

# COMUNE DI PADOVA

## PIANO DI LOTTIZZAZIONE “Via VENIER” STRALCIO A

### VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA RELAZIONE DI STUDIO PRELIMINARE

#### COMMITTENTI :

I.R.P.E.A. - Istituti Riuniti Padovani di Educazione e Assistenza

#### PER LE DITTE RICHIEDENTI (deleghe agli atti) :

FERNANDO CAPELLATO; MARCHI STEFANIA; NICOLETTO ORIANA,  
SANDRO, MILENA; BERTIN SILVIA per conto di GALEAZZO IVAN;  
BORTOLOTTO RENZO; MANSUTTI CRISTINA,  
MARIA ANNA, PIETRO, SILVIA, TITO; BORTOLAMI ERMES, NATALE,  
RENATO; GALIAZZO AGOSTINO, DANIELA e PASQUALINA;  
GALEAZZO ARMANDO, MALVINA, SILVANO, FERNANDA e LUCIANA;  
BETTUOLO ANTONIO e TOGNON SILVANA; GALTAROSSA RENATO;  
GALTAROSSA OLINDO e GIORATO LAURA; GALTAROSSA GABRIELLA;  
DE POLI SILVANA; BEO SANTE, MARITAN EMANUELA, SCHIAVON  
ANTONIO e FRANCESCA; NOVENTA MARIO; NOVENTA OSANNA.

*I progettisti :*

*arch. IVO LARESE*

*arch. PAOLO LARESE*

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Inquadramento territoriale</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Idrografia</b>	<b>7</b>
<b>3.1</b>	<b>Descrizione del reticolo idrografico</b>	<b>7</b>
<b>3.2</b>	<b>Rischio Idraulico</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Calcoli idraulici</b>	<b>12</b>
<b>4.1</b>	<b>Curva di possibilità pluviometrica (Tr = 50 anni)</b>	<b>12</b>
<b>4.2</b>	<b>Situazione dello stato di fatto</b>	<b>19</b>
<b>4.3</b>	<b>Situazione dello stato di progetto</b>	<b>20</b>
<b>4.3.1</b>	<b>Metodo razionale</b>	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>Volume d'invaso</b>	<b>30</b>
<b>5.1</b>	<b>Sezione di scarico</b>	<b>31</b>
<b>6</b>	<b>Conclusioni</b>	<b>33</b>

# 1 Introduzione

La presente **valutazione di compatibilità idraulica** è stata svolta ai sensi della delibera della Giunta Regionale Veneto del 19 giugno 2007 n. 1841.

Le disposizioni della delibera prevedono che *“l’approvazione di un nuovo strumento urbanistico, ovvero di varianti a quello vigente, sia subordinata al parere della competente autorità idraulica su un apposito studio di compatibilità idraulica. Tale studio, al fine di evitare l’aggravio delle condizioni del regime idraulico, deve prevedere la realizzazione di idonee misure che abbiano funzioni compensative dell’alterazione provocata dalle nuove previsioni urbanistiche, nonché di verificare l’assenza di interferenze con i fenomeni di degrado idraulico e geologico...”*.

La presente relazione mira a quantificare l’alterazione del regime idraulico causato dall’ampliamento della superficie impermeabilizzata relativa al *“Progetto di piano guida per l’area di perequazione integrata 7 sita in via Venier nel comune di Padova”*.

Oltre a consentire l’individuazione degli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico, lo studio è finalizzato a regolamentare l’uso del territorio in modo da garantire un adeguato livello di sicurezza e non causare l’aggravio delle situazioni di dissesto.

Il lavoro realizzato si concretizza sostanzialmente in elaborazioni idrologiche ed idrauliche finalizzate a quantificare gli afflussi provocati dall’impermeabilizzazioni previste in progetto, nonché indica gli interventi che hanno funzione compensativa per garantire il principio dell’invarianza idraulica.

## 2 Inquadramento territoriale

L’area non è classificata come “Zona di pericolosità idraulica” nel P.A.I. adottato con delibera C.I.A.B. n. 1 del 03.03/2004 e successiva delibera C.I.A.B. n. 4 del 19.06/2007.

Come si può notare nella figura 1, l’intervento è dislocato lungo via Venier, situata a sud-est del territorio del comune di Padova, in prossimità del canale scaricatore.

In questa fase l’opera consiste nella realizzazione di nuove superfici impermeabilizzate da adibire ad edificazione residenziale a parcheggi a marciapiedi ed a viabilità, successivamente altre superfici da adibire oltre a quanto già citato anche a campetti polivalenti. L’intero ambito d’intervento, relativo alle sole *“ditte assenzienti”*, che per la sua conformazione planimetrica può essere identificato in quattro sottozone ammonta a:

SUPERFICI		AREA 1	AREA 2	AREA 3	AREA 4	AREA 5
	mq.	4.500	3.807	4.324	2.134	5.052

pertanto ai sensi della D.G.R.V. del 19 giugno 2007 n. 1841 viene classificata come significativa impermeabilizzazione potenziale  $1 \text{ ha} < S < 10 \text{ ha}$  pertanto *“...andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione”*.



Figura 1: Inquadramento territoriale. L'area cerchiata in verde rappresenta l'area oggetto d'indagine



Figura 2: Estratto catastale Fg. 182 di Padova.

Il sito giace ad una quota di circa 11,00-11,60 m s.l.m all'interno di una zona pressoché pianeggiante caratterizzata da una debole pendenza verso Sud Est (circa 0,1÷ 0,2 %).

Il reticolo idrografico risulta in questa zona molto esteso. Esso è gestito dal Consorzio di Bonifica Bacchiglione Brenta che ne garantisce la funzionalità attraverso la salvaguardia degli scoli esistenti e la realizzazione di nuove opere idrauliche.

Buona parte della rete di raccolta è artificiale e consente il deflusso meccanico delle acque attraverso lo scolo in sede demaniale "Salboro", impedendo, nel contempo, l'instaurarsi di ristagni insalubri d'acqua.

Il sito oggetto d'indagine si trova ad una distanza di circa 450 m dallo scolo Consorziale "Inferiore di Terranegra", uno dei principali corsi d'acqua che attraversa il territorio comunale, nel quale lo scolo "Salboro" risulta essere afferente.

L'ambito d'intervento ricade all'interno del bacino idraulico Pratiarcati della superficie complessiva di 10.024 ha, che comprende tra gli altri, il sottobacino Maestro della superficie di 3.320 ha.

I deflussi delle precipitazioni meteoriche del sottobacino Maestro, nel quale è compreso il foglio 182 del catasto terreni del comune di Padova, sono raccolti dalla rete dei canali di bonifica che confluisce nello scolo Maestro. Lo scarico delle acque all'esterno del comprensorio consorziale avviene a gravità, mediante un manufatto dotato di paratoie denominato chiavica del Maestro, finché i livelli idrometrici del Roncajette – Bacchiglione (gestito dalla Regione Veneto) lo consentono. Per livelli superiori entra in funzione l'impianto idrovoro del Maestro che garantisce il sollevamento meccanico delle acque. L'impianto, completato nel 1995, è in grado di sollevare una portata pari a 14.000 l/sec.

## 3 Idrografia

### 3.1 Descrizione del reticolo idrografico

Il considerevole apporto idrico dei corsi d'acqua e la contemporanea presenza di vaste aree pianeggianti e lentamente digradanti verso il mare hanno generato, nel corso dei secoli, un sistema idrografico particolarmente articolato e complesso nel territorio. Le attività umane, sovrapponendosi e spesso sostituendosi alle cause naturali nella trasformazione del sistema idrografico, hanno dato luogo a profondi mutamenti del sistema stesso, progressivamente alterato per scopi diversi come la difesa dalle piene fluviali e la bonifica di estese aree.

Oggi è quindi necessario confrontarsi con i problemi della difesa idraulica in modo diverso dal passato, perché la situazione odierna si presenta complessa e molteplici sono le differenze rispetto a tempi, anche recenti, nell'utilizzo dei corsi d'acqua, del territorio e delle risorse di entrambi.

Il sistema idrografico per la sua notevole complessità, richiede il mantenimento di un delicato equilibrio tra tutti gli elementi che lo compongono. Per questo motivo esso può venire alterato sensibilmente anche da interventi all'apparenza di scarso rilievo, con conseguenze spesso inattese e comunque di difficile previsione. L'intrinseca instabilità dell'equilibrio del sistema lo espone a rischio di parziale collasso qualora gli effetti delle azioni su di esso intraprese non siano stati valutati con la massima cura.

L'elemento idrografico di maggiore importanza è rappresentato dalla rete consorziale, che attraversa da NW verso SE, il Comune. Infatti il territorio comunale è percorso da una serie di scoli e canali, i quali svolgono funzione di drenaggio delle acque superficiali e dei terreni durante i periodi piovosi, mentre nelle stagioni secche possono essere utilizzati a fini irrigui o per mantenere "alto" il livello della falda. Lo scolo interessato dall'intervento, attraversandola circa a metà dell'ambito, oggetto della presente valutazione, è lo scolo consorziale "Salboro" e si getta nello scolo "Inferiore di terranegra" che poi prosegue verso Sud, attraverso lo scolo "Maestro" per poi defluire nel Fiume Roncayette.

Oltre a questi corsi d'acqua il territorio è attraversato da numerose tombature le quali confluiscono negli scoli principali. Esse svolgono il medesimo ruolo avendo, nei periodi piovosi, la fondamentale funzione di drenaggio del territorio, sia delle zone agricole, sia delle zone antropizzate, dove l'estesa impermeabilizzazione del suolo, limita l'infiltrazione delle acque piovane, a favore del ruscellamento superficiale. Viceversa, nei periodi secchi, mediante un'opportuna regolazione dei flussi idrici, possono contribuire a migliorare lo stato di umidità del terreno. Da tali considerazioni emerge chiaramente l'importanza di mantenere sempre efficiente il reticolo idrografico superficiale.



