

CITTA'  
di  
**ALTAVILLA**



**Timbro e firma:**

p.i.Ing.Eur.Eta

**RENATO CEGALIN**

**Consulente progetto idraulico**

Ing.

**Giovanni Crosara**

**+studi** INGEGNERIA

Contrà P. Lioy, 21  
36100 Vicenza



**Project team :**

p.i.Ing.Eur.Eta

**RENATO CEGALIN**

ing.

**ANDREA CAFFINI**

ing.

**NICOLA CEGALIN**

tec.prog.

**RICCARDO STEFANI**

per.ind.

**LUIGI CAFFINI**

tec.prog.

**LUCIA CAFFINI**

per.ind.

**LORENZO SIMBENI**

**Data:** marzo 2008

**Scala:** —

**File:** —

**File stampa:** —

**Aggiornamenti :**

**N. Agg.**

**Data**

**Tipo**

**PROGETTAZIONE E COLLAUDI  
DI IMPIANTI TECNOLOGICI**

**ETC**  
ENGINEERING S.r.L.

**Energy & Technology Consulting**

Viale della Pace, 146 - 36100 VICENZA - Tel. +39 - 0444 - 513337  
Fax: +39 - 0444 - 513199 - E-mail: etc@cegalin.com

**SERVIZI TECNICI  
PER L'INGEGNERIA  
ELABORAZIONE CONTROLLO  
GESTIONE COMPUTERIZZATA**

**El.Co.Gest.**

Via Turrini, 12 - 37059 ZEVIO (VR)  
tel. +39.045.7850902 - fax +39.045.6060507  
e-mail: l.co.gest@mbservice.it

**Allegato n°:**

**A**

**Committente:**

**Società "SIAD S.r.l."**

**Oggetto:**

**ELABORATI MITIGAZIONE IDRAULICA PRESSO IL NUOVO  
CENTRO COMMERCIALE SITO IN:**

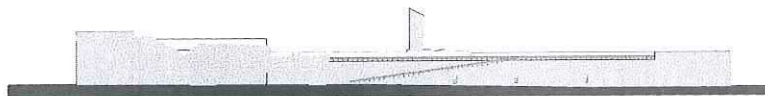
**"VIA OLMO, 56 - ALTAVILLA VICENTINA - VICENZA"**

**Titolo:**

**RELAZIONE IDRAULICA DI MITIGAZIONE**

**(REV.01)**

**Individuazione:**



## INDICE

|                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>PARTE PRIMA</b>                                              | <b>2</b>  |
| 1. Premesse                                                     | 2         |
| 2. Inquadramento territoriale                                   | 3         |
| 3. Elaborazione delle precipitazioni                            | 4         |
| 4. Determinazione del tempo di ritorno                          | 7         |
| 5. Stima delle portate meteoriche                               | 12        |
| 5.1. Premessa                                                   | 12        |
| 5.2. Calcolo del coefficiente di deflusso                       | 12        |
| 5.3. Il tempo di corrivazione                                   | 15        |
| 5.4. Calcolo delle portate di scolo                             | 17        |
| 6. Interventi di mitigazione idraulica                          | 18        |
| 6.1. Il modello di calcolo                                      | 18        |
| 6.2. I risultati della elaborazione                             | 19        |
| 6.3. Interventi di mitigazione idraulica nelle aree considerate | 20        |
| 6.4. Pozzetto di laminazione                                    | 22        |
| 6.5. Verifica preliminare rete di scolo esistente               | 23        |
| 6.6. Prescrizioni aggiuntive                                    | 25        |
| <b>PARTE SECONDA</b>                                            | <b>26</b> |
| 1. Allegati: calcoli idraulici                                  | 26        |
| 2. Allegati grafici                                             | 26        |

## **PARTE PRIMA**

### **1. PREMESSE**

Su richiesta dei progettisti dell'intervento in oggetto per conto della committenza SIAD srl si è proceduto alla **revisione dello studio di compatibilità idraulica** relativo alla nuova area commerciale D2b/5 in via Olmo nel Comune di Altavilla Vicentina.

La revisione allo studio di compatibilità idraulica si rende necessario al fine di acquisire il nuovo parere da parte del Consorzio di Bonifica competente. Con l'occasione si è ritenuto opportuno adeguare il calcolo idraulico alla nuova disposizione in cui si prevede per gli interventi di mitigazione di assumere un tempo di ritorno di 50 anni.

Il presente studio idraulico si pone l'obiettivo di

- elaborare i dati pluviometrici per il caso in esame;
- calcolare la portata di origine meteorica che si prevede venga immessa allo stato attuale (prima della nuova opera in progetto) nella rete di scolo esistente;
- calcolare la portata di origine meteorica che si prevede venga immessa a seguito del nuovo intervento edilizio nella rete di scolo esistente;
- individuare gli interventi di mitigazione idraulica al fine di rendere compatibile l'intervento edilizio in progetto alla luce della recente normativa regionale in materia di difesa idraulica.

## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il nuovo insediamento in progetto, a destinazione commerciale si estende complessivamente su di un'area, in parte già edificata, di circa 4,66 ettari nel Comune di Altavilla Vicentina. L'intervento in oggetto confina a sud con la Strada Statale n.11, Via Olmo, a nord con Via Ceregatta ad est con aree agricole e ad ovest con l'area ora industriale esistente. L'area di interesse di superficie si presenta già impermeabilizzata per circa 3,09 ettari con capannoni a destinazione industriale e palazzina uffici, le aree esterne si presentano asfaltate. L'area non edificata, posta ad est rispetto alla edificata, di superficie pari a circa 1,57 ettari si presenta a verde e non coltivata con una quota media variabile da 34,40 a 34,70 m s.m.m. La natura delle superfici scolanti previste per il nuovo insediamento in progetto sono evidenziati nella tabella in allegato al presente documento.

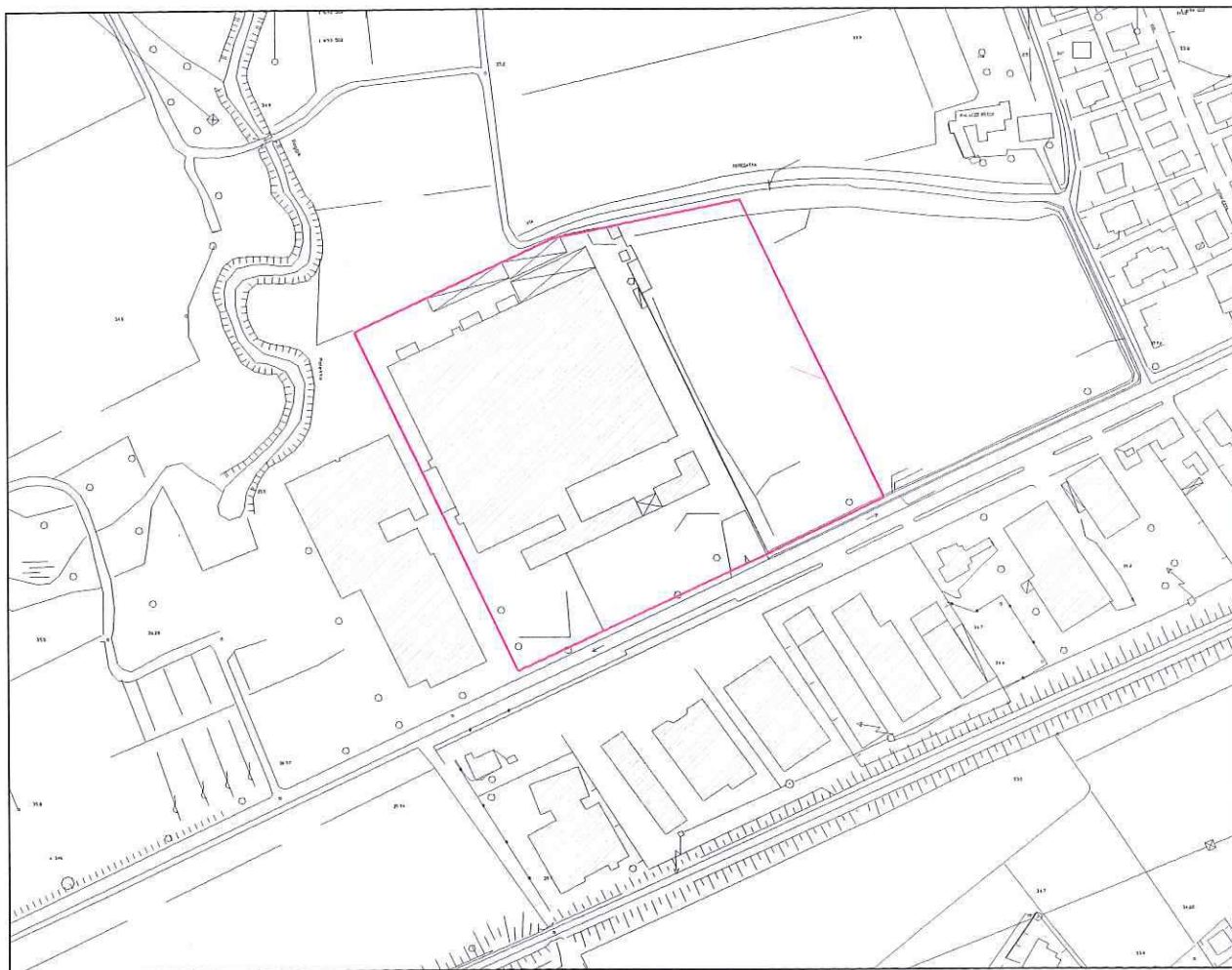


Fig. 1 – Inquadrimento Territoriale "CENTRO LOGISTICO"

### 3. ELABORAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI

Per la stima della portata meteorica massima si è fatto quindi riferimento alle precipitazioni di massima intensità registrate nella stazione pluviometrica di Vicenza.

L'elaborazione si svolge direttamente sui valori osservati per le piogge brevi e intense (scrosci) cioè quelle con durata da pochi minuti fino ad un'ora (dati disponibili per la sola stazione pluviografica di Vicenza) e per le precipitazioni di più ore consecutive.

Alle precipitazioni massime di data durata si applica la seguente descrizione statistica, comune a molte serie idrologiche:

$$X (Tr) = X_m + F S_x$$

In cui:

$X (Tr)$  il valore caratterizzato da un periodo di ritorno  $Tr$ , ossia l'evento che viene eguagliato o superato;

$X_m$  il valore medio degli eventi considerati;

$F$  fattore di frequenza;

$S_x$  scarto quadratico medio

Per il caso in esame si è utilizzata la distribuzione doppio-esponenziale di *Gumbel*.

Al fattore  $F$  si assegna l'espressione:

$$F = (Y (Tr) - Y_N) / S_N$$

essendo la grandezza  $Y (Tr)$ , funzione del Tempo di Ritorno, la cosiddetta variabile ridotta, e  $Y_N$  e  $S_N$  rappresentano la media e lo scarto quadratico medio della variabile ridotta: esse sono funzioni del numero  $N$  di osservazioni.

