

# COMUNE DI RIVOLI

## RIQUALIFICAZIONE DELLA VILLA ANTICA, DELLA PALAZZINA SVIZZERA E DELLE AREE ESTERNE AD ESSE CONNESSE DEL COMPENDIO DENOMINATO "VILLA MELANO"

FONTE DI FINANZIAMENTO: FONDO PER LO SVILUPPO E LA COESIONE (FSC)

CIG: 938107432A - CUP: F25C19001500007



## PROGETTO DEFINITIVO

RTP: **Isolarchitetti S.r.l. (capogruppo)**

prof. arch. Giovanni Durbiano

arch. Umberto Montanari

arch. paesaggista Marco Ferrari

Nicola Restauri S.r.l.

MCM Ingegneria S.r.l.

ing. Damiano Bonomelli

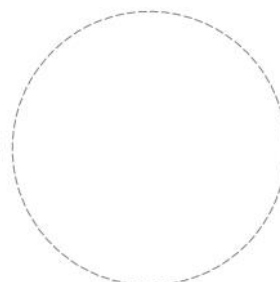
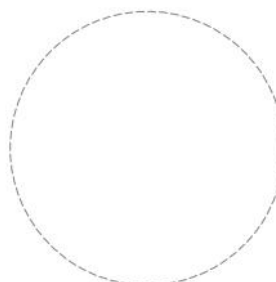
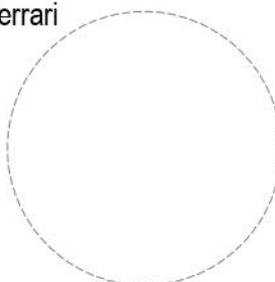
geol. Andrea Ferrarotti

Pirotecnico S.r.l.

RUP: **arch. Antonio Graziani**

Comune di Rivoli

Direzione Servizi al Territorio e alla Città



OGGETTO

Relazione idrologica e idraulica

G17

DATA

13/10/2023

REV.01

07/12/2023

REV.02

REV.03

SCALA

## COMUNE DI RIVOLI

### **RIQUALIFICAZIONE DELLA VILLA ANTICA, DELLA PALAZZINA SVIZZERA E DELLE AREE ESTERNE AD ESSE CONNESSE DEL COMPENDIO DENOMINATO “VILLA MELANO”**

FONTE DI FINANZIAMENTO: FONDO PER LO SVILUPPO E LA COESIONE (FSC)

CIG: 938107432A - CUP: F25C19001500007

## PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

### SOMMARIO

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| 1. PREMESSA .....                              | 2  |
| 2. VALUTAZIONE DELLE PORTATE .....             | 3  |
| 2.1. PORTATE DI PIOGGIA .....                  | 3  |
| 2.2. CURVA DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA.....   | 3  |
| 2.3. VALUTAZIONE DELLE PORTATE DI PIOGGIA..... | 6  |
| 3. VERIFICA DELLE TUBAZIONI DI PROGETTO .....  | 16 |
| 4. VASCHE DI ACCUMULO E RILANCIO .....         | 20 |
| 5. CONCLUSIONI .....                           | 22 |

## **1. PREMESSA**

La presente relazione ha come scopo la verifica, il progetto e dimensionamento del sistema fognario bianco atto a garantire il corretto smaltimento delle acque di tipo meteorico afferente al complesso denominato “Villa Melano”.

Costituisce un elaborato del progetto di “Riqualificazione della villa antica, della palazzina svizzera e delle aree esterne ad esse connesse del compendio denominato “Villa Melano””, sito nel Comune di Rivoli.

Nella tavola grafica denominata “Impianto di scarico acque bianche – Piante aree esterne – C11 sono riportati i tracciati delle tubazioni previste in progetto ipotizzate per il corretto smaltimento delle acque di pioggia.

E’ previsto il riutilizzo delle vasche di accumulo esistenti per realizzare in corrispondenza delle stesse delle stazioni di pompaggio per raggiungere il punto finale di collegamento alla rete fognaria esistente.

E’ stata predisposta una tubazione per il collegamento alle reti fognarie interne in corrispondenza del pozzetto posto a monte dell’allaccio per il futuro lotto 2.

Viste le grandi superfici interessate le vasche su citate sono utilizzate anche come vasche di laminazione della portata di piena, per cui la portata pompata e recapitata in fognatura sarà decisamente inferiore alla portata massima di pioggia.

La rete fognaria è stata suddivisa in tronchi, per ogni tronco sono stati individuate le caratteristiche geometriche, la pendenza, grado di riempimento, ecc.

La presente relazione idraulica illustra le caratteristiche tecniche e dimensionali del sistema di raccolta e smaltimento acque meteoriche, verificandone il dimensionamento ed il conseguente funzionamento, considerando le ipotesi di progetto assunte alla base dei calcoli idraulici.

## **2. VALUTAZIONE DELLE PORTATE**

### **2.1. PORTATE DI PIOGGIA**

Si valuta l'entità delle portate di pioggia gravanti sulle aree oggetto d'intervento.

### **2.2. CURVA DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA**

Per la determinazione della curva di possibilità pluviometrica si è fatto riferimento all'Atlante delle piogge intense redatto dall'ARPA Piemonte, che consente di ricavare in un qualsiasi punto del territorio regionale le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per assegnato tempo di ritorno per le durate da 10 minuti a 24 ore che rappresentano lo strumento essenziale nella progettazione idraulica e nella valutazione probabilistica delle portate di piena.

L'analisi statistica è stata realizzata utilizzando tutta la base dati disponibile comprensiva delle stazioni storiche del Servizio Idrografico e Mareografico nazionale funzionanti dal 1913 al 2002 e delle stazioni della rete regionale realizzata a partire dal 1987.

Partendo dalla base dati a disposizione, attraverso l'applicazione del Kriging ordinario ad una griglia di interpolazione a maglia quadrata, sono state costruite le mappe relative a serie sintetiche di massimi annui di precipitazione su ciascun punto del grigliato. La determinazione dei coefficienti della curva di probabilità pluviometrica è stata effettuata considerando le medie delle massime precipitazioni.

Noti i parametri della curva di probabilità pluviometrica, attraverso l'applicazione di modelli probabilistici, sono state determinate le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica che definiscono, per diverse durate, le massime precipitazioni di assegnato tempo di ritorno.

#### **Metodologia**

La curva di probabilità pluviometrica media consente di valutare l'altezza massima di pioggia di assegnata durata che può verificarsi in una determinata zona e viene generalmente espressa per mezzo della formula monomia:

$$P(d) = ad^n \quad (1)$$

L'altezza di pioggia **P** è espressa in funzione della durata **d** dell'evento meteorico a meno di due parametri:

- il coefficiente pluviale orario **a**, che rappresenta l'altezza media di pioggia caduta in un intervallo di tempo pari ad un'ora;
- l'esponente di invarianza di scala **n**, che governa l'andamento della curva e l'entità della dipendenza dalla durata della precipitazione.

La determinazione dei coefficienti della curva di probabilità pluviometrica è stata effettuata considerando le medie pesate delle massime precipitazioni per le varie durate.

Queste ultime sono state determinate applicando il Kriging ordinario ad una griglia di interpolazione a maglia quadrata (250 m) partendo dalle serie storiche disponibili.

Il kriging ordinario è stato applicato, per ciascuna durata, ad ogni anno di osservazione, ottenendo una serie sintetica di mappe annuali contenenti i valori stimati di massimi di precipitazione alle varie durate in ogni nodo della griglia. A valle

dell'applicazione del kriging, ogni nodo è dunque caratterizzato da diverse serie sintetiche di massimi annui di precipitazione (una per ciascuna durata).

La stima dei parametri  $a$  e  $n$  della curva, avviene a partire da tali serie di massimi annuali di altezza di pioggia, per cui è stato possibile ottenere le mappe di  $a$  ed  $n$  rappresentative di tutti i punti della griglia di interpolazione.

La dipendenza delle precipitazioni dal tempo di ritorno può essere ricostruita moltiplicando la relazione (1) per un fattore di crescita  $K_T$ .

$$P(d, T) = ad^n K_T \quad (2)$$

Per le precipitazioni di durata sub-oraria (10, 20 e 30 minuti), la formula analitica per il calcolo dell'altezza di pioggia relativa ad una determinata durata e ad un determinato periodo di ritorno è la seguente:

$$P(d, T) = \left( a \left( \frac{1 + B \cdot d}{1 + B} \right)^{\frac{(n-1)(1+B)}{B}} \right) d K_T \quad (3)$$

Dove  $a$  ed  $n$  sono gli stessi delle durate standard mentre  $B$  è una costante pari a 136.495

Per la stima del fattore di crescita  $K_T$ , atto a individuare la precipitazione di progetto relativa a un determinato tempo di ritorno  $T$ , si è effettuata un'analisi regionale atta a identificare le distribuzioni che meglio si adattano alla distribuzione dei massimi annui in regione Piemonte. La distribuzione Gumbel (due parametri) e la GEV (tre parametri) si configurano entrambe come valide alternative.