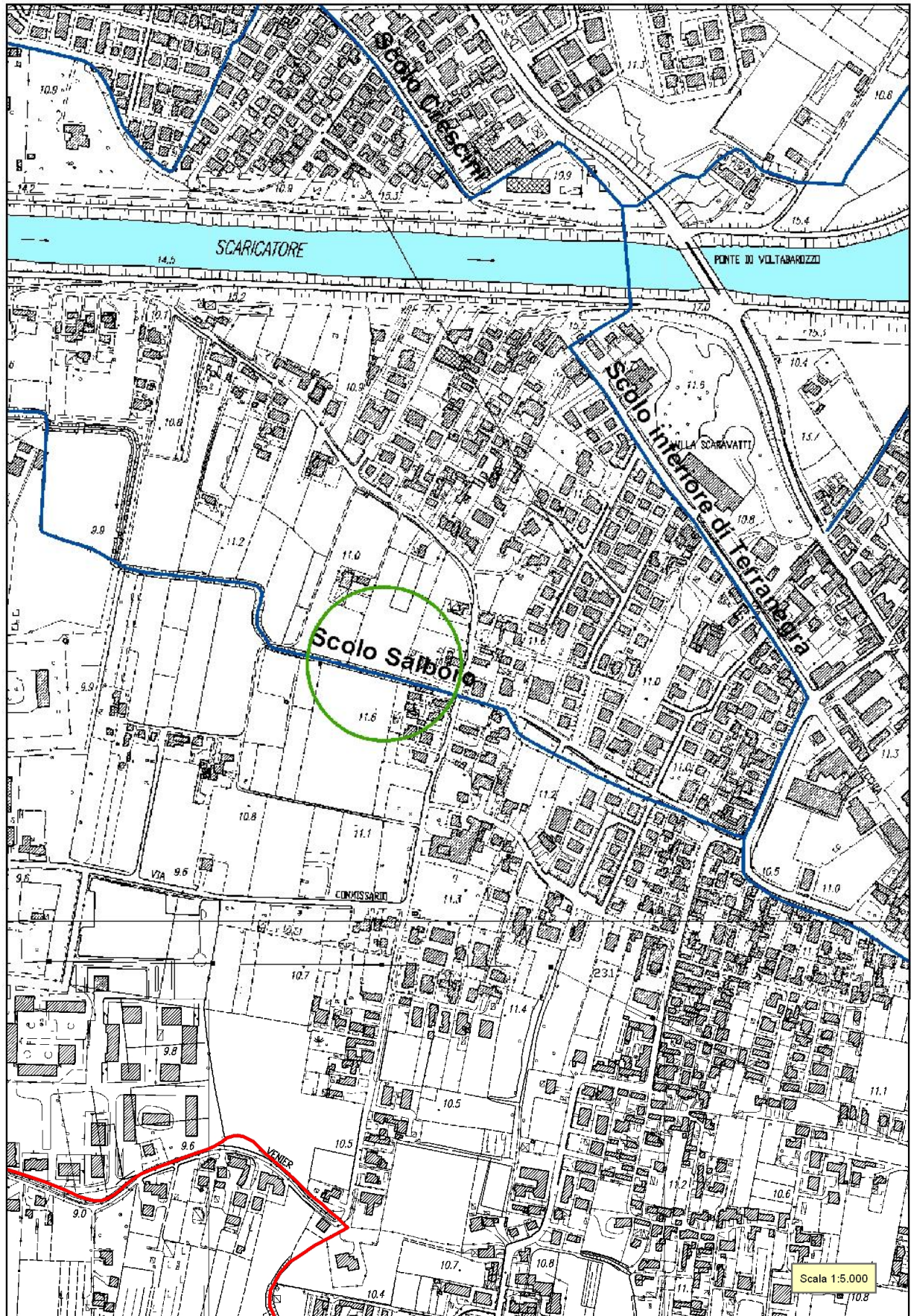


Figura 3: Estratto CTR con reticolo idrografico principale

Il risultato complessivo dello studio condotto sugli scoli consortili evidenzia, nonostante i numerosi sforzi compiuti dall'ente gestore, una situazione generale di invecchiamento delle strutture, che rende opportuno intraprendere interventi di ripristino delle condizioni di sicurezza idraulica, gravemente pregiudicate in alcune zone del territorio.

L'abbassamento di livello dei terreni bonificati per effetto dei costipamento, che ha determinato la variazione dello zero di bonifica, e il considerevole mutamento della destinazione d'uso dei suoli, che ha prodotto notevoli incrementi dei coefficienti udometrici, sono le cause dell'attuale diffusa insufficienza delle reti locali di drenaggio.

## **3.2 Rischio Idraulico**

Lo studio del rischio idraulico rappresenta uno degli aspetti fondamentali per la conoscenza preventiva del territorio e per gli interventi programmatori che ne conseguono. Infatti spesso, scelte di carattere urbanistico, edilizio, ambientale o agricolo sono state fatte senza tener conto del rischio idraulico del territorio considerato, con conseguenti danni e disagi a carico del singolo e/o della collettività.

La cartografia a riguardo permette di conoscere i rischi cui il territorio è soggetto; bisogna in primo luogo conoscere gli eventi calamitosi che si sono verificati in passato e la loro frequenza e, successivamente, è necessario valutare quali conseguenze questi produrrebbero se si ripetessero nelle mutate condizioni in cui versa il territorio, così come emerge dalla dettagliata analisi delle sue caratteristiche sia naturali che antropiche.

I principali fattori di rischio idraulico sono:

- la possibilità di cedimento o di sormonto delle arginature longitudinali dei fiumi in occasione delle piene;
- l'insufficienza delle reti o degli impianti idrovori delle bonifiche;
- la possibilità di inondazioni causate da fiumi minori,
- il possibile cedimento di manufatti idraulici importanti per la sicurezza ed ormai vetusti,
- l'insufficienza locale di reti di bonifica per scarico localizzato di acque meteoriche.

Il consorzio di Bonifica Bacchiglione Brenta ha adottato una cartografia in merito al rischio idraulico, estratta dal PGBTTR adottato nel 1991.

In tale carta sono evidenziate, come aree ad elevato rischio idraulico, quelle risultate soggette a probabile allagamento a seguito di eventi con tempo di ritorno inferiore a 5 anni. Analogamente per le aree a rischio idraulico si fa riferimento ad eventi con tempo di ritorno inferiore a 20 anni.

Vista la scala della carta l'attenzione è posta sull'assetto idraulico in aree del comprensorio di una certa estensione, mentre non possono essere evidenziate le carenze idrauliche circoscritte a zone molto limitate.

La carta considera unicamente il rischio idraulico conseguente all'insufficienza della rete di scolo e delle opere di bonifica (non sono considerati pertanto i rischi conseguenti ad eventi alluvionali quali possibili rotte di fiumi ....).

La cartografia fornita relativamente al rischio idraulico del bacino Pratiarcati, va considerata quindi come un elaborato che necessita di aggiornamento in quanto in questi ultimi 15 anni il territorio ha subito notevoli trasformazioni durante i quali il Consorzio di bonifica Bacchiglione Brenta ha eseguito alcune nuove opere ed altre in progetto di sistemazione idraulica, tra le quali il potenziamento dell'impianto idrovoro del Maestro.

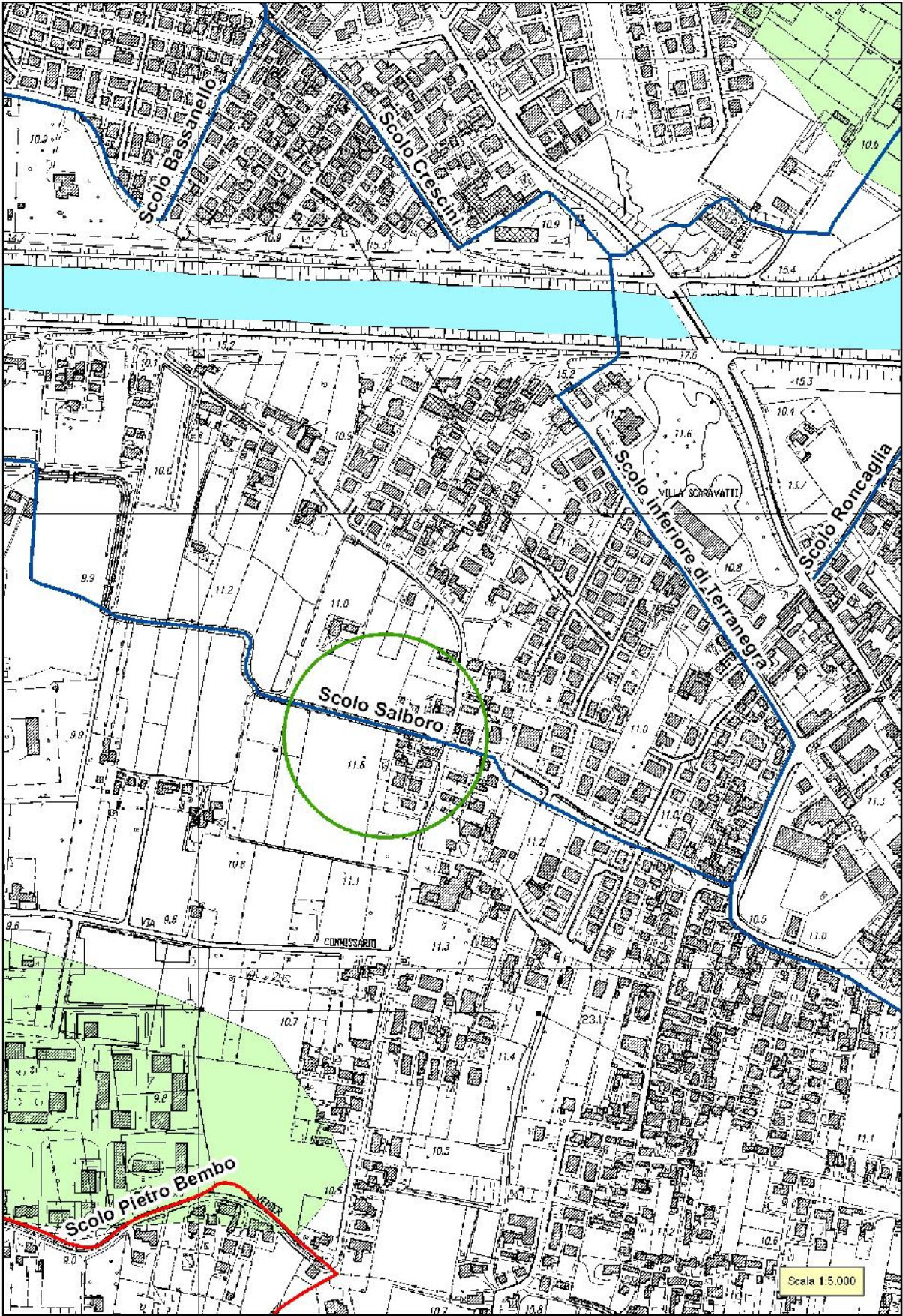


Figura 4: Carta del rischio idraulico

## 4 Calcoli idraulici

Nel seguito sono riportati i calcoli idraulici realizzati per gli interventi in programma.

Tra i molti modelli di tipo analitico/concettuale di trasformazione afflussi-deflussi disponibili in letteratura, si è optato per il Metodo Razionale, senza ombra di dubbio, quello di più ampia diffusione in ambito nazionale.

Partendo dalla curva di possibilità pluviometrica definita per l'area d'indagine, il modello matematico permette di ricavare le portate di piena in base all'evento precipitativo scelto: nel caso in esame, la normativa prevede che il tempo di ritorno cui fare riferimento sia pari a 50 anni.

I risultati ottenuti permetteranno di definire il volume d'invaso necessario affinché la realizzazione degli interventi in programma rispettino il principio dell'invarianza idraulica. Per questo motivo il presente lavoro fornisce il volume di invaso necessario affinché il coefficiente udometrico si mantenga dell'ordine dei 10 l/s\*ha in modo da ridurre i colmi di piena dei canali ricettori e di conseguenza, prevenire inondazioni ed allagamenti delle nuove strutture.

### 4.1 Curva di possibilità pluviometrica (Tr = 50 anni)

La stazione pluviometrica in cui sia possibile determinare la curva di possibilità pluviometrica per tempi di ritorno pari a 50 anni risulta essere quella di Padova. Questa stazione permette la ricostruzione della curva utilizzando i dati storici, non in base ad interpolazioni matematiche.

