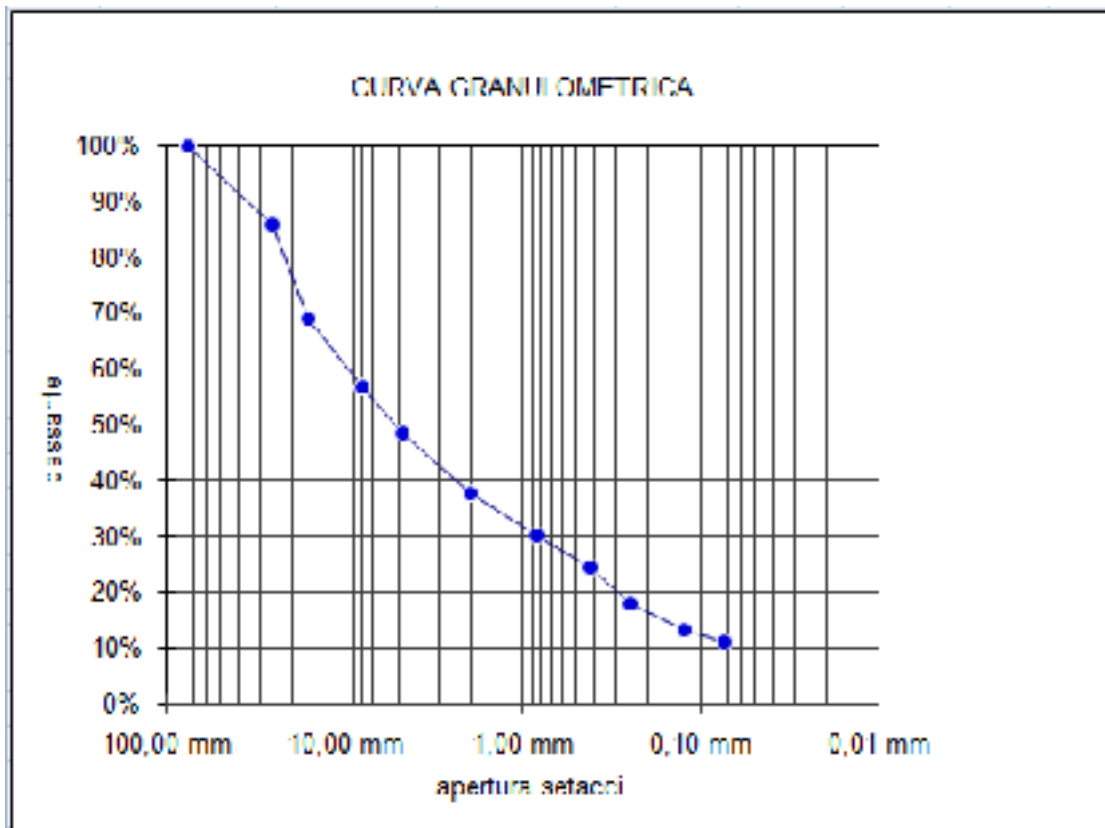
Campione: S1-2		Profondità: m 2,6-3,6			WL= 0	IP= 0
vaglio	peso netto	trattenuto	passante	D60	D20	D10
mm	g	%	%	mm	mm	mm
76,200	0,00	0,00%	100,00%			
25,400	127,59	0,00%	85,76%			
16,000	149,72	0,00%	69,06%			
8,000	112,49	12,55%	56,51%			
4,750	73,57	8,21%	48,30%			
2,000	94,41	10,53%	37,77%			
0,850	69,18	7,72%	30,05%			
0,425	53,27	5,94%	24,11%			
0,250	56,45	6,30%	17,81%			
0,125	42,15	4,70%	13,11%			
0,075	19,12	2,13%	10,97%			
<0,075	98,35	10,97%				
totale	896,30	100,00%		9,701	0,301	0,059
CU =	163	COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA % ghiaia = 62,23 % % sabbia = 26,80 % % limo e arg. = 10,97%				
K1 cm/s =	0,004					
K2 cm/s =	0,0220					
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)



3 - CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE

Il parametro meteorologico 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 educazione 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.

