

**COMUNE DI ALBA**  
(Provincia di Cuneo)

**OGGETTO:**  
**PROPOSTA DI PEC**  
**ai sensi L.R. 56/77 e s.m.i. in area residenziale C21**

**RICHIEDENTE:** BO s.r.l. p.iva: 02455170049 e REA CN-177438 e con sede in Alba,  
Corso Piave n. 4

**UBICAZIONE:** Comune di Alba – Foglio 35 mappale 158

**RELAZIONE IDRAULICA**  
**Articolo 72.16 N.T.A. del P.R.G.C. Comune di Alba**

Alba, Aprile 2017

**Il Committente**

Dott. Bo Carlo

**BO S.R.L.**

C.so Piave, 4 - 12051 Alba (Cn)  
P.Iva 02455170049

**I progettisti**

Ing. Donato Sergio

ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI CUNEO

A1869 Dott. Ing. Sergio Donato

Geom. Careglio Giovanni



## **RELAZIONE IDRAULICA**

Art.72.16 NtA P.R.G.C. Comune di Alba

**Progetto di: COSTRUZIONE COMPLESSO RESIDENZIALE IN AREA DI P.E.C. C21 – ALBA (CN)**

Committente: Bo s.r.l.

### **1 SOMMARIO**

<b>1</b>	<b>SOMMARIO</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DELL'AREA E CONSIDERAZIONI IDRAULICHE</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>DETERMINAZIONE DELLE <math>Q_{MAX}</math> DEFLUIBILI DALLE AREE SERVITE E CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE</b> .....	<b>9</b>
4.1	CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA DEL BACINO.....	9
4.2	METODI DI CALCOLO DEI TEMPI DI CORRIVAZIONE.....	13
4.3	VASCA LAMINAZIONE LOTTO "A".....	15
4.3.1	Calcolo del tempo di corrivazione.....	15
4.3.2	Calcolo delle intensità di pioggia al variare dei tempi di ritorno.....	15
4.3.3	Calcolo delle portate.....	16
4.3.4	Dimensionamento del volume di accumulo della vasca lotto A.....	17
4.3.5	Dimensionamento bocca tarata a valle della vasca di laminazione.....	18
4.4	VASCA LAMINAZIONE LOTTO "B".....	19
4.4.1	Calcolo del tempo di corrivazione.....	19
4.4.2	Calcolo delle intensità di pioggia al variare dei tempi di ritorno.....	19
4.4.3	Calcolo delle portate.....	20
4.4.4	Dimensionamento del volume di accumulo della vasca lotto B.....	21
4.4.5	Dimensionamento bocca tarata a valle della vasca di laminazione.....	22
4.5	VASCA LAMINAZIONE LOTTO "C".....	23
4.5.1	Calcolo del tempo di corrivazione.....	23
4.5.2	Calcolo delle intensità di pioggia al variare dei tempi di ritorno.....	23
4.5.3	Calcolo delle portate.....	24
4.5.4	Dimensionamento del volume di accumulo della vasca lotto C.....	25
4.5.5	Dimensionamento bocca tarata a valle della vasca di laminazione.....	26
4.6	VASCA LAMINAZIONE LOTTO "D".....	27
4.6.1	Calcolo del tempo di corrivazione.....	27
4.6.2	Calcolo delle intensità di pioggia al variare dei tempi di ritorno.....	27
4.6.3	Calcolo delle portate.....	28
4.6.4	Dimensionamento del volume di accumulo della vasca lotto D.....	29
4.6.5	Dimensionamento bocca tarata a valle della vasca di laminazione.....	30
4.7	AREA "E".....	31
4.7.1	Calcolo del tempo di corrivazione.....	31
4.7.2	Calcolo delle intensità di pioggia al variare dei tempi di ritorno.....	31

4.7.3	Calcolo delle portate area E1 .....	32
4.7.4	Calcolo delle portate area E2 .....	33
4.7.5	Calcolo delle portate area E3 .....	34
4.7.6	Calcolo delle portate area E4 .....	35
4.8	VASCA DI LAMINAZIONE AREA "E3+E4" .....	36
4.8.1	Calcolo delle portate.....	36
4.8.2	Dimensionamento del volume di accumulo della vasca area E3+E4. ....	37
4.8.3	Dimensionamento bocca tarata a valle della vasca di laminazione.....	38
<b>5</b>	<b>VALUTAZIONI SULL'INVARIANZA IDRAULICA .....</b>	<b>39</b>
<b>6</b>	<b>DIMENSIONAMENTO RETE DI SCARICO ACQUE BIANCHE.....</b>	<b>40</b>
6.1	VERIFICA SEZIONE 1. ....	41
6.1.1	Verifica con laminazione.....	41
6.1.2	Verifica senza laminazione.....	41
6.2	VERIFICA SEZIONE 2. ....	42
6.3	VERIFICA SEZIONE 3. ....	42
6.4	VERIFICA SEZIONE 4. ....	42
6.4.1	Verifica con laminazione.....	42
6.4.2	Verifica senza laminazione.....	43
<b>7</b>	<b>PRESCRIZIONI PER LA CANTIERIZZAZIONE .....</b>	<b>44</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>45</b>

## 2 PREMESSA.

La presente relazione viene redatta su incarico del dott. Bo Carlo, titolare della società Bo s.r.l. allo scopo di fornire tutti gli elementi idrologici e idraulici necessari a verificare la conformità idrologico - idraulica del progetto per la costruzione di un nuovo complesso residenziale, sito in Alba, redatto dal geometra Careglio Giovanni, con studio in Alba, via G Miroglio n.392 e dall'ing. Donato Sergio, con studio in Sommariva Perno, via delle Fragole n.4.

### **La presente relazione è redatta conformemente all'articolo 72.16 del P.R.G.C. del Comune di Alba:**

*"72.16 - Sul territorio comunale ogni intervento di modificazione dello stato dei luoghi dovrà farsi carico della progettazione, esecuzione e collaudo di tutte le opere di sistemazione delle acque interessanti l'area oggetto dell'intervento stesso, siano esse meteoriche, di drenaggio superficiale o profondo, sorgive, ecc., che dovranno essere correttamente regimate e convogliate preferibilmente negli impluvi naturali, e ciò anche nelle fasi transitorie di cantiere, mediante opere provvisorie. Dovrà essere verificato, con specifica Relazione Idraulica a firma di tecnico abilitato che la sistemazione proposta non aggravi le condizioni di deflusso delle sezioni a valle dell'intervento."*

La relazione in oggetto verifica la compatibilità idraulica degli interventi in progetto e la verifica che gli stessi non aggravino le condizioni di deflusso delle sezioni a valle dell'intervento.

Per l'intervento in oggetto è stata fornita allo scrivente la documentazione ritenuta necessaria per compiere la valutazione in esame, limitatamente all'aspetto idraulico, considerate l'estensione e la localizzazione dell'area di intervento, essendo gli aspetti geologici e geotecnici oggetto della relazione geologica, relazione geotecnica e studio di compatibilità geologico redatto dal geol. Bove Annalisa.

L'area in oggetto è identificata catastalmente al foglio 35, particella 158 del Comune di Alba ed è ubicata tra Corso Piave e Corso Europa, in zona periferica rispetto al centro storico cittadino.

Il lotto occupa interamente l'area urbanistica C21 "Zone interstiziali" del P.R.G.C. del Comune di Alba.

L'area si estende complessivamente per una superficie di circa 12100 m<sup>2</sup>.



Figura 1 - Estratto allegato 7 P.E.C. – planimetria delle opere in progetto

Come risulta dalla Relazione Geologica della dott.ssa Bove Annalisa l'area in oggetto è classificata in Classe di rischio IIa (moderata pericolosità geomorfologica – ambito di pianura), ovvero "porzioni di territorio subpianeggianti, interessati da uno o più fattori penalizzanti quali acque di esondazione a bassa energia, prolungato ristagno delle acque meteoriche, scadenti caratteristiche geotecniche dei terreni di copertura, eterogeneità dei terreni di fondazione".

Sotto il profilo idraulico le considerazioni da effettuarsi sull'area sono legate prevalentemente a problematiche connesse all'idrografia superficiale ed in particolare a possibili rischi connessi con acque a bassa energia che possono essere ovviati con semplici accorgimenti tecnici.

Per la zona in esame da rilievo effettuato, si sono potuti rilevare i sistemi di smaltimento riguardanti l'area in oggetto ed in particolare l'andamento delle reti esistenti.

Gli interventi prevedono la realizzazione di:

- n.3 corpi di fabbrica a destinazione residenziale, aventi simile dimensione in pianta;
- aree destinate a strade di penetrazione e parcheggi;
- aree destinate a verde;
- area destinata ad edilizia residenziale pubblica sovvenzionata.

La realizzazione degli interventi senza particolari attenzioni comporterebbe un aggravio idraulico sul reticolo idrografico minore esistente, pertanto la soluzione proposta consiste nella mitigazione dell'aggravio mediante la realizzazione di un sistema di micro – laminazione, in particolare con la realizzazione di una vasca di laminazione per ogni fabbricato e di una vasca di laminazione per l'area.

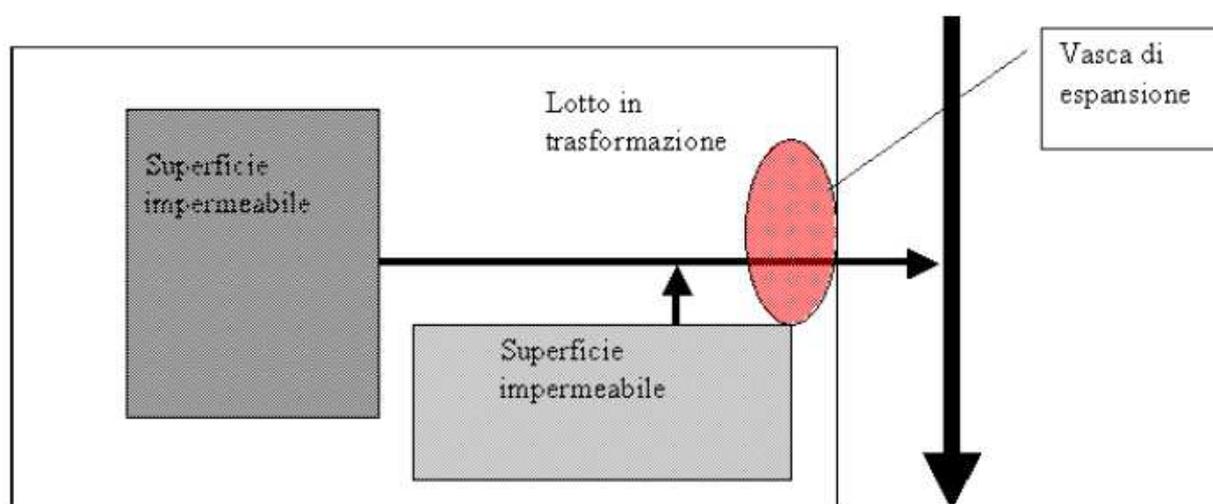


Figura 2- Schema di progetto di un sistema di micro laminazione

Il sistema di micro - laminazione consiste nella realizzazione di un bacino o di una vasca con funzione di ritegno temporaneo e di modulazione del deflusso dall'area in oggetto al reticolo idrografico ricevente, in modo da non aggravare le condizioni esistenti.

### **3 CARATTERISTICHE DELL'AREA E CONSIDERAZIONI IDRAULICHE.**

Cartograficamente l'area si colloca sulla tavoletta I.G.M. (1:25.000) n°69IISW "Alba", mentre sulla C.T.R (1:10.000) è individuata sulla sezione n°193090 "Alba Sud".