I valori di questi parametri sono riportati nella tabella seguente.

| Valori dei parametri YN e Sn secondo Gumbel |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| MEDIA RIDOTTA YN                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| N                                           | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      |
| 10                                          | 0.4952 | 0.4996 | 0.5035 | 0.5070 | 0.5100 | 0.5128 | 0.5154 | 0.5177 | 0.5198 | 0.5217 |
| 20                                          | 0.5236 | 0.5252 | 0.5268 | 0.5282 | 0.5296 | 0.5309 | 0.5321 | 0.5332 | 0.5343 | 0.5353 |
| 30                                          | 0.5362 | 0.5371 | 0.5380 | 0.5388 | 0.5396 | 0.5403 | 0.5411 | 0.5417 | 0.5424 | 0.5430 |
| 40                                          | 0.5436 | 0.5442 | 0.5448 | 0.5453 | 0.5458 | 0.5463 | 0.5468 | 0.5472 | 0.5477 | 0.5481 |
| 50                                          | 0.5485 | 0.5489 | 0.5493 | 0.5497 | 0.5501 | 0.5504 | 0.5508 | 0.5511 | 0.5515 | 0.5518 |
| 60                                          | 0.5521 | 0.5524 | 0.5527 | 0.5530 | 0.5532 | 0.5535 | 0.5538 | 0.5540 | 0.5543 | 0.5545 |
| 70                                          | 0.5548 | 0.5550 | 0.5552 | 0.5555 | 0.5557 | 0.5559 | 0.5561 | 0.5563 | 0.5565 | 0.5567 |
| 80                                          | 0.5569 | 0.5571 | 0.5573 | 0.5574 | 0.5576 | 0.5578 | 0.5580 | 0.5581 | 0.5583 | 0.5584 |
| 90                                          | 0.5586 | 0.5588 | 0.5589 | 0.5591 | 0.5592 | 0.5593 | 0.5595 | 0.5596 | 0.5598 | 0.5599 |
| 100                                         | 0.5600 | 0.5602 | 0.5603 | 0.5604 | 0.5605 | 0.5606 | 0.5608 | 0.5609 | 0.5610 | 0.5611 |
| DEVIATIONE STANDARD RIDOTTA SN              |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| N                                           | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      |
| 10                                          | 1.0010 | 1.0148 | 1.0270 | 1.0378 | 1.0476 | 1.0564 | 1.0644 | 1.0717 | 1.0785 | 1.0847 |
| 20                                          | 1.0904 | 1.0958 | 1.1008 | 1.1055 | 1.1098 | 1.1140 | 1.1178 | 1.2115 | 1.1250 | 1.1283 |
| 30                                          | 1.1314 | 1.1344 | 1.1372 | 1.1399 | 1.1425 | 1.1449 | 1.1473 | 1.1496 | 1.1518 | 1.1538 |
| 40                                          | 1.1559 | 1.1578 | 1.1597 | 1.1614 | 1.1632 | 1.1649 | 1.1665 | 1.1680 | 1.1696 | 1.1710 |
| 50                                          | 1.1724 | 1.1738 | 1.1752 | 1.1765 | 1.1777 | 1.1789 | 1.1801 | 1.1813 | 1.1824 | 1.1835 |
| 60                                          | 1.1846 | 1.1856 | 1.1866 | 1.1876 | 1.1886 | 1.1895 | 1.1904 | 1.1913 | 1.1922 | 1.1931 |
| 70                                          | 1.1939 | 1.1947 | 1.1955 | 1.1963 | 1.1971 | 1.1978 | 1.1986 | 1.1993 | 1.2000 | 1.2007 |
| 80                                          | 1.2014 | 1.2020 | 1.2027 | 1.2033 | 1.2039 | 1.2045 | 1.2052 | 1.2057 | 1.2063 | 1.2069 |
| 90                                          | 1.2075 | 1.2080 | 1.2086 | 1.2091 | 1.2096 | 1.2101 | 1.2106 | 1.2111 | 1.2116 | 1.2121 |
| 100                                         | 1.2126 | 1.2130 | 1.2135 | 1.2139 | 1.2144 | 1.2148 | 1.2153 | 1.2157 | 1.2161 | 1.2165 |

La funzione  $Y(Tr)$  è legata al Tempo di Ritorno  $Tr$  dalla relazione:

$$Y(Tr) = -\ln(-\ln((Tr-1)/Tr))$$

Con le idonee sostituzioni si ricava l'espressione:

$$X(Tr) = X_m - S_x Y_N/S_N + S_x Y(Tr)/S_N$$

in cui  $X_m - S_x Y_N/S_N$  è chiamata *moda* e rappresenta il valore con massima frequenza probabile ed il fattore  $S_x/S_N$  con il termine *alpha*.

In allegato sono dettagliatamente riportati i risultati dell'elaborazione eseguita.

Per ciascun Tempo di Ritorno si è provveduto a calcolare l'equazione pluviometrica mediante interpolazione.

I risultati ottenuti forniscono i valori di  $a$  e  $n$  nell'equazione  $h = a t^n$ :

| Coefficienti dell'equazione pluviometrica<br>PER PRECIPITAZIONI ORARIE<br>(Stazione di Vicenza) |       |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|
| $Tr$ (anni)                                                                                     | $a$   | $N$   |
| 10                                                                                              | 47.77 | 0.24  |
| 20                                                                                              | 55.64 | 0.237 |
| 50                                                                                              | 68.46 | 0.193 |

| Coefficienti dell'equazione pluviometrica<br>PER PRECIPITAZIONI BREVI E INTENSE<br>(Stazione di Vicenza) |       |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|
| $Tr$ (anni)                                                                                              | $a$   | $n$  |
| 10                                                                                                       | 50.19 | 0.43 |
| 20                                                                                                       | 57.96 | 0.44 |
| 50                                                                                                       | 68.02 | 0.45 |

Ottenute le curve di possibilità pluviometrica è possibile stabilire per un prefissato Tempo di Ritorno  $Tr$  il valore dell'evento che gli corrisponde.

Assegnato  $Tr$  si possono ricavare per ogni durata  $t$  i valori di  $h$  corrispondenti cioè le altezze di precipitazione che ricorrono mediamente ogni  $Tr$  anni.

Il valore del  $Tr$  che verrà adottato per il caso in esame è stato determinato nel paragrafo seguente.

#### **4. DETERMINAZIONE DEL TEMPO DI RITORNO**

L'analisi delle grandezze idrologiche permette di associare al loro valore il concetto di rischio che sta alla base della progettazione idraulica.

Nel nostro caso la grandezza idrologica che consideriamo è l'altezza di precipitazione critica che può essere associata ad un Tempo di Ritorno, ovvero la durata media del periodo in cui l'evento fissato venga superato una sola volta.

La definizione del Tempo di Ritorno dell'evento meteorico critico viene fatta mediante un'analisi multicriteriale.

Per la scelta dell'intervallo di rischio di progetto, cioè dei valori massimi e minimi del Tempo di Ritorno, si parte da una matrice di orientamento redatta in base a normative e regolamenti di livello nazionale e internazionale e alla realtà locale dei bacini dell'Alto Adriatico.

Nel caso specifico si ha:

| <b>Tipologia di opera idraulica</b> | <b>Tr min (anni)</b> | <b>Tr max (anni)</b> |
|-------------------------------------|----------------------|----------------------|
| <b><i>Fognature</i></b>             |                      |                      |
| Vasche di laminazione               | 10                   | 50                   |

Dedotto tale intervallo di rischio idraulico di riferimento per dimensionare l'opera di progetto si classifica la stessa in base ad una serie di criteri in modo da avere un orientamento più preciso relativamente a quale parte di detto intervallo fare riferimento per il dimensionamento.

I criteri individuati sono riferiti a tre categorie di conoscenze:

**A. Criteri riferiti alla tipologia delle opere**

1. criterio della modificazione della probabilità del danno dovuta al tipo di opera
2. criterio delle dimensioni caratteristiche che non variano al variare del rischio assunto
3. criterio del sito di realizzazione dell'opera, legato al fattore di impatto ecologico
4. criterio della capacità residua delle opere di mantenere la funzionalità di progetto

**B. Criteri riferiti alla tipologia del sito dove insiste l'opera**

5. criterio legato all'impatto paesaggistico-ambientale
6. criterio legato ai costi sociali

**C. Criteri riferiti al valore del bene difeso**

7. gli edifici
8. gli insediamenti produttivi

9. l'agricoltura
10. la viabilità
11. le infrastrutture a rete

Si usa un metodo multicriterio qualitativo che consiste nell'assegnare ai criteri un numero che indica se il Tempo di Ritorno da assumere, per quello specifico criterio, debba essere massimo, medio, minimo.

Tale indice è esprimibile con un valore numerico ordinale: 2,1,0.

#### **A) Criteri riferiti alla tipologia delle opere**

##### **Criterio della modificazione della probabilità del danno dovuta al tipo di opera**

L'inserimento di un'opera idraulica di difesa modifica il naturale deflusso delle acque e modifica conseguentemente la legge di distribuzione di probabilità di verificarsi del danno di evento calamitoso.

Nel caso specifico di un sistema di laminazione il solo parametro di portata massima non è sufficiente, è infatti necessario conoscere la durata e le caratteristiche dell'evento; per tanto non si può individuare una corrispondenza biunivoca tra la portata e la probabilità del danno.

Se si ipotizza che il superamento dell'evento di progetto sia tale da riempire l'invaso prima dell'arrivo della portata massima l'andamento della distribuzione di probabilità del danno è simile a quello che si avrebbe senza intervento; pertanto si assume un tempo di ritorno massimo (indice=2).

##### **Criterio delle dimensioni caratteristiche dell'opera**

La variazione delle dimensioni di un'opera in funzione del tempo di ritorno incide sui costi di realizzazione dell'opera stessa. Si sono individuate le dipendenze funzionali delle caratteristiche geometriche delle opere dal tempo di ritorno in modo da evidenziare come varia la curva dei costi al variare dello stesso tempo di ritorno. In questo modo è possibile giudicare la convenienza di adottare tempi di ritorno più o meno alti in funzione dell'incremento di costo che questi comportano.

Per i sistemi di laminazione si vede come modeste variazioni di  $T_r$  si riflettono in maniera considerevole sulla geometria e sul costo delle opere. Pertanto si assume un tempo di ritorno minimo (indice=0).

##### **Criterio dell'impatto ecologico dell'opera**

La realizzazione di un'opera idraulica, per le modificazioni che esse induce, implica sempre un certo impatto sull'ambiente tanto più forte quanto più grande è l'opera. Si valuta l'impatto legato alla variazione che l'opera può indurre nella naturalità del corso d'acqua cambiandone le caratteristiche o legato alle modificazioni del paesaggio.

Il sistema di laminazione e le opere di fognatura in generale non modificano tali equilibri naturali quindi si assume un tempo di ritorno massimo. (indice=2).

Criterio della capacità residua dell'opera a mantenere la funzionalità di progetto

Un'opera idraulica qualora sia interessata da un evento di piena maggiore di quello di progetto può essere danneggiata o distrutta dall'evento stesso; in tal caso anche eventi minori di quello di progetto arrecano danno al territorio che affrisce all'opera.

Le opere di fognatura mantengono inalterata la propria funzionalità per cui non è necessario aumentare i tempi di ritorno per avere una maggiore garanzia di sicurezza per gli eventi seguenti all'evento di progetto.

Per il sistema di laminazione si assume pertanto un tempo di ritorno minimo. (indice=0).

**B) Criteri riferiti alla tipologia del sito dove insiste l'opera**

Criterio legato all'impatto ambientale paesaggistico

Per quanto riguarda l'influenza delle opere entro terra, l'impatto si considera limitato e quindi non costituisce vincolo per l'adozione del tempo di ritorno massimo.

Si sceglie pertanto un tempo di ritorno massimo. (indice=2).

Criterio dei costi sociali

La realizzazione di un'opera idraulica comporta oltre al puro costo di investimento una serie di costi aggiuntivi, definiti anche come costi sociali, intesi come perdite di tempo per limitazioni al traffico generate dai lavori. Ovviamente i costi aggiuntivi maggiori si hanno quando l'opera viene realizzata in zone di elevata mobilità; maggiore è il tempo di ritorno, minore è la probabilità di rinteressare la zona con i lavori e quindi con i disagi provocati.

L'opera viene realizzata in una zona a densità abitativa limitata, si assume un tempo di ritorno minimo (indice=1).

**C) Criteri riferiti al valore del bene difeso**

Gli aspetti economici coinvolti dalla presenza di un'opera di difesa idraulica possono essere individuati analizzando gli effetti negativi che si avrebbero nel caso che l'opera non sia realizzata; si valuta quindi il danno evitato.

Edifici

Il bacino viene realizzato in un'area in cui sono presenti altri edifici; si assume un Tempo di Ritorno massimo. (indice=2).

Insedimenti produttivi

L'opera evita danni in una zona con insediamenti produttivi di una certa importanza; si assume un Tempo di Ritorno massimo. (indice=2).

#### Agricoltura

L'area interessata dalla costruzione dell'opera non presenta un'agricoltura di pregio; si assume pertanto un Tempo di Ritorno minimo. (indice=0).

#### Viabilità

L'opera viene costruita in una zona interessata da viabilità secondaria; si assume pertanto un Tempo di Ritorno minimo. (indice=0).

#### Infrastrutture a rete

Non si riscontra la presenza di infrastrutture a rete (gasdotti, linee di alta tensione, linee di comunicazione telematica, ecc) nell'area interessata dall'opera di progetto; si assume pertanto un Tempo di Ritorno minimo. (indice=0).

### **Descrizione della metodologia per l'individuazione del valore orientativo del rischio di progetto**

Una volta definiti gli undici attributi da dare ai criteri per l'opera in esame, si tratta di determinare un parametro unico che permetta di entrare nell'intervallo predefinito tra  $Tr_{min}$  e  $Tr_{max}$  e stabilire quale Tempo di Ritorno adottare.

Per individuare il  $Tr$  si utilizza un'equazione derivata dalla tecnica di analisi multicriterio denominata Compromise Programming.