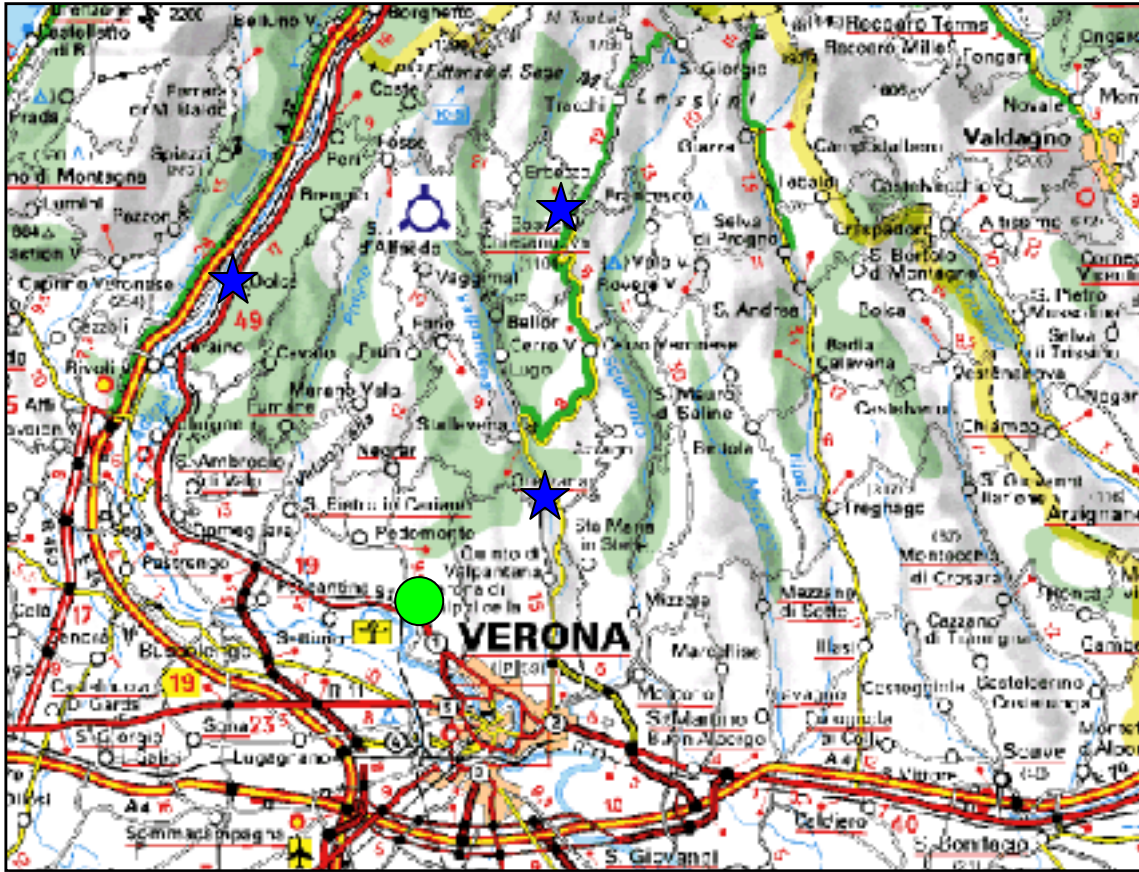


Figura 3: Stazione meteo di riferimento e zona in esame.

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	12,10	5 anni	45,3
Alfa	0,0094	10 anni	54,7
Mu	29,43	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**.