Figura 3 - Estratto ortofoto (Bing Maps®)

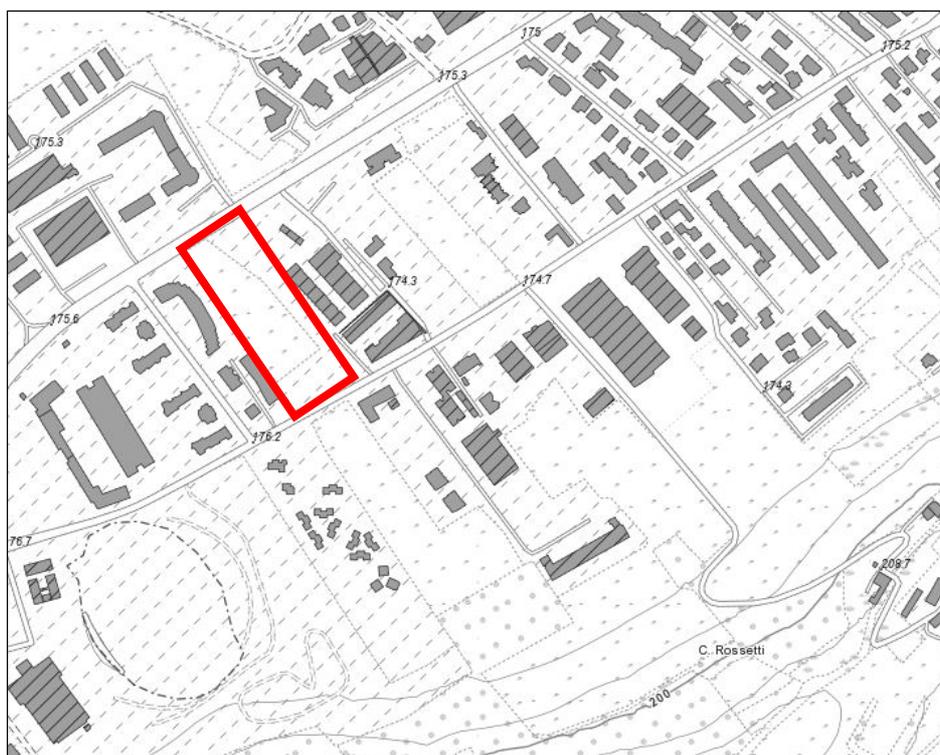


Figura 4 - Estratto C.T.R. su base cartografica 2010 (non in scala) con evidenziata in rosso l'area oggetto di intervento



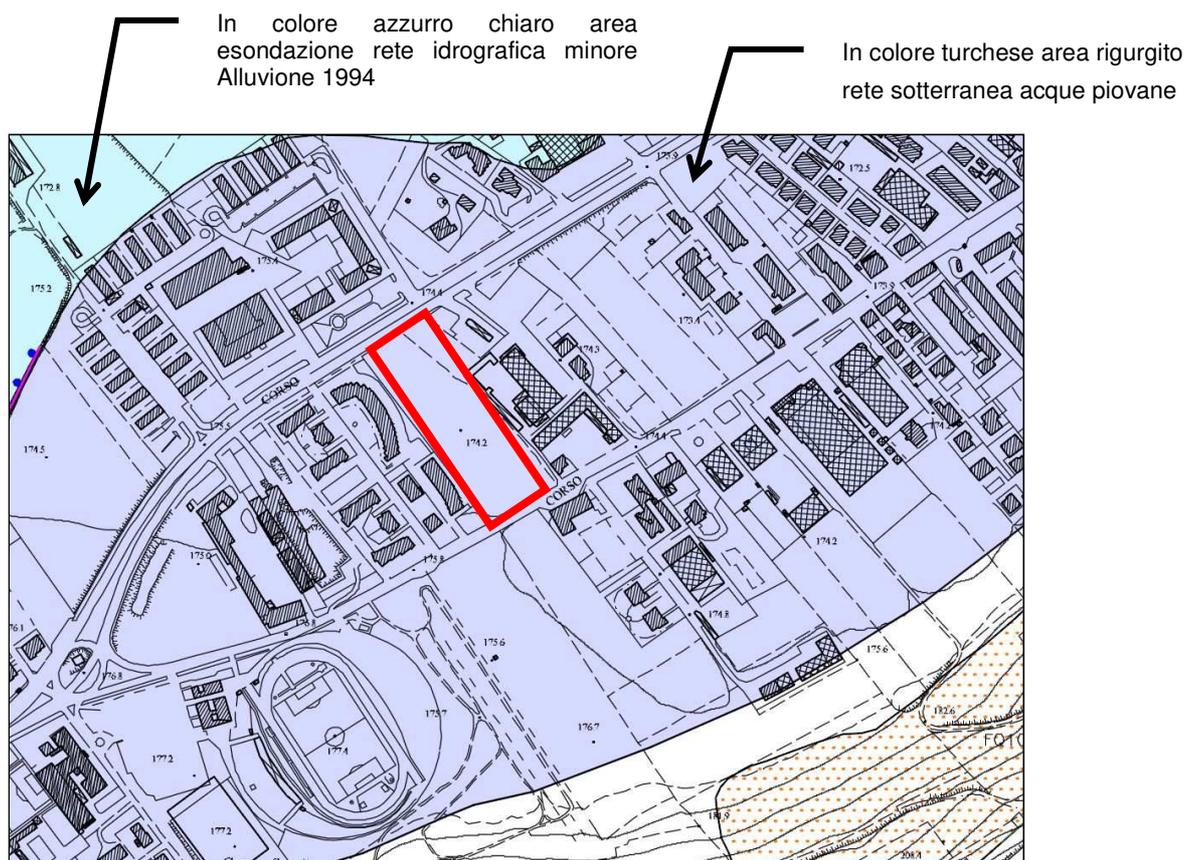
*Figura 5 – Vista dell'area di P.E.C. da corso Europa*



*Figura 6 – Vista dell'area di P.E.C. da corso Piave*

**Sull'area in oggetto sono ascrivibili eventi indotti dalla piena di esondato storico della prima decade di Novembre 1994, durante la quale l'area fu interessata dal rigurgito della rete sotterranea delle acque piovane, come evidenziato nelle Figure 7 e 8.**

Si evidenzia, inoltre, come l'area in oggetto non abbia subito l'esondazione della rete idrografica minore durante l'Alluvione del 1994, così come riportato nella carta di sintesi della pericolosità Geomorfologia e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica del Comune di Alba, con dato tratto dalla Banca Dati Regione Piemonte relativa all'alluvione 1994.



*Figura 7 - Estratto della carta geomorfologica dei dissesti, della dinamica fluviale e del reticolo idrografico minore del Comune di Alba*

Limite esondazione  
rete idrografica minore

In giallo area in Classe IIa

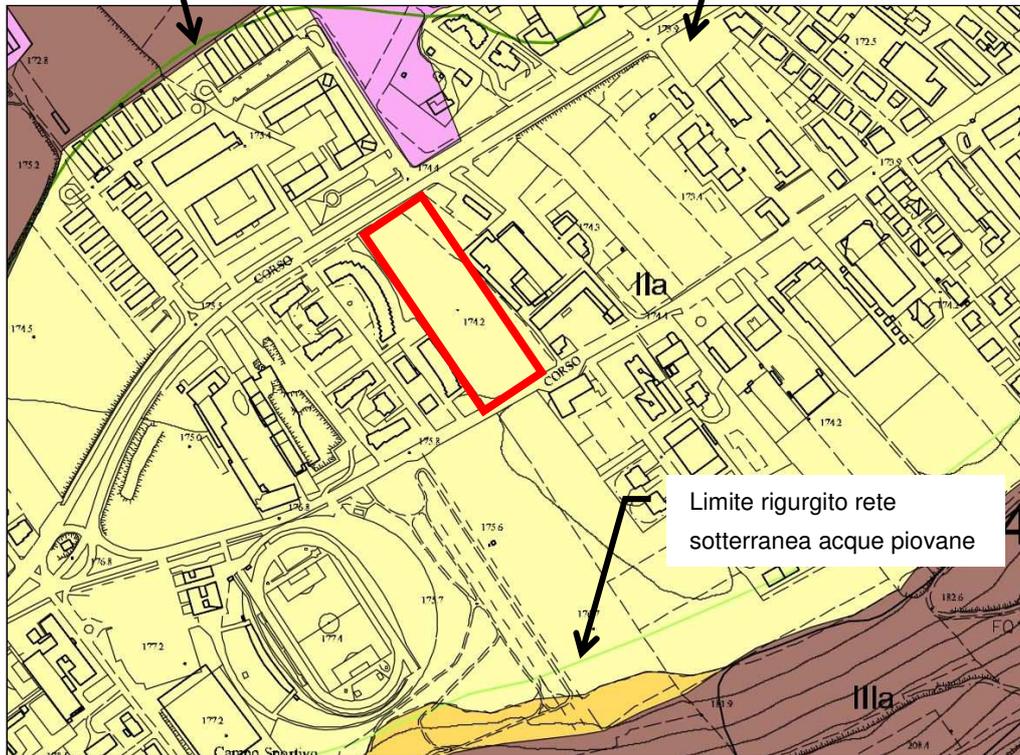


Figura 8. Estratto della carta di sintesi della pericolosità Geomorfologia e dell' idoneità all'utilizzazione urbanistica del Comune di Alba

L'area oggetto di intervento è individuata nei precedenti estratti grafici con rettangolo di colore rosso.

#### **4 DETERMINAZIONE DELLE $Q_{MAX}$ DEFLUIBILI DALLE AREE SERVITE E CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE.**

Non essendo disponibili dati relativi alla portata nelle sezioni di analisi, la determinazione della portata massima è stata effettuata indirettamente, mediante l'espressione della  $Q_{max}$  proposta da Giandotti.

Tale espressione è stata dedotta da considerazioni di carattere cinematico e fornisce il valore delle portate al colmo della piena in funzione del volume d'acqua sceso sul bacino durante l'evento meteorico. Si è pertanto valutato il massimo apporto idrico proveniente dal reticolo attuale e quello previsto in progetto sull'intera area in oggetto.

La precisione di tali valori è contenuta, in quanto le formulazioni di letteratura sono basate su bacini di estensione più elevata.

Anche il calcolo della rete è stato condotto in modo semplificato, trascurando la capacità di invaso della rete.

Per l'analisi idrologica ci si è avvalsi del metodo TCEV, acronimo di "Two Component Extreme Value", che permette di definire le curve di possibilità pluviometrica in aree in cui risultino carenti, o addirittura assenti, le informazioni statistiche sulle precipitazioni.

Questo modello è stato ideato per lo studio statistico delle massime altezze di precipitazione di assegnato tempo di ritorno e di durata 1-24 ore e 1-5 giorni nell'ambito regionale piemontese.

La procedura consente di determinare il tempo di ritorno associato ad un'altezza di precipitazione verificatasi su un'area caratterizzata dalla propria altitudine media e dal fatto di essere contenuta in una particolare zona pluviometrica omogenea. La stessa procedura può essere applicata nell'ordine inverso per determinare un'altezza di precipitazione di assegnato tempo di ritorno su un dato bacino imbrifero. Nel caso in esame si è utilizzata questa soluzione.

##### **4.1 Caratterizzazione idrologica del bacino.**

Il territorio Regionale è suddiviso in 6 diverse aree omogenee, dove per area omogenea si intende una porzione di territorio contraddistinta da una correlazione biunivoca tra media delle precipitazioni massime registrate ai pluviometri e quota sul livello del mare.

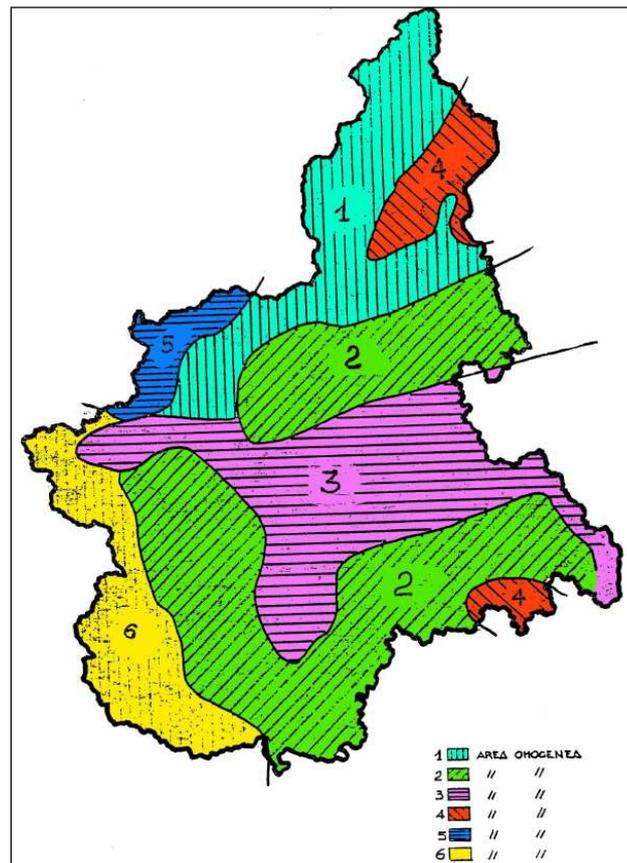


Figura 9 - Zone omogenee Regione Piemonte

Per ogni area omogenea si è proceduto al calcolo delle curve di probabilità pluviometrica che risultano funzione del solo tempo  $d$  (ore) e dalla quota  $Z$  (m s.l.m.).