Utilizzando i valori di precipitazione registrati dalla stazione pluviometrica di Padova, è stata ricavata quindi la curva di possibilità pluviometrica, determinata per eventi piovosi della durata di 5, 10, 15, 30, 45 minuti (scrosci) e di durata di 1, 3, 6, 12 e 24 ore (piogge orarie), il tutto con tempi di ritorno pari a 50 anni:

**Tabella 1: Massimi di precipitazione di breve durata per la stazione di Padova.**

10 min		15 min		30 min		45 min	
h (mm)	data(AAMMGG)	h (mm)	data(AAMMGG)	h (mm)	data(AAMMGG)	h (mm)	data(AAMMGG)
30,0	870824	34,0	870824	40,0	940720	55,0	940720
23,0	640818	28,6	700508	35,6	900515	40,0	890622
22,4	700508	27,4	900515	35,0	581001	36,0	690730
20,4	650705	25,0	940720	31,6	700508	35,8	900515
17,0	38#####	22,0	710609	30,8	690730	30,8	710718
14,2	59#####	21,0	950708	27,6	710718	30,4	570708
14,0	560926	20,6	690730	26,2	860605	30,2	860605
14,0	610712	20,0	860605	23,4	680813	29,6	670904
10,6	660808	19,6	680813	23,0	890622	27,8	950610
10,6	42#####	19,0	670824	21,0	670611	26,4	680803
10,2	41#####	18,0	600605	21,0	950708	22,4	720702
9,2	580808	14,2	730714	15,8	720702	21,2	850720
5,4	620602	13,4	590813	15,4	730714	15,8	730714
-		13,0	890622	12,8	850720	-	
-		10,4	850720	-		-	
-		10,0	720702	-		-	
-		7,8	620514	-		-	

**Tabella 2: Massimi di precipitazione di durata oraria per la stazione di Padova.**

h (mm)	data(AAMMGG)	h (mm)	data(AAMMGG)	h (mm)	data(AAMMGG)	h (mm)	data(AAMMGG)	h (mm)	data(AAMMGG)
62,0	940720	87,0	670904	112,6	670904	116,2	670904	116,2	670904
56,0	581001	77,0	940720	80,6	940720	86,0	870824	97,0	890622
46,8	690730	73,4	690730	75,6	690730	80,6	940720	96,6	870824
41,4	890622	71,8	581001	75,0	581001	79,6	581001	88,8	940720
38,4	630614	50,0	870824	73,8	680803	77,0	680803	87,5	860131
37,0	870825	48,8	680803	70,0	870824	76,4	690730	87,0	690730
36,2	900515	43,6	720702	62,4	890622	76,0	890622	82,8	581001
36,2	860605	43,2	950610	49,0	950610	65,0	901005	81,5	661103
35,9	670904	43,0	890622	47,6	720702	60,0	660816	80,8	950609
35,0	710718	40,4	860605	46,4	660816	59,8	860131	77,6	680803
32,8	700508	40,2	630614	44,5	860131	50,4	601014	70,0	850303
31,4	570708	39,6	570708	42,2	650419	49,4	950610	68,6	560926
30,4	680803	38,8	700508	41,4	630614	48,8	720702	68,6	901005
29,0	720702	38,0	710718	41,2	640920	48,4	650419	57,2	570505
29,0	950531	36,5	660816	39,8	570708	45,0	850303	55,4	620111
27,0	650704	36,4	900515	39,0	700508	44,8	630604	54,8	730924
26,4	640818	35,0	650419	38,0	710718	42,4	640920	53,8	611206
25,6	600629	32,2	590627	38,0	901005	42,2	570708	52,6	601014
24,6	610711	31,0	600629	36,6	610711	40,8	730918	52,0	650419
23,0	590811	28,4	610711	36,2	601014	39,6	560926	50,2	591112
22,8	660819	27,6	640815	36,2	590627	39,2	700508	49,0	710718
21,2	850720	27,0	560417	30,0	730918	38,6	610711	48,8	720702
19,8	560417	24,0	730918	29,2	620514	38,0	710718	48,6	630614
16,6	730714	21,8	620514	29,2	560618	37,8	621031	42,4	640920
12,0	621109	21,2	850720	28,0	850303	37,4	590627	39,2	700508

Sui dati pluviometrici è stata svolta innanzitutto l'analisi statistica dei valori estremi, al fine di stimare gli eventi caratterizzati da differenti probabilità di accadimento.

Si è proceduto quindi alla regolarizzazione dei dati misurati con il metodo di Gumbel, che permette di attribuire a qualsiasi valore di precipitazione un corrispondente tempo di ritorno ( $T_R$ ), sulla base di un campione di N valori massimi annuali, intendendo per tempo di ritorno (abbreviato con  $T_r$ ) il tempo dopo il quale, mediamente, un dato evento viene raggiunto; ovviamente più alto è il tempo di ritorno e più raro (e quindi anche più intenso) risulta l'evento in considerazione.

In base alla delibera della Giunta Regionale Veneto del 19 giugno 2007 n. 1841 vengono scelti tempi di ritorno di 50 anni, periodo durante il quale si può prevedere un evento che possa mandare in crisi la fognatura stessa.

Si ipotizza che la popolazione dei valori massimi di precipitazione abbia distribuzione di probabilità doppio – esponenziale (EV1), caratterizzata dalla seguente legge probabilistica:

$$1 - \frac{1}{T_R} = P(X > x) = e^{-e^{-\frac{x-\varepsilon}{\alpha}}}$$

La taratura dei parametri  $\alpha$  ed  $\varepsilon$  sulla base dei valori del campione e delle corrispondenti frequenze probabili consente di stabilire una correlazione biunivoca tra tempo di ritorno  $T_R$ , probabilità di non superamento  $P(X < x)$  e altezza di pioggia nell'intervallo di tempo in esame.

Qualora la taratura della distribuzione avvenga con il metodo di Gumbel, i parametri  $\alpha$  ed  $\varepsilon$  sono espressi dalle seguenti relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{S_x}{S_N} \qquad \varepsilon = X_m - \frac{Y_N}{\alpha} \qquad Y(T_R) = -\ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1}{T_R}\right)\right)$$

dove:  $X_m$  = media aritmetica dei dati del campione;  
 $S_x$  = scarto quadratico medio dei dati del campione;  
 $Y_N, S_N$  = media e scarto quadratico medio dei valori della variabile ridotta  $Y$  relativi ai dati del campione, ottenuti attribuendo all' $i$ -esimo valore di un campione di  $N$  massimi annuali ordinati in senso decrescente un tempo di ritorno empirico pari a  $T_{Remp} = \frac{N+1}{i}$ .

Calcolati i valori di  $\alpha$  ed  $\varepsilon$  relativi a ciascuna durata, è possibile stimare un'altezza di precipitazione con tempo di ritorno fissato tramite la relazione:

$$X(T_R) = \varepsilon + \frac{1}{\alpha} \cdot Y(T_R)$$

Le stime delle altezze di pioggia per  $T_R$  fissato e durata variabile si riassumono infine nella valutazione della curva di possibilità pluviometrica, alla quale viene generalmente attribuita la seguente struttura:

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

I coefficienti  $a$  e  $n$ , funzioni di  $T_R$ , si stimano per regressione logaritmica sulle cinque stime di precipitazione relative a valori di  $t$  da 10 a 45 minuti e da 1 a 24 ore.

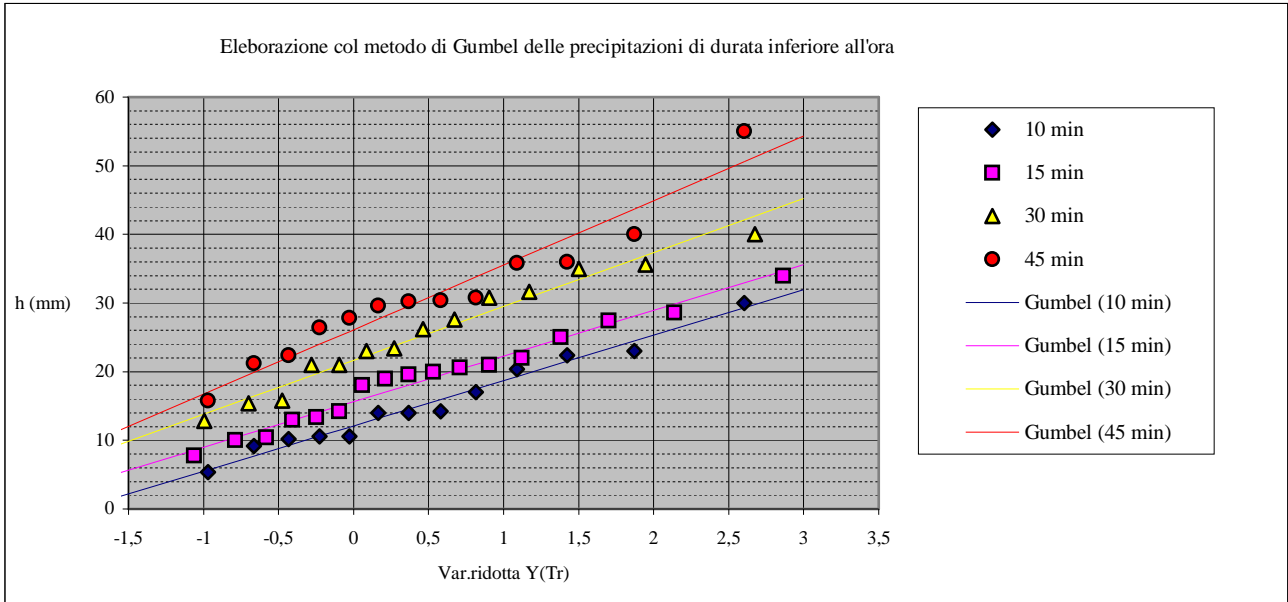
Nelle seguenti pagine si riportano i risultati dell'analisi relativa alla stazione pluviometrica considerata, per la quale si riportano, per le precipitazioni di breve durata e per quelle di durata oraria, rispettivamente:

- nelle tabelle 3 e 5 le serie statistiche dei massimi di precipitazione, in ordine decrescente di valore, il calcolo della variabile ridotta  $Y$  e la stima dei parametri  $\alpha$  ed  $\varepsilon$  della distribuzione EV1;