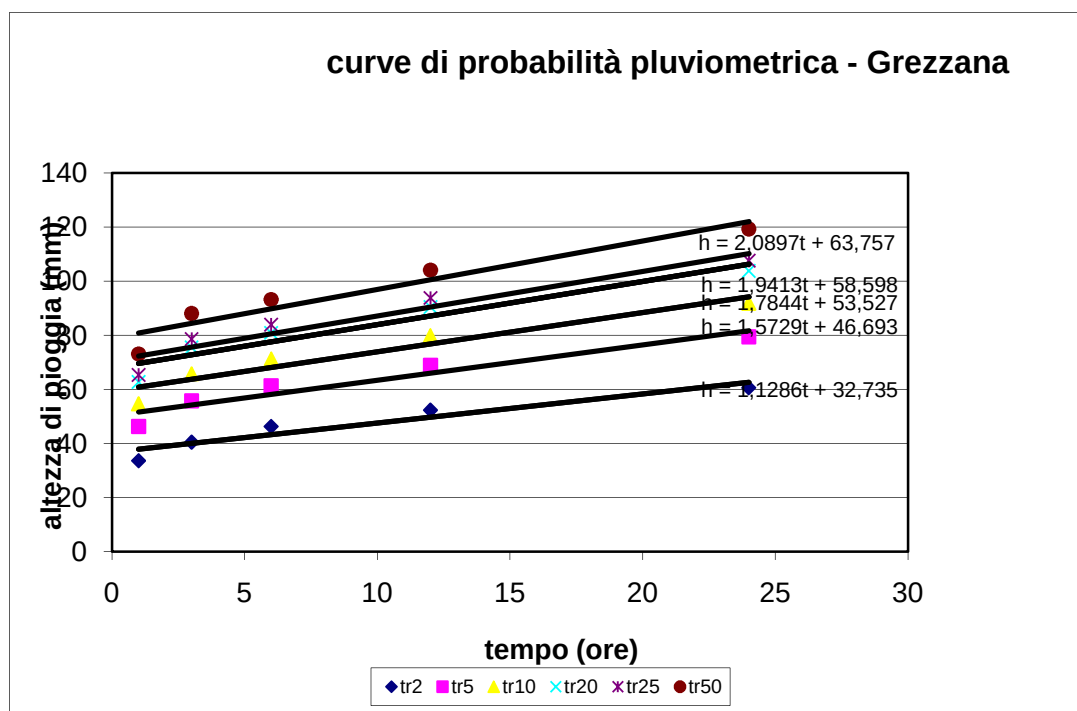
**Dipartimento Regionale per la
Sicurezza del Territorio
Servizio Centro Meteorologico di Teolo**

**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 [m²] e h in [m/ora] la portata Q in [m³/h]

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

φ	fattore riduttivo	<i>variabile</i>
h	intensità oraria	0,0731 m/h = 73,1 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	7.175 m ²
PUBBLICA	4.864 m ²
T O T A L E	12.039 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	7175	12,84	20,74	26,55	38,82	47,71
VOLUME ACQUA TOTALE mc		12,84	20,74	26,55	38,82	47,71
PORTATA TOTALE mc/s		0,043	0,035	0,029	0,022	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	7175	52,45	63,21	66,87	74,69	85,60
VOLUME ACQUA TOTALE mc		52,45	63,21	66,87	74,69	85,60
PORTATA TOTALE mc/s		0,0146	0,0059	0,0031	0,0017	0,0010

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	4864	8,71	14,06	18,00	26,31	32,35
VOLUME ACQUA TOTALE mc		8,71	14,06	18,00	26,31	32,35
PORTATA TOTALE mc/s		0,029	0,023	0,020	0,015	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	4864	35,56	42,85	45,33	50,63	58,03
VOLUME ACQUA TOTALE mc		35,56	42,85	45,33	50,63	58,03
PORTATA TOTALE mc/s		0,0099	0,0040	0,0021	0,0012	0,0007

(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.

PARONA SUPERFICIE TERRITORIALE= 12.039 mq**PARTI PRIVATE:**

LOTTI / U.M.I.	SF Superficie Fondiaria	SUPERFICIE COPERTA	SUPERFICI E RAMPE	SUPERFICIE IMPERMEABILE	SUPERFICIE PERMEABILE
1	1.421 mq	718mq	75mq	793 mq	628 mq
2	1.038mq	489mq	90mq	579 mq	459 mq
3	697mq	267mq	45mq	312 mq	385 mq
4	729 mq	276mq	45mq	321 mq	408 mq
5	777 mq	299mq	45mq	344 mq	433 mq
6	1.304 mq	642mq	45mq	687 mq	617 mq
7	942 mq	383mq	45 mq	428 mq	514 mq
TOTALE	6.908	3.074mq	390 mq	3.464 mq	3.444mq