Si è inoltre suddivisa l'area in 3 sottozone pluviometriche per ciascuna delle quali è stata determinata la funzione di distribuzione cumulata della variabile adimensionale  $X_1 = X_T / [E]$  "curva di crescita delle precipitazioni" tramite la quale fissato il tempo  $T$ , e pertanto anche la probabilità di non superamento  $F$ , si può determinare la stima di  $X_1$ .

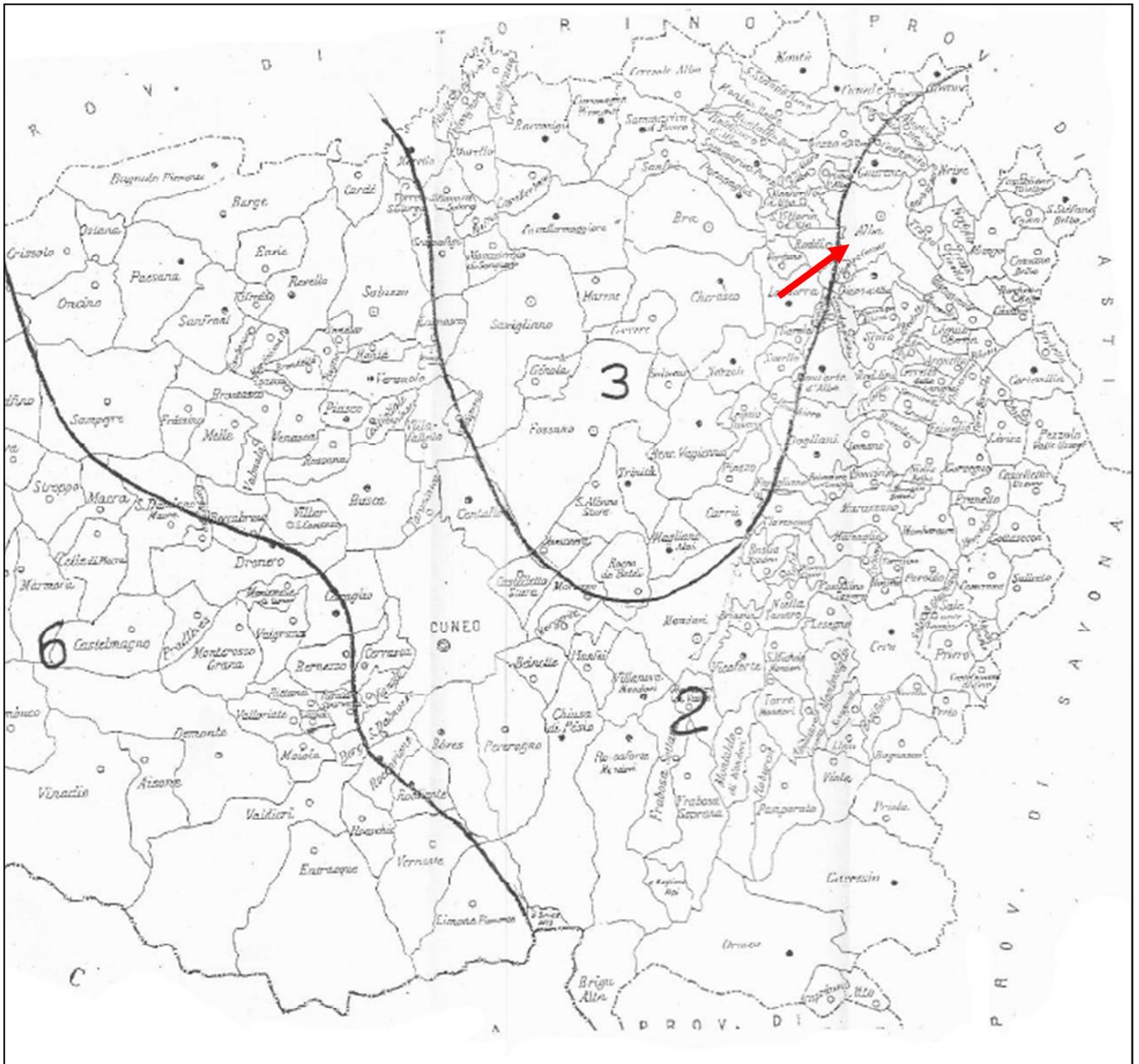


Figura 10 - Ingrandimento zone omogenee con individuazione dell'area oggetto di studio

Le curve di possibilità pluviometrica per piogge di breve durata per il Piemonte sono state determinate dall'Assessorato Difesa del Suolo e Assetto Idrogeologico della Regione, nell'ambito del progetto VAPI per la regionalizzazione delle piogge. Tale studio ha portato all'individuazione di tre zone omogenee e di sei aree pluviometriche. Per ogni zona omogenea è definita la funzione di probabilità della variabile dimensionale  $X_1$ , definita come rapporto fra l'altezza di pioggia da stimare  $X_T$  e il valore di pioggia [E]. Per ciascuna area pluviometrica si può invece assumere una precisa legge di variazione del parametro [E] con l'altitudine.

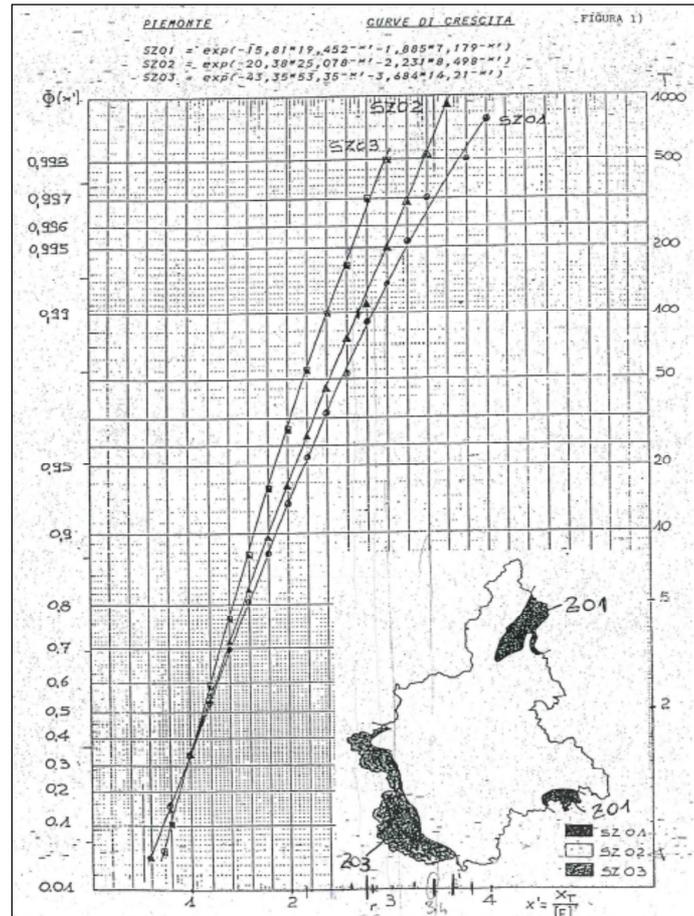


Figura 11 - Curve di crescita per zone omogenee

La pioggia che presenta le condizioni più gravose per la portata, nella sezione considerata, può avere indifferentemente una durata uguale o maggiore al tempo di corrivazione del bacino, si adotta pertanto una durata pari al tempo di corrivazione.

$$Q_{\max} = \lambda \times \Phi_1 \times \Phi_2 \times h_{(t_c)} \times S / (k \times t_c)$$

dove:

- $\lambda$  = fattore di forma dell'idrogramma di piena (con idrogramma di piena triangolare  $\lambda=2$ )\*
- $\Phi_1$  = coefficiente di deflusso superficiale
- $\Phi_2$  = coefficiente di laminazione
- $h_{(t_c)}$  = altezza di pioggia caduta nel tempo  $t_c$
- S = superficie del bacino sotteso

$k$  = rapporto tra tempo base e tempo di corrivazione (il tempo base ovvero il tempo che incorre tra l'inizio del fenomeno di piena ed il suo esaurimento, è il doppio del tempo di corrivazione del bacino e pertanto si ottiene  $k=2$ )\*

$t_c$  = tempo di corrivazione

\* = sono indicati i punti in cui si sono effettuate ipotesi comuni in campo idrologico inerenti la geometria dell'idrogramma di piena

Il comprensorio in studio appartiene all'area pluviometrica omogenea AO2 del Piemonte. Il parametro centrale  $E$  della distribuzione di probabilità della variabile da stimare è dunque legato alla quota con la seguente espressione:

$$[E] = h_{(t,Z)} = 25,37 \cdot d^{(0,469+0,00023 \cdot Z)/1,38} = \text{valore max medio annuo}$$

Con  $d$  = la durata dell'evento;  
 $Z$  = altitudine media dell'area.

Poiché il comprensorio è inserito nella zona omogenea SZ02, la funzione di probabilità della variabile  $X_1$  è data dalla relazione:

$$F(x_1) = \exp(-20,38 \cdot 25,078^{-x_1} - 2,231 \cdot 8,498^{-x_1})$$

Entrando nella curva di crescita con il tempo di ritorno  $T$  in anni assegnato, si ottiene in corrispondenza della curva di crescita per la sottozona interessata SZ02, il parametro  $X_1$ .

Dalla definizione del parametro  $X_1 = X_T / [E]$  si può quindi valutare  $X_T$  ovvero la massima precipitazione probabile al tempo  $d$  ed tempo di ritorno  $T$  assegnati noti l'area omogenea, la sottozona e la quota altimetrica.

#### 4.2 Metodi di calcolo dei tempi di corrivazione.

Il tempo di corrivazione (o di concentrazione) è definito come il "tempo necessario ad una particella di acqua per raggiungere la sezione di chiusura del bacino lungo il percorso idraulicamente più lungo"; nel metodo cinematico tale tempo è indipendente dalla forma del bacino e della sua rete drenante: quindi, più che grandezza fisica, esso ha un significato modellistico di parametro di taratura.

Il tempo di corrivazione per l'area  $A$  (si rimanda all'elaborato grafico per la definizione delle aree) è stimato con le seguenti formulazioni: Giandotti, Ventura, Pezzoli, Puglisi, Viparelli e Kirpich.

Formula di Giandotti:  $t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1,5 \cdot L}{0,8 \cdot \sqrt{H_m - h_0}}$

Formula di Ventura:  $t_c = 0,127 \frac{\sqrt{S}}{\sqrt{i}}$

Formula di Pezzoli:  $t_c = \frac{0,055 \cdot L}{\sqrt{i}}$

Formula di Puglisi:  $t_c = 6 \cdot L^{2/3} \cdot (H_{max} - H_{min})^{-1/3}$

Formula di Viparelli  $t_c = \frac{L}{S}$

Formula di Kirpich  $t_c = 0,000325 \cdot L^{0.77} \cdot i_v^{-0.385}$

### 4.3 VASCA LAMINAZIONE LOTTO "A"

#### 4.3.1 Calcolo del tempo di corrivazione.

Il tempo di corrivazione è valutato in base alle espressioni di letteratura, riportate nei capitoli precedenti.