Per prima cosa si associa al valore di  $Tr_{max}$  un punto ideale nello spazio a 11 dimensioni (tanti sono i criteri individuati) rappresentato dal vettore che assume, per tutti i criteri, i valori massimi che si possono attribuire all'indice:

$$\text{Punto Ideale} = P = (x_{1max}, x_{2max}, \dots, x_{imax}, \dots, x_{11max})$$
$$\text{con } x_{1max} = \dots = x_{imax} = 2$$

Si associa poi al valore  $V$  che identifica l'opera in esame il punto rappresentato dagli 11 valori attribuiti ai criteri:

$$V = V(x_1, \dots, x_i, \dots, x_{11})$$

e si calcola la distanza geometrica  $D$  del Punto Ideale dal punto  $V$

$$D = \sqrt{\sum_i (x_{imax} - x_i)^2}$$

dove  $x_i$  identifica il giudizio attribuito al criterio  $i$  per l'opera in esame;

Si associa al valore di  $Tr_{min}$  un punto identificato dal vettore che assume, per tutti i criteri, i valori minimi che si possono attribuire all'indice:

Punto  $Tr_{min}=O=(x_{1min}, x_{2min}, \dots, x_{imin}, \dots, x_{11min})$   
 con  $x_{1max} = \dots = x_{imax} = 0$

Si calcola quindi la distanza massima  $D_{max}$  tra il punto ideale che rappresenta  $Tr_{max}$  ed il punto O che rappresenta  $Tr_{min}$ :

$$D_{max} = \sqrt{(\sum_i (x_{imax} - x_{imin})^2)}$$

Il Tempo di Ritorno di riferimento per l'opera in esame può essere espresso in relazione alla proporzionalità delle due distanze individuate:

$$Tr = Tr_{max} - (Tr_{max} - Tr_{min}) D / D_{max}$$

Determinato in questo modo  $Tr_{calcolo}$  si adotta, per le valutazioni di portata e precipitazione di progetto, il Tempo di Ritorno della classe nella quale esso ricade e che può assumersi come segue:

|          |                 |                                 |
|----------|-----------------|---------------------------------|
| classe 1 | $Tr = 10$ anni  | per $Tr_{calcolo} < 15$         |
| classe 2 | $Tr = 20$ anni  | per $15 \leq Tr_{calcolo} < 25$ |
| classe 3 | $Tr = 30$ anni  | per $25 \leq Tr_{calcolo} < 40$ |
| classe 4 | $Tr = 50$ anni  | per $40 \leq Tr_{calcolo} < 60$ |
| classe 5 | $Tr = 100$ anni | $Tr_{calcolo} \geq 60$          |

**Per il caso in esame si è determinato un Tempo di Ritorno di 20 anni. In base alle "Modalità operative ed indicazioni tecniche" contenute nella D.G.R. 1322/2006 il tempo di ritorno cui fare riferimento viene definito pari a 50 anni.**

**Il tempo di ritorno per il caso in esame è pertanto assunto pari a 50 anni.**

## **5. STIMA DELLE PORTATE METEORICHE**

### **5.1. Premessa**

Come già detto in precedenza la superficie territoriale dell'area relativa all'intervento in oggetto è relativa all'intero ambito di proprietà SIAD srl e comprende aree coperte, strade, marciapiedi, parcheggi e aree a verde per una superficie complessiva di circa 4,66 ettari.

Di tale area circa 3,09 ettari sono già interessati da edificazione (coperture e viabilità) e scaricano le acque meteoriche nell'esistente rete di scolo minore posta a nord lungo l'affossatura presente a lato di via Ceregatta (Vedasi profili idraulici tratto 1-10).

Da qui la necessità di mantenere parzialmente inalterato lo schema idraulico esistente integrando lo schema con un ulteriore scarico e di prevedere inoltre interventi di mitigazione idraulica che vadano a compensare l'aumento di permeabilità del suolo.

La portata in eccesso dovrà essere invasata temporaneamente e restituita alla rete idrografica con valori di portata prossimi a quelli attuali.

L'aumento di permeabilità del suolo interessa pertanto 1,57 ettari attualmente a verde che andranno ad integrarsi al nuovo progetto edilizio.

Nei paragrafi seguenti saranno descritti i procedimenti applicati e i risultati ottenuti.

### **5.2. Calcolo del coefficiente di deflusso**

Il coefficiente di deflusso  $\phi$  è il parametro che determina la trasformazione degli afflussi in deflussi. Il coefficiente di deflusso è determinato infatti come il rapporto tra il volume defluito attraverso una assegnata sezione in un definito intervallo di tempo e il volume meteorico precipitato nell'intervallo stesso.

Il coefficiente di deflusso viene valutato considerando le caratteristiche di permeabilità delle diverse superfici presenti nell'intero bacino scolante.

Altri utili valori assegnati al coefficiente di deflusso sono proposti nella seguente tabella.

| Permeabilità dei vari tipi di rivestimento   |            |
|----------------------------------------------|------------|
| Tipo superficie raccolta                     | Coef. Def. |
| Tetti a falde                                | 1,00       |
| Lastricature con fughe ermetiche             | 1,00       |
| Rivestimenti bituminosi                      | 0,90       |
| Coperture piane con ghiaietto                | 0,80       |
| Lastricature miste, clinker, piastrelle      | 0,70       |
| Lastricature medio/grandi con fughe aperte   | 0,60       |
| Asfalto poroso                               | 0,50÷0,40  |
| Rivestimenti drenanti, superfici a ghiaietto | 0,50÷0,40  |
| Griglie in calcestruzzo                      | 0,30÷0,20  |
| Coperture piane seminate a erba              | 0,30÷0,20  |
| Prati                                        | 0,25       |
| Prati di campi sportivi                      | 0,20÷0,00  |
| Superfici coperte di vegetazione             | 0,20÷0,00  |

(Fonte: Prof. Liesecke, I.G.G., Università di Hannover)  
(Da "Ciclo delle acque in ambiente costruito" Prof. E.R. Trevisiol)

Per il caso di studio in esame, in ragione di quanto sopra indicato esposto e tratto dalla bibliografia, si sono assunti nei calcoli idraulici di verifica i seguenti coefficienti di deflusso:

- $\phi_1 = 0,05$  per aree a verde agricola (stato attuale);
- $\phi_2 = 0,20$  per aree a verde a giardino;
- $\phi_3 = 0,90$  strade, marciapiedi e viabilità in genere;
- $\phi_4 = 0,90$  superficie coperta (tetti degli edifici);

Dalla relazione seguente si ricava il valore del coefficiente di deflusso medio  $\phi_{medio}$ :

$$\phi_{medio} = (S_i \times \phi_i) / S$$

$\phi_{medio}$  = coefficiente di deflusso medio relativo alla superficie scolante totale

S = superficie scolante totale (mq)

$S_i$  = Superfici scolanti omogenee (mq)

$\phi_i$  = coefficiente di deflusso relativo alle  $S_i$

Nel caso in esame si stimano i coefficienti di deflusso nelle due configurazioni attuale e di progetto (vedasi calcoli idraulici di dettaglio):

- Coefficiente di deflusso medio configurazione attuale  $\phi=0,58$
- Coefficiente di deflusso medio configurazione di progetto  $\phi=0,90$

Il calcolo della portata, conseguente alla precipitazione assegnata, è stato condotto utilizzando il **metodo razionale**, noto in Italia come **metodo cinematico** o del **ritardo di corrivazione**; il metodo si presta ad essere utilizzato in molti casi e generalmente viene applicato a bacini scolanti di relativamente limitata estensione.

Per il calcolo della portata è necessario calcolare prima il tempo di corrivazione; infatti assumendo un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione tutto il bacino contribuisce alla formazione della portata massima.

### 5.3. Il tempo di corrivazione

Si calcola il tempo di corrivazione per le due configurazioni attuale e futura.

Per determinare il tempo di corrivazione  $t_c$  si deve fare riferimento alla somma:

$$t_c = t_a + t_r$$

in cui  $t_a$  è il tempo d'accesso alla rete, sempre di incerta determinazione, variando con la pendenza dell'area, la natura della stessa e il livello di realizzazione dei drenaggi minori, nonché alla altezza della pioggia precedente l'evento critico di progetto.

Recenti studi svolti presso il Politecnico di Milano (Mambretti e Paoletti, 1996) determinano una stima del tempo di accesso a mezzo del modello del *condotto equivalente*, sviluppato partendo dalla considerazione che il deflusso è in realtà un deflusso in una rete di piccole canalizzazioni incognite (grondaie, cunette, canalette, piccoli condotti) che raccolgono le acque scolanti lungo le singole falde dei tetti e delle strade.

Tali studi hanno condotto, per sottobacini sino a 10 ettari, all'equazione:

$$t_{ai} = ((3600^{(n-1)/4} \cdot 0.5 \cdot l_i) / (s_i^{0.375} (a \cdot \phi_i \cdot S_i)^{0.25}))^{4/(n+3)}$$

essendo:

$t_{ai}$  = tempo d'accesso dell'i-esimo sottobacino [s]

$l_i$  = massima lunghezza del deflusso dell'i-esimo sottobacino [m]

$s_i$  = pendenza media dell'i-esimo sottobacino [m/m]

$\phi_i$  = coefficiente di deflusso dell'i-esimo sottobacino [m/m]

$S_i$  = superficie di deflusso dell'i-esimo sottobacino [ha]

$a, n$  = coefficienti dell'equazione di possibilità pluviometrica

Per la determinazione di  $l_i$  viene proposta l'equazione:

$$l_i = 19.1 (100 S_i)^{0.548}$$

nella quale  $S_i$  è in ettari e la lunghezza  $l_i$  in metri.

Nel caso in esame il sottobacino considerato, per la determinazione del tempo di accesso alla rete, è il sottobacino posto all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo.

Il tempo di rete  $t_r$ , è dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria;  $t_r$  è quindi determinato dal rapporto la lunghezza della rete e la velocità della corrente

$$t_r = \sum L_i/V_i$$

nella quale la sommatoria va estesa a tutti i rami che costituiscono il percorso più lungo.  
Nel caso in esame si è considerato un unico collettore principale.

Determinato  $t_a$  e  $t_r$  si ricava un valore del tempo di corrivazione " $t_c$ ".

- Tempo di corrivazione configurazione attuale  $t_c = 26$  min.
- Tempo di corrivazione configurazione di progetto  $t_c = 23$  min.

#### 5.4. Calcolo delle portate di scolo

La portata massima nella sezione terminale si ha assumendo un tempo di pioggia (durata della precipitazione) pari al tempo di corrivazione calcolato.

La condizione *tempo di pioggia (t) = tempo di corrivazione (tc)* porta ad un idrogramma di piena avente forma di triangolo isoscele, caratterizzato da un valore massimo della portata doppio di quello medio; in tale ipotesi tutto il bacino scolante considerato contribuisce alla formazione della portata massima.

Con le ipotesi di cui sopra e dalla relazione seguente proposta dal **metodo cinematico** si ricava il valore della portata meteorica massima relativa al bacino scolante considerato:

$$Q_{\max} = \phi_{\text{medio}} S h / t$$

in cui:

$Q_{\max}$  = portata massima (l/s)

$\phi_{\text{medio}}$  = coefficiente di deflusso medio;

$S$  = superficie scolante totale;

$h$  = altezza di pioggia valutata con l'espressione relativa alla curva di possibilità climatica;

$t$  = tempo di pioggia assunto pari al tempo di corrivazione  $t_c$ ;

La portata massima valutata nella configurazione attuale e pari alla portata scaricabile direttamente nella rete idrografica, è stimata in 588 l/s (126 l/s ha); valore di portata massimo valutato per l'area stessa nella configurazione attuale per un evento di pioggia della durata di 26 minuti (corrispondente al tempo di corrivazione) e con tempo di ritorno di 10 anni .

Determiniamo quindi la portata relativa alla configurazione di progetto per un tempo di ritorno di 10 anni.

Per una pioggia breve ed intensa si stima con il metodo cinematico una portata ( $T_r = 10$  anni) di circa 1.015 l/s (218 l/s ha) per un evento sempre di durata pari al tempo di corrivazione precedentemente stimato.

Riassumendo si stimano, per una pioggia breve ed intensa, i seguenti valori di portata:

- Portata configurazione attuale ( $T_r = 10$  anni):  $Q_{\max}$  di **588 l/s** (126 l/(s ha)).
- Portata configurazione progetto ( $T_r = 10$  anni):  $Q_{\max}$  di **1.015 l/s** (218 l/(s ha)).