Nella presente relazione si è scelto di adottare la distribuzione GUMBEL, peggiorativa.

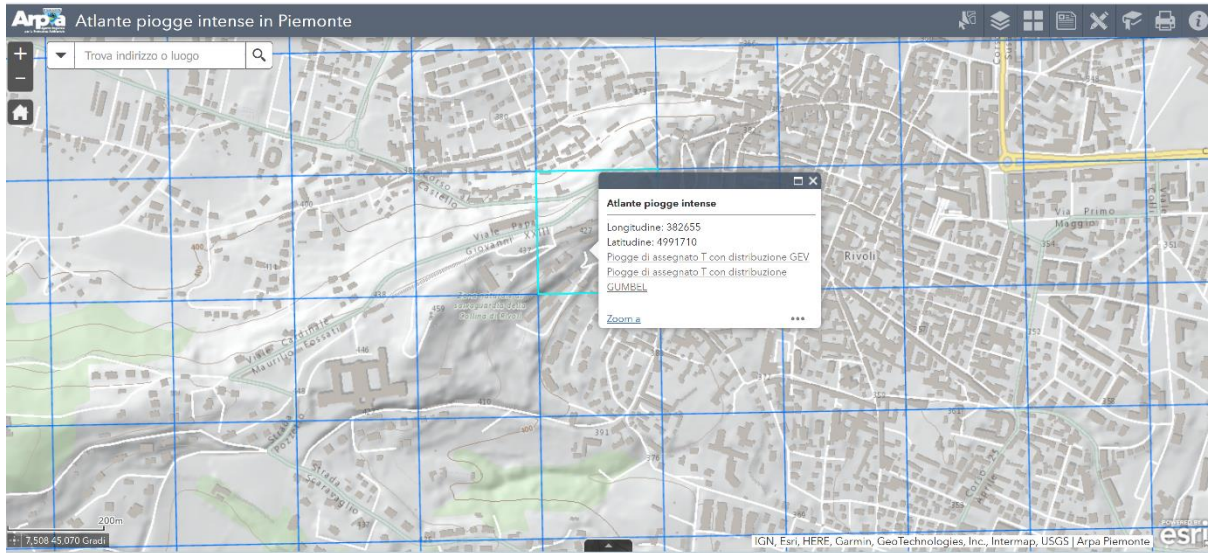
La metodologia adottata ha consentito la creazione delle mappe di  $K_T$  secondo GUMBEL per tempi di ritorno 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000 anni.

Il servizio ARPA Piemonte permette all'utente di selezionare autonomamente la distribuzione più adeguata, in base alle esigenze e all'ambito in cui si trova ad operare.

## Applicazione

Attraverso il servizio ARPA Piemonte, sono state determinate le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica partendo dall'indicazione del punto oggetto d'intervento (ricadente all'interno della Regione Piemonte).

La scelta di quest'ultimo può avvenire cliccando semplicemente sulla mappa, di cui si riporta un estratto.



Viene restituita la tabella delle piogge per ciascuna durata e ciascun tempo di ritorno per la distribuzione GEV, che si è scelta di applicare per il caso in esame, a favore di sicurezza.

Piogge di assegnato tempo di ritorno per durate da 10 minuti a 24 ore (mm)

| Durata    | Tempo di ritorno in anni |      |       |       |       |       |
|-----------|--------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
|           | 2                        | 5    | 10    | 20    | 50    | 100   |
| 10 minuti | 13.3                     | 18.1 | 21.5  | 25    | 29.8  | 33.6  |
| 20 minuti | 17                       | 23.1 | 27.4  | 31.9  | 38.1  | 43    |
| 30 minuti | 19.5                     | 26.5 | 31.6  | 36.7  | 43.8  | 49.4  |
| 1 ora     | 24.7                     | 33.6 | 39.9  | 46.4  | 55.4  | 62.6  |
| 3 ore     | 35.8                     | 48.7 | 57.9  | 67.3  | 80.3  | 90.7  |
| 6 ore     | 45.2                     | 61.5 | 73.2  | 85    | 101.5 | 114.6 |
| 12 ore    | 57.2                     | 77.8 | 92.5  | 107.5 | 128.2 | 144.8 |
| 24 ore    | 72.2                     | 98.3 | 116.9 | 135.8 | 162   | 183.1 |

Ed i valori di KT, fattore di crescita.

#### Atlante piogge intense in Piemonte (GEV)

Comune di Rivoletto (lat: 4991709.95 , lon: 382655.45)

Parametri della curva di probabilità pluviometrica. a: 26.82 n: 0.34

| Fattore di crescita KT |       |       |       |       |       |       |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| K2                     | K5    | K10   | K20   | K50   | K100  | K200  |
| 0.921                  | 1.252 | 1.489 | 1.731 | 2.065 | 2.333 | 2.615 |

Si riporta il grafico delle linee segnalatrici, anche in questo caso relative alla distribuzione GEV.

La curva di possibilità climatica, relativa ad un assegnato tempo di ritorno, assume pertanto la forma:

$$P=h=a \times d^n \times KT =$$

$$Tr=20 \text{ anni} \quad h = 26,82 \times 1,731 \times t^{0,34} = 46,43 \times t^{0,34}$$

## 2.3. VALUTAZIONE DELLE PORTATE DI PIOGGIA

Si determinano le portate massime transitanti nelle reti in progetto.

Le portate ricavate sono riferite ad un tempo di ritorno pari a **20 anni**.

Si effettua l'ipotesi cautelativa che l'evento piovoso sia lunga durata e che il terreno non sia in grado di drenare la portata di pioggia, per cui questa sia smaltita dalla rete fognaria.

Si individua la tubazione principale suddividendola in tratti che sono individuati come tronchi sull'elaborato grafico allegato.

Per ogni tronco si valutano le aree sottese; per ogni area si assume un coefficiente di afflusso convenzionale:

$\phi = 1,00$  per zone impermeabili quali le coperture, marciapiedi, lastricati, ecc.;

$\phi = 0,30$  per zone permeabili quali le aree esterne non pavimentate, i prati, ecc..

Moltiplicando ogni area per il coefficiente di afflusso convenzionale si ottengono le aree ridotte per ogni tronco.

Si determina il coefficiente di afflusso convenzionale medio, per ogni tronco definito come:

$$\phi_{45m} = \frac{A}{A_r}$$

dove: A= area totale sottesa dal tronco;

A<sub>r</sub>= area ridotta totale sottesa dal tronco.

Si allega la tabella riportante le aree ridotte e i coefficienti di afflusso convenzionali medi, per i singoli tronchi.

### SUPERFICI TOTALI, RIDOTTE E COEFFICIENTE DI AFFLUSSO MEDIO

| TRONCO   | Superficie impermeabile (mq) |         | Superficie a verde o permeabile (mq) |         | Totale superficie reale | Somma superfici reali nei tronchi | Totale superficie ridotta | Somma superfici ridotte nei tronchi | $\phi_{45m}$ |
|----------|------------------------------|---------|--------------------------------------|---------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|--------------|
|          | reale                        | ridotta | reale                                | ridotta |                         |                                   |                           |                                     |              |
| $\phi$   |                              | 1,0     |                                      | 0,30    |                         |                                   |                           |                                     |              |
| tronco 1 | 108                          | 108     | 132                                  | 40      | 240                     | 240                               | 148                       | 148                                 | 0,62         |
| tronco 2 | 235                          | 235     | 411                                  | 123     | 646                     | 646                               | 358                       | 358                                 | 0,55         |
| tronco 3 | 300                          | 300     | 0                                    | 0       | 300                     | 1186                              | 300                       | 806                                 | 0,68         |
| tronco 4 | 60                           | 60      | 90                                   | 27      | 150                     | 1336                              | 87                        | 893                                 | 0,67         |
| tronco 5 | 75                           | 75      | 525                                  | 158     | 600                     | 1936                              | 233                       | 1125                                | 0,58         |
| tronco 6 | 116                          | 116     | 126                                  | 38      | 242                     | 2178                              | 154                       | 1279                                | 0,59         |
| tronco 7 | 140                          | 140     | 42                                   | 13      | 182                     | 182                               | 153                       | 153                                 | 0,84         |