Metodo	Tc [min]
Giandotti	38,81
Ventura	3,27
Pezzoli	1,32
Puglisi	57,15
Viparelli	0,67
Kirpich	1,96
<b>media</b>	<b>17,19</b>

Si assume un tempo di corrivazione  $t_c = 15$  minuti (ovvero 0,25 ore)

#### 4.3.2 Calcolo delle intensità di pioggia al variare dei tempi di ritorno.

Per l'analisi si sono pertanto adottati i seguenti parametri di progetto:

$d = 0,25$  ore (tempo di corrivazione imposto pari alla pioggia ritenuta significativa)

$Z = 175$  m s.l.m. (altezza dell'area)

$T =$  tempo di ritorno (10, 20, 50 anni)

$d$	$Z$	$E$	$T$	$x_1$	$x_t$	Intensità pioggia
[ore]	[m s.l.m.]		[anni]		[mm]	[mm/s/mq]
0,25	175	15.21	10	1.81	27.53	0.0306
<b>0,25</b>	<b>175</b>	<b>15.21</b>	<b>20</b>	<b>2.08</b>	<b>31.64</b>	<b>0.0352</b>
<b>0,25</b>	<b>175</b>	<b>15.21</b>	<b>50</b>	<b>2.43</b>	<b>36.96</b>	<b>0.0411</b>

#### 4.3.3 Calcolo delle portate.

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa al lotto A, considerando la situazione

##### **ANTE INTERVENTO con tempo di ritorno TR = 20 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	0	0.95	0.90	0.0352	0.0000
Cortile - parcheggi	0	0.80	0.70	0.0352	0.0000
Verde	1836	0.50	0.45	0.0352	0.0145
				<b>Totale</b>	<b>0.0145</b>

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa al lotto A, considerando la situazione

##### **POST INTERVENTO SENZA LAMINAZIONE con tempo di ritorno TR = 20 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	804	0.95	0.90	0.0352	0.0242
Cortile - parcheggi	311	0.80	0.70	0.0352	0.0061
Verde	721	0.50	0.45	0.0352	0.0057
				<b>Totale</b>	<b>0.0360</b>

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa al lotto A, considerando la situazione

##### **ANTE INTERVENTO con tempo di ritorno TR = 50 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	0	0.95	0.90	0.0411	0.0000
Cortile - parcheggi	0	0.80	0.70	0.0411	0.0000
Verde	1836	0.50	0.45	0.0411	0.0170
				<b>Totale</b>	<b>0.0170</b>

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa al lotto A, considerando la situazione

##### **POST INTERVENTO SENZA LAMINAZIONE con tempo di ritorno TR = 50 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	804	0.95	0.90	0.0411	0.0283
Cortile - parcheggi	311	0.80	0.70	0.0411	0.0072
Verde	721	0.50	0.45	0.0411	0.0067
				<b>Totale</b>	<b>0.0421</b>

#### 4.3.4 Dimensionamento del volume di accumulo della vasca lotto A.

L'intervento consiste nel contenere, con tempo di ritorno pari a 100 anni, la portata post intervento con laminazione entro il limite della situazione ante intervento.

Il volume di accumulo della vasca di laminazione è calcolato considerando il coefficiente di deflusso medio post intervento relativo al bacino oggetto di laminazione e la portata in uscita ammessa dalla vasca pari alla portata uscente dalla bocca tarata.

**La portata in uscita dalla vasca post intervento con laminazione è fissata pari a 11,5 l/s.**

Si dimensiona pertanto la vasca di laminazione con il metodo di Alfonsi-Orsi (1987) ed assumendo il coefficiente di deflusso medio post per l'area  $\phi$  pari a 0,558 con tempo di corrivazione  $t_c = 0,25$  ore.

$$W = 10 \cdot \phi \cdot S \cdot a \cdot Q^n + 1.295 \cdot t_c \cdot Q_f^2 \cdot \frac{Q^{1-n}}{\phi \cdot S \cdot a} - 3.6 \cdot Q_f \cdot \theta - 3.6 \cdot Q_f \cdot t_c$$

I coefficienti "a" ed "n" sono stati assunti rispettivamente pari a 43,68 mm/h e 0,383 desunti dalle curve di probabilità pluviometrica del P.A.I. con tempo di ritorno pari a 100 anni (rif. Alba).

Il volume di calcolo è di 10,10 m<sup>3</sup>.

E' stato dimostrato che i metodi semplificati per il calcolo del volume della vasca di laminazione comportano una sottostima dei volumi calcolati (Mambretti).

I volumi calcolati con il metodo cinematico sono stati quindi incrementati del 20%, come suggerito nel Manuale di Progettazione "Sistemi di fognatura" del Centro Studi Deflussi Urbani.

Si è trascurato inoltre l'apporto della rete fognaria che di fatto è parzialmente efficace ai fini dell'invarianza idraulica (si veda ad es. Paoletti, 1996; Pistocchi, 2001), operando quindi cautelativamente.

Il volume della vasca di laminazione risulterebbe pertanto 10,10m<sup>3</sup> x 1,20 = 12,12 m<sup>3</sup>.

Le dimensioni del volume invasato sono assunte pari a 7m x 4,5m x 0,40m altezza.

**Il volume invasato è pertanto di 7m x 4,5m x 0,40m = 12,60 m<sup>3</sup>**

#### 4.3.5 Dimensionamento bocca tarata a valle della vasca di laminazione.

Per il calcolo del diametro della bocca tarata si utilizza la portata limite utilizzata per il dimensionamento della vasca di laminazione  $Q_A = 0,0115 \text{ m}^3/\text{s}$

Nel caso in esame si adotta un tubo in PVC pesante diametro esterno 125mm (diametro interno 119mm) cui corrisponde con pendenza dell'1,0% e scabrezza  $k=100 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  e riempimento  $w=94\%$  una portata di  $Q = 0,0115 \text{ m}^3/\text{s}$

Dati di calcolo

<b>D</b>	<input type="text" value="0.119"/>	m	=	Diametro interno del canale
<b>w</b>	<input type="text" value="94"/>	%	=	Livello percentuale riempimento del canale
<b>i</b>	<input type="text" value="0.010"/>	m/m	=	Pendenza del canale
<b>k</b>	<input type="text" value="100"/>		=	Coefficiente di scabrezza

<b>Q</b>	<input style="border: 2px solid green;" type="text" value="0.0114865978540577"/>	m <sup>3</sup> /s	=	<b>Portata della condotta</b>
----------	--	-------------------	---	-------------------------------

Figura 12 – Calcolo portata della bocca tarata vasca A

#### 4.4 VASCA LAMINAZIONE LOTTO "B"

##### 4.4.1 Calcolo del tempo di corrivazione.

Il tempo di corrivazione è valutato in base alle espressioni di letteratura, riportate nei capitoli precedenti.

Metodo	Tc [min]
Giandotti	37,09
Ventura	3,07
Pezzoli	1,32
Puglisi	57,15
Viparelli	0,67
Kirpich	1,96
<b>media</b>	<b>16,88</b>

Si assume un tempo di corrivazione  $t_c = 15$  minuti (ovvero 0,25 ore)

##### 4.4.2 Calcolo delle intensità di pioggia al variare dei tempi di ritorno.

Per l'analisi si sono pertanto adottati i seguenti parametri di progetto:

$d = 0,25$  ore (tempo di corrivazione imposto pari alla pioggia ritenuta significativa)

$Z = 175$  m s.l.m. (altezza dell'area)

$T =$  tempo di ritorno (10, 20, 50 anni)

$d$	$Z$	$E$	$T$	$x_1$	$x_t$	Intensità pioggia
[ore]	[m s.l.m.]		[anni]		[mm]	[mm/s/mq]
0,25	175	15.21	10	1.81	27.53	0.0306
<b>0,25</b>	<b>175</b>	<b>15.21</b>	<b>20</b>	<b>2.08</b>	<b>31.64</b>	<b>0.0352</b>
<b>0,25</b>	<b>175</b>	<b>15.21</b>	<b>50</b>	<b>2.43</b>	<b>36.96</b>	<b>0.0411</b>

#### 4.4.3 Calcolo delle portate.

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa al lotto B, considerando la situazione

##### **ANTE INTERVENTO con tempo di ritorno TR = 20 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	0	0.95	0.90	0.0352	0.0000
Cortile - parcheggi	0	0.80	0.70	0.0352	0.0000
Verde	1623	0.50	0.45	0.0352	0.0129
				<b>Totale</b>	<b>0.0129</b>

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa al lotto B, considerando la situazione

##### **POST INTERVENTO SENZA LAMINAZIONE con tempo di ritorno TR = 20 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	804	0.95	0.90	0.0352	0.0242
Cortile - parcheggi	237	0.80	0.70	0.0352	0.0047
Verde	582	0.50	0.45	0.0352	0.0046
				<b>Totale</b>	<b>0.0335</b>

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa al lotto B, considerando la situazione

##### **ANTE INTERVENTO con tempo di ritorno TR = 50 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	0	0.95	0.90	0.0411	0.0000
Cortile - parcheggi	0	0.80	0.70	0.0411	0.0000
Verde	1623	0.50	0.45	0.0411	0.0150
				<b>Totale</b>	<b>0.0150</b>

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa al lotto B, considerando la situazione

##### **POST INTERVENTO SENZA LAMINAZIONE con tempo di ritorno TR = 50 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	804	0.95	0.90	0.0411	0.0283
Cortile - parcheggi	237	0.80	0.70	0.0411	0.0055
Verde	582	0.50	0.45	0.0411	0.0054
				<b>Totale</b>	<b>0.0391</b>

#### 4.4.4 Dimensionamento del volume di accumulo della vasca lotto B.

L'intervento consiste nel contenere, con tempo di ritorno pari a 100 anni, la portata post intervento con laminazione entro il limite della situazione ante intervento.

Il volume di accumulo della vasca di laminazione è calcolato considerando il coefficiente di deflusso medio post intervento relativo al bacino oggetto di laminazione e la portata in uscita ammessa dalla vasca pari alla portata uscente dalla bocca tarata.

**La portata in uscita dalla vasca post intervento con laminazione è fissata pari a 11,5 l/s.**

Si dimensiona pertanto la vasca di laminazione con il metodo di Alfonsi-Orsi (1987) ed assumendo il coefficiente di deflusso medio post per l'area  $\phi$  pari a 0,586 con tempo di corrivazione  $t_c = 0,25$  ore.

$$W = 10 \cdot \phi \cdot S \cdot a \cdot Q^n + 1.295 \cdot t_c \cdot Q_f^2 \cdot \frac{Q^{1-n}}{\phi \cdot S \cdot a} - 3.6 \cdot Q_f \cdot \theta - 3.6 \cdot Q_f \cdot t_c$$

I coefficienti "a" ed "n" sono stati assunti rispettivamente pari a 43,68 mm/h e 0,383 desunti dalle curve di probabilità pluviometrica del P.A.I. con tempo di ritorno pari a 100 anni (rif. Alba).

Il volume di calcolo è di 8,36 m<sup>3</sup>.

E' stato dimostrato che i metodi semplificati per il calcolo del volume della vasca di laminazione comportano una sottostima dei volumi calcolati (Mambretti).

I volumi calcolati con il metodo cinematico sono stati quindi incrementati del 20%, come suggerito nel Manuale di Progettazione "Sistemi di fognatura" del Centro Studi Deflussi Urbani.

Si è trascurato inoltre l'apporto della rete fognaria che di fatto è parzialmente efficace ai fini dell'invarianza idraulica (si veda ad es. Paoletti, 1996; Pistocchi, 2001), operando quindi cautelativamente.

Il volume della vasca di laminazione risulterebbe pertanto  $8,36\text{m}^3 \times 1,20 = 10,03 \text{ m}^3$ .

Le dimensioni del volume invasato sono assunte pari a 7m x 4,5m x 0,40m altezza.