## **6. INTERVENTI DI MITIGAZIONE IDRAULICA**

### **6.1. Il modello di calcolo**

Per non superare i limiti di portata scaricata si ha la necessità di realizzare un sistema in grado di invasare temporaneamente le maggiori quantità di acqua derivanti dalla urbanizzazione delle aree attualmente agricola e scaricarle in un lungo periodo e con valori di portata dello stesso ordine di grandezza di quello che attualmente vi defluisce.

Il dimensionamento del volume di accumulo e le verifiche idrauliche, sono state condotte pensando alla necessità di predisporre dei volumi di invaso corrispondenti ad un evento di pioggia critica. Si assume un valore di portata scolante ammissibile ridotto rispetto al valore di portata stimato nella configurazione attuale, tale valore è limitato a 60 l/(s ha) (si consideri che su 4,66 ha circa 3 ettari risultano già impermeabilizzati)..

Calcolando per il tempo di precipitazione, il valore del volume affluito alla sezione di chiusura, il volume scaricato nella rete di scolo ricettrice e, per differenza tra i due, il volume che è necessario invasare, è possibile determinare il valore necessario alla laminazione dell'evento considerato, ricercando il massimo della curva dei volumi di invaso al variare del tempo di precipitazione. A tale scopo è stato predisposto un modello che simula il comportamento dei volumi di invaso al variare del tempo di pioggia, nell'ipotesi di concentrarli in corrispondenza della sezione di uscita del bacino considerato.

Il modello determina, in funzione di una serie di eventi critici considerati (scansione temporale considerata tra le piogge orarie) e della portata di deflusso (assegnata costante per semplicità):

- l'altezza della precipitazione;
- la portata di pioggia alla sezione di chiusura valutata con l'espressione del metodo cinematico;
- la portata da invasare a monte della sezione di chiusura, data dalla differenza tra la portata di pioggia e la portata di deflusso;
- Il volume di invaso superficiale (diffuso sulla superficie scolante) è costituito dalle capacità riempite dalle acque (grondaie, cunette, avvallamenti del terreno, pozzetti, caditoie) e dal velo idrico che scorre sulla superficie stradale (0.5-2 mm) e assunto pari a 30 mc/ha.
- il volume di pioggia defluito nella rete idrografica ( $Q_{defluita} \times \text{tempo di pioggia}$ );
- il volume di pioggia da invasarsi ( $V_{invaso} = V_{pioggia} - V_{defluito} - V_{invaso\text{ superficiale}}$ ).

## 6.2. I risultati della elaborazione

Le elaborazioni esposte in allegato evidenziano la capacità di invaso del sistema progettato, con un tempo di ritorno di 50 anni.

Si riportano in tabella di seguito in sintesi i risultati emersi dal calcolo idraulico riportato integralmente in allegato.

| CALCOLO DEI VOLUMI EFFICACI DI INVASO - TR = 50 ANNI |                       |                        |                           |                            |                                |                            |
|------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| durata<br>precipitazione<br>(ore)                    | Q<br>pioggia<br>(l/s) | Q<br>defluita<br>(l/s) | Volume<br>pioggia<br>(mc) | Volume<br>defluito<br>(mc) | Volume<br>superficiale<br>(mc) | Volume<br>efficace<br>(mc) |
| 1 (critica)                                          | 798                   | 280                    | 2.871                     | 1007                       | 139                            | 1.726                      |

Considerando un tempo di ritorno di 50 anni dal calcolo idraulico si determina dal modello considerato un volume efficace di laminazione di 1.726 mc.

L'intervento urbanistico comporta altresì la chiusura delle affossature presenti nell'ambito territoriale interessato dall'intervento in oggetto. In questa fase si è ritenuto opportuno calcolare tali volumi, stimati in circa 98 mc, recuperandoli con ulteriori invasi.

Complessivamente per effetto dell'intervento in oggetto si rende necessario prevedere un sistema di laminazione in grado di trattenere complessivamente 1.824 mc di acqua (pari a 391 mc/h) e di restituirla alla rete idrografica in tempi successivi.

Per aree di modesta estensione completezza, in allegato alla presente relazione idraulica, si riporta anche il calcolo semplificato proposto dal Genio Civile di Vicenza.

Tale schematizzazione considera una precipitazione pari a 100 mm (compatibile con un evento con Tempo di Ritorno pari a 50 anni, nonché alle richieste del Consorzio di Bonifica competente) distribuita in modo uniforme sull'intera superficie scolante: risulta così noto il volume di precipitazione che investe l'area.

Per ogni tipologia di superficie, in funzione del coefficiente di deflusso, si determina il volume infiltrato e quello che di contro defluisce superficialmente.

Tale calcolo viene effettuato sia per la situazione in essere che per quella di progetto: la differenza tra i volumi complessivi di invaso relativi rispettivamente alla configurazione di progetto e allo stato attuale, fornisce il volume efficace che deve essere mitigato, conseguentemente all'incremento della superficie impermeabile, dovuta alla variante.

Nel caso in esame lo schema di calcolo adottato fornisce una differenza di volume di invaso tra stato futuro ed attuale pari a 1.256 mc inferiore a quello proposto con l'analisi idraulica.

### 6.3. Interventi di mitigazione idraulica nelle aree considerate

Dall'analisi idraulica, calcolo dei volumi efficaci di laminazione e determinazione del volume perso dalla chiusura di alcune affossature, è emersa la necessità di realizzare interventi di mitigazione che prevedano di invasare un volume di acqua non inferiore a 1.824 mc (pari 391 mc/ettaro).

L'intervento proposto in questa sede e concordato con la committenza, con il progettista dell'intervento in oggetto, prevede di realizzare interventi di mitigazione che prevedano di invasare un volume di acqua non inferiore a 1.824 mc:

#### 6.3.1. *Vespaio interrato ad alta capacità di invaso*

Per le strutture serbatoio del tipo a vespaio, da realizzare al di sotto degli stalli di sosta inerbiti e al di sotto della viabilità, in cui la capacità di invaso viene realizzata sfruttando il vuoto di ogni singolo elemento, il volume  $W$  può stimarsi con l'espressione:

$$W = A C$$

In cui  $A$  (mq) è la superficie dell'intero bacino e  $C$  (mc/mq) è la capacità di accumulo del sistema.

Nel caso in esame, si prevede di realizzare complessivamente 2.635 mq di vespaio interrato e la capacità di invaso efficace di ogni elemento costituente il bacino "tipo vespaio" interrato è pari a circa 0,35 mc/mq (valore tratto da un sistema esistente in commercio) si determina una capacità complessiva di invaso della struttura serbatoio pari a circa 922 mc.

Nelle disegni seguenti è riportato uno schema della struttura a serbatoio proposta.

#### 6.3.2. *Sovradimensionamento rete di raccolta acqua meteorica pluviali*

Si andrà inoltre a sovradimensionare la rete di tubazioni per acque meteoriche mediante la posa di condotte del diametro DN 100 cm e del DN 80 cm e prevedendo un diametro minimo del DN 60 cm per i tratti minori. Considerando un riempimento medio nelle condotte dell'ordine del 70% si stima un volume invasabile nella rete acque meteoriche in circa 403 mc.

#### 6.3.3. *Doppia rete di raccolta acque meteoriche*

Si andrà inoltre a sdoppiare la rete di raccolta delle acque dei piazzali dalla rete che raccoglie le acque dei pluviali. Considerando un riempimento medio nelle condotte, assunte del

diametro DN 100 cm e del DN 80 cm, dell'ordine del 70% si stima un volume invasabile nella rete acque meteoriche in circa 431 mc.

#### 6.3.4. Vasca di prima pioggia piazzali

Per limitare lo scarico di agenti inquinanti nel ricettore si è ritenuto opportuno introdurre un volume da assegnare a vasche di prima pioggia in grado di raccogliere le precipitazioni che ricadono nei piazzali e nella aree destinate a viabilità.

Ai fini della valutazione e quantificazione delle "acque di prima pioggia" si sono considerati i criteri adottati dalla Regione Lombardia corrispondenti in particolare ai primi 5 mm di acqua uniformemente distribuita su tutta la superficie scolante servita da fognatura.

A fronte dei predetti parametri e della prassi progettuale consolidata il volume di "acque di prima pioggia" da contenere e/o da assoggettare al trattamento risulta compresa tra i 25-30 mc/ettaro per un abbattimento del carico inquinante del 50 % e di 50 mc/ettaro prevedendo valori di abbattimento superiori e dell'ordine del 70%, da riferirsi alla parte di superficie contribuente in ogni punto di scarico effettivamente soggetta ad emissione (la superficie di pavimentazione soggetta a traffico veicolare nel caso in esame).

Tale ultimo parametro è il valore considerato nel pre-dimensionamento del volume da assegnare alle vasche di prima pioggia per il caso in esame.

I volumi da assegnare preliminarmente alle vasche di prima pioggia per il caso in esame è complessivamente pari a di 70 mc (Vasca 1 = 10 mc; Vasca 2 = 35 mc; Vasca 3 = 25 mc).

#### 6.3.5. Considerazioni generali

I nuovi invasi di progetto, dovranno garantire l'accumulo dei volumi sopra richiesti, considerando inoltre che si è reso necessario ripristinare i volumi sottratti dalla chiusura della rete di scolo esistente posta all'interno dell'area considerata.

La limitazione della portata scaricata nella rete idrografica, dovrà essere garantita dalla predisposizione di idoneo manufatti di laminazione, a funzionamento automatico, dotati di una luce di fondo, a forma circolare di diametro pari a 15 cm, e di un ulteriore scarico di troppo pieno (per gli eventi meteorici con tempi di ritorno superiori a quelli di progetto).

**Il volume complessivo invasato dal sistema di progetto, e pari a circa 1.826 mc, è pertanto pari a quello richiesto dal calcolo idraulico. Le elaborazioni esposte in allegato evidenziano la capacità di invaso del sistema progettato, per un evento critico con un tempo di ritorno di 50 anni.**

#### 6.4. Pozzetto di laminazione

La limitazione di portata richiesta per rendere idraulicamente compatibile l'intervento urbanistico di progetto è garantita dalla realizzazione di un pozzetto di laminazione terminale.

Il manufatto di laminazione terminale presenta le seguenti caratteristiche geometriche:

- foro di fondo di diametro interno 15 cm (diametro imposto dal competente Consorzio di Bonifica ed indicato in fase di rilascio della precedente concessione).

In questo tipo di dispositivo la portata che defluisce dalla luce di fondo è funzione dell'altezza idrica di monte (ed eventualmente di valle in caso di deflusso rigurgitato).

La portata che andrà a defluire dalla luce di fondo è ben inferiore alla portata che attualmente defluisce dalla porzione di area già edificata.

La scelta di assegnare alla luce di fondo il diametro di cui sopra è dettato da specifiche richieste del Consorzio di Bonifica competente.

La portata che defluisce è determinata dall'espressione (valida per parete sottile ed efflusso libero):

$$Q = C_c A (2 g H)^{1/2}$$

In cui:

$Q$  portata che defluisce per bocca a battente

$C_c$  coefficiente di efflusso assunto pari a 0,61

$A$  area della bocca

$H$  tirante idraulico

Come evidenziato nei calcoli idraulici e dal grafico in allegato alla presente relazione la portata  $Q$  è funzione del tirante idraulico.

Per sicurezza, nel caso di portate superiori a quelle stimate per il Tempo di Ritorno assegnato, il dispositivo presenta uno stramazzo che funziona come soglia sfiorante.

La portata che defluisce dallo stramazzo è valutata con l'espressione:

$$Q = C_q L H (2 g H)^{1/2}$$

In cui:

$Q$  portata che defluisce dallo stramazzo

$C_q$  coefficiente di efflusso

$L$  larghezza della soglia sfiorante

$H$  tirante idraulico

### 6.5. Verifica preliminare rete di scolo esistente

La presente verifica idraulica andrà ad interessare la rete di scolo minore su cui andranno a recapitare le acque meteoriche, opportunamente laminate, del nuovo intervento edilizio.

In particolare è stata eseguita una verifica preliminare assegnando allo scolo esistente una sezione "media" ed una pendenza "media".

Nella tavola 2 allegata alla presente relazione idraulica sono riportati i profili longitudinali e le sezioni trasversali oggetto di dettagliato rilievo planialtimetrico.

Analizzando i profili longitudinali si evidenzia la necessità di rettificare in alcuni punti, mediante un modesto intervento di pulizia e di sfondamento del fondo, il tratto di scolo compreso tra le sezioni N.4 e N. 5b e nel tratto in corrispondenza della sezione N. 7b.