STRADA DI ACCESSO PRIVATA= 147mq

PERCORSO PEDONALE PRIVATO= 75mq

CANALETTA ACQUE= 45mq

SUPERFICI PRIVATE PERMEABILI= 3.489 mq

SUPERFICI PRIVATE IMPERMEABILI= 3.686 mq

PARTI PUBBLICHE:

Verde Pubblico= 2.431mq

Parcheggio= 423 mq

Strade= 1.265 mq

Marciapiedi= 745

SUPERFICI PUBBLICHE PERMEABILI= 2.431mq

SUPERFICI PUBBLICHE IMPERMEABILI= 2.221 mq

SUPERFICI PUBBLICHE SEMIMPERMEABILI= 212 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):

LOTTI 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	3686	59,38	95,87	122,74	179,47	220,61
semipermeabili	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
permeabili	3489	12,49	20,17	25,82	37,75	61,48
VOLUME ACQUA TOTALE mc		71,87	116,04	148,56	217,22	282,08
PORTATA TOTALE mc/s		0,240	0,193	0,165	0,121	0,10
SUPERFICI	mq	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
impermeabili	3686	242,50	292,26	309,18	345,34	395,77
semipermeabili	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
permeabili	3489	51,01	61,48	65,03	72,64	83,25
VOLUME ACQUA TOTALE mc		293,51	353,74	374,22	417,98	479,01
PORTATA TOTALE mc/s		0,0815	0,0328	0,0173	0,0097	0,0055

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	2221	35,78	57,77	73,96	108,14	132,93
semipermeabili	212	2,28	3,68	4,71	6,88	9,30
permeabili	2431	8,70	14,05	17,99	26,30	42,83
VOLUME ACQUA TOTALE mc		46,76	75,50	96,66	141,33	185,06
PORTATA TOTALE mc/s		0,156	0,126	0,107	0,079	0,07
SUPERFICI	mq	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
impermeabili	2221	146,12	176,10	186,30	208,09	238,47
semipermeabili	212	9,30	11,21	11,86	13,24	15,17
permeabili	2431	35,54	42,83	45,31	50,61	58,00
VOLUME ACQUA TOTALE mc		190,96	230,14	243,47	271,94	311,65
PORTATA TOTALE mc/s		0,0530	0,0213	0,0113	0,0063	0,0036

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 svolta, è stata rilevata negli scavi n. 3 e n. 4 ma probabilmente si trova in quasi tutta l'area di lottizzazione.

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 uscente 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 potenziale	impermeabilizzazione	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta potenziale	impermeabilizzazione	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa potenziale	impermeabilizzazione	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$
Marcata potenziale	impermeabilizzazione	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 della zona da trasformare che risulta depressa e senza sfoghi verso aree viciniori ma probabilmente sarebbe insufficiente a trasformazione avvenuta.

4.2 - opere di compensazione

La presenza di ghiaia molto permeabile nel sottosuolo consente in questa zona di realizzare opere di compensazione per l'invarianza idraulica indipendenti in ciascuno dei lotti previsti e opere analoghe a servizio delle aree pubbliche.

Tali opere possono consistere in pozzi di dispersione il cui volume sia pari al 50 % almeno del volume di invaso, considerando eventualmente anche quello delle tubazioni afferenti e la porosità dei vespai. Non è previsto nè risulta possibile prevedere scarichi in corpi idrici superficiali.