|           |     |     |     |    |     |      |     |      |      |
|-----------|-----|-----|-----|----|-----|------|-----|------|------|
| tronco 8  | 198 | 198 | 228 | 68 | 426 | 2786 | 266 | 1698 | 0,61 |
|           |     |     |     |    |     |      |     |      |      |
| tronco 10 | 27  | 27  | 0   | 0  | 27  | 27   | 27  | 27   | 1,00 |
| tronco 9  | 90  | 90  | 117 | 35 | 207 | 234  | 125 | 152  | 0,65 |
|           |     |     |     |    |     |      |     |      |      |
| tronco 11 | 29  | 29  | 0   | 0  | 29  | 29   | 29  | 29   | 1,00 |
| tronco 12 | 66  | 66  | 0   | 0  | 66  | 66   | 66  | 66   | 1,00 |
| tronco 13 | 36  | 36  | 0   | 0  | 36  | 102  | 36  | 102  | 1,00 |
| tronco 14 | 106 | 106 | 0   | 0  | 106 | 208  | 106 | 208  | 1,00 |
| tronco 15 | 105 | 105 | 129 | 39 | 234 | 234  | 144 | 144  | 0,61 |
| tronco 16 | 70  | 70  | 60  | 18 | 130 | 130  | 88  | 88   | 0,68 |

| TRONCO          | Superficie impermeabile (mq) |         | Superficie a verde o permeabile (mq) |         | Totale superficie reale | Somma superfici reali nei tronchi | Totale superficie ridotta | Somma superfici ridotte nei tronchi | φ45medio |
|-----------------|------------------------------|---------|--------------------------------------|---------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|----------|
|                 | reale                        | ridotta | reale                                | ridotta |                         |                                   |                           |                                     |          |
| φ               |                              | 1,0     |                                      | 0,30    |                         |                                   |                           |                                     |          |
| tronco 17       | 288                          | 288     | 90                                   | 27      | 378                     | 742                               | 315                       | 547                                 | 0,74     |
| tronco 18       | 288                          | 288     | 96                                   | 29      | 384                     | 1126                              | 317                       | 864                                 | 0,77     |
| pluviale cist 3 | 90                           | 90      | 0                                    | 0       | 90                      | 90                                | 90                        | 90                                  | 1,00     |

|           |     |     |     |     |      |      |     |      |      |
|-----------|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|------|------|
| tronco 29 | 135 | 135 | 300 | 90  | 435  | 435  | 225 | 225  | 0,52 |
| tronco 28 | 66  | 66  | 0   | 0   | 66   | 66   | 66  | 66   | 1,00 |
| tronco 27 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 501  | 0   | 291  | 0,58 |
| tronco 26 | 85  | 85  | 0   | 0   | 85   | 586  | 85  | 376  | 0,64 |
| tronco 25 | 85  | 85  | 0   | 0   | 85   | 671  | 85  | 461  | 0,69 |
| tronco 24 | 51  | 51  | 0   | 0   | 51   | 722  | 51  | 512  | 0,71 |
| tronco 23 | 168 | 168 | 299 | 90  | 467  | 467  | 258 | 258  | 0,55 |
| tronco 22 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 1189 | 0   | 770  | 0,65 |
| tronco 21 | 630 | 630 | 0   | 0   | 630  | 630  | 630 | 630  | 1,00 |
| tronco 19 | 80  | 80  | 300 | 90  | 380  | 380  | 170 | 170  | 0,45 |
| tronco 20 | 630 | 630 | 0   | 0   | 630  | 630  | 630 | 630  | 1,00 |
| tronco 30 | 101 | 101 | 130 | 39  | 231  | 231  | 140 | 140  | 0,61 |
| tronco 31 | 263 | 263 | 934 | 280 | 1197 | 1428 | 543 | 683  | 0,48 |
| tronco 32 | 72  | 72  | 153 | 46  | 225  | 3472 | 118 | 2201 | 0,63 |

|           |     |     |     |    |     |      |     |      |      |
|-----------|-----|-----|-----|----|-----|------|-----|------|------|
| tronco 33 | 72  | 72  | 100 | 30 | 172 | 4654 | 102 | 3103 | 0,67 |
| tronco 34 | 150 | 150 | 140 | 42 | 290 | 4944 | 192 | 3295 | 0,67 |
| tronco 35 | 0   | 0   | 270 | 81 | 270 | 5214 | 81  | 3376 | 0,65 |

|           |    |    |     |    |     |     |     |     |      |
|-----------|----|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|------|
| tronco 36 | 63 | 63 | 140 | 42 | 203 | 203 | 105 | 105 | 0,52 |
| tronco 37 | 50 | 50 | 40  | 12 | 90  | 293 | 62  | 167 | 0,57 |
| tronco 38 | 0  | 0  | 60  | 18 | 60  | 353 | 18  | 185 | 0,52 |
| tronco 39 | 42 | 42 | 0   | 0  | 42  | 42  | 42  | 42  | 1,00 |
| tronco 40 | 0  | 0  | 0   | 0  | 0   | 395 | 0   | 227 | 0,57 |

| tronco 41 | 35                           | 35      | 0                                    | 0       | 35                      | 35                                | 35                        | 35                                  | 1,00     |
|-----------|------------------------------|---------|--------------------------------------|---------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|----------|
| tronco 42 | 25                           | 25      | 0                                    | 0       | 25                      | 25                                | 25                        | 25                                  | 1,00     |
| tronco 43 | 0                            | 0       | 0                                    | 0       | 0                       | 60                                | 0                         | 60                                  | 1,00     |
| tronco 44 | 200                          | 200     | 250                                  | 75      | 450                     | 510                               | 275                       | 335                                 | 0,66     |
| TRONCO    | Superficie impermeabile (mq) |         | Superficie a verde o permeabile (mq) |         | Totale superficie reale | Somma superfici reali nei tronchi | Totale superficie ridotta | Somma superfici ridotte nei tronchi | φ45medio |
|           | reale                        | ridotta | reale                                | ridotta |                         |                                   |                           |                                     |          |
| φ         |                              | 1,0     |                                      | 0,30    |                         |                                   |                           |                                     |          |
| tronco 45 | 88                           | 88      | 287                                  | 86      | 375                     | 375                               | 174                       | 174                                 | 0,46     |
| tronco 46 | 35                           | 35      | 0                                    | 0       | 35                      | 35                                | 35                        | 35                                  | 1,00     |
| tronco 47 | 0                            | 0       | 0                                    | 0       | 0                       | 410                               | 0                         | 209                                 | 0,51     |
| tronco 48 | 25                           | 25      | 0                                    | 0       | 25                      | 25                                | 25                        | 25                                  | 1,00     |
| tronco 49 | 0                            | 0       | 0                                    | 0       | 0                       | 435                               | 0                         | 234                                 | 0,54     |

|           |      |      |      |      |       |       |      |      |      |
|-----------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|
| tronco 50 | 6100 | 6100 | 6100 | 1830 | 12200 | 12200 | 7930 | 7930 | 0,65 |
|-----------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|

Si assume come equazione della curva di possibilità pluviometrica l'equazione determinata in precedenza per un tempo di ritorno pari a T=20 anni, cioè:

$$h = a * t^n = 46,43 * t^{0,34}$$

I parametri a e n vengono corretti tramite delle correlazioni riguardanti le fognature di Milano:

$$a_A = a * \left[ 1 - 0.052 * \frac{A_i}{100} + 0.002 * \left( \frac{A_i}{100} \right)^2 \right]$$

$$n_A = n + 0.0175 * \frac{A_i}{100}$$

con Ai= area sottesa dal singolo tronco espressa in ettari.

Si corregge il coefficiente di afflusso con questi nuovi parametri della curva di possibilità pluviometrica mediante:

$$\phi_1 = \phi_{45m} * \left( \frac{a_A}{45} \right)^{\frac{1}{3}}$$

Si calcola il coefficiente udometrico dei singoli tronchi come:

$$u = \frac{\xi}{w^{\frac{1-n_0}{n_0}}} \ln \left( \frac{l}{s * ha} \right)$$

dove:

$$\xi = 2168 * n_0 * (\phi_1 * a_A)^{\frac{1}{n_0}}$$

espressione approssimata suggerita da Puppini e De Marchi in cui  $n_0 = \frac{4}{3} * n_A$

$$w = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{A_T} \text{ invaso specifico dove:}$$

V1= volume dei piccoli invasi valutato come 30\*Ai in quanto i vari tratti presentano un buon sviluppo longitudinale e un'ampia area di raccolta;

V2=  $\omega_i * L_i$  = volume invasato dal tronco;

V3= volume invasato a monte del tronco

A<sub>T</sub> = tutta l'area sottesa dalla sezione.