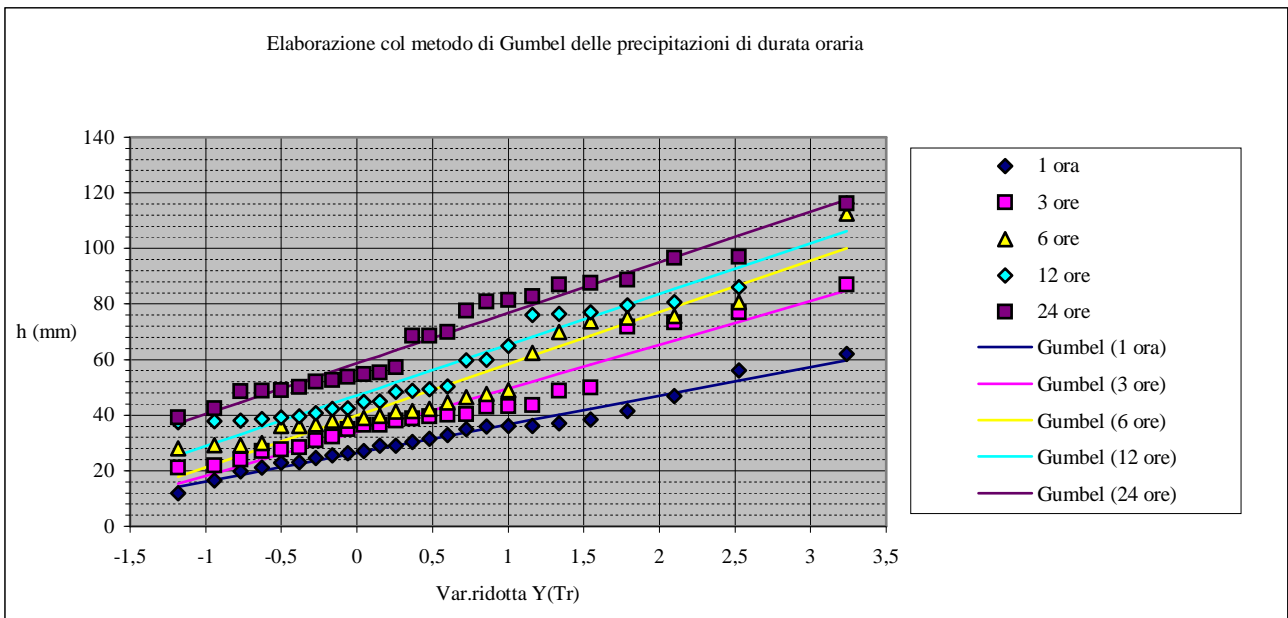


- nelle figure 5 e 6 l'interpolazione dei parametri di possibilità pluviometrica sulla carta di Gumbel;
- nelle tabelle 4 e 6 il calcolo delle altezze di precipitazione per alcuni valori di  $T_R$  e la stima dei corrispondenti parametri  $a$  e  $n$  della curva di possibilità pluviometrica;

**Figura 5: Interpolazione dei parametri di possibilità pluviometrica per piogge di breve durata.**



**Figura 6: Interpolazione dei parametri di possibilità pluviometrica per piogge di durata oraria.**



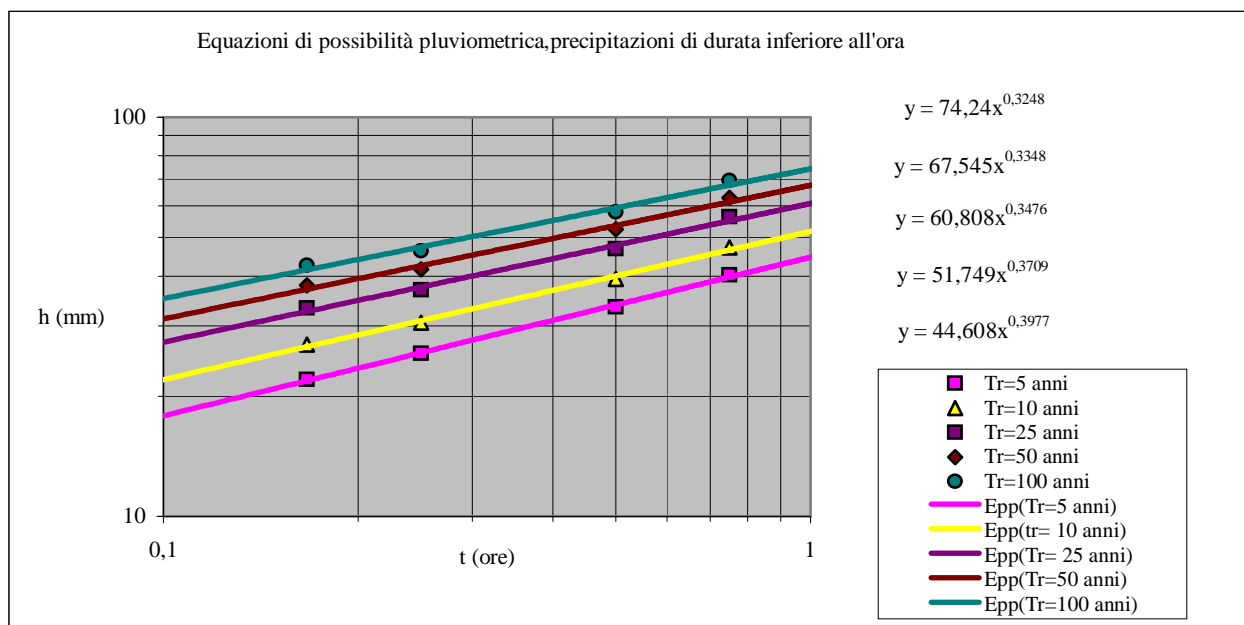
**Tabella 3: Ordinamento della serie statistica per piogge di breve durata (Stazione di Padova).**

Durata	10 min	15 min	30 min	45 min
N (# anni significativi)	13	17	14	13
Media Y(N)	0,507	0,5177	0,51	0,507
SQM S(N)	1,0378	1,0717	1,0476	1,0378
Moda (Gumbel)	12,11128063	15,61671255	21,64967695	26,11469699
Alpha (Gumbel)	6,608003606	6,648852582	7,857776294	9,392950856

**Tabella 4: Individuazione dei parametri di possibilità pluviometrica per piogge di breve durata. (Stazione di Padova).**

Tr (anni)	Y(Tr)	h(Tr) = Moda + Alpha * Y(Tr)			
2	0,366512921	14,53319933	18,05360293	24,52965349	29,55733484
5	1,499939987	22,02288947	25,5895924	33,43586982	40,20355958
10	2,250367327	26,98171605	30,57907316	39,33255999	47,25228671
20	2,970195249	31,73834155	35,3651029	44,98880676	54,013595
25	3,198534261	33,24720657	36,88329533	46,78304364	56,15837212
50	3,901938658	37,89530535	41,56012747	52,31023804	62,76541505
100	4,600149227	42,50908331	46,20242661	57,79662049	69,32367261
	Durata (ore)	0,16666667	0,25	0,5	0,75

**Figura 7: Equazione di possibilità pluviometrica per precipitazioni di durata inferiore all'ora.**



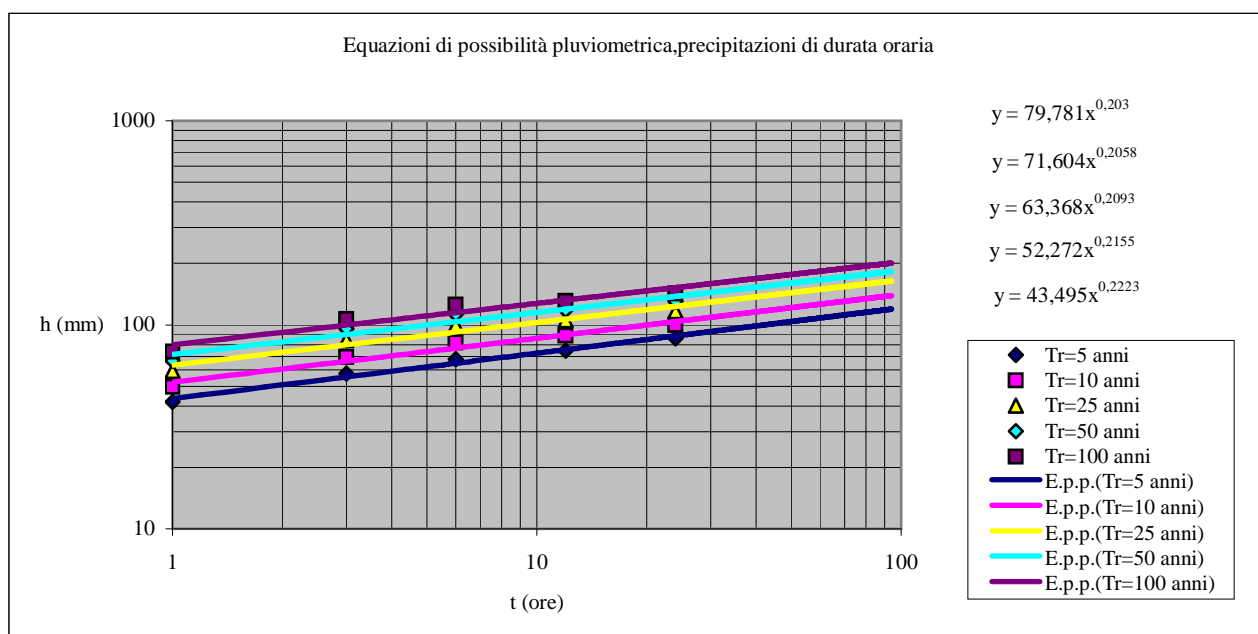
**Tabella 5: Ordinamento della serie statistica per piogge di durata oraria (Stazione di Padova).**

Durata	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
N (# anni significativi)	25	25	25	25	25
Media Y(N)	0,5309	0,5309	0,5309	0,5309	0,5309
SQM S(N)	1,114	1,114	1,114	1,114	1,114
Moda (Gumbel)	26,39995161	33,876007	39,8088092	47,08103879	58,61634704
Alpha (Gumbel)	10,28451383	15,7468318	18,63098662	18,26136977	18,20239774

**Tabella 6: Individuazione dei parametri di possibilità pluviometrica per piogge di durata oraria. (Stazione di Padova).**

Tr (anni)	Y(Tr)	h(Tr) = Moda + Alpha * Y(Tr)				
2	0,366512921	30,16935881	39,64742431	46,63730652	53,77406676	65,287761
5	1,499939987	41,82610514	57,49530968	67,75417103	74,47199752	85,91885126
10	2,250367327	49,5438855	69,31216279	81,73537277	88,17582868	99,57842819
20	2,970195249	56,94696571	80,64717199	95,14647715	101,3208725	112,6810223
25	3,198534261	59,29532144	84,24278801	99,40065823	105,4906557	116,8373398
50	3,901938658	66,52949368	95,31917873	112,5057761	118,3357835	129,6409864
100	4,600149227	73,71024993	106,3137831	125,5141279	131,0860648	142,3500929
	Durata (ore)	1	3	6	12	24

**Figura 8: Equazione di possibilità pluviometrica per precipitazioni di durata oraria.**



In seguito verranno considerati gli eventi caratteristici per tempo di ritorno di 50 anni:

Con riferimento alle figure 7 e 8 si ottengono, le seguenti equazioni di possibilità pluviometrica:

1)  $h = 67.545 \cdot t^{0.3348}$  (dall'interpolazione delle precipitazioni di durata inferiore all'ora esprimendo h in mm e t in minuti)

2)  $h = 71.604 \cdot t^{0.2058}$  (dall'interpolazione delle precipitazioni di durata superiore all'ora esprimendo h in mm e t in ore)

## 4.2 Situazione dello stato di fatto

La scelta del coefficiente di deflusso per queste zone è stata effettuata sulla base delle conoscenze litologiche degli strati più superficiali del terreno, nonché in base a quanto stabilito convenzionalmente nell'Allegato A della DGRV 1322 del 10/05/2006 che assume:

Tipologia superficie	$\phi$ =Coeff. di deflusso
Aree agricole	0,1
Aree verdi (sup. permeabili)	0,2
Superfici semipermeabili	0,6
Superfici impermeabili	0,9

Tabella 7: coeff. di deflusso DGRV 1322 del 10/05/2006

Il caso in esame, considerato che le superfici siano interamente a verde, si concretizza nel mantenere il coefficiente udometrico pari al valore **10 l/s \* ha** tipico di un'area agricola.