Le opere previste sono le seguenti:

AREE PUBBLICHE

AFFLUSSO METEORICO TOTALE (durata 1 ora con $Tr=50$ anni - 73.1 mm di pioggia) = 191 m^3

volume da invasare = $191:2 = 95,5 \text{ m}^3$

volumi di invaso: 3 pozzi perdenti diametro 1,5 m e prof. 6 m

$$\text{Volume} = 3 \times 1^2 \times 3,14 \times 6 = 56,5 \text{ m}^3$$

pietrisco arido con porosità 30% intorno a ciascun pozzo in scavo di m 3x3 prof. 6 m

$$\text{Volume} = [(3 \times 3 \times 6) \times 0,3] = 31,6 \text{ m}^3$$

VOLUME DI INVASO TOTALE = $56,5 + 31,6 = 88 \text{ m}^3$

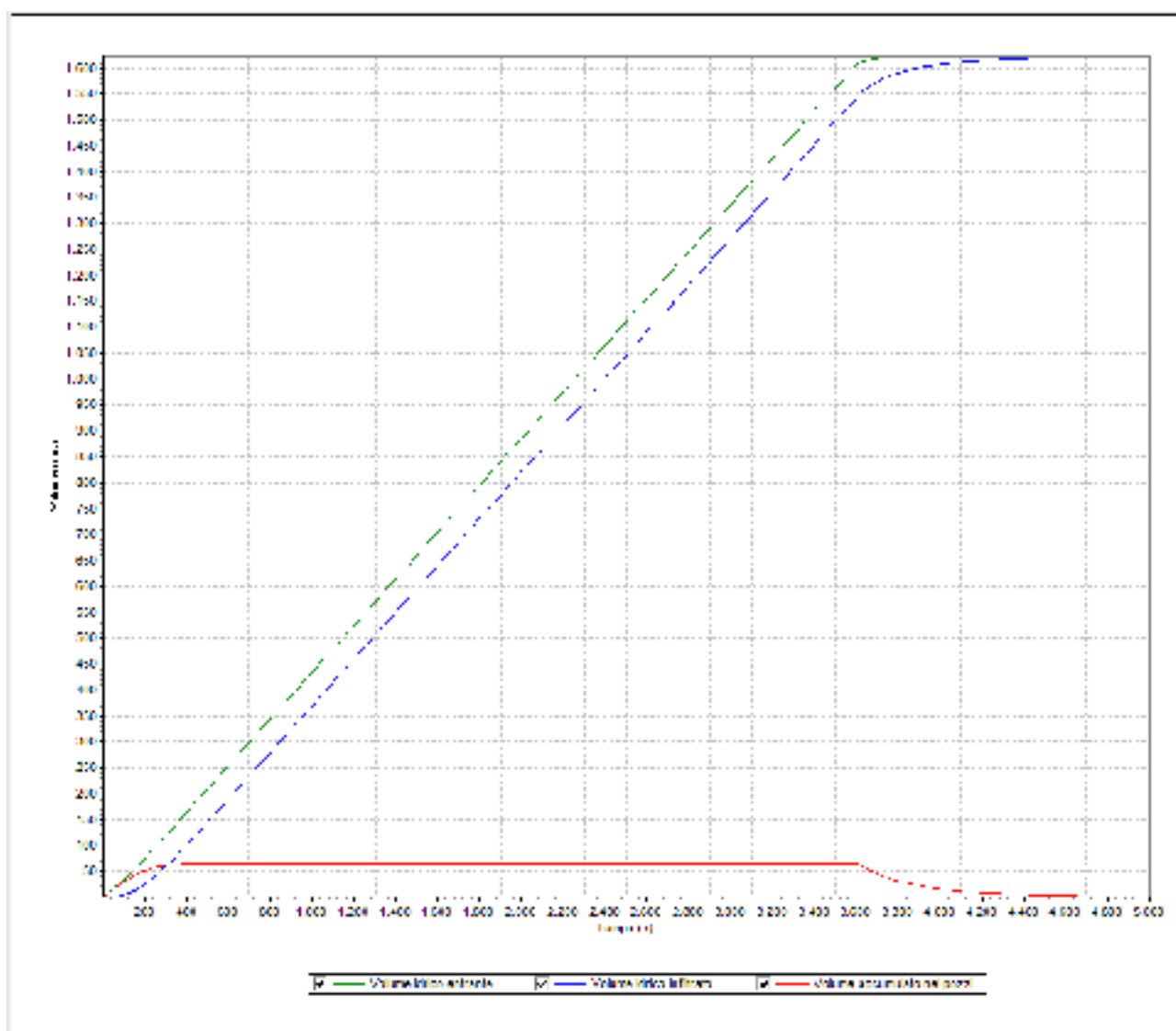
VOLUME RESIDUO DA INVASARE = $95,5 - 88 = 7,5 \text{ m}^3$

Tale volume residuo sarà ottenuto dai vespai in pietrisco arido intorno alle tubazioni di raccolta delle acque meteoriche e dal sovradimensionamento delle tubazioni stesse.