La portata di pioggia (post-operam) è data da Qp=AT\*ui

Si riportano nella tabella sottostante i valori relativi alle formule su esposte.

## VALUTAZIONE PORTATE

a= 46,43 per Tr=20 anni  
n= 0,34 ARPA PIEMONTE - GEV

| TRONCO    | Superficie reale | Somma superficie reale | $\phi 45$ medio | aA    | nA    | $\phi 1$ | no    | $\zeta$ | lunghezza | Diametro commerciale tubazione | Area bagnata $\omega$ |
|-----------|------------------|------------------------|-----------------|-------|-------|----------|-------|---------|-----------|--------------------------------|-----------------------|
|           | ha               | ha                     |                 |       |       |          |       |         | m         | mm                             | m                     |
| tronco 1  | 0,0240           | 0,01476                | 0,62            | 46,43 | 0,340 | 0,62     | 0,453 | 0,39424 | 35,00     | 200                            | 0,01                  |
| tronco 2  | 0,0646           | 0,03583                | 0,55            | 46,42 | 0,340 | 0,56     | 0,453 | 0,31393 | 22,00     | 250                            | 0,02                  |
| tronco 3  | 0,0300           | 0,08059                | 0,68            | 46,42 | 0,340 | 0,69     | 0,453 | 0,49136 | 19,00     | 315                            | 0,04                  |
| tronco 4  | 0,0150           | 0,08929                | 0,67            | 46,42 | 0,340 | 0,68     | 0,453 | 0,47373 | 25,00     | 315                            | 0,04                  |
| tronco 5  | 0,0600           | 0,11254                | 0,58            | 46,42 | 0,340 | 0,59     | 0,453 | 0,34826 | 13,00     | 315                            | 0,04                  |
| tronco 6  | 0,0242           | 0,12792                | 0,59            | 46,42 | 0,340 | 0,59     | 0,453 | 0,35629 | 15,00     | 315                            | 0,04                  |
| tronco 7  | 0,0182           | 0,01526                | 0,84            | 46,43 | 0,340 | 0,85     | 0,453 | 0,78106 | 6,00      | 200                            | 0,01                  |
| tronco 8  | 0,0426           | 0,16982                | 0,61            | 46,42 | 0,340 | 0,62     | 0,453 | 0,38675 | 15,00     | 315                            | 0,04                  |
|           |                  |                        |                 |       |       |          |       |         |           |                                |                       |
| tronco 10 | 0,0027           | 0,00270                | 1,00            | 46,43 | 0,340 | 1,01     | 0,453 | 1,15202 | 10,00     | 200                            | 0,00                  |
| tronco 9  | 0,0207           | 0,01521                | 0,65            | 46,43 | 0,340 | 0,66     | 0,453 | 0,44543 | 8,00      | 200                            | 0,01                  |
|           |                  |                        |                 |       |       |          |       |         |           |                                |                       |
| tronco 11 | 0,0029           | 0,00293                | 1,00            | 46,43 | 0,340 | 1,01     | 0,453 | 1,15202 | 9,00      | 200                            | 0,00                  |
| tronco 12 | 0,0066           | 0,00660                | 1,00            | 46,43 | 0,340 | 1,01     | 0,453 | 1,15203 | 12,00     | 200                            | 0,01                  |
| tronco 13 | 0,0036           | 0,01020                | 1,00            | 46,43 | 0,340 | 1,01     | 0,453 | 1,15204 | 13,00     | 200                            | 0,01                  |
| tronco 14 | 0,0106           | 0,02080                | 1,00            | 46,42 | 0,340 | 1,01     | 0,453 | 1,15207 | 13,00     | 200                            | 0,02                  |
| tronco 15 | 0,0234           | 0,01437                | 0,61            | 46,43 | 0,340 | 0,62     | 0,453 | 0,39297 | 16,00     | 200                            | 0,01                  |
| tronco 16 | 0,0130           | 0,00880                | 0,68            | 46,43 | 0,340 | 0,68     | 0,453 | 0,48714 | 12,00     | 200                            | 0,01                  |

| TRONCO          | Superficie reale | Somma superficie reale | $\phi 45$ medio | aA    | nA    | $\phi 1$ | no    | $\zeta$ | lunghezza | Diametro commerciale tubazione | Area bagnata $\omega$ |
|-----------------|------------------|------------------------|-----------------|-------|-------|----------|-------|---------|-----------|--------------------------------|-----------------------|
|                 | ha               | ha                     |                 |       |       |          |       |         | m         | mm                             | m                     |
| tronco 17       | 0,0378           | 0,05467                | 0,74            | 46,42 | 0,340 | 0,74     | 0,453 | 0,58736 | 7,00      | 315                            | 0,03                  |
| tronco 18       | 0,0384           | 0,08635                | 0,77            | 46,42 | 0,340 | 0,77     | 0,453 | 0,64161 | 5,00      | 315                            | 0,04                  |
| pluviale cist 3 | 0,0090           | 0,00895                | 1,00            | 46,43 | 0,340 | 1,01     | 0,453 | 1,15203 | 1,00      | 200                            | 0,01                  |

|           |        |         |      |       |       |      |       |         |       |     |      |
|-----------|--------|---------|------|-------|-------|------|-------|---------|-------|-----|------|
| tronco 29 | 0,0435 | 0,02250 | 0,52 | 46,42 | 0,340 | 0,52 | 0,453 | 0,26911 | 20,00 | 200 | 0,01 |
| tronco 28 | 0,0066 | 0,00660 | 1,00 | 46,43 | 0,340 | 1,01 | 0,453 | 1,15203 | 3,00  | 200 | 0,01 |
| tronco 27 | 0,0000 | 0,02910 | 0,58 | 46,42 | 0,340 | 0,59 | 0,453 | 0,34756 | 13,00 | 200 | 0,02 |
| tronco 26 | 0,0085 | 0,03760 | 0,64 | 46,42 | 0,340 | 0,65 | 0,453 | 0,43292 | 23,00 | 250 | 0,02 |
| tronco 25 | 0,0085 | 0,04610 | 0,69 | 46,42 | 0,340 | 0,69 | 0,453 | 0,50339 | 10,00 | 250 | 0,02 |
| tronco 24 | 0,0051 | 0,05120 | 0,71 | 46,42 | 0,340 | 0,72 | 0,453 | 0,53982 | 14,00 | 250 | 0,02 |
| tronco 23 | 0,0467 | 0,02577 | 0,55 | 46,42 | 0,340 | 0,56 | 0,453 | 0,31040 | 7,00  | 200 | 0,02 |
| tronco 22 | 0,0000 | 0,07697 | 0,65 | 46,42 | 0,340 | 0,65 | 0,453 | 0,44152 | 39,00 | 250 | 0,03 |
| tronco 21 | 0,0630 | 0,06300 | 1,00 | 46,42 | 0,340 | 1,01 | 0,453 | 1,15219 | 90,00 | 250 | 0,03 |
| tronco 19 | 0,0380 | 0,01700 | 0,45 | 46,43 | 0,340 | 0,45 | 0,453 | 0,19538 | 8,00  | 200 | 0,01 |
| tronco 20 | 0,0630 | 0,06300 | 1,00 | 46,42 | 0,340 | 1,01 | 0,453 | 1,15219 | 90,00 | 250 | 0,03 |
| tronco 30 | 0,0231 | 0,01400 | 0,61 | 46,43 | 0,340 | 0,61 | 0,453 | 0,38171 | 24,00 | 200 | 0,01 |
| tronco 31 | 0,1197 | 0,06832 | 0,48 | 46,42 | 0,340 | 0,48 | 0,453 | 0,22661 | 45,00 | 250 | 0,02 |
| tronco 32 | 0,0225 | 0,22008 | 0,63 | 46,42 | 0,340 | 0,64 | 0,453 | 0,42167 | 6,00  | 400 | 0,06 |
| tronco 33 | 0,0172 | 0,31028 | 0,67 | 46,42 | 0,340 | 0,67 | 0,453 | 0,47147 | 10,00 | 500 | 0,08 |
| tronco 34 | 0,0290 | 0,32948 | 0,67 | 46,42 | 0,340 | 0,67 | 0,453 | 0,47107 | 18,00 | 500 | 0,09 |
| tronco 35 | 0,0270 | 0,33758 | 0,65 | 46,42 | 0,340 | 0,65 | 0,453 | 0,44201 | 18,00 | 500 | 0,09 |