Nel seguito quindi verrà individuato il volume d'invaso necessario affinché la riposta idrologica del bacino mantenga tale valore.

### 4.3 Situazione dello stato di progetto

Il progetto, come già anticipato al paragrafo 2, prevede in questa fase la realizzazione di nuove superfici impermeabilizzate da adibire ad edificazione residenziale a parcheggi a marciapiedi ed a viabilità.

In altre parole, il progetto attualmente prevede che l'impermeabilizzazione interessi un'area suddivisa in 4 sottoaree così composte:

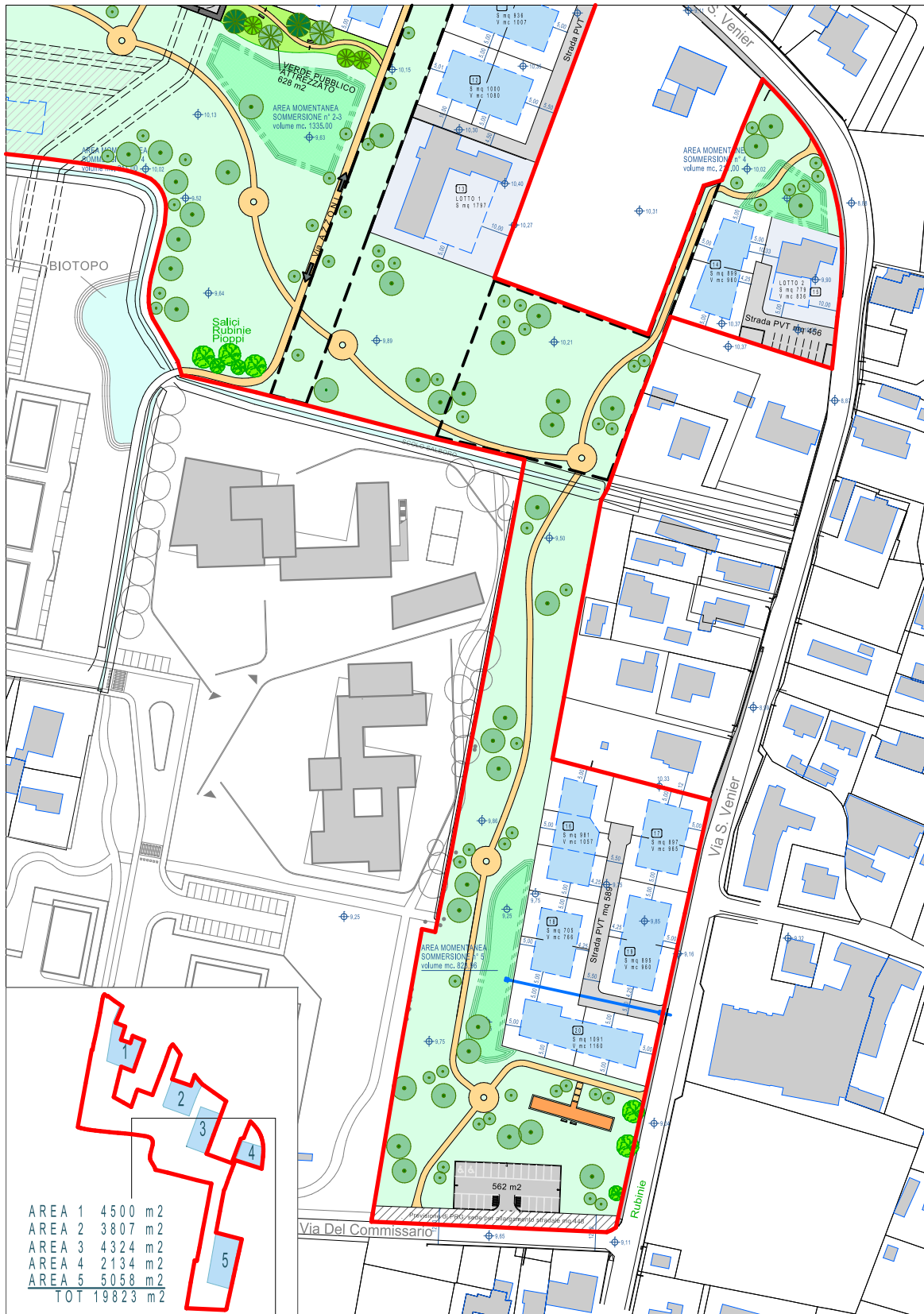
SUPERFICI		AREA 1	AREA 2	AREA 3	AREA 4	AREA 5
	mq.	4.500	3.807	4.324	2.134	5.052

Al fine di poter ottenere un dato rappresentativo della mutazione della risposta idrologica della zona oggetto di intervento, si è realizzata una stima delle superfici interessate, così da determinare il coefficiente di deflusso medio dell'area, ricavato come:

$$\phi_{med} = \frac{\sum_i S_i * \phi_i}{S_{tot}}$$



Figura 9 : - Stato di progetto - aree 1, 2, 3



### 4.3.1 Metodo razionale

Nel caso in cui si verifichi un evento piovoso di durata compresa tra 5 minuti e le 24 ore, la curva di possibilità pluviometrica, per tempi di ritorno di 50 anni, è la seguente:

$$h \text{ (mm)} = 71,604 t^{0,2058} \quad (\text{t in minuti})$$

A questo punto, utilizzando l'equazione sopra riportata è possibile ricavare l'altezza di pioggia h prevista per eventi precipitativi di durata pari a t.

Moltiplicando tale altezza di pioggia per il coefficiente di deflusso medio, nel caso specifico pari a 0,7, è possibile ricavare il volume di acqua che defluisce dall'area oggetto di studio:

$$V_{\text{deflusso}} = h * \phi_{\text{med}} * S$$

Considerando il principio dell'invarianza idraulica, è possibile calcolare analogamente il volume d'acqua che defluisce dal sito con coefficiente udometrico pari a 10 l/s\*ha.

Quindi, per differenza dei 2 volumi ricavati, è possibile definire il volume d'acqua da invasare necessario a mantenere inalterato il coefficiente udometrico.

Comparto 1	Descrizione	Superficie (m <sup>2</sup> )	φ=Coeff. di deflusso
Superfici impermeabili	Strade e parcheggi	8.263,54	0,9
Area verde	Area verde	25.051,52	0,2
Superfici semipermeabili	Sup. Fondiaria	7.735,61	0,7
<b>TOTALE</b>		<b>41.050,67</b>	<b>0,44</b>

Comparto 2	Descrizione	Superficie (m <sup>2</sup> )	φ=Coeff. di deflusso
Superfici impermeabili	Strade e parcheggi	445,72	0,9
Area verde	Area verde	3.006,42	0,2
Superfici semipermeabili	Sup. Fondiaria	4.428,94	0,7
<b>TOTALE</b>		<b>7.881,08</b>	<b>0,52</b>



Comparto 3	Descrizione	Superficie (m <sup>2</sup> )	$\phi$ =Coeff. di deflusso
Superfici impermeabili	Strade e parcheggi	182,19	0,9
Area verde	Area verde	973,49	0,2
Superfici semipermeabili	Sup. Fondiaria	1.940,39	0,7
<b>TOTALE</b>		<b>3.096,07</b>	<b>0,55</b>

Comparto 4	Descrizione	Superficie (m <sup>2</sup> )	$\phi$ =Coeff. di deflusso
Superfici impermeabili	Strade e parcheggi	1.008,67	0,9
Area verde	Area verde	10.836,74	0,2
Superfici semipermeabili	Sup. Fondiaria	5.591,90	0,7
<b>TOTALE</b>		<b>15.437,31</b>	<b>0,36</b>

Tabella 8: Tabelle dei coefficienti di deflusso medi per la quattro aree

### Calcolo del volume di laminazione Ambito 1

												<b>V<sub>min</sub> 1196,34</b>	
Durata di pioggia		Sup. Bacino	Dati dell'equazione pluv.		Coeff. di deflusso	Altezza di pioggia	Volume entrante	Coeff. idrometrico			Portata uscente	Volume uscente	Volume da invasare
t <sub>p</sub>	t	S	a	n	$\phi$	h	V <sub>e</sub>	u	Q <sub>u</sub>	Q <sub>u</sub>	V <sub>u</sub>	V	
(min)	(ore)	(ha)	(mm)			(mm)	(m <sup>3</sup> )	[l/(s ha)]	(l/s)	(m <sup>3</sup> /ora)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	
5	0,08	4,1	71,604	0,206	0,44	43	775,6	10	41,1	147,78	12,32	763,24	
10	0,17	4,105	71,604	0,206	0,44	50	894,5	10	41,1	147,78	24,63	869,84	
15	0,25	4,105	71,604	0,206	0,44	54	972,3	10	41,1	147,78	36,95	935,37	
20	0,33	4,105	71,604	0,206	0,44	57	1032	10	41,1	147,78	49,26	982,36	
25	0,42	4,105	71,604	0,206	0,44	60	1080	10	41,1	147,78	61,58	1018,52	
30	0,50	4,105	71,604	0,206	0,44	62	1121	10	41,1	147,78	73,89	1047,50	
35	0,58	4,105	71,604	0,206	0,44	64	1158	10	41,1	147,78	86,21	1071,33	
40	0,67	4,105	71,604	0,206	0,44	66	1190	10	41,1	147,78	98,52	1091,27	
45	0,75	4,105	71,604	0,206	0,44	67	1219	10	41,1	147,78	110,84	1108,15	
50	0,83	4,105	71,604	0,206	0,44	69	1246	10	41,1	147,78	123,15	1122,55	
55	0,92	4,105	71,604	0,206	0,44	70	1270	10	41,1	147,78	135,47	1134,91	
60	1,00	4,105	71,604	0,206	0,44	72	1293	10	41,1	147,78	147,78	1145,55	
65	1,08	4,105	71,604	0,206	0,44	73	1315	10	41,1	147,78	160,10	1154,72	
70	1,17	4,105	71,604	0,206	0,44	74	1335	10	41,1	147,78	172,41	1162,61	
75	1,25	4,105	71,604	0,206	0,44	75	1354	10	41,1	147,78	184,73	1169,38	
80	1,33	4,105	71,604	0,206	0,44	76	1372	10	41,1	147,78	197,04	1175,17	