La pendenza media del fossato di scolo rettificato sarà dell'ordine del 2,1 ‰.

In particolare si è eseguita una verifica idraulica per le sezioni N. 4 e N. 9b con pendenza rettificata al 2,1 ‰.

In generale per l'intero tratto di fossato compreso tra la sezione N4 e la sezione N. 8b sarà da prevedersi una accurata manutenzione e pulizia dell'intera tratta.

Con i seguenti calcoli idraulici, utilizzando la formulazione di Manning per il moto uniforme, si andrà quindi a verificare che la portata efficace individuata ( $Q_{max}$ ) possa transitare nella sezione esistente.

$$Q \text{ (mc/s)} = V \text{ (m/s)} \cdot A \text{ (mq)} \quad (2)$$

$$V = (1/n) R^{2/3} i^{1/2} \quad (3)$$

In cui:

$Q$  = portata in grado di defluire nella sezione  $A$  (l/s)

$V$  = velocità media della corrente (m/s)

$A$  = sezione liquida (mq)

$R$  = raggio idraulico (m)

$n$  = coefficiente di Manning

A titolo orientativo per la scelta dei valori numerici del coefficiente di Manning si può fare riferimento alle indicazioni fornite dalle tabelle di "Open Channel Hydraulics" (Fonte: Ven te Chow, Mc Graw Hill International Editions):

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)m_5 \quad (4)$$

| Calcolo dei coefficienti di scabrezza $n$ nei corsi d'acqua         |                           |        |             |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------|-------------|
| Condizioni dell'alveo                                               |                           | Valori |             |
| Materiale costituente l'alveo                                       | Terra                     | $n_0$  | 0,020       |
|                                                                     | Roccia                    |        | 0,025       |
|                                                                     | Alluvione grossolana      |        | 0,028       |
|                                                                     | Alluvione fine            |        | 0,024       |
| Irregolarità della superficie della sezione                         | Trascurabile              | $n_1$  | 0,000       |
|                                                                     | Bassa                     |        | 0,005       |
|                                                                     | Moderata                  |        | 0,010       |
|                                                                     | Graduale                  |        | 0,020       |
| Variazione della forma e della dimensione della sezione trasversale | Graduale                  | $n_2$  | 0,000       |
|                                                                     | Variabile occasionalmente |        | 0,005       |
|                                                                     | Variazione frequente      |        | 0,010-0,015 |
| Effetto relativo di ostruzioni                                      | Trascurabile              | $n_3$  | 0,000       |
|                                                                     | Modesto                   |        | 0,010-0,015 |
|                                                                     | Apprezzabile              |        | 0,020-0,030 |
|                                                                     | Elevato                   |        | 0,040-0,060 |
| Effetto della vegetazione                                           | Basso                     | $n_4$  | 0,005-0,010 |
|                                                                     | Medio                     |        | 0,010-0,025 |
|                                                                     | Alto                      |        | 0,025-0,050 |
|                                                                     | Molto Alto                |        | 0,050-0,100 |
| Gradi di sinuosità dell'alveo                                       | Modesto                   | $m_5$  | 1,000       |
|                                                                     | Apprezzabile              |        | 1,150       |
|                                                                     | Elevato                   |        | 1,300       |

Per il caso in esame assegnando ad  $n_0 = 0,020$  ;  $n_1 = 0,000$  ;  $n_2 = 0,000$  ;  $n_3 = 0,000$  ;  $n_4 = 0,005$  ;  $m_5 = 1,0$  si stima il coefficiente di Manning in 0,025.

Si riassumono in sintesi risultati dell'analisi idraulica, verificata nelle due sezioni considerate con le formule di moto uniforme (3).

| CALCOLO PORTATA DI DEFLUSSO DELLA CANALETTA DI SCOLO                           |                   |                         |                       |                         |                   |                   |                                |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|
| SEZIONE                                                                        | Pendenza<br>media | Coefficiente<br>Manning | H water<br>(*)<br>(m) | Area<br>Sezione<br>(mq) | Velocità<br>(m/s) | Portata<br>(mc/s) | Portata<br>meteorica<br>(mc/s) |
| 4                                                                              | 0,0042            | 0,025                   | 0,80                  | 1,74                    | 1,48              | 2,575             | 1,213                          |
| 9B                                                                             | 0,0021            | 0,025                   | 0,56                  | 1,41                    | 0,88              | 1,241             | 1,213                          |
| (*) H Water = altezza massima nella sezione con un franco di sicurezza minimo. |                   |                         |                       |                         |                   |                   |                                |

Le elaborazioni sono state eseguite con il programma "River Hydraulic Analysis System"  
(Fonte: *Rischio idraulico ed idrogeologico – Ing. A.M. Caivano*).

## 6.6. Prescrizioni aggiuntive

Per quanto sopra esposto si precisa che:

- le superfici pedonali dovranno essere realizzate con materiali tali da assicurare la più alta permeabilità possibile (betonelle o pavimentazioni con fughe);
- le caditoie di raccolta delle acque meteoriche, delle strade e delle superfici interne ai lotti, dovranno essere sifonate per evitare l'ingresso di sabbia e materiali fini nelle tubazioni;
- si dovrà provvedere ad una regolare manutenzione dei manufatti idraulici previsti e alla rete di scolo presente.

## **PARTE SECONDA**

### **1. ALLEGATI: CALCOLI IDRAULICI**

- Elaborazione delle precipitazioni;
- Determinazione del Tempo di Ritorno;
- Calcolo delle portate meteoriche;
- Calcolo volumi di laminazione;
- Calcolo semplificato schema Genio Civile di Vicenza;
- Volume di invaso di progetto;
- Dimensionamento pozzetti di laminazione;
- Verifica sezione trasversale N. 4;
- Verifica sezione trasversale N. 9b.

### **2. ALLEGATI GRAFICI**

- Planimetria stato esistente della rete di scolo;
- Profili idraulici e sezioni rete idrografica minore;
- Planimetria interventi di mitigazione idraulica;
- Particolari manufatti idraulici di laminazione e di scarico.

TABELLA 1 - REGISTRAZIONI PIOGGE BREVI ED INTENSE (SCROSCI)

STAZIONE PLUVIOMETRICA DI:

VICENZA

BACINO :

QUOTA:

FONTE DEI DATI:

DATI DISPONIBILI :

Uff. Idr. Mag. Acque VENEZIA

Serie storica 1938-1972 e 1973-1990

| N.   | INTERVALLO IN MINUTI<br>15 |                       |      | INTERVALLO IN MINUTI<br>30 |                       |      | INTERVALLO IN MINUTI<br>60 |                       |      |
|------|----------------------------|-----------------------|------|----------------------------|-----------------------|------|----------------------------|-----------------------|------|
|      | h(mm)                      | $X^2=(h \cdot t-M)^2$ | Anno | h(mm)                      | $X^2=(h \cdot t-M)^2$ | Anno | h(mm)                      | $X^2=(h \cdot t-M)^2$ | Anno |
| 1    |                            |                       |      | 15.3                       | 78.45                 | 1938 | 21.0                       | 112.27                | 1938 |
| 2    |                            |                       |      | 15.0                       | 83.85                 | 1939 | 16.0                       | 243.22                | 1939 |
| 3    |                            |                       |      | 23.0                       | 1.34                  | 1940 | 29.0                       | 6.74                  | 1940 |
| 4    |                            |                       |      | 29.1                       | 24.43                 | 1941 | 59.0                       | 751.00                | 1941 |
| 5    |                            |                       |      | 30.0                       | 34.14                 | 1942 | 43.6                       | 144.10                | 1942 |
| 6    |                            |                       |      | 23.4                       | 0.57                  | 1943 | 39.8                       | 67.31                 | 1943 |
| 7    |                            |                       |      | 434.42                     |                       | 1946 | 24.4                       | 51.76                 | 1946 |
| 8    |                            |                       |      | 27.0                       | 8.08                  | 1947 | 63.6                       | 1024.28               | 1947 |
| 9    |                            |                       |      | 25.0                       | 0.71                  | 1948 | 30.8                       | 0.63                  | 1948 |
| 10   |                            |                       |      | 12.0                       | 147.80                | 1949 | 33.0                       | 1.97                  | 1949 |
| 11   |                            |                       |      | 18.2                       | 35.49                 | 1950 | 16.6                       | 224.87                | 1950 |
| 12   |                            |                       |      | 20.2                       | 15.66                 | 1951 | 21.0                       | 112.27                | 1951 |
| 13   |                            |                       |      | 17.6                       | 43.00                 | 1952 | 27.4                       | 17.60                 | 1952 |
| 14   | 15.8                       | 3.96                  | 1953 | 22.8                       | 1.84                  | 1953 | 29.6                       | 3.98                  | 1953 |
| 15   | 20.0                       | 4.88                  | 1954 | 29.0                       | 23.45                 | 1954 | 27.8                       | 14.41                 | 1954 |
| 16   | 15.0                       | 7.79                  | 1955 | 25.0                       | 0.71                  | 1955 | 58.0                       | 697.19                | 1955 |
| 17   | 12.0                       | 33.53                 | 1956 | 20.0                       | 17.28                 | 1956 | 29.8                       | 3.22                  | 1956 |
| 18   | 15.0                       | 7.79                  | 1957 | 19.0                       | 26.60                 | 1957 | 31.6                       | 0.00                  | 1957 |
| 19   | 11.5                       | 39.58                 | 1958 | 15.4                       | 76.69                 | 1958 | 23.0                       | 73.89                 | 1958 |
| 20   | 26.0                       | 67.39                 | 1959 |                            |                       | 1959 | 22.0                       | 92.08                 | 1959 |
| 21   | 36.0                       | 331.57                | 1960 | 36.0                       | 140.25                | 1960 | 31.6                       | 0.00                  | 1960 |
| 22   | 18.0                       | 0.04                  | 1961 |                            |                       | 1961 | 36.0                       | 19.40                 | 1961 |
| 23   | 10.0                       | 60.70                 | 1962 |                            |                       | 1962 | 25.6                       | 35.95                 | 1962 |
| 24   | 17.8                       | 0.00                  | 1963 |                            |                       | 1963 | 17.0                       | 213.03                | 1963 |
| 25   | 18.2                       | 0.17                  | 1964 |                            |                       | 1964 | 31.0                       | 0.35                  | 1964 |
| 26   | 10.6                       | 51.71                 | 1965 | 28.8                       | 21.56                 | 1965 | 34.2                       | 6.78                  | 1965 |
| 27   | 14.4                       | 11.50                 | 1966 | 11.8                       | 152.70                | 1966 | 20.4                       | 125.34                | 1966 |
| 28   | 30.0                       | 149.06                | 1967 | 17.2                       | 48.40                 | 1967 | 23.0                       | 73.89                 | 1967 |
| 29   | 25.4                       | 57.90                 | 1968 | 50.0                       | 667.85                | 1968 | 80.0                       | 2342.98               | 1968 |
| 30   | 11.2                       | 43.44                 | 1969 | 37.0                       | 164.94                | 1969 | 51.0                       | 376.53                | 1969 |
| 31   | 14.0                       | 14.37                 | 1970 | 20.8                       | 17.28                 | 1970 | 30.0                       | 2.55                  | 1970 |
| 32   | 21.6                       | 14.51                 | 1971 | 20.8                       | 11.27                 | 1971 | 22.2                       | 88.26                 | 1971 |
| 33   | 19.0                       | 1.46                  | 1972 | 21.6                       | 6.54                  | 1972 | 21.6                       | 99.91                 | 1972 |
| 34   | 17.6                       | 0.04                  | 1975 | 29.2                       | 25.43                 | 1975 | 30.6                       | 0.99                  | 1975 |
| 35   | 27.6                       | 96.22                 | 1976 | 22.0                       | 4.65                  | 1976 | 32.6                       | 1.01                  | 1976 |
| 36   | 14.6                       | 10.18                 | 1977 | 35.6                       | 130.94                | 1976 | 37.2                       | 31.41                 | 1977 |
| 37   | 13.0                       | 22.95                 | 1978 | 14.6                       | 91.34                 | 1977 | 14.6                       | 288.85                | 1978 |
| 38   | 16.6                       | 1.42                  | 1981 | 22.0                       | 4.65                  | 1978 | 29.0                       | 6.74                  | 1981 |
| 39   | 24.0                       | 38.55                 | 1982 | 19.6                       | 20.77                 | 1981 | 22.6                       | 80.92                 | 1982 |
| 40   | 15.8                       | 3.96                  | 1983 | 31.4                       | 52.46                 | 1982 | 32.0                       | 0.16                  | 1983 |
| 41   | 16.8                       | 0.98                  | 1984 | 30.0                       | 34.14                 | 1983 | 36.2                       | 21.20                 | 1984 |
| 42   | 27.0                       | 84.81                 | 1986 | 24.2                       | 0.00                  | 1984 | 29.4                       | 4.82                  | 1986 |
| 43   | 14.4                       | 11.50                 | 1987 | 28.0                       | 14.77                 | 1986 | 28.0                       | 12.93                 | 1987 |
| 44   | 14.0                       | 14.37                 | 1988 | 19.2                       | 24.57                 | 1987 | 26.0                       | 31.31                 | 1988 |
| 45   | 18.0                       | 0.04                  | 1989 | 26.0                       | 3.40                  | 1988 | 32.8                       | 1.45                  | 1989 |
| 46   | 6.2                        | 134.35                | 1990 | 9.0                        | 228.74                | 1990 | 31.8                       | 0.04                  | 1990 |
| Anni |                            |                       | 33   |                            |                       | 42   |                            |                       | 46   |