| TRONCO    | Superficie reale | Somma superficie reale | $\phi 45$ medio | aA    | nA    | $\phi 1$ | no    | $\zeta$ | lunghezza | Diametro commerciale tubazione | Area bagnata $\omega$ |
|-----------|------------------|------------------------|-----------------|-------|-------|----------|-------|---------|-----------|--------------------------------|-----------------------|
|           | ha               | ha                     |                 |       |       |          |       |         | m         | mm                             | m                     |
| tronco 36 | 0,0203           | 0,01045                | 0,52            | 46,43 | 0,340 | 0,52     | 0,453 | 0,26773 | 13,00     | 200                            | 0,01                  |
| tronco 37 | 0,0090           | 0,01665                | 0,57            | 46,43 | 0,340 | 0,58     | 0,453 | 0,33241 | 4,00      | 200                            | 0,01                  |
| tronco 38 | 0,0060           | 0,01845                | 0,52            | 46,42 | 0,340 | 0,53     | 0,453 | 0,27623 | 5,00      | 200                            | 0,01                  |
| tronco 39 | 0,0042           | 0,00420                | 1,00            | 46,43 | 0,340 | 1,01     | 0,453 | 1,15202 | 2,00      | 200                            | 0,01                  |
| tronco 40 | 0,0000           | 0,02265                | 0,57            | 46,42 | 0,340 | 0,58     | 0,453 | 0,33878 | 25,00     | 250                            | 0,01                  |
| tronco 41 | 0,0035           | 0,00350                | 1,00            | 46,43 | 0,340 | 1,01     | 0,453 | 1,15202 | 12,00     | 200                            | 0,00                  |
| tronco 42 | 0,0025           | 0,00250                | 1,00            | 46,43 | 0,340 | 1,01     | 0,453 | 1,15202 | 5,00      | 200                            | 0,00                  |
| tronco 43 | 0,0000           | 0,00600                | 1,00            | 46,43 | 0,340 | 1,01     | 0,453 | 1,15203 | 5,00      | 200                            | 0,01                  |
| tronco 44 | 0,0450           | 0,03350                | 0,66            | 46,42 | 0,340 | 0,66     | 0,453 | 0,45590 | 15,00     | 250                            | 0,02                  |
| tronco 45 | 0,0375           | 0,01741                | 0,46            | 46,42 | 0,340 | 0,47     | 0,453 | 0,21204 | 22,00     | 200                            | 0,01                  |
| tronco 46 | 0,0035           | 0,00350                | 1,00            | 46,43 | 0,340 | 1,01     | 0,453 | 1,15202 | 1,00      | 200                            | 0,01                  |
| tronco 47 | 0,0000           | 0,02091                | 0,51            | 46,42 | 0,340 | 0,52     | 0,453 | 0,26087 | 7,00      | 200                            | 0,01                  |
| tronco 48 | 0,0025           | 0,00250                | 1,00            | 46,43 | 0,340 | 1,01     | 0,453 | 1,15202 | 1,00      | 200                            | 0,00                  |
| tronco 49 | 0,0000           | 0,02341                | 0,54            | 46,42 | 0,340 | 0,54     | 0,453 | 0,29371 | 2,00      | 250                            | 0,02                  |
| tronco 50 | 1,2200           | 6,00000                | 0,65            | 46,28 | 0,341 | 0,66     | 0,455 | 0,45334 | 250,00    | 630                            | 0,14                  |

costante piccoli invasi = 30 mc/ha

| TRONCO     | Area reale | Somma aree reali nel tronco | VOLUMI (mc)    |                   |                | Volume totale (mc) | Volume specifico w (m) | coefficiente udometrico [l/(s*ha)] | Portate di progetto totali |
|------------|------------|-----------------------------|----------------|-------------------|----------------|--------------------|------------------------|------------------------------------|----------------------------|
|            | ha         | ha                          | piccoli invasi | invaso del tronco | invasi a monte |                    |                        |                                    | (l/s)                      |
| tronco 1   | 0,0240     | 0,0240                      | 0,72           | 0,31              | 0,00           | 1,03               | 0,00430                | 281,57                             | 7                          |
| tronco 2   | 0,0646     | 0,0646                      | 1,94           | 0,40              | 0,00           | 2,34               | 0,00362                | 275,43                             | 18                         |
| tronco 3   | 0,0300     | 0,1186                      | 0,90           | 0,68              | 3,37           | 4,95               | 0,00418                | 363,18                             | 43                         |
| tronco 4   | 0,0150     | 0,1336                      | 0,45           | 0,92              | 4,46           | 5,83               | 0,00436                | 332,39                             | 44                         |
| tronco 5   | 0,0600     | 0,1936                      | 1,80           | 0,52              | 5,83           | 8,15               | 0,00421                | 255,11                             | 49                         |
| tronco 6   | 0,0242     | 0,2178                      | 0,73           | 0,65              | 8,15           | 9,52               | 0,00437                | 249,24                             | 54                         |
| tronco 7   | 0,0182     | 0,0182                      | 0,55           | 0,09              | 0,00           | 0,63               | 0,00348                | 719,18                             | 13                         |
| tronco 8   | 0,0426     | 0,2786                      | 1,28           | 0,64              | 10,15          | 12,08              | 0,00433                | 273,24                             | 76                         |
|            |            |                             |                |                   |                |                    |                        |                                    |                            |
| tronco 10  | 0,0027     | 0,0027                      | 0,08           | 0,04              | 0,00           | 0,12               | 0,00445                | 788,64                             | 2                          |
| tronco 9   | 0,0207     | 0,0234                      | 0,50           | 0,10              | 0,12           | 0,72               | 0,00308                | 475,91                             | 11                         |
| CISTERNA 2 |            |                             |                |                   |                |                    |                        |                                    | 87                         |
|            |            |                             |                |                   |                |                    |                        |                                    |                            |
| tronco 11  | 0,0029     | 0,0029                      | 0,09           | 0,04              | 0,00           | 0,13               | 0,00431                | 819,96                             | 2                          |
| tronco 12  | 0,0066     | 0,0066                      | 0,20           | 0,09              | 0,00           | 0,29               | 0,00436                | 808,00                             | 5                          |
| tronco 13  | 0,0036     | 0,0102                      | 0,11           | 0,12              | 0,29           | 0,51               | 0,00504                | 679,40                             | 7                          |
| tronco 14  | 0,0106     | 0,0208                      | 0,32           | 0,20              | 0,51           | 1,04               | 0,00498                | 688,67                             | 14                         |
| tronco 15  | 0,0234     | 0,0234                      | 0,70           | 0,16              | 0,00           | 0,86               | 0,00368                | 338,14                             | 8                          |
| tronco 16  | 0,0130     | 0,0130                      | 0,39           | 0,09              | 0,00           | 0,48               | 0,00370                | 416,85                             | 5                          |
| tronco 17  | 0,0378     | 0,0742                      | 1,13           | 0,23              | 1,34           | 2,70               | 0,00364                | 511,75                             | 38                         |
| tronco 18  | 0,0384     | 0,1126                      | 1,15           | 0,19              | 2,70           | 4,04               | 0,00359                | 569,12                             | 64                         |

| TRONCO          | Area reale | Somma aree reali nel tronco | VOLUMI (mc)    |                   |                | Volume totale (mc) | Volume specifico w (m) | coefficiente udometrico [l/(s*ha)] | Portate di progetto totali |
|-----------------|------------|-----------------------------|----------------|-------------------|----------------|--------------------|------------------------|------------------------------------|----------------------------|
|                 | ha         | ha                          | piccoli invasi | invaso del tronco | invasi a monte |                    |                        |                                    | (l/s)                      |
| pluviale cist 3 | 0,0090     | 0,0090                      | 0,27           | 0,01              | 0,00           | 0,28               | 0,00314                | 1201,61                            | 11                         |
| CISTERNA 3      |            |                             |                |                   |                |                    |                        |                                    | 92                         |