**Il volume invasato è pertanto di 7m x 4,5m x 0,40m = 12,60 m<sup>3</sup>**

#### 4.4.5 Dimensionamento bocca tarata a valle della vasca di laminazione.

Per il calcolo del diametro della bocca tarata si utilizza la portata limite utilizzata per il dimensionamento della vasca di laminazione  $Q_B = 0,0115 \text{ m}^3/\text{s}$

Nel caso in esame si adotta un tubo in PVC pesante diametro esterno 125mm (diametro interno 119mm) cui corrisponde con pendenza dell'1,0% e scabrezza  $k=100 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  e riempimento  $w=94\%$  una portata di  $Q = 0,0115 \text{ m}^3/\text{s}$

Dati di calcolo

<b>D</b>	<input type="text" value="0.119"/>	m	<b>=</b>	Diametro interno del canale
<b>w</b>	<input type="text" value="94"/>	%	<b>=</b>	Livello percentuale riempimento del canale
<b>i</b>	<input type="text" value="0.010"/>	m/m	<b>=</b>	Pendenza del canale
<b>k</b>	<input type="text" value="100"/>		<b>=</b>	Coefficiente di scabrezza

<b>Q</b>	<input style="border: 2px solid green;" type="text" value="0.0114865978540577"/>	m <sup>3</sup> /s	<b>=</b>	<b>Portata della condotta</b>
----------	--	-------------------	----------	-------------------------------

Figura 13 – Calcolo portata della bocca tarata vasca B

## 4.5 VASCA LAMINAZIONE LOTTO "C"

### 4.5.1 Calcolo del tempo di corrivazione.

Il tempo di corrivazione è valutato in base alle espressioni di letteratura, riportate nei capitoli precedenti.

Metodo	Tc [min]
Giandotti	39,35
Ventura	3,33
Pezzoli	1,32
Puglisi	57,15
Viparelli	0,67
Kirpich	1,96
<b>media</b>	<b>17,30</b>

Si assume un tempo di corrivazione  $t_c = 15$  minuti (ovvero 0,25 ore)

### 4.5.2 Calcolo delle intensità di pioggia al variare dei tempi di ritorno.

Per l'analisi si sono pertanto adottati i seguenti parametri di progetto:

$d = 0,25$  ore (tempo di corrivazione imposto pari alla pioggia ritenuta significativa)

$Z = 175$  m s.l.m. (altezza dell'area)

$T =$  tempo di ritorno (10, 20, 50 anni)

$d$	$Z$	$E$	$T$	$x_1$	$x_t$	Intensità pioggia
[ore]	[m s.l.m.]		[anni]		[mm]	[mm/s/mq]
0,25	175	15.21	10	1.81	27.53	0.0306
<b>0,25</b>	<b>175</b>	<b>15.21</b>	<b>20</b>	<b>2.08</b>	<b>31.64</b>	<b>0.0352</b>
<b>0,25</b>	<b>175</b>	<b>15.21</b>	<b>50</b>	<b>2.43</b>	<b>36.96</b>	<b>0.0411</b>

#### 4.5.3 Calcolo delle portate.

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa al lotto C, considerando la situazione

##### **ANTE INTERVENTO con tempo di ritorno TR = 20 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	0	0.95	0.90	0.0352	0.0000
Cortile - parcheggi	0	0.80	0.70	0.0352	0.0000
Verde	1906	0.50	0.45	0.0352	0.0151
				<b>Totale</b>	<b>0.0151</b>

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa al lotto C, considerando la situazione

##### **POST INTERVENTO SENZA LAMINAZIONE con tempo di ritorno TR = 20 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	792	0.95	0.90	0.0352	0.0238
Cortile - parcheggi	418	0.80	0.70	0.0352	0.0082
Verde	696	0.50	0.45	0.0352	0.0055
				<b>Totale</b>	<b>0.0376</b>

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa al lotto C, considerando la situazione

##### **ANTE INTERVENTO con tempo di ritorno TR = 50 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	0	0.95	0.90	0.0411	0.0000
Cortile - parcheggi	0	0.80	0.70	0.0411	0.0000
Verde	1906	0.50	0.45	0.0411	0.0176
				<b>Totale</b>	<b>0.0176</b>

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa al lotto C, considerando la situazione

##### **POST INTERVENTO SENZA LAMINAZIONE con tempo di ritorno TR = 50 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	792	0.95	0.90	0.0411	0.0278
Cortile - parcheggi	418	0.80	0.70	0.0411	0.0096
Verde	696	0.50	0.45	0.0411	0.0064
				<b>Totale</b>	<b>0.0439</b>

#### 4.5.4 Dimensionamento del volume di accumulo della vasca lotto C.

L'intervento consiste nel contenere, con tempo di ritorno pari a 100 anni, la portata post intervento con laminazione entro il limite della situazione ante intervento.

Il volume di accumulo della vasca di laminazione è calcolato considerando il coefficiente di deflusso medio post intervento relativo al bacino oggetto di laminazione e la portata in uscita ammessa dalla vasca pari alla portata uscente dalla bocca tarata.

**La portata in uscita dalla vasca post intervento con laminazione è fissata pari a 11,5 l/s.**

Si dimensiona pertanto la vasca di laminazione con il metodo di Alfonsi-Orsi (1987) ed assumendo il coefficiente di deflusso medio post per l'area  $\phi$  pari a 0,560 con tempo di corrivazione  $t_c = 0,25$  ore.

$$W = 10 \cdot \phi \cdot S \cdot a \cdot Q^n + 1.295 \cdot t_c \cdot Q_f^2 \cdot \frac{Q^{1-n}}{\phi \cdot S \cdot a} - 3.6 \cdot Q_f \cdot \theta - 3.6 \cdot Q_f \cdot t_c$$

I coefficienti "a" ed "n" sono stati assunti rispettivamente pari a 43,68 mm/h e 0,383 desunti dalle curve di probabilità pluviometrica del P.A.I. con tempo di ritorno pari a 100 anni (rif. Alba).

Il volume di calcolo è di 11,16 m<sup>3</sup>.

E' stato dimostrato che i metodi semplificati per il calcolo del volume della vasca di laminazione comportano una sottostima dei volumi calcolati (Mambretti).

I volumi calcolati con il metodo cinematico sono stati quindi incrementati del 20%, come suggerito nel Manuale di Progettazione "Sistemi di fognatura" del Centro Studi Deflussi Urbani.

Si è trascurato inoltre l'apporto della rete fognaria che di fatto è parzialmente efficace ai fini dell'invarianza idraulica (si veda ad es. Paoletti, 1996; Pistocchi, 2001), operando quindi cautelativamente.

Il volume della vasca di laminazione risulterebbe pertanto 11,16m<sup>3</sup> x 1,20 = 13,40 m<sup>3</sup>.

Le dimensioni del volume invasato sono assunte pari a 11m x 2m x 0,65 m altezza.

**Il volume invasato è pertanto di 11m x 2m x 0,65m = 14,30 m<sup>3</sup>**

#### 4.5.5 Dimensionamento bocca tarata a valle della vasca di laminazione.

Per il calcolo del diametro della bocca tarata si utilizza la portata limite utilizzata per il dimensionamento della vasca di laminazione  $Q_C = 0,0115 \text{ m}^3/\text{s}$

Nel caso in esame si adotta un tubo in PVC pesante diametro esterno 125mm (diametro interno 119mm) cui corrisponde con pendenza dell'1,0% e scabrezza  $k=100 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  e riempimento  $w=94\%$  una portata di  $Q = 0,0115 \text{ m}^3/\text{s}$

Dati di calcolo

<b>D</b>	<input type="text" value="0.119"/>	m	=	Diametro interno del canale
<b>w</b>	<input type="text" value="94"/>	%	=	Livello percentuale riempimento del canale
<b>i</b>	<input type="text" value="0.010"/>	m/m	=	Pendenza del canale
<b>k</b>	<input type="text" value="100"/>		=	Coefficiente di scabrezza

<b>Q</b>	<input style="border: 2px solid green;" type="text" value="0.0114865978540577"/>	m <sup>3</sup> /s	=	<b>Portata della condotta</b>
----------	--	-------------------	---	-------------------------------

Figura 14 – Calcolo portata della bocca tarata vasca C

## 4.6 VASCA LAMINAZIONE LOTTO "D"

Il lotto D non è previsto inizialmente edificato ma lo potrà essere in un momento successivo, pertanto in questa fase si è optato per dimensionare la vasca considerando l'edificazione analoga a quella prevista in progetto per le aree A, B, C.

Pertanto si è calcolata la percentuale media di superficie impermeabile, destinata a cortile e destinata a verde considerando la media dei lotti A, B e C ed applicando tale percentuale al lotto D.

Percentuale media di superficie impermeabile (tetto) lotti A, B, C: 45%

Percentuale media di superficie destinata a cortile lotti A, B, C: 18%

Percentuale media di superficie destinata a verde lotti A, B, C: 37%

Il lotto D ha superficie totale di 1456 m<sup>2</sup> che risulterebbe pertanto così suddivisa:

Superficie impermeabile (tetto): 1456 x 0,45 = 655 m<sup>2</sup>

Superficie impermeabile destinata a cortile: 1456 x 0,18 = 262 m<sup>2</sup>

Superficie impermeabile destinata a verde : 1456 x 0,37 = 539 m<sup>2</sup>

In fase esecutiva dovranno essere verificate le aree così previste ed in caso venissero variate si dovrà provvedere al nuovo dimensionamento di una vasca di laminazione appropriata.

### 4.6.1 Calcolo del tempo di corrivazione.

Il tempo di corrivazione è valutato in base alle espressioni di letteratura, riportate nei capitoli precedenti.

Metodo	Tc [min]
Giandotti	35,66
Ventura	2,91
Pezzoli	1,32
Puglisi	57,15
Viparelli	0,67
Kirpich	1,96
<b>media</b>	<b>16,61</b>

**Si assume un tempo di corrivazione tc = 15 minuti (ovvero 0,25 ore)**

### 4.6.2 Calcolo delle intensità di pioggia al variare dei tempi di ritorno.

Per l'analisi si sono pertanto adottati i seguenti parametri di progetto:

**d** = 0,25 ore (tempo di corrivazione imposto pari alla pioggia ritenuta significativa)

**Z** = 175 m s.l.m. (altezza dell'area)

**T** = tempo di ritorno (10, 20, 50 anni)

<i>d</i>	<i>Z</i>	<i>E</i>	<i>T</i>	<i>x<sub>1</sub></i>	<i>x<sub>t</sub></i>	<b>Intensità pioggia</b>
[ore]	[m s.l.m.]		[anni]		[mm]	[mm/s/mq]
0,25	175	15.21	10	1.81	27.53	0.0306
<b>0,25</b>	<b>175</b>	<b>15.21</b>	<b>20</b>	<b>2.08</b>	<b>31.64</b>	<b>0.0352</b>
<b>0,25</b>	<b>175</b>	<b>15.21</b>	<b>50</b>	<b>2.43</b>	<b>36.96</b>	<b>0.0411</b>

#### 4.6.3 Calcolo delle portate.

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa al lotto D, considerando la situazione

**ANTE INTERVENTO con tempo di ritorno TR = 20 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	0	0.95	0.90	0.0352	0.0000
Cortile - parcheggi	0	0.80	0.70	0.0352	0.0000
Verde	1456	0.50	0.45	0.0352	0.0115
				<b>Totale</b>	<b>0.0115</b>

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa al lotto D, considerando la situazione

**POST INTERVENTO SENZA LAMINAZIONE con tempo di ritorno TR = 20 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	655	0.95	0.90	0.0352	0.0197
Cortile - parcheggi	262	0.80	0.70	0.0352	0.0052
Verde	539	0.50	0.45	0.0352	0.0043
				<b>Totale</b>	<b>0.0291</b>

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa al lotto D, considerando la situazione

**ANTE INTERVENTO con tempo di ritorno TR = 50 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	0	0.95	0.90	0.0411	0.0000
Cortile - parcheggi	0	0.80	0.70	0.0411	0.0000
Verde	1456	0.50	0.45	0.0411	0.0135
				<b>Totale</b>	<b>0.0135</b>

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa al lotto D, considerando la situazione

**POST INTERVENTO SENZA LAMINAZIONE con tempo di ritorno TR = 50 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	655	0.95	0.90	0.0411	0.0230
Cortile - parcheggi	262	0.80	0.70	0.0411	0.0060
Verde	539	0.50	0.45	0.0411	0.0050
				<b>Totale</b>	<b>0.0340</b>

**4.6.4 Dimensionamento del volume di accumulo della vasca lotto D.**

L'intervento consiste nel contenere, con tempo di ritorno pari a 100 anni, la portata post intervento con laminazione entro il limite della situazione ante intervento.