TABELLA 2 - ELABORAZIONI STATISTICHE (METODO DI GUMBEL) PER PIOGGE BREVI E INTENSE - SCROSCI

|                           |        |        |        |
|---------------------------|--------|--------|--------|
| ORA                       | 0.25   | 0.50   | 1.00   |
| N                         | 33     | 42     | 46     |
| $XM = MEDIA$              | 17.79  | 24.16  | 31.60  |
| SOMMA $X^2$               | 1320.7 | 2941.9 | 7509.6 |
| SSQM                      | 6.42   | 8.47   | 12.92  |
| Inserire da tabella $S_n$ | 1.1399 | 1.1597 | 1.1665 |
| Inserire da tabella $Y_n$ | 0.5380 | 0.5448 | 0.5468 |
| alfa                      | 0.1774 | 0.1369 | 0.0903 |
| moda                      | 14.76  | 20.18  | 25.54  |

TABELLA 3 - VALORI ESTREMI PER I PERIODO DI RITORNO CONSIDERATI (mm)

| TEMPI DI RITORNO    | ORE   |       |       |
|---------------------|-------|-------|-------|
| (anni)              | 0.25  | 0.50  | 1.00  |
| 10 $h_{max}$ (mm) = | 27.44 | 36.62 | 50.46 |
| 20 $h_{max}$ (mm) = | 31.50 | 41.87 | 58.43 |
| 50 $h_{max}$ (mm) = | 36.75 | 48.68 | 68.75 |

TABELLA 4 - VALORI DI a ED n AL VARIARE DI TR PER PIOGGE BREVI E INTENSE (SCROSCI)

| TEMPI DI RITORNO | a (mm ore <sup>-n</sup> ) | n     |
|------------------|---------------------------|-------|
| 10 anni          | 50.190                    | 0.430 |
| 20 anni          | 57.960                    | 0.440 |
| 50 anni          | 68.020                    | 0.450 |

# Equazioni di possibilità pluviometrica per piogge brevi e intense a Vicenza

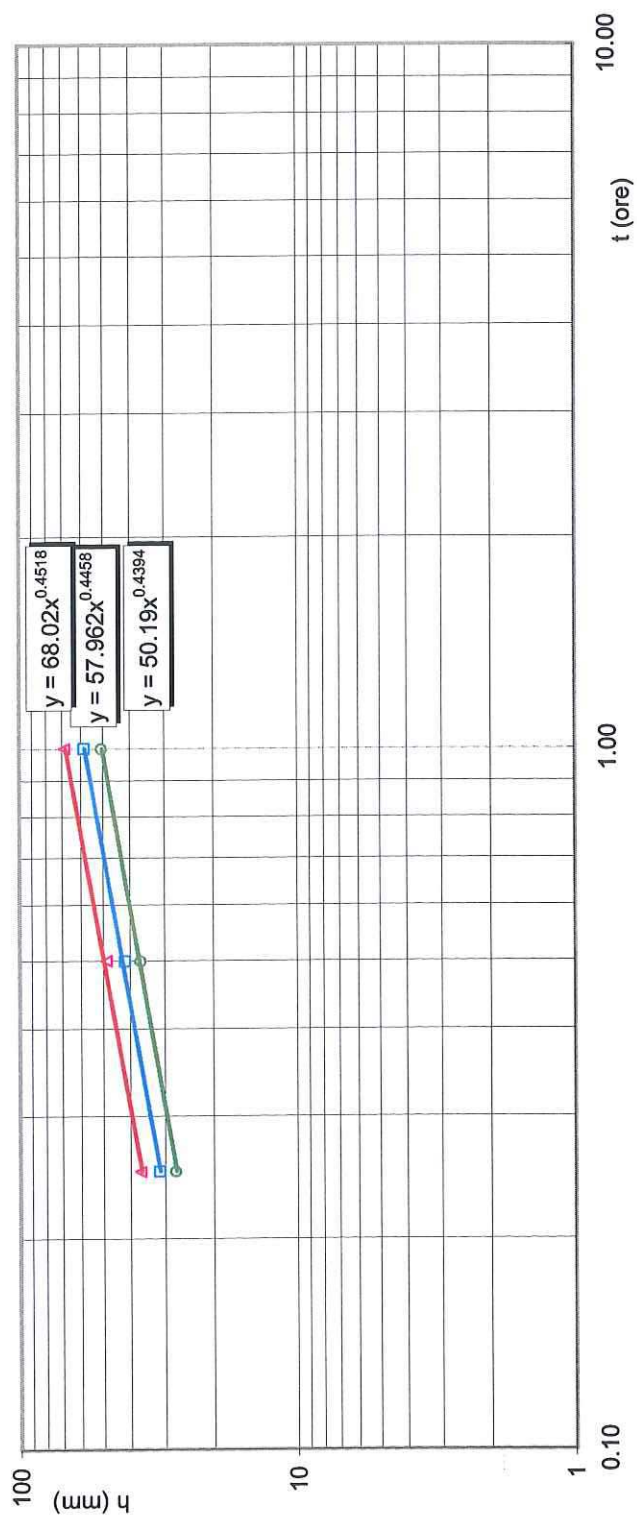


TABELLA 1

STAZIONE PLUVIOMETRICA DI:

VICENZA

BACINO :

QUOTA :

FONTE DEI DATI :

DATI DISPONIBILI :