|            |        |        |      |      |       |       |         |         |     |
|------------|--------|--------|------|------|-------|-------|---------|---------|-----|
| tronco 29  | 0,0435 | 0,0435 | 1,31 | 0,25 | 0,00  | 1,55  | 0,00357 | 240,74  | 10  |
| tronco 28  | 0,0066 | 0,0066 | 0,20 | 0,03 | 0,00  | 0,23  | 0,00342 | 1083,48 | 7   |
| tronco 27  | 0,0000 | 0,0501 | 0,00 | 0,20 | 1,78  | 1,98  | 0,00394 | 275,44  | 14  |
| tronco 26  | 0,0085 | 0,0586 | 0,26 | 0,41 | 1,98  | 2,64  | 0,00451 | 292,14  | 17  |
| tronco 25  | 0,0085 | 0,0671 | 0,26 | 0,22 | 2,64  | 3,11  | 0,00464 | 328,17  | 22  |
| tronco 24  | 0,0051 | 0,0722 | 0,15 | 0,32 | 3,11  | 3,58  | 0,00496 | 324,45  | 23  |
| tronco 23  | 0,0467 | 0,0467 | 1,40 | 0,11 | 0,00  | 1,51  | 0,00324 | 311,91  | 15  |
| tronco 22  | 0,0000 | 0,1189 | 0,00 | 1,07 | 5,09  | 6,17  | 0,00519 | 251,37  | 30  |
| tronco 21  | 0,0630 | 0,0630 | 1,89 | 2,44 | 0,00  | 4,33  | 0,00688 | 466,69  | 29  |
| tronco 19  | 0,0380 | 0,0380 | 1,14 | 0,08 | 0,00  | 1,22  | 0,00320 | 198,96  | 8   |
| tronco 20  | 0,0630 | 0,0630 | 1,89 | 2,44 | 0,00  | 4,33  | 0,00688 | 466,69  | 29  |
| tronco 30  | 0,0231 | 0,0231 | 0,69 | 0,22 | 0,00  | 0,91  | 0,00395 | 302,16  | 7   |
| tronco 31  | 0,1197 | 0,1428 | 3,59 | 1,10 | 0,91  | 5,60  | 0,00392 | 180,69  | 26  |
| tronco 32  | 0,0225 | 0,3472 | 0,68 | 0,37 | 16,10 | 17,15 | 0,00494 | 254,44  | 88  |
| tronco 33  | 0,0172 | 0,4654 | 0,52 | 0,80 | 22,70 | 24,02 | 0,00516 | 269,64  | 125 |
| tronco 34  | 0,0290 | 0,4944 | 0,87 | 1,60 | 21,62 | 24,09 | 0,00487 | 288,79  | 143 |
| tronco 35  | 0,0270 | 0,5214 | 0,81 | 1,66 | 21,68 | 24,15 | 0,00463 | 287,99  | 150 |
| CISTERNA 1 |        |        |      |      |       |       |         |         | 150 |

| TRONCO     | Area reale | Somma aree reali nel tronco | VOLUMI (mc)    |                   |                | Volume totale (mc) | Volume specifico w (m) | coefficiente udometrico [l/(s*ha)] | Portate di progetto totali |
|------------|------------|-----------------------------|----------------|-------------------|----------------|--------------------|------------------------|------------------------------------|----------------------------|
|            | ha         | ha                          | piccoli invasi | invaso del tronco | invasi a monte |                    |                        |                                    | (l/s)                      |
| tronco 36  | 0,0203     | 0,0203                      | 0,61           | 0,09              | 0,00           | 0,70               | 0,00346                | 248,30                             | 5                          |
| tronco 37  | 0,0090     | 0,0293                      | 0,27           | 0,04              | 0,70           | 1,01               | 0,00347                | 307,39                             | 9                          |
|            |            |                             |                |                   |                |                    |                        |                                    |                            |
| tronco 38  | 0,0060     | 0,0353                      | 0,18           | 0,06              | 0,91           | 1,15               | 0,00327                | 274,71                             | 10                         |
| tronco 39  | 0,0042     | 0,0042                      | 0,13           | 0,01              | 0,00           | 0,14               | 0,00333                | 1120,96                            | 5                          |
| tronco 40  | 0,0000     | 0,0395                      | 0,00           | 0,37              | 0,90           | 1,28               | 0,00324                | 340,91                             | 13                         |
|            |            |                             |                |                   |                |                    |                        |                                    |                            |
| tronco 41  | 0,0035     | 0,0035                      | 0,11           | 0,06              | 0,00           | 0,16               | 0,00458                | 763,20                             | 3                          |
| tronco 42  | 0,0025     | 0,0025                      | 0,08           | 0,02              | 0,00           | 0,10               | 0,00384                | 942,34                             | 2                          |
| tronco 43  | 0,0000     | 0,0060                      | 0,00           | 0,03              | 0,26           | 0,29               | 0,00481                | 719,09                             | 4                          |
| tronco 44  | 0,0450     | 0,0510                      | 1,35           | 0,29              | 0,29           | 1,93               | 0,00379                | 379,36                             | 19                         |
|            |            |                             |                |                   |                |                    |                        |                                    |                            |
| tronco 45  | 0,0375     | 0,0375                      | 1,13           | 0,20              | 0,00           | 1,33               | 0,00355                | 191,06                             | 7                          |
| tronco 46  | 0,0035     | 0,0035                      | 0,11           | 0,01              | 0,00           | 0,11               | 0,00318                | 1184,09                            | 4                          |
| tronco 47  | 0,0000     | 0,0410                      | 0,00           | 0,09              | 1,15           | 1,25               | 0,00304                | 283,08                             | 12                         |
| tronco 48  | 0,0025     | 0,0025                      | 0,08           | 0,00              | 0,00           | 0,08               | 0,00320                | 1176,22                            | 3                          |
| tronco 49  | 0,0000     | 0,0435                      | 0,00           | 0,04              | 1,06           | 1,10               | 0,00252                | 399,22                             | 17                         |
| CISTERNA 4 |            |                             |                |                   |                |                    |                        |                                    | 50                         |
|            |            |                             |                |                   |                |                    |                        |                                    |                            |
| tronco 50  | 1,2200     | 1,2200                      | 36,60          | 35,31             | 0,00           | 71,91              | 0,00589                | 213,73                             | 261                        |

### **3. VERIFICA DELLE TUBAZIONI DI PROGETTO**

La verifica idraulica viene eseguita nella sezione terminale dei vari tronchi in progetto.

Per ogni tronco costituito da una tubazione circolare si riportano in una tabella le caratteristiche geometriche ed idrauliche che si instaurano al transitare della portata di progetto, quali:

D = diametro commerciale della tubazione in mm

s= spessore tubazione mm

$\phi$  = diametro interno della tubazione in m (valore minimo da utilizzare in fase esecutiva)

y = altezza d'acqua che si instaura al transitare della portata di progetto in m

C = contorno bagnato in m

A = area della sezione liquida in mq

i = pendenza del tratto di tubazione in % (il valore riportato è il valore minimo)

R = A/C = raggio idraulico in m

$\gamma = 0,11$  = coefficiente di Bazin per tubazioni in PEAD corrugato o PVC;

$$\chi = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} = \text{coefficiente di scabrezza}$$

$$v = \chi * \sqrt{R * i} = \text{velocità transitante nel tubo in condizione di portata di progetto in m/s}$$

$Q_{\text{smaltibile}} = v * A$  = portata smaltibile dalla tubazione nella condizione di riempimento ipotizzata in l/s

$Q_{\text{progetto}}$  = portata di progetto che deve essere uguale alla portata smaltibile

P = y / D \* 100 percentuale di riempimento della tubazione al transitare della portata massima di progetto.

Si riportano di seguito i dati su esposti dai quali si deduce che le portate meteoriche sono smaltibili dalle tubazioni in progetto con un riempimento massimo del 70% relativamente ai tronchi numero: 6 – 8 - 22, pertanto le tubazioni risultano essere verificate.