Il volume di accumulo della vasca di laminazione è calcolato considerando il coefficiente di deflusso medio post intervento relativo al bacino oggetto di laminazione e la portata in uscita ammessa dalla vasca pari alla portata uscente dalla bocca tarata.

**La portata in uscita dalla vasca post intervento con laminazione è fissata pari a 11,5 l/s.**

Si dimensiona pertanto la vasca di laminazione con il metodo di Alfonsi-Orsi (1987) ed assumendo il coefficiente di deflusso medio post per l'area  $\phi$  pari a 0,569 con tempo di corrivazione  $t_c = 0,25$  ore.

$$W = 10 \cdot \phi \cdot S \cdot a \cdot \mathcal{G}^n + 1.295 \cdot t_c \cdot Q_f^2 \cdot \frac{\mathcal{G}^{1-n}}{\phi \cdot S \cdot a} - 3.6 \cdot Q_f \cdot \theta - 3.6 \cdot Q_f \cdot t_c$$

I coefficienti "a" ed "n" sono stati assunti rispettivamente pari a 43,68 mm/h e 0,383 desunti dalle curve di probabilità pluviometrica del P.A.I. con tempo di ritorno pari a 100 anni (rif. Alba).

Il volume di calcolo è di 5,68 m<sup>3</sup>.

E' stato dimostrato che i metodi semplificati per il calcolo del volume della vasca di laminazione comportano una sottostima dei volumi calcolati (Mambretti).

I volumi calcolati con il metodo cinematico sono stati quindi incrementati del 20%, come suggerito nel Manuale di Progettazione "Sistemi di fognatura" del Centro Studi Deflussi Urbani.

Si è trascurato inoltre l'apporto della rete fognaria che di fatto è parzialmente efficace ai fini dell'invarianza idraulica (si veda ad es. Paoletti, 1996; Pistocchi, 2001), operando quindi cautelativamente.

Il volume della vasca di laminazione risulterebbe pertanto 5,68m<sup>3</sup> x 1,20 = 6,82 m<sup>3</sup>.

Le dimensioni del volume invasato sono assunte pari a 7m x 4,5m x 0,40m altezza.

**Il volume invasato è pertanto di 7m x 4,5m x 0,40m = 12,60 m<sup>3</sup>**

#### 4.6.5 Dimensionamento bocca tarata a valle della vasca di laminazione.

Per il calcolo del diametro della bocca tarata si utilizza la portata limite utilizzata per il dimensionamento della vasca di laminazione  $Q_D = 0,0115 \text{ m}^3/\text{s}$

Nel caso in esame si adotta un tubo in PVC pesante diametro esterno 125mm (diametro interno 119mm) cui corrisponde con pendenza dell'1,0% e scabrezza  $k=100 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  e riempimento  $w=94\%$  una portata di  $Q = 0,0115 \text{ m}^3/\text{s}$

Dati di calcolo

<b>D</b>	<input type="text" value="0.119"/>	m	=	Diametro interno del canale
<b>w</b>	<input type="text" value="94"/>	%	=	Livello percentuale riempimento del canale
<b>i</b>	<input type="text" value="0.010"/>	m/m	=	Pendenza del canale
<b>k</b>	<input type="text" value="100"/>		=	Coefficiente di scabrezza

<b>Q</b>	<input style="border: 2px solid green;" type="text" value="0.0114865978540577"/>	m <sup>3</sup> /s	=	<b>Portata della condotta</b>
----------	--	-------------------	---	-------------------------------

Figura 15 – Calcolo portata della bocca tarata vasca D

## 4.7 AREA "E"

### 4.7.1 Calcolo del tempo di corrivazione.

Il tempo di corrivazione è valutato in base alle espressioni di letteratura, riportate nei capitoli precedenti.

<b>Metodo</b>	<b>Tc [min]</b>
Giandotti	95,60
Ventura	12,13
Pezzoli	12,60
Puglisi	155,76
Viparelli	3,00
Kirpich	11,15
<b>media</b>	<b>48,37</b>

**Si assume un tempo di corrivazione  $t_c = 40$  minuti (ovvero 0,667 ore)**

### 4.7.2 Calcolo delle intensità di pioggia al variare dei tempi di ritorno.

Per l'analisi si sono pertanto adottati i seguenti parametri di progetto:

**$d = 0,667$  ore** (tempo di corrivazione imposto pari alla pioggia ritenuta significativa)

**$Z = 175$  m s.l.m.** (altezza dell'area)

**$T =$  tempo di ritorno (10, 20, 50 anni)**

<b><math>d</math></b>	<b><math>Z</math></b>	<b><math>E</math></b>	<b><math>T</math></b>	<b><math>x_1</math></b>	<b><math>x_t</math></b>	<b>Intensità pioggia</b>
[ore]	[m s.l.m.]		[anni]		[mm]	[mm/s/mq]
0,667	175	21.85	10	1.81	39.55	0.0165
<b>0,667</b>	<b>175</b>	<b>21.85</b>	<b>20</b>	<b>2.08</b>	<b>45.44</b>	<b>0.0189</b>
<b>0,667</b>	<b>175</b>	<b>21.85</b>	<b>50</b>	<b>2.43</b>	<b>53.09</b>	<b>0.0221</b>

#### 4.7.3 Calcolo delle portate area E1

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa all'area E1, considerando la situazione

**ANTE INTERVENTO con tempo di ritorno TR = 20 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	0	0.95	0.90	0.0189	0.0000
Cortile - parcheggi	0	0.80	0.70	0.0189	0.0000
Verde	804	0.50	0.45	0.0189	0.0034
				<b>Totale</b>	<b>0.0034</b>

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa all'area E1, considerando la situazione

**POST INTERVENTO SENZA LAMINAZIONE con tempo di ritorno TR = 20 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	0	0.95	0.90	0.0189	0.0000
Cortile - parcheggi	804	0.80	0.70	0.0189	0.0085
Verde	0	0.50	0.45	0.0189	0.0000
				<b>Totale</b>	<b>0.0085</b>

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa all'area E1, considerando la situazione

**ANTE INTERVENTO con tempo di ritorno TR = 50 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	0	0.95	0.90	0.0221	0.0000
Cortile - parcheggi	0	0.80	0.70	0.0221	0.0000
Verde	804	0.50	0.45	0.0221	0.0040
				<b>Totale</b>	<b>0.0040</b>

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa all'area E1, considerando la situazione

**POST INTERVENTO SENZA LAMINAZIONE con tempo di ritorno TR = 50 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	0	0.95	0.90	0.0221	0.0000
Cortile - parcheggi	804	0.80	0.70	0.0221	0.0100
Verde	0	0.50	0.45	0.0221	0.0000
				<b>Totale</b>	<b>0.0100</b>

#### 4.7.4 Calcolo delle portate area E2

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa all'area E2, considerando la situazione

**ANTE INTERVENTO con tempo di ritorno TR = 20 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	0	0.95	0.90	0.0189	0.0000
Cortile - parcheggi	0	0.80	0.70	0.0189	0.0000
Verde	946	0.50	0.45	0.0189	0.0040
				<b>Totale</b>	<b>0.0040</b>

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa all'area E2, considerando la situazione

**POST INTERVENTO SENZA LAMINAZIONE con tempo di ritorno TR = 20 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	0	0.95	0.90	0.0189	0.0000
Cortile - parcheggi	946	0.80	0.70	0.0189	0.0100
Verde	0	0.50	0.45	0.0189	0.0000
				<b>Totale</b>	<b>0.0100</b>

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa all'area E2, considerando la situazione

**ANTE INTERVENTO con tempo di ritorno TR = 50 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	0	0.95	0.90	0.0221	0.0000
Cortile - parcheggi	0	0.80	0.70	0.0221	0.0000
Verde	946	0.50	0.45	0.0221	0.0047
				<b>Totale</b>	<b>0.0047</b>

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa all'area E2, considerando la situazione

**POST INTERVENTO SENZA LAMINAZIONE con tempo di ritorno TR = 50 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	0	0.95	0.90	0.0221	0.0000
Cortile - parcheggi	946	0.80	0.70	0.0221	0.0117
Verde	0	0.50	0.45	0.0221	0.0000
				<b>Totale</b>	<b>0.0117</b>

#### 4.7.5 Calcolo delle portate area E3

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa all'area E3, considerando la situazione

**ANTE INTERVENTO con tempo di ritorno TR = 20 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	0	0.95	0.90	0.0189	0.0000
Cortile - parcheggi	0	0.80	0.70	0.0189	0.0000
Verde	3231	0.50	0.45	0.0189	0.0137
				<b>Totale</b>	<b>0.0137</b>

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa all'area E3, considerando la situazione

**POST INTERVENTO SENZA LAMINAZIONE con tempo di ritorno TR = 20 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	0	0.95	0.90	0.0189	0.0000
Cortile - parcheggi	310	0.80	0.70	0.0189	0.0033
Verde	2921	0.50	0.45	0.0189	0.0124
				<b>Totale</b>	<b>0.0157</b>

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa all'area E3, considerando la situazione

**ANTE INTERVENTO con tempo di ritorno TR = 50 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	0	0.95	0.90	0.0221	0.0000
Cortile - parcheggi	0	0.80	0.70	0.0221	0.0000
Verde	3231	0.50	0.45	0.0221	0.0161
				<b>Totale</b>	<b>0.0161</b>

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa all'area E3, considerando la situazione

**POST INTERVENTO SENZA LAMINAZIONE con tempo di ritorno TR = 50 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	0	0.95	0.90	0.0221	0.0000
Cortile - parcheggi	310	0.80	0.70	0.0221	0.0038
Verde	2921	0.50	0.45	0.0221	0.0145
				<b>Totale</b>	<b>0.0184</b>

#### 4.7.6 Calcolo delle portate area E4

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa all'area E4, considerando la situazione

**ANTE INTERVENTO con tempo di ritorno TR = 20 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	0	0.95	0.90	0.0189	0.0000
Cortile - parcheggi	0	0.80	0.70	0.0189	0.0000
Verde	646	0.50	0.45	0.0189	0.0027
				<b>Totale</b>	<b>0.0027</b>

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa all'area E4, considerando la situazione

**POST INTERVENTO SENZA LAMINAZIONE con tempo di ritorno TR = 20 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	0	0.95	0.90	0.0189	0.0000
Cortile - parcheggi	0	0.80	0.70	0.0189	0.0000
Verde	646	0.50	0.45	0.0189	0.0027
				<b>Totale</b>	<b>0.0027</b>

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa all'area E4, considerando la situazione

**ANTE INTERVENTO con tempo di ritorno TR = 50 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	0	0.95	0.90	0.0221	0.0000
Cortile - parcheggi	0	0.80	0.70	0.0221	0.0000
Verde	646	0.50	0.45	0.0221	0.0032
				<b>Totale</b>	<b>0.0032</b>

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa all'area E4, considerando la situazione

**POST INTERVENTO SENZA LAMINAZIONE con tempo di ritorno TR = 50 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	0	0.95	0.90	0.0221	0.0000
Cortile - parcheggi	0	0.80	0.70	0.0221	0.0000
Verde	646	0.50	0.45	0.0221	0.0032
				<b>Totale</b>	<b>0.0032</b>

## 4.8 VASCA DI LAMINAZIONE AREA "E3+E4"

### 4.8.1 Calcolo delle portate.

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa all'area E3+E4, considerando la situazione **ANTE INTERVENTO con tempo di ritorno TR = 20 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	0	0.95	0.90	0.0189	0.0000
Cortile - parcheggi	0	0.80	0.70	0.0189	0.0000
Verde	3877	0.50	0.45	0.0189	0.0165
				<b>Totale</b>	<b>0.0165</b>

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa all'area E3+E4, considerando la situazione **POST INTERVENTO SENZA LAMINAZIONE con tempo di ritorno TR = 20 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	0	0.95	0.90	0.0189	0.0000
Cortile - parcheggi	310	0.80	0.70	0.0189	0.0033
Verde	3567	0.50	0.45	0.0189	0.0152
				<b>Totale</b>	<b>0.0184</b>

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa all'area E3+E4, considerando la situazione **ANTE INTERVENTO con tempo di ritorno TR = 50 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	0	0.95	0.90	0.0221	0.0000
Cortile - parcheggi	0	0.80	0.70	0.0221	0.0000
Verde	3877	0.50	0.45	0.0221	0.0193
				<b>Totale</b>	<b>0.0193</b>

Si calcola la portata alla sezione di chiusura relativa all'area E3+E4, considerando la situazione **POST INTERVENTO SENZA LAMINAZIONE con tempo di ritorno TR = 50 anni.**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Superficie</i>	<i>Coeff. deflusso</i>	<i>Coeff. laminazione</i>	<i>Intensità pioggia</i>	<i>Portata Qmax</i>
	[mq]			[mm/s/mq]	[mc/s]
Tetto	0	0.95	0.90	0.0221	0.0000
Cortile - parcheggi	310	0.80	0.70	0.0221	0.0038
Verde	3567	0.50	0.45	0.0221	0.0177
				<b>Totale</b>	<b>0.0216</b>

#### 4.8.2 Dimensionamento del volume di accumulo della vasca area E3+E4.

L'intervento consiste nel contenere, con tempo di ritorno pari a 100 anni, la portata post intervento con laminazione entro il limite della situazione ante intervento.