Per garantire la invarianza idraulica, al volume di 191 metri cubi, andrebbe sottratto il volume relativo alla situazione attuale pari a 35,5 metri cubi, ottenendo 155 metri cubi da governare di cui la metà da invasare, pari a 78 metri cubi, inferiore al volume di invaso delle sole opere di dispersione.

Per meglio valutare si è eseguita una simulazione, riportata nel grafico seguente.

SIMULAZIONE N. 1 - si è considerata una portata variabile in afflusso desumibile dalla curva di probabilità pluviometrica e dal tempo di corrivazione stimato dal programma con la formula di Boyd ottenendo un volume di invaso nei pozzi di 66,86 metri cubi che considerando la loro capienza e il volume della porosità del vespaio circostante (pari in totale a 88 m³ circa) non determina tracimazione.



Si conclude quindi che la soluzione scelta garantisce il rispetto dei dettami normativi; in relazione agli eventi piovosi critici con tempo di ritorno di 50 anni non può provocare la tracimazione dei pozzi nei quali il livello idrico, tenuto presente il volume del vespaio circostante, rimane sempre ben al di sotto della imboccatura.

AREE PRIVATE

Come si è detto le condizioni geologiche ed idrogeologiche del sito consentono ad ogni lotto previsto di realizzare opere autonome di invaso e dispersione nel terreno ghiaioso delle acque meteoriche in afflusso.

AFFLUSSO METEORICO TOTALE (durata 1 ora con Tr=50 anni - 73.1 mm di pioggia) = 293 m³

volume da invasare = 293:2= 146.5 m³

volumi di invaso: 7 pozzi peridenti diametro 1,5 m e prof. 6 m

$$\text{Volume} = (3 \times 1,5:2)^2 \times 3,14 \times 6 = 74 \text{ m}^3$$

pietrisco arido con porosità 30% intorno a ciascun pozzo in scavo di m 3x3 prof. 6 m

$$\text{Volume} = [((3 \times 3 \times 6) \times 7 - 74) \times 0,3] = 91 \text{ m}^3$$