## VERIFICA TUBAZIONI FOGNATURA BIANCA

 $\gamma_{pecorr}/\gamma_{pvc}=$ 

0,11

| TRONCO    | Diametro commerciale D | Spessore s (mm) | Diametro interno $\phi$ | Altezza d'acqua y | Contorno bagnato C | Area interna A | Pendenze minime i | Raggio idraulico R | Coefficiente di scabrezza $\chi$ | Velocità v | Portata smaltibile Qs | Portata di progetto Qp | Percentuale di riempimento P |
|-----------|------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------|--------------------|----------------|-------------------|--------------------|----------------------------------|------------|-----------------------|------------------------|------------------------------|
|           | mm                     | mm              | m                       | m                 | m                  | mq             | %                 | m                  | -                                | m/s        | l/s                   |                        |                              |
| tronco 1  | 200                    | 15,0            | 0,170                   | 0,07              | 0,24               | 0,01           | 0,5               | 0,04               | 55,46                            | 0,76       | 7                     | = 7                    | 42%                          |
| tronco 2  | 250                    | 17,0            | 0,216                   | 0,11              | 0,34               | 0,02           | 0,5               | 0,05               | 59,05                            | 0,97       | 18                    | = 18                   | 50%                          |
| tronco 3  | 315                    | 22,0            | 0,271                   | 0,16              | 0,48               | 0,04           | 0,5               | 0,07               | 62,07                            | 1,20       | 43                    | = 43                   | 60%                          |
| tronco 4  | 315                    | 22,0            | 0,271                   | 0,16              | 0,48               | 0,04           | 0,5               | 0,08               | 62,16                            | 1,21       | 44                    | = 44                   | 61%                          |
| tronco 5  | 315                    | 22,0            | 0,271                   | 0,18              | 0,51               | 0,04           | 0,5               | 0,08               | 62,45                            | 1,24       | 49                    | = 49                   | 65%                          |
| tronco 6  | 315                    | 22,0            | 0,271                   | 0,19              | 0,54               | 0,04           | 0,5               | 0,08               | 62,68                            | 1,26       | 54                    | = 54                   | 70%                          |
| tronco 7  | 200                    | 15,0            | 0,170                   | 0,10              | 0,31               | 0,01           | 0,5               | 0,05               | 57,87                            | 0,89       | 13                    | = 13                   | 61%                          |
| tronco 8  | 315                    | 22,0            | 0,271                   | 0,19              | 0,54               | 0,04           | 1,0               | 0,08               | 62,66                            | 1,77       | 76                    | = 76                   | 70%                          |
| tronco 10 | 200                    | 15,0            | 0,170                   | 0,04              | 0,17               | 0,00           | 0,5               | 0,02               | 50,48                            | 0,54       | 2                     | = 2                    | 23%                          |
| tronco 9  | 200                    | 15,0            | 0,170                   | 0,09              | 0,29               | 0,01           | 0,5               | 0,05               | 57,34                            | 0,86       | 11                    | = 11                   | 55%                          |
| tronco 11 | 200                    | 15,0            | 0,170                   | 0,04              | 0,18               | 0,00           | 0,5               | 0,02               | 51,02                            | 0,56       | 2                     | = 2                    | 24%                          |
| tronco 12 | 200                    | 15,0            | 0,170                   | 0,06              | 0,22               | 0,01           | 0,5               | 0,03               | 54,49                            | 0,71       | 5                     | = 5                    | 37%                          |
| tronco 13 | 200                    | 15,0            | 0,170                   | 0,07              | 0,24               | 0,01           | 0,5               | 0,04               | 55,56                            | 0,76       | 7                     | = 7                    | 42%                          |
| tronco 14 | 200                    | 15,0            | 0,170                   | 0,11              | 0,32               | 0,02           | 0,5               | 0,05               | 58,14                            | 0,91       | 14                    | = 14                   | 65%                          |
| tronco 15 | 200                    | 15,0            | 0,170                   | 0,08              | 0,25               | 0,01           | 0,5               | 0,04               | 56,08                            | 0,79       | 8                     | = 8                    | 45%                          |
| tronco 16 | 200                    | 15,0            | 0,170                   | 0,06              | 0,22               | 0,01           | 0,5               | 0,03               | 54,56                            | 0,71       | 5                     | = 5                    | 37%                          |
| tronco 17 | 315                    | 22,0            | 0,271                   | 0,15              | 0,45               | 0,03           | 0,5               | 0,07               | 61,68                            | 1,17       | 38                    | = 38                   | 55%                          |

| TRONCO      | Diametro commerciale D | Spessore s (mm) | Diametro interno $\phi$ | Altezza d'acqua y | Contorno bagnato C | Area interna A | Pendenze minime i | Raggio idraulico R | Coefficiente di scabrezza $\chi$ | Velocità v | Portata smaltibile Qs | Portata di progetto Qp | Percentuale di riempimento P |
|-------------|------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------|--------------------|----------------|-------------------|--------------------|----------------------------------|------------|-----------------------|------------------------|------------------------------|
|             | mm                     | mm              | m                       | m                 | m                  | mq             | %                 | m                  | -                                | m/s        | l/s                   |                        |                              |
| tronco 18   | 315                    | 22,0            | 0,271                   | 0,17              | 0,49               | 0,04           | 1,0               | 0,08               | 62,21                            | 1,72       | 64                    | = 64                   | 62%                          |
| pluv cist 3 | 200                    | 15,0            | 0,170                   | 0,09              | 0,28               | 0,01           | 0,5               | 0,04               | 57,22                            | 0,86       | 11                    | = 11                   | 54%                          |
| tronco 29   | 200                    | 15,0            | 0,170                   | 0,09              | 0,28               | 0,01           | 0,5               | 0,04               | 57,13                            | 0,85       | 10                    | = 10                   | 53%                          |
| tronco 28   | 200                    | 15,0            | 0,170                   | 0,07              | 0,24               | 0,01           | 0,5               | 0,04               | 55,69                            | 0,77       | 7                     | = 7                    | 43%                          |
| tronco 27   | 200                    | 15,0            | 0,170                   | 0,11              | 0,31               | 0,02           | 0,5               | 0,05               | 58,03                            | 0,90       | 14                    | = 14                   | 64%                          |
| tronco 26   | 250                    | 17,0            | 0,216                   | 0,11              | 0,33               | 0,02           | 0,5               | 0,05               | 58,91                            | 0,96       | 17                    | = 17                   | 49%                          |
| tronco 25   | 250                    | 17,0            | 0,216                   | 0,12              | 0,37               | 0,02           | 0,5               | 0,06               | 59,78                            | 1,02       | 22                    | = 22                   | 57%                          |
| tronco 24   | 250                    | 17,0            | 0,216                   | 0,13              | 0,38               | 0,02           | 0,5               | 0,06               | 59,98                            | 1,04       | 23                    | = 23                   | 59%                          |
| tronco 23   | 200                    | 15,0            | 0,170                   | 0,11              | 0,32               | 0,02           | 0,5               | 0,05               | 58,19                            | 0,91       | 15                    | = 15                   | 66%                          |
| tronco 22   | 250                    | 17,0            | 0,216                   | 0,15              | 0,43               | 0,03           | 0,5               | 0,06               | 60,65                            | 1,09       | 30                    | = 30                   | 70%                          |
| tronco 21   | 250                    | 17,0            | 0,216                   | 0,15              | 0,43               | 0,03           | 0,5               | 0,06               | 60,61                            | 1,08       | 29                    | = 29                   | 69%                          |
| tronco 19   | 200                    | 15,0            | 0,170                   | 0,08              | 0,25               | 0,01           | 0,5               | 0,04               | 55,91                            | 0,78       | 8                     | = 8                    | 44%                          |
| tronco 20   | 250                    | 17,0            | 0,216                   | 0,15              | 0,43               | 0,03           | 0,5               | 0,06               | 60,61                            | 1,08       | 29                    | = 29                   | 69%                          |
| tronco 30   | 200                    | 15,0            | 0,170                   | 0,07              | 0,24               | 0,01           | 0,5               | 0,04               | 55,59                            | 0,77       | 7                     | = 7                    | 42%                          |
| tronco 31   | 250                    | 17,0            | 0,216                   | 0,14              | 0,40               | 0,02           | 0,5               | 0,06               | 60,27                            | 1,06       | 26                    | = 26                   | 63%                          |
| tronco 32   | 400                    | 22,0            | 0,356                   | 0,21              | 0,63               | 0,06           | 0,5               | 0,10               | 64,42                            | 1,43       | 88                    | = 88                   | 60%                          |
| tronco 33   | 500                    | 14,6            | 0,471                   | 0,22              | 0,71               | 0,08           | 0,5               | 0,11               | 65,56                            | 1,56       | 125                   | = 125                  | 47%                          |
| tronco 34   | 500                    | 14,6            | 0,471                   | 0,24              | 0,75               | 0,09           | 0,5               | 0,12               | 65,96                            | 1,61       | 143                   | = 143                  | 51%                          |
| tronco 35   | 500                    | 14,6            | 0,471                   | 0,25              | 0,76               | 0,09           | 0,5               | 0,12               | 66,11                            | 1,63       | 150                   | = 150                  | 52%                          |