Il volume di accumulo della vasca di laminazione è calcolato considerando il coefficiente di deflusso medio post intervento relativo al bacino oggetto di laminazione e la portata in uscita ammessa dalla vasca pari alla portata uscente dalla bocca tarata.

**La portata in uscita dalla vasca post intervento con laminazione è fissata pari a 11,5 l/s.**

Si dimensiona pertanto la vasca di laminazione con il metodo di Alfonsi-Orsi (1987) ed assumendo il coefficiente di deflusso medio post per l'area  $\phi$  pari a 0,252 con tempo di corrivazione  $t_c = 0,667$  ore.

$$W = 10 \cdot \phi \cdot S \cdot a \cdot Q^n + 1.295 \cdot t_c \cdot Q_f^2 \cdot \frac{Q^{1-n}}{\phi \cdot S \cdot a} - 3.6 \cdot Q_f \cdot \theta - 3.6 \cdot Q_f \cdot t_c$$

I coefficienti "a" ed "n" sono stati assunti rispettivamente pari a 43,68 mm/h e 0,383 desunti dalle curve di probabilità pluviometrica del P.A.I. con tempo di ritorno pari a 100 anni (rif. Alba).

Il volume di calcolo è di 2,19 m<sup>3</sup>.

E' stato dimostrato che i metodi semplificati per il calcolo del volume della vasca di laminazione comportano una sottostima dei volumi calcolati (Mambretti).

I volumi calcolati con il metodo cinematico sono stati quindi incrementati del 20%, come suggerito nel Manuale di Progettazione "Sistemi di fognatura" del Centro Studi Deflussi Urbani.

Si è trascurato inoltre l'apporto della rete fognaria che di fatto è parzialmente efficace ai fini dell'invarianza idraulica (si veda ad es. Paoletti, 1996; Pistocchi, 2001), operando quindi cautelativamente.

Il volume della vasca di laminazione risulterebbe pertanto  $2,19\text{m}^3 \times 1,20 = 2,62 \text{ m}^3$ .

Le dimensioni del volume invasato sono assunte pari a 3m x 2m x 0,65m altezza.

**Il volume invasato è pertanto di 3m x 2m x 0,65m = 3,90 m<sup>3</sup>**

#### 4.8.3 Dimensionamento bocca tarata a valle della vasca di laminazione.

Per il calcolo del diametro della bocca tarata si utilizza la portata limite utilizzata per il dimensionamento della vasca di laminazione  $Q_{E3+E4} = 0,0115 \text{ m}^3/\text{s}$

Nel caso in esame si adotta un tubo in PVC pesante diametro esterno 125mm (diametro interno 119mm) cui corrisponde con pendenza dell'1,0% e scabrezza  $k=100 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  e riempimento  $w=94\%$  una portata di  $Q = 0,0115 \text{ m}^3/\text{s}$

Dati di calcolo

<b>D</b>	<input type="text" value="0.119"/>	m	<b>=</b>	Diametro interno del canale
<b>w</b>	<input type="text" value="94"/>	%	<b>=</b>	Livello percentuale riempimento del canale
<b>i</b>	<input type="text" value="0.010"/>	m/m	<b>=</b>	Pendenza del canale
<b>k</b>	<input type="text" value="100"/>		<b>=</b>	Coefficiente di scabrezza

<b>Q</b>	<input style="border: 2px solid green;" type="text" value="0.0114865978540577"/>	m <sup>3</sup> /s	<b>=</b>	<b>Portata della condotta</b>
----------	--	-------------------	----------	-------------------------------

Figura 16 – Calcolo portata della bocca tarata vasca E3+E4

## 5 VALUTAZIONI SULL'INVARIANZA IDRAULICA

In accordo a quanto prescritto dall'articolo 72.16 delle NtA del P.R.G.C. del Comune di Alba è necessario che le opere in progetto non aggravino le condizioni di deflusso delle sezioni a valle dell'intervento.

Il non aggravio delle condizioni idrauliche impone che vengano realizzate vasche di laminazione con funzione di accumulo temporaneo e di rimodulazione della portata passante nelle sezioni di chiusura del bacino oggetto di intervento.

Per soddisfare tale necessità si è scelto di realizzare delle vasche di laminazione con funzione di accumulo e rimodulazione delle portate da smaltire.

Le portate sono imposte mediante una bocca tarata in PVC di diametro esterno 125mm (diametro interno 119mm) e pendenza 1%.

La comparazione delle condizioni di deflusso sono effettuate su tempo di ritorno di 20 anni.

Si precisa che alcune aree ed in particolare E1 ed E2 sono prive di laminazione ma che nel complesso l'esecuzione degli interventi sull'intera area non aggrava le condizioni di deflusso della sezione a valle dell'intervento.

<b>Lotto</b>	<b>Portata ante intervento</b>	<b>Portata post intervento</b>
	[mc/s]	[mc/s]
A	0.0145	0.0115
B	0.0129	0.0115
C	0.0151	0.0115
D	0.0115	0.0115
E1	0.0034	0.0085
E2	0.0040	0.0100
E3	0.0137	0.0115
E4	0.0027	
<b>Totale</b>	<b>0.0778</b>	<b>0.076</b>

Tab.29 Verifica invarianza idraulica

**Il principio dell'invarianza idraulica è soddisfatto.**

## **6 DIMENSIONAMENTO RETE DI SCARICO ACQUE BIANCHE.**

Per il dimensionamento della rete di scarico si è fatto riferimento al tempo di ritorno di 20 anni.

La rete di scarico delle acque bianche è stata dimensionata al fine di verificare il corretto drenaggio e la verifica delle sezioni adottate sia rispetto alle portate sia alle velocità delle acque. In particolare sono stati imposti dei limiti all'altezza del riempimento al fine di evitare che i fenomeni ondosi possano provocare battimenti pericolosi per la durabilità e la stabilità delle condotte.

Si sono adottati i seguenti parametri di verifica:

- Percentuale di riempimento delle tubazioni con franco del 50% per diametri < 40cm;
- Percentuale di riempimento delle tubazioni con franco del 30% e minimo 20cm per diametri maggiori;
- Velocità inferiore a 5m/s.

Per i calcoli si è adottata la formulazione di Gauckler – Strickler dove la scabrezza è stata assunta pari a  $100m^{1/3}/s$  per considerare eventuali incrostazioni, depositi, solidi trasportati, disturbi localizzati per la presenza di pozzetti, allacciamenti, cambi di sezione ecc...

Le pendenze della rete in progetto sono state definite in relazione alla necessità di drenaggio; eventuali dislivelli suppletivi potrebbero essere compensati con salti di quota in corrispondenza dei pozzetti o delle caditoie.

Le sezioni di verifica sono riportate nell'elaborato grafico allegato alla presente relazione.

## 6.1 Verifica sezione 1.

### 6.1.1 Verifica con laminazione

Sulla sezione 1 gravano i lotti A, B e l'area E1 di superficie pari a 804 m<sup>2</sup>.

Considerando l'effetto di laminazione dovuto alle vasche poste a valle dei lotti A e B, si hanno le seguenti portate da smaltire:

$$Q_{A,20y,LAM} = 0,0115 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{B,20y,LAM} = 0,0115 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{E1,20y} = 0,0085 \text{ m}^3/\text{s}$$

La portata totale da smaltire è pari a:  $0,0115 \text{ m}^3/\text{s} + 0,0115 \text{ m}^3/\text{s} + 0,0085 \text{ m}^3/\text{s} = 0,0315 \text{ m}^3/\text{s}$

La verifica è effettuata con n. 1 tubazione diametro esterno 400mm (diametro interno 380mm), pendenza minima 0,74%,  $k = 100\text{m}^{1/3}/\text{s}$ .

- riempimento 20% < 50%            VERIFICATO
- velocità 1,39 m/s < 5 m/s        VERIFICATO

### 6.1.2 Verifica senza laminazione

Nel caso di eventi meteorologici particolarmente eccezionali, le vasche di laminazione a seguito del completo riempimento, possono scaricare dal troppo pieno presente nella parte superiore della vasca.

In tale condizione la vasca di laminazione non apporta ulteriori effetti benefici sulla modulazione delle portate e pertanto lo scarico sulla rete è pari allo scarico in assenza della vasca di laminazione.

Nelle verifiche che seguono si è analizzata tale condizione in modo da garantire in ogni caso lo smaltimento delle acque verso il collettore principale.

$$Q_{A,20y} = 0,0360 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{B,20y} = 0,0335 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{E1,20y} = 0,0085 \text{ m}^3/\text{s}$$

La portata totale da smaltire è pari a:  $0,0360 \text{ m}^3/\text{s} + 0,0335 \text{ m}^3/\text{s} + 0,0085 \text{ m}^3/\text{s} = 0,0780 \text{ m}^3/\text{s}$

La verifica è effettuata con n. 1 tubazione diametro esterno 400mm (diametro interno 380mm), pendenza minima 0,74%,  $k = 100\text{m}^{1/3}/\text{s}$ .

La verifica in questo caso è soddisfatta se il riempimento è inferiore al 50%

- riempimento 41% < 50%            VERIFICATO
- velocità 1,70 m/s < 5 m/s        VERIFICATO

## 6.2 Verifica sezione 2.

Sulla sezione 2 grava l'area E3 di superficie pari a 3231 m<sup>2</sup>.

$$Q_{E3,20y} = 0,0157 \text{ m}^3/\text{s}$$

La verifica è effettuata con n. 1 tubazione diametro esterno 250mm (diametro interno 237mm), pendenza minima 0,68%,  $k = 100\text{m}^{1/3}/\text{s}$ .

- riempimento 32% < 50%      VERIFICATO
- velocità 1,11 m/s < 5 m/s      VERIFICATO

## 6.3 Verifica sezione 3.

Sulla sezione 3 gravano le aree E3+E4 di superficie pari a 3877 m<sup>2</sup>.

$$Q_{E3,20y} = 0,0157 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{E4,20y} = 0,0027 \text{ m}^3/\text{s}$$

La portata totale da smaltire è pari a:  $0,0157 \text{ m}^3/\text{s} + 0,0027 \text{ m}^3/\text{s} = 0,0184 \text{ m}^3/\text{s}$

La verifica è effettuata con n. 1 tubazione diametro esterno 250mm (diametro interno 237mm), pendenza minima 0,81%,  $k = 100\text{m}^{1/3}/\text{s}$ .

- riempimento 34% < 50%      VERIFICATO
- velocità 1,24 m/s < 5 m/s      VERIFICATO

## 6.4 Verifica sezione 4.

### 6.4.1 Verifica con laminazione

Sulla sezione 4 gravano i lotti A, B, C, D e le aree E1, E2, E3, E4 di superficie pari a 12100 m<sup>2</sup>.