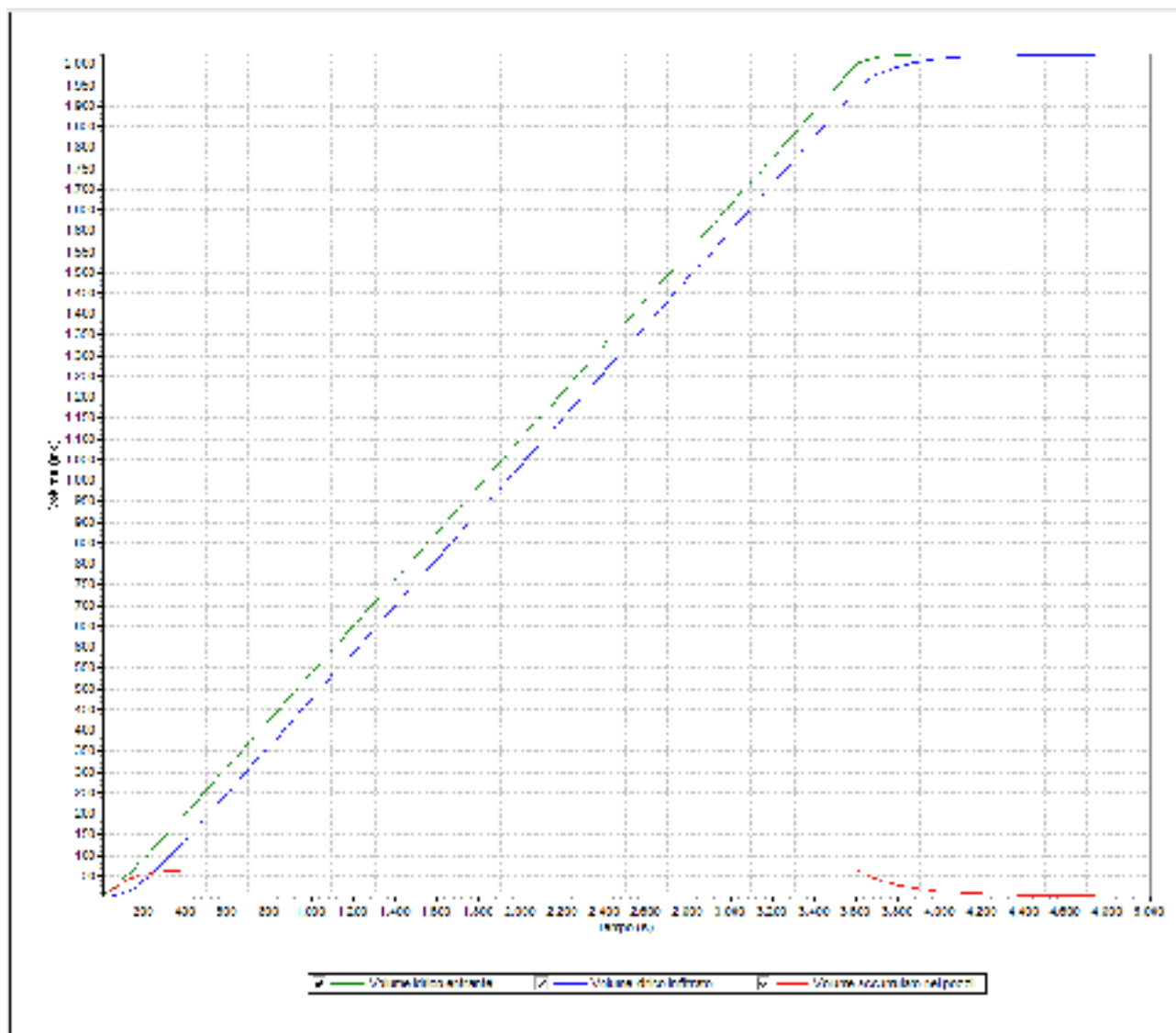
VOLUME DI INVASO TOTALE = 74 + 91 = 165 m³