| TRONCO    | Diametro commerciale D | Spessore s (mm) | Diametro interno $\phi$ | Altezza d'acqua y | Contorno bagnato C | Area interna A | Pendenze minime i | Raggio idraulico R | Coefficiente di scabrezza $\chi$ | Velocità v | Portata smaltibile Qs |   | Portata di progetto Qp | Percentuale di riempimento P |
|-----------|------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------|--------------------|----------------|-------------------|--------------------|----------------------------------|------------|-----------------------|---|------------------------|------------------------------|
|           | mm                     | mm              | m                       | m                 | m                  | mq             | %                 | m                  | -                                | m/s        | l/s                   |   | l/s                    | %                            |
| tronco 36 | 200                    | 15,0            | 0,170                   | 0,06              | 0,22               | 0,01           | 0,5               | 0,03               | 54,25                            | 0,70       | 5                     | = | 5                      | 35%                          |
| tronco 37 | 200                    | 15,0            | 0,170                   | 0,08              | 0,26               | 0,01           | 0,5               | 0,04               | 56,57                            | 0,82       | 9                     | = | 9                      | 49%                          |
| tronco 38 | 200                    | 15,0            | 0,170                   | 0,09              | 0,27               | 0,01           | 0,5               | 0,04               | 56,84                            | 0,83       | 10                    | = | 10                     | 51%                          |
| tronco 39 | 200                    | 15,0            | 0,170                   | 0,06              | 0,21               | 0,01           | 0,5               | 0,03               | 53,97                            | 0,69       | 5                     | = | 5                      | 34%                          |
| tronco 40 | 250                    | 17,0            | 0,216                   | 0,09              | 0,31               | 0,01           | 0,5               | 0,05               | 58,01                            | 0,90       | 13                    | = | 13                     | 43%                          |
|           |                        |                 |                         |                   |                    |                |                   |                    |                                  |            |                       |   |                        |                              |
| tronco 41 | 200                    | 15,0            | 0,170                   | 0,04              | 0,18               | 0,00           | 0,5               | 0,03               | 51,50                            | 0,58       | 3                     | = | 3                      | 26%                          |
| tronco 42 | 200                    | 15,0            | 0,170                   | 0,04              | 0,17               | 0,00           | 0,5               | 0,02               | 50,94                            | 0,56       | 2                     | = | 2                      | 24%                          |
| tronco 43 | 200                    | 15,0            | 0,170                   | 0,06              | 0,21               | 0,01           | 0,5               | 0,03               | 53,60                            | 0,67       | 4                     | = | 4                      | 33%                          |
| tronco 44 | 250                    | 17,0            | 0,216                   | 0,11              | 0,35               | 0,02           | 0,5               | 0,06               | 59,35                            | 0,99       | 19                    | = | 19                     | 53%                          |
|           |                        |                 |                         |                   |                    |                |                   |                    |                                  |            |                       |   |                        |                              |
| tronco 45 | 200                    | 15,0            | 0,170                   | 0,07              | 0,24               | 0,01           | 0,5               | 0,04               | 55,70                            | 0,77       | 7                     | = | 7                      | 43%                          |
| tronco 46 | 200                    | 15,0            | 0,170                   | 0,05              | 0,20               | 0,01           | 0,5               | 0,03               | 53,43                            | 0,66       | 4                     | = | 4                      | 32%                          |
| tronco 47 | 200                    | 15,0            | 0,170                   | 0,10              | 0,29               | 0,01           | 0,5               | 0,05               | 57,48                            | 0,87       | 12                    | = | 12                     | 57%                          |
| tronco 48 | 200                    | 15,0            | 0,170                   | 0,05              | 0,19               | 0,00           | 0,5               | 0,03               | 51,93                            | 0,60       | 3                     | = | 3                      | 27%                          |
| tronco 49 | 250                    | 17,0            | 0,216                   | 0,11              | 0,34               | 0,02           | 0,5               | 0,05               | 58,96                            | 0,96       | 17                    | = | 17                     | 49%                          |

#### 4. VASCHE DI ACCUMULO E RILANCIO

Le portate determinate in precedenza sono molto elevate ed a seguito di incontri informali con l'ente gestore delle reti fognarie è emerso che non è possibile procedere ad un allaccio diretto delle condotte alla rete esistente in quanto la stessa non è in grado di recepire le suddette portate.

Si è previsto pertanto l'utilizzo di vasche di laminazione con un rilascio graduale delle portate stesse.

E' stato eseguito un rilievo al fine di determinare il volume delle vasche e determinare la loro capacità di laminazione in funzione delle portate immesse.

Si allega la tabella sottostante dove si individua, in funzione della portata massima immessa nelle vasche, la capacità di invaso delle vasche valutata come tempo massimo per raggiungere il riempimento della vasca stessa, ipotizzando di attivare le pompe durante l'evento meteorico esclusivamente dalla cisterna 1 (che è la più piccola come volumetria in funzione della portata immessa):

|                           | Volume | Qimm | Qpompe | Vol.accumulo al minuto | Tempo accumulo |
|---------------------------|--------|------|--------|------------------------|----------------|
|                           | mc     | l/s  | l/s    | mc/min                 | minuti         |
| CISTERNA 1<br>(esistente) | 77     | 150  | 15(*)  | 8,10                   | 10             |
| CISTERNA 2<br>(esistente) | 125    | 87   | 15     | 5,22                   | 24             |
| CISTERNA 3<br>(esistente) | 95     | 92   | 15     | 5,52                   | 17             |
| CISTERNA 4<br>(esistente) | 40     | 50   | 15     | 3,00                   | 13             |
| CISTERNA 5<br>(nuova)     | 50     | 75   | 0      | 4,5                    | 11(**)         |

Note:

(\*) Si tratta della portata di rilancio delle pompe della cisterna 1, unica considerata attiva durante l'evento meteorico.

(\*\*) Il tempo di accumulo è cautelativo, in quanto la cisterna 5 si configura come un polmone aggiuntivo di 50 mc previsto come sicurezza aggiuntiva per la laminazione delle portate. Lo scarico da questa vasca avverrà a gravità mediante uno scarico di fondo DN65 in grado di scaricare una portata massima di 15 l/s in pubblica fogna.

Il dimensionamento di tale tubazione è stato effettuato in accordo alla seguente formula:

$$Q = \mu S\sqrt{2gh}$$

Dove:

$Q$  = portata effluente in  $\text{m}^3/\text{s}$ ;

$\mu$  = coefficiente di contrazione della vena fluida pari a 0,82;

$S$  = sezione tubo di scarico in  $\text{m}^2$ ;

$h$  = battente idrostatico in m, nel caso in esame pari a 1,93 m.

Pertanto, considerando una portata massima di circa 15 l/s ed effettuando un calcolo inverso si ottiene un diametro pari a DN65 con una portata massima scaricabile pari a 16,7 l/s. Si ritiene che tale scostamento possa considerarsi accettabile nell'ambito della presente applicazione.

## 5. CONCLUSIONI

Per l'area oggetto d'intervento di “Riqualificazione della villa antica, della palazzina svizzera e delle aree esterne ad esse connesse del compendio denominato “Villa Melano””, sita nel Comune di Rivoli, dall'esame dei risultati di calcolo dei livelli idraulici, associati alla portata di piena valutata per un tempo di ritorno pari a  $T_r=20$  anni, si rileva che il sistema fognario progettato risulta essere in grado di convogliare le portate, calcolate con la presente relazione idraulica, pertanto è verificato.

Per i tronchi 6 - 8 e 22 il coefficiente di riempimento massimo è pari al 70% non superiore al 70%, pertanto è verificato ed idoneo allo smaltimento delle portate di pioggia.

La portata bianca complessiva valutata per un tempo di ritorno pari a 20 anni, captata dalle reti in progetto, è immessa nelle varie vasche di accumulo come riportato nel seguito:

|            | Qimm (l/s)      |
|------------|-----------------|
| CISTERNA 1 | 150             |
| CISTERNA 2 | 87              |
| CISTERNA 3 | 92              |
| CISTERNA 4 | 50              |
| CISTERNA 5 | 75 (da rilanci) |

Le singole vasche sono in grado di accumulare le portate di progetto per il tempo di seguito riportato:

|            | Tempo accumulo (s) |
|------------|--------------------|
| CISTERNA 1 | 10                 |
| CISTERNA 2 | 24                 |
| CISTERNA 3 | 17                 |
| CISTERNA 4 | 13                 |
| CISTERNA 5 | 11 (aggiuntivi)    |

La portata immessa nella fognatura pubblica sarà limitata a circa 15 l/s. La restante portata sarà accumulata nelle vasche – cisterne e verrà gradualmente scaricata in fogna nelle ore successive.