Considerando l'effetto di laminazione dovuto alle vasche poste a valle dei lotti A,B,C,D e dell'area E3+E4 si hanno le seguenti portate da smaltire:

$$Q_{A,20y,LAM} = 0,0115 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{B,20y,LAM} = 0,0115 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{C,20y,LAM} = 0,0115 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{D,20y,LAM} = 0,0115 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{E1,20y} = 0,0085 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{E2,20y} = 0,0100 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{E3+E4,20y,LAM} = 0,0115 \text{ m}^3/\text{s}$$

La portata totale da smaltire è pari a:  $0,0115 \text{ m}^3/\text{s} + 0,0115 \text{ m}^3/\text{s} + 0,0115 \text{ m}^3/\text{s} + 0,0115 \text{ m}^3/\text{s} + 0,0085 \text{ m}^3/\text{s} + 0,0100 \text{ m}^3/\text{s} + 0,0115 \text{ m}^3/\text{s} = 0,0760 \text{ m}^3/\text{s}$

La verifica è effettuata con n. 1 tubazione diametro esterno 500mm (diametro interno 475mm), pendenza minima 0,74%,  $k = 100m^{1/3}/s$ .

- riempimento 25% < 50%            VERIFICATO
- velocità 1,72 m/s < 5 m/s        VERIFICATO

#### 6.4.2 Verifica senza laminazione

Nel caso di eventi meteorologici particolarmente eccezionali, le vasche di laminazione a seguito del completo riempimento, possono scaricare dal troppo pieno presente nella parte superiore della vasca.

In tale condizione la vasca di laminazione non apporta ulteriori effetti benefici sulla modulazione delle portate e pertanto lo scarico sulla rete è pari allo scarico in assenza della vasca di laminazione.

Nelle verifiche che seguono si è analizzata tale condizione in modo da garantire in ogni caso lo smaltimento delle acque verso il collettore principale.

$$Q_{A,20y} = 0,0360 \text{ m}^3/s$$

$$Q_{B,20y} = 0,0335 \text{ m}^3/s$$

$$Q_{C,20y} = 0,0376 \text{ m}^3/s$$

$$Q_{D,20y} = 0,0291 \text{ m}^3/s$$

$$Q_{E1,20y} = 0,0085 \text{ m}^3/s$$

$$Q_{E2,20y} = 0,01000 \text{ m}^3/s$$

$$Q_{E3,20y} = 0,0157 \text{ m}^3/s$$

$$Q_{E4,20y} = 0,0027 \text{ m}^3/s$$

La portata totale da smaltire è pari a:  $0,0360 \text{ m}^3/s + 0,0335 \text{ m}^3/s + 0,0376 \text{ m}^3/s + 0,0291 \text{ m}^3/s + 0,0085 \text{ m}^3/s + 0,0100 \text{ m}^3/s + 0,0157 \text{ m}^3/s + 0,0027 \text{ m}^3/s = 0,1731 \text{ m}^3/s$

La verifica è effettuata con n. 1 tubazione diametro esterno 500mm (diametro interno 475mm), pendenza minima 0,74%,  $k = 100m^{1/3}/s$ .

La verifica in questo caso è soddisfatta se il riempimento è inferiore al 50%

- riempimento 48% < 50%            VERIFICATO
- velocità 2,06 m/s < 5 m/s        VERIFICATO

## 7 PRESCRIZIONI PER LA CANTIERIZZAZIONE

Durante le fasi di cantierizzazione lo smaltimento delle acque piovane dovrà essere garantito.

Le acque piovane gravitano naturalmente verso la porzione di P.E.C. posta a quota più bassa, ovvero corso Europa e pertanto è necessario convogliare le acque da questa zona alla fognatura esistente.

E' necessario realizzare un fossato di raccolta parallelo a corso Europa ed in prossimità dello stesso, al fine di proteggere la pubblica via dalle acque superficiali provenienti dal P.E.C.

Il fossato di raccolta, aventi dimensioni minime larghezza 40cm e profondità 40cm dovrà scaricare le acque in un pozzetto desabbiatore di cantiere, e successivamente ad un pozzetto definitivo avente quota di fondo speco pari a -1,97m.

Dal pozzetto definitivo le acque saranno convogliate nella fognatura pubblica esistente.

Per permettere l'accesso dei mezzi di cantiere dal lato di corso Europa è necessario, pertanto, realizzare degli attraversamenti con l'ausilio di tubi d=50cm in cls.

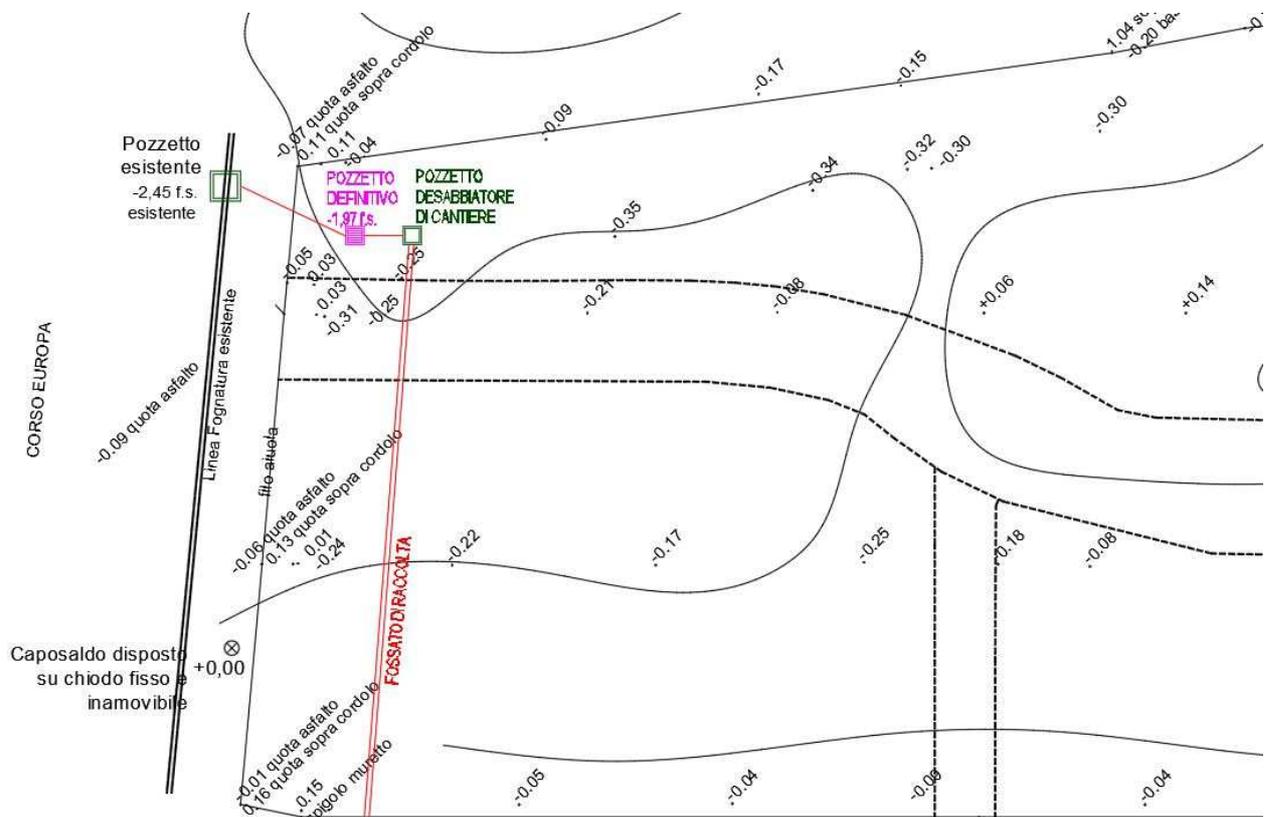


Figura 16 – Schema convogliamento acque superficiali durante il cantiere

## 8 CONCLUSIONI

La presente relazione porta a concludere sulla congruità delle soluzioni previste a progetto.

Al fine di evitare problematiche di sicurezza nei confronti di allagamenti a bassa energia in merito allo smaltimento delle acque meteoriche intercettate nel lotto di futuro intervento edilizio si prescrive:

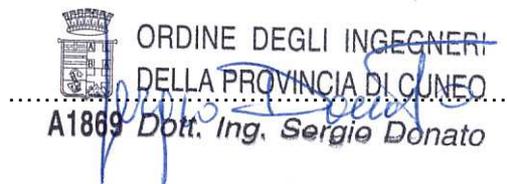
- la creazione di due linee separate per la raccolta e lo smaltimento delle acque bianche e nere dotate di pozzetti di ispezione e sedimentazione posti a distanza tale da permetterne un'efficace manutenzione;
- la realizzazione di una grata posta in corrispondenza dell'imbocco delle rampe di accesso ai piani interrati;
- il posizionamento delle soglie di accesso delle abitazioni, dei locali tecnici o delle griglie aeroilluminanti alla quota di almeno +10cm rispetto alla massima quota del terreno circostante al fine di ridurre problematiche connesse con allagamenti di acque a bassa energia;
- il posizionamento degli accessi alle rampe, alla quota di almeno +10cm rispetto la strada di P.E.C. al fine di ridurre problematiche connesse con allagamenti di acque a bassa energia;
- le acque meteoriche raccolte a livello dei piani interrati, in particolare nella parte inferiore delle rampe, dovranno essere accumulate in vasche di volume minimo 1mc e pompate da pompe sommerse al piano di campagna; il sistema di pompaggio deve essere a doppia pompa la prima elettrica e la seconda collegata a generatore, al fine di garantire in ogni caso lo smaltimento delle acque, anche nel caso di interruzione di energia elettrica;
- al fine di mantenere l'invarianza idraulica si prescrive l'accumulo delle acque piovane provenienti dalla regimazione dei cortili e dalle coperture in una vasca di laminazione per ogni corpo di fabbrica, di volume minimo pari a quello indicato in relazione ed una vasca di laminazione per l'area verde da posizionare nel punto più a valle del P.E.C. La realizzazione delle vasche sono a garanzia di un miglior rapporto tra afflussi ed efflussi. Le acque bianche uscenti dagli accumuli idrici dovranno essere convogliate tramite una bocca di scarico tarata in tubo PVC diametro esterno 125mm (diametro interno 119mm) con pendenza 1% nel corpo ricettore di valle;
- al fine di evitare problematiche in concomitanza di eventi particolarmente intensi, si prevede la realizzazione di un troppo pieno dalla vasca di lagunaggio che convoglia nello scarico di valle;
- come già indicato in relazione, per il lotto D, qualora si proceda all'edificazione, sarà necessario dimensionare in fase esecutiva la vasca di laminazione, in funzione dell'effettiva scelta progettuale al fine di contenere gli apporti entro il limite previsto nella presente relazione;
- la realizzazione, durante la cantierizzazione, di una corretta regimazione superficiale, con convogliamento delle acque negli impluvi naturali, evitando di alterare sostanzialmente la situazione precedente alla cantierizzazione; in particolare dovrà essere realizzato il fosso di raccolta lato corso Europa che convogli le acque in un pozzetto desabbiatore prima di scaricare nella fognatura bianca;
- gli innesti tra linee secondarie e linee primarie dovranno essere realizzati mediante raccordi dotati di inclinazione compresa tra 30° e 45° al fine di permettere un regolare deflusso delle acque. Le curve dovranno essere realizzate con elementi a 45° posti successivamente, al fine di evitare curve chiuse a 90°;

- al fine di permettere il recupero della risorsa idrica, potranno essere realizzate nelle singole unità immobiliari delle vasche di raccolta per irrigazione.

In fase esecutiva dovranno essere realizzate le opere come in progetto, in caso contrario dovranno essere verificate le modifiche apportate.

In base alle considerazioni riportate si può affermare che le opere previste in progetto, redatte secondo i principi dell'invarianza idraulica, non alterano il regolare deflusso delle acque e non aggravano le condizioni di deflusso delle sezioni a valle dell'intervento, rendendo l'edificazione compatibile nel rispetto delle norme di sicurezza edificatorie.

Ing. Sergio Donato



Allegati:

- Tavola grafica "Rete fognaria acque bianche e vasche di laminazione".