Uff. Idr. Mag. Acque VENEZIA

Serie storica 1938-1972 e 1973-1990

| N.   | INTERVALLO DI ORE<br>1 |                                    |      | INTERVALLO DI ORE<br>3 |                                    |      | INTERVALLO DI ORE<br>6 |                                    |      | INTERVALLO DI ORE<br>12 |                                    |      | INTERVALLO DI ORE<br>24 |                                    |      |
|------|------------------------|------------------------------------|------|------------------------|------------------------------------|------|------------------------|------------------------------------|------|-------------------------|------------------------------------|------|-------------------------|------------------------------------|------|
|      | h(mm)                  | X <sup>2</sup> =(h-M) <sup>2</sup> | Anno | h(mm)                  | X <sup>2</sup> =(h-M) <sup>2</sup> | Anno | h(mm)                  | X <sup>2</sup> =(h-M) <sup>2</sup> | Anno | h(mm)                   | X <sup>2</sup> =(h-M) <sup>2</sup> | Anno | h(mm)                   | X <sup>2</sup> =(h-M) <sup>2</sup> | Anno |
| 1    | 21.0                   | 91.66                              | 1938 | 24.4                   | 207.96                             | 1938 | 38.8                   | 50.50                              | 1938 | 39.4                    | 244.05                             | 1938 | 44.8                    | 779.62                             | 1938 |
| 2    | 16.0                   | 212.40                             | 1939 | 23.2                   | 237.50                             | 1939 | 32.0                   | 193.40                             | 1939 | 46.4                    | 74.34                              | 1939 | 51.5                    | 450.36                             | 1939 |
| 3    | 29.0                   | 2.48                               | 1940 | 36.4                   | 4.89                               | 1940 | 40.0                   | 34.89                              | 1940 | 55.6                    | 0.33                               | 1940 | 55.9                    | 282.97                             | 1940 |
| 4    | 43.6                   | 169.68                             | 1941 | 46.0                   | 54.60                              | 1941 | 59.0                   | 171.44                             | 1941 | 59.0                    | 224.33                             | 1941 | 70.0                    | 7.41                               | 1941 |
| 5    | 39.8                   | 85.12                              | 1942 | 42.4                   | 14.36                              | 1942 | 48.6                   | 7.25                               | 1942 | 48.6                    | 41.24                              | 1942 | 77.4                    | 21.89                              | 1942 |
| 6    | 24.4                   | 36.12                              | 1943 | 27.5                   | 123.46                             | 1943 | 40.0                   | 34.89                              | 1943 | 43.2                    | 139.76                             | 1943 | 58.6                    | 199.42                             | 1943 |
| 7    | 63.6                   | 1090.72                            | 1946 | 74.0                   | 125.37                             | 1946 | 75.2                   | 858.10                             | 1946 | 89.0                    | 1154.49                            | 1946 | 94.8                    | 487.45                             | 1946 |
| 8    | 30.8                   | 0.05                               | 1947 | 38.0                   | 0.37                               | 1947 | 38.4                   | 55.35                              | 1947 | 42.0                    | 169.58                             | 1947 | 44.4                    | 802.12                             | 1947 |
| 9    | 33.0                   | 5.89                               | 1948 | 35.6                   | 9.07                               | 1948 | 36.8                   | 82.93                              | 1948 | 48.0                    | 48.31                              | 1948 | 66.4                    | 39.96                              | 1948 |
| 10   | 16.6                   | 195.27                             | 1949 | 37.6                   | 1.02                               | 1949 | 40.6                   | 28.16                              | 1949 | 43.0                    | 144.53                             | 1949 | 70.8                    | 3.69                               | 1949 |
| 11   | 21.0                   | 91.66                              | 1950 | 25.6                   | 169.29                             | 1950 | 39.0                   | 47.70                              | 1950 | 46.8                    | 67.60                              | 1950 | 55.6                    | 293.15                             | 1950 |
| 12   | 27.4                   | 10.07                              | 1951 | 35.0                   | 13.04                              | 1951 | 36.0                   | 98.14                              | 1951 | 48.0                    | 81.40                              | 1951 | 81.6                    | 78.82                              | 1951 |
| 13   | 29.6                   | 0.95                               | 1952 | 46.2                   | 57.59                              | 1952 | 57.6                   | 136.73                             | 1952 | 85.4                    | 922.81                             | 1952 | 95.8                    | 532.61                             | 1952 |
| 14   | 27.8                   | 7.69                               | 1953 | 36.0                   | 6.82                               | 1953 | 39.8                   | 37.29                              | 1953 | 45.2                    | 96.48                              | 1953 | 64.8                    | 62.75                              | 1953 |
| 15   | 58.0                   | 752.19                             | 1954 | 75.4                   | 1353.42                            | 1954 | 79.6                   | 1135.24                            | 1954 | 80.6                    | 654.22                             | 1954 | 80.6                    | 62.07                              | 1954 |
| 16   | 29.8                   | 0.60                               | 1955 | 31.0                   | 57.93                              | 1955 | 38.8                   | 50.50                              | 1955 | 50.4                    | 21.36                              | 1955 | 66.0                    | 45.18                              | 1955 |
| 17   | 31.6                   | 1.05                               | 1956 | 32.2                   | 41.10                              | 1956 | 32.2                   | 187.87                             | 1956 | 42.0                    | 169.58                             | 1956 | 74.2                    | 2.19                               | 1956 |
| 18   | 23.0                   | 57.36                              | 1957 | 27.0                   | 134.82                             | 1957 | 43.0                   | 8.45                               | 1957 | 45.6                    | 88.78                              | 1957 | 59.4                    | 177.47                             | 1957 |
| 19   | 22.0                   | 73.51                              | 1958 | 37.6                   | 1.02                               | 1958 | 39.4                   | 42.34                              | 1958 | 46.0                    | 81.40                              | 1958 | 56.0                    | 279.62                             | 1958 |
| 20   | 31.6                   | 1.05                               | 1959 | 39.0                   | 0.15                               | 1959 | 43.6                   | 5.32                               | 1959 | 64.6                    | 91.73                              | 1959 | 82.6                    | 97.58                              | 1959 |
| 21   | 36.0                   | 29.44                              | 1960 | 36.0                   | 6.82                               | 1960 | 46.4                   | 0.24                               | 1960 | 54.8                    | 0.05                               | 1960 | 63.8                    | 79.60                              | 1960 |
| 22   | 25.6                   | 24.74                              | 1961 | 27.4                   | 125.69                             | 1961 | 27.4                   | 342.50                             | 1961 | 36.6                    | 339.38                             | 1961 | 53.2                    | 381.10                             | 1961 |
| 23   | 17.0                   | 184.25                             | 1962 | 29.6                   | 81.20                              | 1962 | 47.0                   | 1.20                               | 1962 | 60.2                    | 26.81                              | 1962 | 62.8                    | 98.44                              | 1962 |
| 24   | 31.0                   | 0.18                               | 1963 | 38.0                   | 0.37                               | 1963 | 39.0                   | 47.70                              | 1963 | 51.2                    | 14.81                              | 1963 | 55.2                    | 307.01                             | 1963 |
| 25   | 34.2                   | 13.15                              | 1964 | 40.0                   | 1.93                               | 1964 | 50.4                   | 20.19                              | 1964 | 55.8                    | 0.60                               | 1964 | 79.4                    | 44.60                              | 1964 |
| 26   | 20.4                   | 103.51                             | 1965 | 31.8                   | 46.39                              | 1965 | 36.2                   | 94.22                              | 1965 | 47.2                    | 61.19                              | 1965 | 53.4                    | 373.33                             | 1965 |
| 27   | 23.0                   | 57.36                              | 1966 | 38.6                   | 0.00                               | 1966 | 38.6                   | 53.39                              | 1966 | 43.2                    | 139.76                             | 1966 | 78.8                    | 36.95                              | 1966 |
| 28   | 80.0                   | 2442.94                            | 1967 | 120.0                  | 6624.15                            | 1967 | 137.0                  | 8298.00                            | 1967 | 38.4                    | 276.30                             | 1967 | 143.8                   | 5052.12                            | 1967 |
| 29   | 51.0                   | 417.23                             | 1968 | 71.2                   | 1062.04                            | 1968 | 90.8                   | 2015.41                            | 1968 | 91.4                    | 1323.34                            | 1968 | 95.2                    | 505.27                             | 1968 |
| 30   | 30.0                   | 0.33                               | 1969 | 39.8                   | 1.41                               | 1969 | 46.2                   | 0.09                               | 1969 | 48.2                    | 46.54                              | 1969 | 60.0                    | 161.84                             | 1969 |
| 31   | 22.2                   | 70.12                              | 1970 | 26.6                   | 144.27                             | 1970 | 26.6                   | 372.75                             | 1970 | 36.6                    | 339.38                             | 1970 | 48.0                    | 611.16                             | 1970 |
| 32   | 21.6                   | 80.53                              | 1971 | 21.6                   | 289.38                             | 1971 | 30.6                   | 234.29                             | 1971 | 38.6                    | 265.16                             | 1971 | 56.0                    | 279.62                             | 1971 |
| 33   | 30.6                   | 0.00                               | 1972 | 35.4                   | 10.31                              | 1972 | 41.2                   | 22.15                              | 1972 | 38.6                    | 117.12                             | 1972 | 63.4                    | 86.89                              | 1972 |
| 34   | 32.6                   | 4.11                               | 1973 | 33.2                   | 29.28                              | 1973 | 33.2                   | 161.46                             | 1973 | 44.2                    | 3.91                               | 1973 | 81.0                    | 68.53                              | 1973 |
| 35   | 37.2                   | 43.91                              | 1976 | 42.0                   | 11.48                              | 1976 | 42.4                   | 12.30                              | 1976 | 57.0                    |                                    | 1976 | 60.0                    | 161.84                             | 1976 |
| 36   | 14.6                   | 255.17                             | 1977 | 23.8                   | 219.37                             | 1977 | 37.2                   | 75.81                              | 1977 | 41.2                    | 191.05                             | 1977 | 55.2                    | 307.01                             | 1977 |
| 37   | 29.0                   | 2.48                               | 1978 | 33.0                   | 31.48                              | 1978 | 35.8                   | 102.14                             | 1978 | 48.0                    | 49.31                              | 1978 | 73.4                    | 0.46                               | 1978 |
| 38   | 22.6                   | 63.58                              | 1981 | 25.0                   | 185.26                             | 1981 | 35.8                   | 102.14                             | 1981 | 71.4                    | 269.23                             | 1981 | 104.0                   | 978.33                             | 1981 |
| 39   | 32.0                   | 2.03                               | 1982 | 44.0                   | 29.04                              | 1982 | 35.8                   |                                    | 1982 | 71.4                    | 269.23                             | 1982 | 104.0                   | 978.33                             | 1982 |
| 40   | 36.2                   | 31.65                              | 1983 | 37.8                   | 0.66                               | 1983 | 39.0                   | 47.70                              | 1983 | 52.0                    | 5.13                               | 1983 | 98.0                    | 658.99                             | 1983 |
| 41   | 29.4                   | 1.38                               | 1984 | 30.2                   | 70.75                              | 1984 | 52.6                   | 44.80                              | 1984 | 52.6                    | 5.87                               | 1984 | 55.6                    | 293.15                             | 1984 |
| 42   | 28.0                   | 6.63                               | 1986 | 39.0                   | 0.15                               | 1986 | 40.2                   | 32.57                              | 1986 | 63.0                    | 63.64                              | 1986 | 86.0                    | 176.31                             | 1986 |
| 43   | 26.0                   | 20.92                              | 1987 | 39.0                   | 0.15                               | 1987 | 64.8                   | 356.96                             | 1987 | 97.4                    | 1795.88                            | 1987 | 107.8                   | 1230.48                            | 1987 |
| 44   | 32.8                   | 4.96                               | 1988 | 32.8                   | 23.15                              | 1988 | 42.8                   | 9.65                               | 1988 | 76.8                    | 474.27                             | 1988 | 83.8                    | 122.73                             | 1988 |
| 45   | 31.8                   | 1.50                               | 1989 | 49.6                   | 120.76                             | 1989 | 55.0                   | 82.69                              | 1989 | 72.6                    | 308.98                             | 1989 | 102.6                   | 892.71                             | 1989 |
| 46   | 12.0                   | 344.99                             | 1990 | 20.0                   | 346.37                             | 1990 | 31.2                   | 216.29                             | 1990 | 46.2                    | 77.83                              | 1990 | 69.6                    | 9.75                               | 1990 |
| Anni |                        |                                    | 46   |                        |                                    | 45   |                        |                                    | 45   |                         |                                    | 45   |                         |                                    | 46   |

TABELLA 2 - ELABORAZIONI STATISTICHE - METODO DI GUMBEL

| ORE                       | 1      | 3       | 6       | 12      | 24      |
|---------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| N                         | 46     | 45      | 45      | 45      | 46      |
| $XM = MEDIA$              | 30.57  | 38.61   | 45.91   | 55.02   | 72.72   |
| SOMMA $X^2$               | 7094.6 | 13196.5 | 16014.1 | 10949.9 | 18582.9 |
| SSQM                      | 12.56  | 17.32   | 19.08   | 15.78   | 20.32   |
| Inserire da tabella $S_n$ | 1.1665 | 1.1649  | 1.1649  | 1.1649  | 1.1665  |
| Inserire da tabella $Y_n$ | 0.5468 | 0.5463  | 0.5463  | 0.5463  | 0.5468  |
| alfa                      | 0.0929 | 0.0673  | 0.0611  | 0.0738  | 0.0574  |
| moda                      | 24.69  | 30.49   | 36.96   | 47.62   | 63.20   |

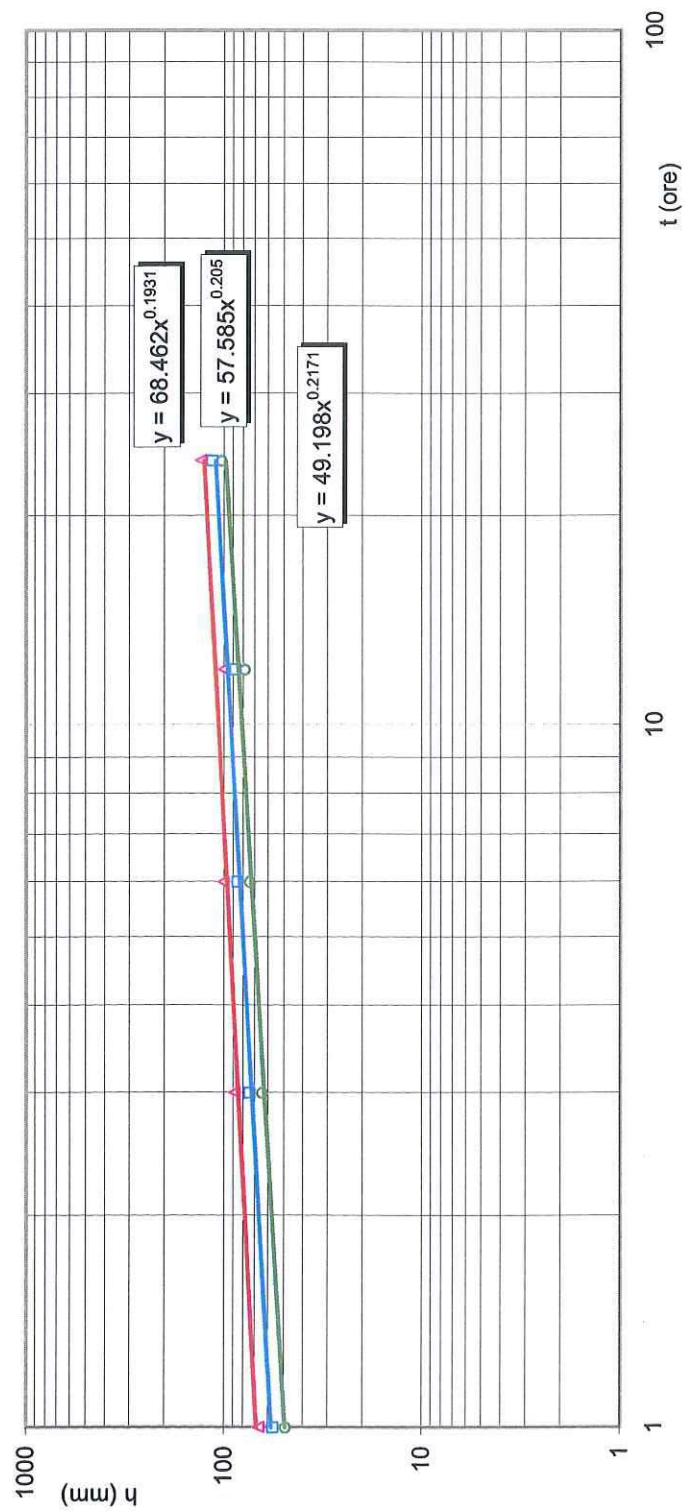
TABELLA 3 - VALORI ESTREMI PER I PERIODO DI RITORNO CONSIDERATI (mm)

| TEMPI DI RITORNO<br>(anni) | ORE   |       |        |        |        |
|----------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|
|                            | 1     | 3     | 6      | 12     | 24     |
| 10 $h_{max}$ (mm) =        | 48.91 | 63.94 | 73.81  | 78.10  | 102.40 |
| 20 $h_{max}$ (mm) =        | 56.66 | 74.65 | 85.60  | 87.85  | 114.94 |
| 50 $h_{max}$ (mm) =        | 66.69 | 88.50 | 100.86 | 100.46 | 131.17 |

TABELLA 4 - VALORI DI  $a$  ED  $n$  AL VARIARE DI TR PER EVENTI DI DURATA ORARIA

| TEMPI DI RITORNO | $a$ (mm ore <sup>-1</sup> ) | $n$   |
|------------------|-----------------------------|-------|
| 10 anni          | 49.198                      | 0.217 |
| 20 anni          | 57.585                      | 0.205 |
| 50 anni          | 68.462                      | 0.193 |

### Equazioni di possibilità pluviometrica per piogge orarie a Vicenza



## DETERMINAZIONE DEL TEMPO DI RITORNO

### OPERA IDRAULICA DA DIMENSIONARE

|                              |                                        |
|------------------------------|----------------------------------------|
| TIPOLOGIA DI OPERA IDRAULICA | Invasi di laminazione acque meteoriche |
| AMBITO                       | CENTRO LOGISTICO                       |
|                              | Comune di Altavilla (VI)               |

**TABELLA - Tempi di ritorno (Tr) in funzione della tipologia di opera**

| TIPOLOGIA DI OPERA IDRAULICA              | Tr (min) | Tr (max) |
|-------------------------------------------|----------|----------|
| <i>Fognature</i>                          | (anni)   | (anni)   |
| a. Collettori acque bianche o miste       | 10       | 30       |
| b. Collettori principali di trasferimento | 10       | 50       |
| c. Sollevamenti e condotte prementi       | 10       | 50       |
| d. Vasche di laminazione                  | 10       | 50       |

### CRITERIO PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE IDRAULICHE

Le opere idrauliche vengono classificate in relazione ad una serie di criteri che possano fornire un orientamento preciso sui tempi di ritorno per il dimensionamento all'interno dell'intervallo evidenziato nella tabella sopra riportata.