85	1,42	4,105	71,604	0,206	0,44	77	1389	10	41,1	147,78	209,36	1180,09
90	1,50	4,105	71,604	0,206	0,44	78	1406	10	41,1	147,78	221,67	1184,21
95	1,58	4,105	71,604	0,206	0,44	79	1422	10	41,1	147,78	233,99	1187,63
100	1,67	4,105	71,604	0,206	0,44	80	1437	10	41,1	147,78	246,30	1190,40
105	1,75	4,105	71,604	0,206	0,44	80	1451	10	41,1	147,78	258,62	1192,58
110	1,83	4,105	71,604	0,206	0,44	81	1465	10	41,1	147,78	270,93	1194,23
115	1,92	4,105	71,604	0,206	0,44	82	1479	10	41,1	147,78	283,25	1195,38
120	2,00	4,105	71,604	0,206	0,44	83	1492	10	41,1	147,78	295,56	1196,07
125	2,08	4,105	71,604	0,206	0,44	83	1504	10	41,1	147,78	307,88	1196,34
130	2,17	4,105	71,604	0,206	0,44	84	1516	10	41,1	147,78	320,20	1196,21
135	2,25	4,105	71,604	0,206	0,44	85	1528	10	41,1	147,78	332,51	1195,72
140	2,33	4,105	71,604	0,206	0,44	85	1540	10	41,1	147,78	344,83	1194,89

## Calcolo del volume di laminazione Ambito 2

												<b>V<sub>min</sub> 283,45</b>	
Durata di pioggia		Sup. Bacino	Dati dell'equazione pluvi.		Coef. di deflusso	Altezza di pioggia	Volume entrante	Coef. udometrico	Portata uscente		Volume uscente	Volume da invasare	
t <sub>p</sub>	t	S	a	n	φ	h	V <sub>e</sub>	u	Q <sub>u</sub>	Q <sub>u</sub>	V <sub>u</sub>	V	
(min)	(ore)	(ha)	(mm)			(mm)	(m <sup>3</sup> )	[l/(s ha)]	(l/s)	(m <sup>3</sup> /ora)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	
5	0,08	0,8	71,604	0,206	0,52	43	176	10	7,9	28,37	2,36	173,60	
10	0,17	0,788	71,604	0,206	0,52	50	202,9	10	7,9	28,37	4,73	198,22	
15	0,25	0,788	71,604	0,206	0,52	54	220,6	10	7,9	28,37	7,09	213,52	
20	0,33	0,788	71,604	0,206	0,52	57	234,1	10	7,9	28,37	9,46	224,61	
25	0,42	0,788	71,604	0,206	0,52	60	245,1	10	7,9	28,37	11,82	233,24	
30	0,50	0,788	71,604	0,206	0,52	62	254,4	10	7,9	28,37	14,19	240,25	
35	0,58	0,788	71,604	0,206	0,52	64	262,6	10	7,9	28,37	16,55	246,08	
40	0,67	0,788	71,604	0,206	0,52	66	270	10	7,9	28,37	18,91	251,04	
45	0,75	0,788	71,604	0,206	0,52	67	276,6	10	7,9	28,37	21,28	255,30	
50	0,83	0,788	71,604	0,206	0,52	69	282,6	10	7,9	28,37	23,64	258,99	
55	0,92	0,788	71,604	0,206	0,52	70	288,2	10	7,9	28,37	26,01	262,23	
60	1,00	0,788	71,604	0,206	0,52	72	293,4	10	7,9	28,37	28,37	265,07	
65	1,08	0,788	71,604	0,206	0,52	73	298,3	10	7,9	28,37	30,74	267,58	
70	1,17	0,788	71,604	0,206	0,52	74	302,9	10	7,9	28,37	33,10	269,80	
75	1,25	0,788	71,604	0,206	0,52	75	307,2	10	7,9	28,37	35,46	271,77	
80	1,33	0,788	71,604	0,206	0,52	76	311,3	10	7,9	28,37	37,83	273,51	
85	1,42	0,788	71,604	0,206	0,52	77	315,3	10	7,9	28,37	40,19	275,06	
90	1,50	0,788	71,604	0,206	0,52	78	319	10	7,9	28,37	42,56	276,42	
95	1,58	0,788	71,604	0,206	0,52	79	322,6	10	7,9	28,37	44,92	277,63	
100	1,67	0,788	71,604	0,206	0,52	80	326	10	7,9	28,37	47,29	278,69	
105	1,75	0,788	71,604	0,206	0,52	80	329,3	10	7,9	28,37	49,65	279,61	
110	1,83	0,788	71,604	0,206	0,52	81	332,4	10	7,9	28,37	52,02	280,42	
115	1,92	0,788	71,604	0,206	0,52	82	335,5	10	7,9	28,37	54,38	281,11	
120	2,00	0,788	71,604	0,206	0,52	83	338,4	10	7,9	28,37	56,74	281,69	
125	2,08	0,788	71,604	0,206	0,52	83	341,3	10	7,9	28,37	59,11	282,18	
130	2,17	0,788	71,604	0,206	0,52	84	344,1	10	7,9	28,37	61,47	282,59	
135	2,25	0,788	71,604	0,206	0,52	85	346,7	10	7,9	28,37	63,84	282,90	
140	2,33	0,788	71,604	0,206	0,52	85	349,3	10	7,9	28,37	66,20	283,15	
145	2,42	0,788	71,604	0,206	0,52	86	351,9	10	7,9	28,37	68,57	283,31	
150	2,50	0,788	71,604	0,206	0,52	86	354,3	10	7,9	28,37	70,93	283,41	
155	2,58	0,788	71,604	0,206	0,52	87	356,7	10	7,9	28,37	73,29	283,45	
160	2,67	0,788	71,604	0,206	0,52	88	359,1	10	7,9	28,37	75,66	283,42	

### Calcolo del volume di laminazione Ambito 3

												<b>V<sub>min</sub> 119,50</b>	
Durata di pioggia		Sup. Bacino	Dati dell'equazione pluvi.			Coeff. di deflusso	Altezza di pioggia	Volume entrante	Coeff. idrometrico	Portata uscente	Volume uscente	Volume da invasare	
t <sub>p</sub> (min)	t (ore)		S (ha)	a (mm)	n								φ
5	0,08	0,3	71,604	0,206	0,55	43	73,12	10	3,1	11,15	0,93	72,19	
10	0,17	0,31	71,604	0,206	0,55	50	84,33	10	3,1	11,15	1,86	82,47	
15	0,25	0,31	71,604	0,206	0,55	54	91,67	10	3,1	11,15	2,79	88,88	
20	0,33	0,31	71,604	0,206	0,55	57	97,26	10	3,1	11,15	3,72	93,54	
25	0,42	0,31	71,604	0,206	0,55	60	101,8	10	3,1	11,15	4,64	97,18	
30	0,50	0,31	71,604	0,206	0,55	62	105,7	10	3,1	11,15	5,57	100,15	
35	0,58	0,31	71,604	0,206	0,55	64	109,1	10	3,1	11,15	6,50	102,63	
40	0,67	0,31	71,604	0,206	0,55	66	112,2	10	3,1	11,15	7,43	104,74	
45	0,75	0,31	71,604	0,206	0,55	67	114,9	10	3,1	11,15	8,36	106,56	
50	0,83	0,31	71,604	0,206	0,55	69	117,4	10	3,1	11,15	9,29	108,15	
55	0,92	0,31	71,604	0,206	0,55	70	119,8	10	3,1	11,15	10,22	109,55	
60	1,00	0,31	71,604	0,206	0,55	72	121,9	10	3,1	11,15	11,15	110,78	
65	1,08	0,31	71,604	0,206	0,55	73	124	10	3,1	11,15	12,07	111,88	
70	1,17	0,31	71,604	0,206	0,55	74	125,9	10	3,1	11,15	13,00	112,86	
75	1,25	0,31	71,604	0,206	0,55	75	127,7	10	3,1	11,15	13,93	113,73	
80	1,33	0,31	71,604	0,206	0,55	76	129,4	10	3,1	11,15	14,86	114,51	
85	1,42	0,31	71,604	0,206	0,55	77	131	10	3,1	11,15	15,79	115,20	
90	1,50	0,31	71,604	0,206	0,55	78	132,5	10	3,1	11,15	16,72	115,82	
95	1,58	0,31	71,604	0,206	0,55	79	134	10	3,1	11,15	17,65	116,38	
100	1,67	0,31	71,604	0,206	0,55	80	135,4	10	3,1	11,15	18,58	116,87	
105	1,75	0,31	71,604	0,206	0,55	80	136,8	10	3,1	11,15	19,51	117,31	
110	1,83	0,31	71,604	0,206	0,55	81	138,1	10	3,1	11,15	20,43	117,70	
115	1,92	0,31	71,604	0,206	0,55	82	139,4	10	3,1	11,15	21,36	118,04	
120	2,00	0,31	71,604	0,206	0,55	83	140,6	10	3,1	11,15	22,29	118,33	
125	2,08	0,31	71,604	0,206	0,55	83	141,8	10	3,1	11,15	23,22	118,59	
130	2,17	0,31	71,604	0,206	0,55	84	143	10	3,1	11,15	24,15	118,81	
135	2,25	0,31	71,604	0,206	0,55	85	144,1	10	3,1	11,15	25,08	119,00	
140	2,33	0,31	71,604	0,206	0,55	85	145,2	10	3,1	11,15	26,01	119,15	
145	2,42	0,31	71,604	0,206	0,55	86	146,2	10	3,1	11,15	26,94	119,27	
150	2,50	0,31	71,604	0,206	0,55	86	147,2	10	3,1	11,15	27,86	119,37	
155	2,58	0,31	71,604	0,206	0,55	87	148,2	10	3,1	11,15	28,79	119,44	
160	2,67	0,31	71,604	0,206	0,55	88	149,2	10	3,1	11,15	29,72	119,48	
165	2,75	0,31	71,604	0,206	0,55	88	150,2	10	3,1	11,15	30,65	119,50	
170	2,83	0,31	71,604	0,206	0,55	89	151,1	10	3,1	11,15	31,58	119,50	

### Calcolo del volume di laminazione Ambito 4

												<b>V<sub>min</sub> 349,42</b>	
Durata di pioggia		Sup. Bacino	Dati dell'equazione pluvi.			Coeff. di deflusso	Altezza di pioggia	Volume entrante	Coeff. idrometrico	Portata uscente	Volume uscente	Volume da invasare	
t <sub>p</sub>	t		S	a	n								φ