VOLUME RESIDUO DA INVASARE il volume di invaso supera le necessità

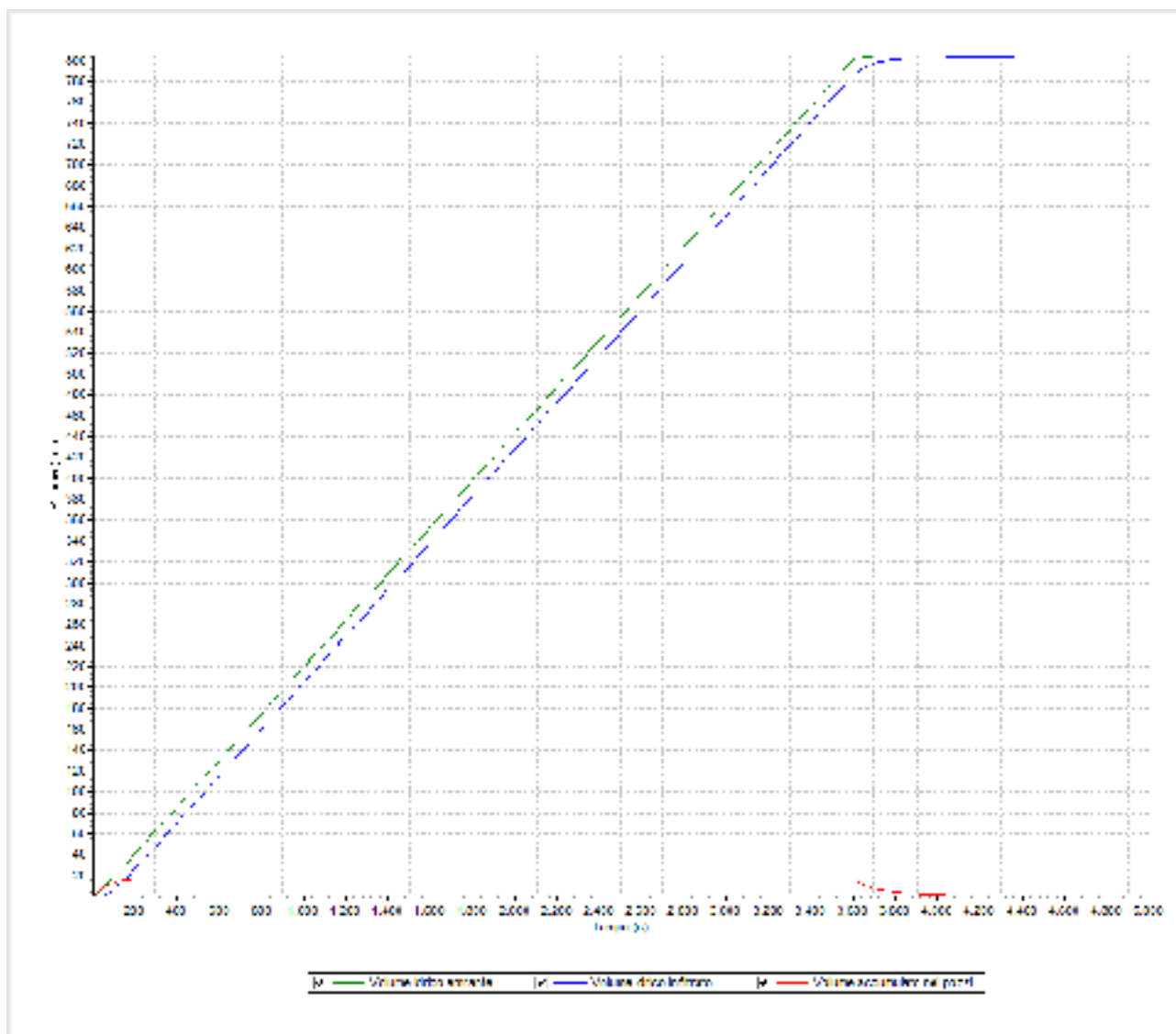
Per garantire la invarianza idraulica, al volume di 293 metri cubi, andrebbe sottratto il volume relativo alla situazione attuale pari a 52 metri cubi, ottenendo 241 metri cubi da governare di cui la metà da invasare, pari a 122 metri cubi, inferiore al volume di invaso delle opere di dispersione.

Per meglio valutare si sono eseguite due simulazioni, riportate nei grafici seguenti.

SIMULAZIONE N. 1 - si è considerata una portata variabile in afflusso desumibile dalla curva di probabilità pluviometrica e dal tempo di corrivazione stimato dal programma con la formula di Boyd (373,5 s) ottenendo un volume di invaso nei pozzi di 65 metri cubi che considerando la loro capienza e il volume della porosità del vespaio circostante (pari in totale a 165 m³ circa) non determina tracimazione. La diminuzione del tempo di corrivazione a 100 secondi determinerebbe un accumulo nei pozzi di circa 110 metri cubi, ancora ben al di sotto del limite per la tracimazione.



SIMULAZIONE N. 2 - poichè la misura di ciascuno dei 7 lotti è diversa si è valutato se un solo pozzo sarebbe sufficiente per il lotto di dimensioni maggiori (1421 m² di cui 793 impermeabili), ottenendo che il volume accumulato nel pozzo sarebbe di 16 metri cubi circa a cui corrisponde un totale di pozzo più vespaio di circa 23.



Si conclude quindi che la soluzione di realizzare un pozzo perdente per ogni lotto garantisce il rispetto dei dettami normativi; in relazione agli eventi piovosi critici con tempo di ritorno di 50 anni non può provocare la tracimazione dei pozzi nei quali il livello idrico, tenuto presente il volume del vespaio circostante, rimane sempre ben al di sotto della imboccatura.

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) -