(min)	(ore)	(ha)	(mm)			(mm)	(m <sup>3</sup> )	[l/(s ha)]	(l/s)	(m <sup>3</sup> /ora)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )
5	0,08	1,5	71,604	0,206	0,36	43	238,6	10	15,4	55,57	4,63	233,99
10	0,17	1,544	71,604	0,206	0,36	50	275,2	10	15,4	55,57	9,26	265,95
15	0,25	1,544	71,604	0,206	0,36	54	299,2	10	15,4	55,57	13,89	285,27
20	0,33	1,544	71,604	0,206	0,36	57	317,4	10	15,4	55,57	18,52	298,88
25	0,42	1,544	71,604	0,206	0,36	60	332,3	10	15,4	55,57	23,16	309,17
30	0,50	1,544	71,604	0,206	0,36	62	345	10	15,4	55,57	27,79	317,24
35	0,58	1,544	71,604	0,206	0,36	64	356,2	10	15,4	55,57	32,42	323,74
40	0,67	1,544	71,604	0,206	0,36	66	366,1	10	15,4	55,57	37,05	329,03
45	0,75	1,544	71,604	0,206	0,36	67	375,1	10	15,4	55,57	41,68	333,38
50	0,83	1,544	71,604	0,206	0,36	69	383,3	10	15,4	55,57	46,31	336,97
55	0,92	1,544	71,604	0,206	0,36	70	390,9	10	15,4	55,57	50,94	339,93
60	1,00	1,544	71,604	0,206	0,36	72	397,9	10	15,4	55,57	55,57	342,36
65	1,08	1,544	71,604	0,206	0,36	73	404,5	10	15,4	55,57	60,21	344,34
70	1,17	1,544	71,604	0,206	0,36	74	410,8	10	15,4	55,57	64,84	345,92
75	1,25	1,544	71,604	0,206	0,36	75	416,6	10	15,4	55,57	69,47	347,17
80	1,33	1,544	71,604	0,206	0,36	76	422,2	10	15,4	55,57	74,10	348,11
85	1,42	1,544	71,604	0,206	0,36	77	427,5	10	15,4	55,57	78,73	348,78
90	1,50	1,544	71,604	0,206	0,36	78	432,6	10	15,4	55,57	83,36	349,20
95	1,58	1,544	71,604	0,206	0,36	79	437,4	10	15,4	55,57	87,99	349,41
100	1,67	1,544	71,604	0,206	0,36	80	442	10	15,4	55,57	92,62	349,42
105	1,75	1,544	71,604	0,206	0,36	80	446,5	10	15,4	55,57	97,26	349,25
110	1,83	1,544	71,604	0,206	0,36	81	450,8	10	15,4	55,57	101,89	348,92

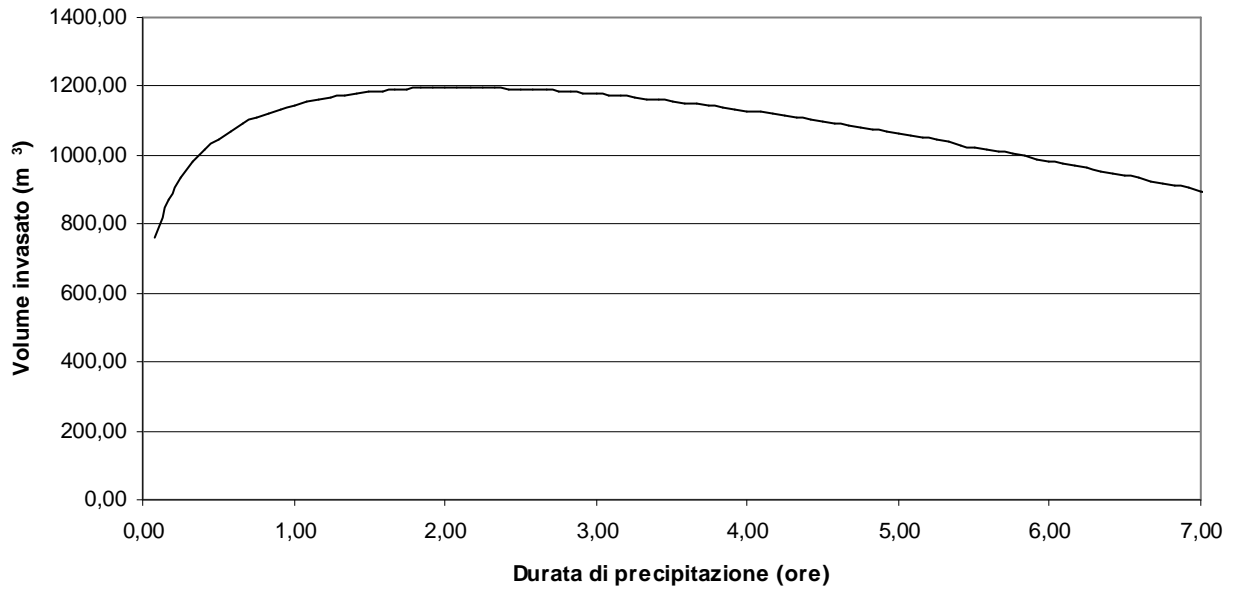
**Tabella 9: Volumi d'invaso massimi**

Nelle tabelle precedenti sono stati evidenziati in verde i valori di *predimensionamento* dei volumi d'invaso massimi raggiunti per le aree in questione. Riassumendo:

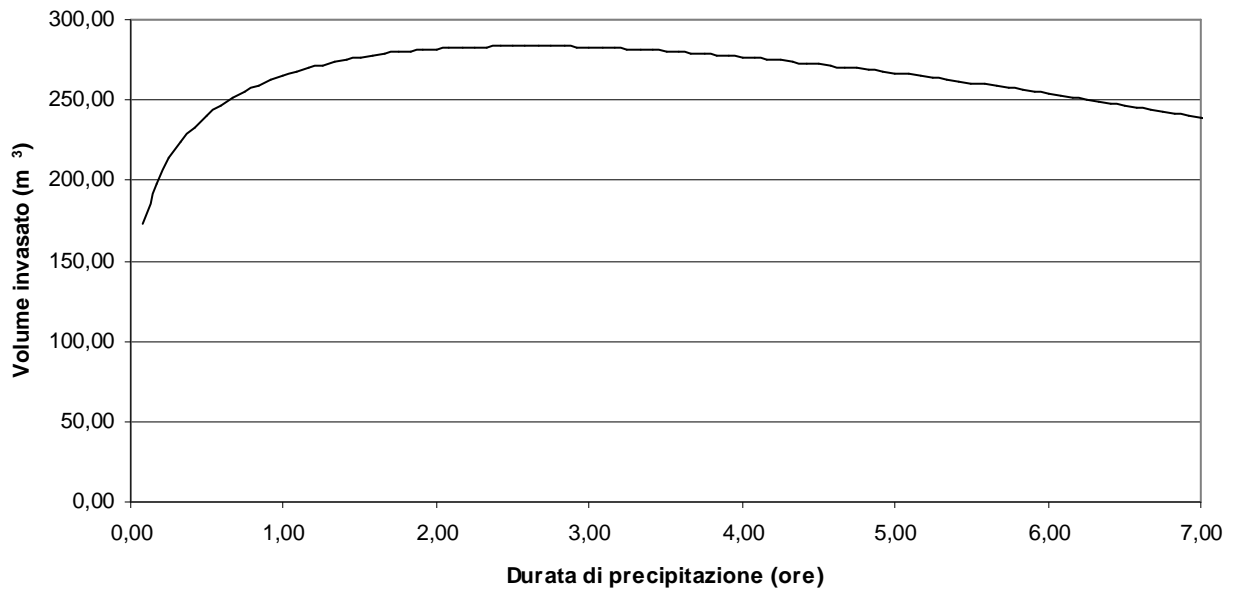
VOLUMI INVASO		AREA 1	AREA 2	AREA 3	AREA 4	AREA 5
Circa	mc.	443	374	425	210	497

Riportando i volumi defluiti e quelli d'invaso netti si ottengono i seguenti diagrammi:

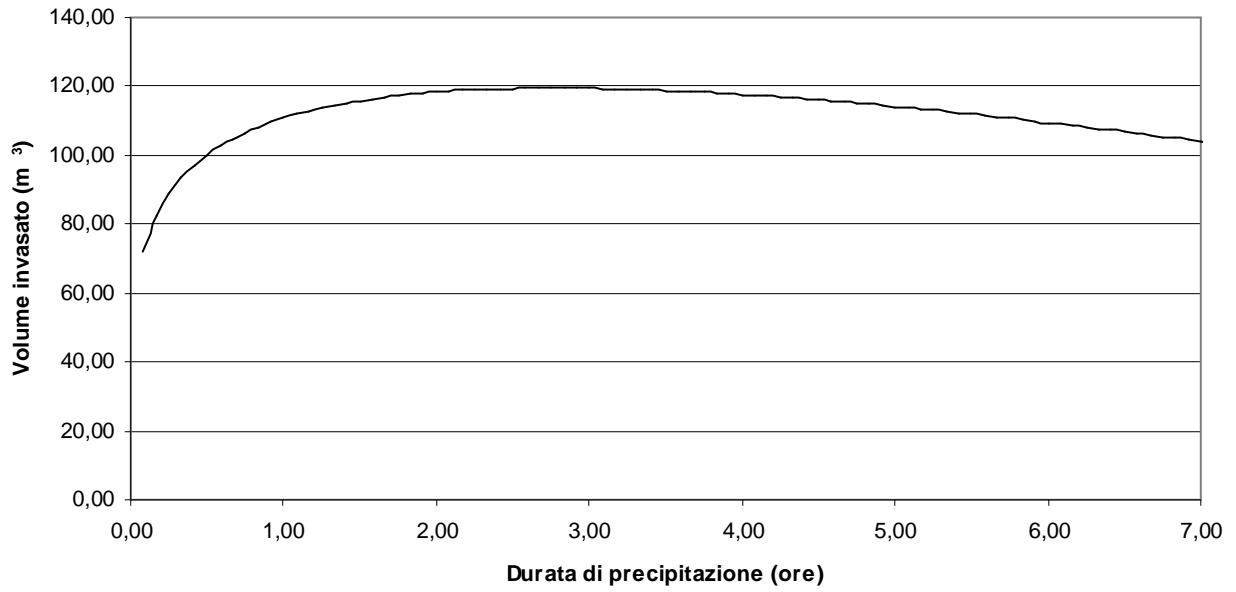
**DIAGRAMMA DURATA DI PRECIPITAZIONE - VOLUME DA INVASARE AMBITO 1**



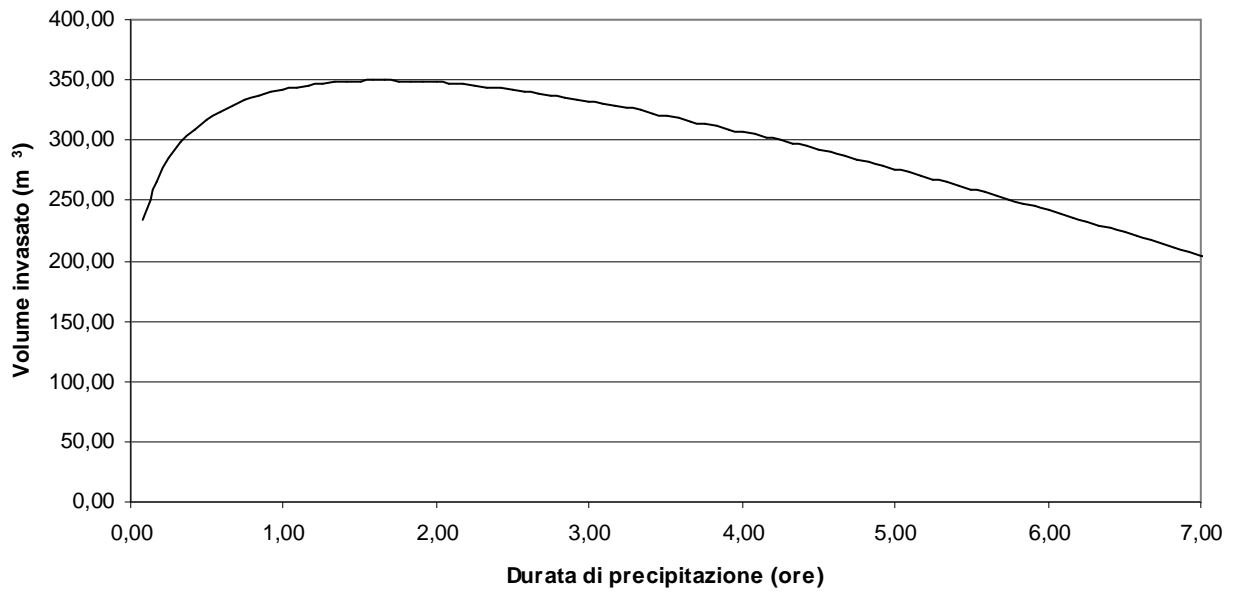
**DIAGRAMMA DURATA DI PRECIPITAZIONE - VOLUME DA INVASARE AMBITO 2**



**DIAGRAMMA DURATA DI PRECIPITAZIONE - VOLUME DA INVASARE AMBITO 3**



**DIAGRAMMA DURATA DI PRECIPITAZIONE - VOLUME DA INVASARE AMBITO 4**



**Figura 11: Diagrammi dei volumi per le singole sottozone**

## 5 Volume d'invaso

Come precedentemente discusso, la trasformazione dell'uso del suolo prodotta dall'introduzione di nuove impermeabilizzazioni, provoca una variazione di permeabilità superficiale, pertanto, tale progetto deve prevedere le misure compensative volte a mantenere costante il coefficiente udometrico secondo il principio dell'invarianza idraulica. Per quanto riguarda quest'ultimo principio in linea generale le misure compensative sono atte ad individuare dei volumi di invaso che consentano la laminazione delle piene. La DGRV 1322/06 e la DGRV 1841/07 indicano che l'obiettivo principale dell'invarianza idraulica è di richiedere a chi propone una trasformazione dell'uso del suolo di caricarsi, attraverso opportune azioni compensative nei limiti di incertezza del modello adottato per i calcoli dei volumi, degli oneri del consumo della risorsa territoriale costituita dalla capacità di un bacino di regolare le piene e quindi di mantenere le condizioni di sicurezza territoriale nel tempo.

In base ai calcoli eseguiti, la laminazione degli eventi di piena dovrà quindi essere in grado di impedire lo scarico diretto di ingenti portate nel ricettore finale, con una capacità complessiva di almeno 2.000 m<sup>3</sup> d'acqua, relativi ad una precipitazione con tempi di ritorno di 50 anni. Tale volume, già ridotto della quantità relativa alla fuoruscita di 10 l/s\*ha (coefficiente udometrico), rappresenta la condizione idraulica più gravosa, calcolata per l'intera area nello stato di progetto. **Tali invasi potranno essere realizzati sfruttando il volume disponibile all'interno delle tubazioni che permettono di raccogliere e confluire le acque meteoriche verso la sezione d'uscita. Gli invasi saranno opportunamente dimensionati nella fase di progettazione esecutiva.**

## 5.1 Sezione di scarico

La laminazione delle piene è resa possibile da un dispositivo collocato presso la sezione di scarico, di ogni singola area, che permette di confluire al ricettore finale una portata d'acqua pari al coefficiente udometrico di 10 l/s\*ha. Le acque laminate nelle condotte e presso le zone a momentanea sommersione vengono convogliate verso lo scarico per gravità, dove incontrano una paratoia dotata di luce a sezione rettangolare sul fondo. Questa è dimensionata in modo tale da permettere il passaggio di una portata pari a 10 l/s\*ha. La paratoia funge anche da sfioratore a stramazzo: si tratta di un ultimo dispositivo di sicurezza che entra in funzione solo in caso di eventi precipitativi straordinari (con tempi di ritorno superiori ai 50 anni). Lo sfioratore a stramazzo infatti verrà posto ad una quota pari a -50 cm dallo 0,00 di progetto. Nel caso in cui le acque raggiungano tale quota, lo stramazzo entrerà in funzione, bypassando il regolatore di portata finale ed evitando così il reflusso a monte con conseguente allagamento dell'area.

Per il dimensionamento della luce di fondo è stata utilizzata la:

$$Q = \frac{2}{3} \mu b \sqrt{2g} (h_2^{3/2} - h_1^{3/2})$$

dove:

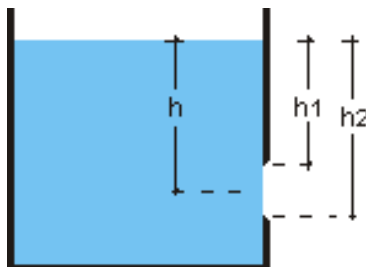
b = larghezza della luce

$\mu$  = coefficiente di contrazione (0.82)

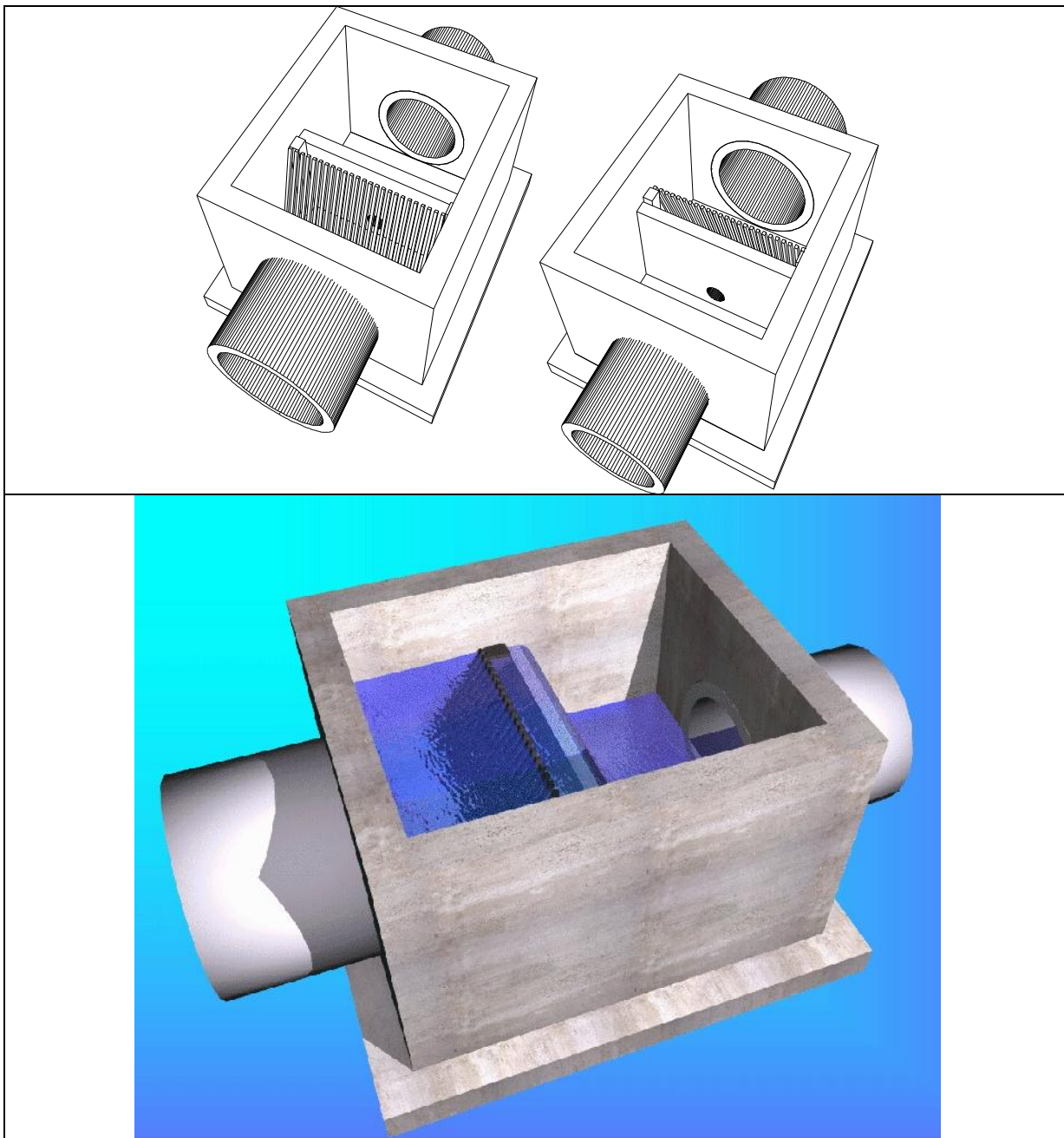
$h_1$  = battente sulla luce

$h_2$  = battente più altezza della luce

Q = portata effluente dalla luce







**Figura 12: Rappresentazione schematica di un pozzetto con luce sul fondo, il cui funzionamento è simile ad una paratoia con luce sul fondo**

## 6 Conclusioni

Alla luce di quanto esposto, si ritiene che la realizzazione delle opere in progetto porterà ad un aumento della quantità d'acqua defluita, in quanto aumenta il coefficiente di deflusso delle superfici rispetto alla situazione attuale.

Pur non essendo presenti condizioni di rischio idraulico o di pericolosità idraulica risulta opportuno accompagnare ogni intervento di nuova urbanizzazione da adeguati interventi di mitigazione.

Per questo motivo si ritiene indispensabile la realizzazione di sistemi di accumulo che permettano la laminazione degli eventi di piena. Il volume complessivo necessario a consentire l'invaso di eventi precipitativi con tempi di ritorno pari a 50 anni, ammonta a circa 2.000 m<sup>3</sup>.

Il conferimento avverrà tramite pozzetto con luce di fondo previsto all'interno di ogni singola area, dimensionato secondo le specifiche tecniche riportate nel paragrafo precedente, la quale consentirà il deflusso delle acque del sistema di accumulo verso il ricettore con una portata tale da non aggravare le attuali condizioni di deflusso.

Aumentando la capacità d'invaso, si riuscirà quindi a ritardare gli eventi di piena conseguenti la precipitazione, convogliando le acque verso il corpo ricettore solo quando questo sia in grado di riceverle, evitando di mandare in crisi il sistema idraulico.

Il progetto esecutivo dovrà tenere conto della presenza del sistema di accumulo.

Le portate in uscita (10 l/s\*ha) risultano sostenibili dall'attuale reticolo idrografico, nonché dalla rete minore rilevata, purché vengano mantenute nel tempo le caratteristiche morfologiche e di deflusso delle reti stesse: per la prevenzione del rischio i corsi d'acqua vanno rispettati e valorizzati. Occorre creare le condizioni perché i corsi d'acqua possano essere mantenuti in efficienza senza eccessivi oneri e non risultino marginalizzati dalle previsioni urbanistiche.

Per quanto sopra spiegato e dimostrato negli elaborati nella presente fase progettuale della valutazione di compatibilità idraulica, con le nuove previsioni urbanistiche non viene aggravato l'esistente livello di rischio idraulico ne viene pregiudicata la possibilità di riduzione di tale livello. Con l'adozione del sistema di accumulo delle acque meteoriche, si sono adottate le opportune misure compensative volte a mantenere costante il coefficiente udometrico secondo il principio dell'invarianza idraulica.

Il tecnico estensore