**A) criteri riferiti alla tipologia delle opere**

1. criterio della modificazione della probabilità del danno dovuta al tipo di opera
2. criterio delle dimensioni caratteristiche che non variano al variare del rischio assunto
3. criterio di sito di realizzazione dell'opera, legato al fattore di impatto ecologico
4. criterio della capacità residua delle opere di mantenere la funzionalità di progetto

**B) criteri riferiti alla tipologia del sito dove insiste l'opera**

5. criterio legato all'impatto paesaggistico
6. criterio legato ai costi sociali

**C) criteri riferiti al valore del bene difeso**

7. gli edifici
8. gli insediamenti produttivi
9. l'agricoltura
10. la viabilità
11. le infrastrutture

Ad ogni criterio è possibile attribuire un valore qualitativo che indica se il Tr debba essere massimo, medio, minimo; tale indice è anche esprimibile attraverso un valore numerico ordinale 2,1,0:

| TEMPO DI RITORNO | INDICE |
|------------------|--------|
| massimo          | 2      |
| medio            | 1      |
| minimo           | 0      |

**VALORI PROPOSTI PER GLI INDICI TR**

|                                                                                  |    |    |    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|-----|
| <b>A) criteri riferiti alla tipologia delle opere (A1, A2, A3, A4)</b>           |    |    |    |     |
| <b>TIPOLOGIA DI OPERA IDRAULICA</b>                                              |    |    |    |     |
| <u>Fognature</u>                                                                 | A1 | A2 | A3 | A4  |
| a. Collettori acque bianche o miste                                              | 1  | 1  | 2  | 0   |
| b. Collettori principali di trasferimento                                        | 2  | 1  | 2  | 0   |
| c. Sollevamenti e condotte prementi                                              | 1  | 0  | 2  | 0   |
| d. Vasche di laminazione                                                         | 2  | 0  | 2  | 0   |
| <b>B) criteri riferiti alla tipologia del sito dove insiste l'opera (B5, B6)</b> |    |    |    |     |
| <u>OPERE ENTRO TERRA (Fognature)</u>                                             |    |    |    | B5  |
|                                                                                  |    |    |    | 2   |
| <u>CONDIZIONI AMBIENTALI DEL SITO DI REALIZZAZIONE</u>                           |    |    |    | B6  |
| Città, zone industriali, aree interessate dalla grande viabilità                 |    |    |    | 2   |
| Aree con forme insediative limitate, aree prevalentemente rurali                 |    |    |    | 1   |
| Aree non antropizzate                                                            |    |    |    | 0   |
| <b>C) criteri riferiti al valore del bene difeso (C7, C8, C9, C10, C11)</b>      |    |    |    |     |
| <u>TIPOLOGIA DEL BENE DIFESO</u>                                                 |    |    |    |     |
| <u>Danno evitato agli edifici</u>                                                |    |    |    | C7  |
| case sparse e nuclei                                                             |    |    |    | 0   |
| frazioni                                                                         |    |    |    | 1   |
| centri                                                                           |    |    |    | 2   |
| <u>Insediamenti produttivi</u>                                                   |    |    |    | C8  |
| locali                                                                           |    |    |    | 0   |
| regionali                                                                        |    |    |    | 1   |
| nazionali                                                                        |    |    |    | 2   |
| <u>Agricoltura</u>                                                               |    |    |    | C9  |
| non di pregio                                                                    |    |    |    | 0   |
| di pregio                                                                        |    |    |    | 1   |
| di pregio con serre                                                              |    |    |    | 2   |
| <u>Viabilità</u>                                                                 |    |    |    | C10 |
| secondaria                                                                       |    |    |    | 0   |
| secondaria con ponti                                                             |    |    |    | 1   |
| principale                                                                       |    |    |    | 2   |
| <u>Infrastrutture a rete</u>                                                     |    |    |    | C11 |
| acquedotti e fognature                                                           |    |    |    | 0   |
| linee AT e gasdotti                                                              |    |    |    | 1   |
| sistemi idrici, linee di telecomunicazione                                       |    |    |    | 2   |

**VALORI ASSEGNATI AGLI INDICI TR PER IL CASO IN ESAME**

| CRITERI ASSUNTI                                                             | INDICE | Xi  |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------|-----|
| A1 <i>modificazione della probabilità del danno dovuta al tipo di opera</i> | 2      | X1  |
| A2 <i>dimensioni caratteristiche che non variano al variare del rischio</i> | 0      | X2  |
| A3 <i>sito di realizzazione dell'opera legato all'impatto ecologico</i>     | 2      | X3  |
| A4 <i>capacità residua delle opere di mantenere la funzionalità</i>         | 0      | X4  |
| B5 <i>impatto paesaggistico</i>                                             | 2      | X5  |
| B6 <i>costi indotti nella fase di costruzione</i>                           | 1      | X6  |
| C7 <i>edifici</i>                                                           | 2      | X7  |
| C8 <i>insediamenti produttivi</i>                                           | 0      | X8  |
| C9 <i>agricoltura</i>                                                       | 0      | X9  |
| C10 <i>viabilità</i>                                                        | 0      | X10 |
| C11 <i>infrastrutture a rete</i>                                            | 0      | X11 |

**CALCOLO DEL TEMPO DI RITORNO PER L'OPERA IN PROGETTO**

**DATI DI INPUT**

TR max tempo di ritorno massimo **50** (anni)  
 TR min tempo di ritorno minimo **10** (anni)

| xi | xi <sub>max</sub> | (xi <sub>max</sub> -xi) <sup>2</sup> | (xi <sub>max</sub> -xi <sub>min</sub> ) <sup>2</sup> |
|----|-------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 2  | 2                 | 0                                    | 4                                                    |
| 0  | 2                 | 4                                    | 4                                                    |
| 2  | 2                 | 0                                    | 4                                                    |
| 0  | 2                 | 4                                    | 4                                                    |
| 2  | 2                 | 0                                    | 4                                                    |
| 1  | 2                 | 1                                    | 4                                                    |
| 2  | 2                 | 0                                    | 4                                                    |
| 0  | 2                 | 4                                    | 4                                                    |
| 0  | 2                 | 4                                    | 4                                                    |
| 0  | 2                 | 4                                    | 4                                                    |
| 0  | 2                 | 4                                    | 4                                                    |
| 0  | 2                 | 4                                    | 4                                                    |
|    |                   | 25                                   | 44                                                   |

**RISULTATI**

D  $(\sum (xi_{max}-xi)^2)^{0.5}$  **5,00**

Dmax  $(\sum (xi_{max}-xi_{min})^2)^{0.5}$  **6,63**

Tr calcolato **19,85** (anni)

Posto Tr calcolato come tempo di ritorno desunto dal calcolo, sarà adottato per le valutazioni di portata e precipitazione di progetto, il tempo di ritorno Tr della classe nella quale esso ricade e indicato in tabella seguente

|          |             |                                |
|----------|-------------|--------------------------------|
| classe 1 | Tr=10 anni  | Tr <sub>calcolo</sub> <15      |
| classe 2 | Tr=20 anni  | 15 ≤ Tr <sub>calcolo</sub> <25 |
| classe 3 | Tr=30 anni  | 25 ≤ Tr <sub>calcolo</sub> <40 |
| classe 4 | Tr=50 anni  | 40 ≤ Tr <sub>calcolo</sub> <60 |
| classe 5 | Tr=100 anni | Tr <sub>calcolo</sub> ≥ 60     |

TR calcolato **20** (anni)  
 TR assunto per il caso in esame **50** (anni)

## CALCOLI IDRAULICI CONFIGURAZIONE ATTUALE

### DATI GENERALI

Comune **Comune di Altavilla (VI)**  
**Area SIAD srl**  
**CONFIGURAZIONE ATTUALE**

S (mq) **46.600**    S (ha)    4,66    S (Kmq)    0,0466

PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA T>1 ORA

|           |               |               |              |
|-----------|---------------|---------------|--------------|
| Tr (anni) | <b>10</b>     | <b>20</b>     | <b>50</b>    |
| a         | <b>49,198</b> | <b>57,585</b> | <b>68,46</b> |
| n         | <b>0,217</b>  | <b>0,205</b>  | <b>0,193</b> |

PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA T<1 ORA

|           |              |              |              |
|-----------|--------------|--------------|--------------|
| Tr (anni) | <b>10</b>    | <b>20</b>    | <b>50</b>    |
| a         | <b>50,19</b> | <b>57,96</b> | <b>68,02</b> |
| n         | <b>0,43</b>  | <b>0,44</b>  | <b>0,45</b>  |

### CALCOLO COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

| Superfici                                             | Si            | $\varphi$   | Si x $\varphi$ |
|-------------------------------------------------------|---------------|-------------|----------------|
| Superficie coperta (tetti)                            | <b>16.933</b> | <b>0,90</b> | 15.240         |
| Superficie a verde agricola                           | <b>15.118</b> | <b>0,05</b> | 756            |
| Verde di rispetto                                     | <b>4.269</b>  | <b>0,20</b> | 854            |
| Viabilità interna veicolare e pedonale                | <b>8.840</b>  | <b>0,90</b> | 7.956          |
| Park                                                  | <b>1.440</b>  | <b>0,90</b> | 1.296          |
|                                                       | <b>46.600</b> | <b>0,56</b> | 26.101         |
| <b>Valore assunto per il coefficiente di deflusso</b> |               | <b>0,56</b> |                |

### CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

Formulazione suggerita nel 1997 dal Politecnico di Milano (Mambretti e Paoletti)

Tempo di corrvazione = tempo di accesso alla rete + tempo di rete

#### CALCOLO DEL TEMPO DI ACCESSO ALLA RETE

| Si    | li  | li* | $\varphi_i$ | si    | a     | n    | tai | tai   |
|-------|-----|-----|-------------|-------|-------|------|-----|-------|
| (mq)  | (m) | (m) |             |       |       |      | (s) | (min) |
| 46600 | 553 | 553 | 0,56        | 0,001 | 50,19 | 0,43 | 893 | 14    |

li\* = massima lunghezza della rete misurato sulla rete di progetto

tai = tempo di accesso dell'iesimo sottobacino

si = pendenza media dell'iesimo sottobacino

Si = superficie dell'iesimo

#### CALCOLO DEL TEMPO DI RETE

| Tratto | Descrizione                           | Vui   | Li     | tri | tri   |
|--------|---------------------------------------|-------|--------|-----|-------|
|        |                                       | (m/s) | (m)    | (s) | (min) |
| 1      | Condotta fittizio (massima lunghezza) | 0,8   | 577    | 721 | 12    |
|        |                                       |       | Totale | 721 | 12    |

#### CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

| ta    | tr    | tc    | tc    |
|-------|-------|-------|-------|
| (min) | (min) | (min) | (ore) |
| 14    | 12    | 26    | 0,43  |

### CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO CINEMATICO - DATI DI PROGETTO

| Coeff. deflusso | $\varphi$ | 0,56  |      |       |       |       |          |        |
|-----------------|-----------|-------|------|-------|-------|-------|----------|--------|
| Tr              | $\varphi$ | a     | n    | t     | t     | h     | j        | S      |
|                 |           |       |      | (min) | (ore) | (mm)  | (mm/ora) | (mq)   |
| 10              | 0,56      | 50,19 | 0,43 | 26    | 0,43  | 34,91 | 81,20    | 46.600 |

### CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO CINEMATICO - RISULTATI

| Tr     | Q     | u        | V pioggia |
|--------|-------|----------|-----------|
| (anni) | (l/s) | (l/s ha) | (mc)      |
| 10     | 588   | 126      | 910       |

## CALCOLI IDRAULICI CONFIGURAZIONE DI PROGETTO

### DATI GENERALI

|                                                            |                                                                            |         |        |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------|--------|
| Comune                                                     | Comune di Altavilla (VI)<br>CENTRO LOGISTICO<br>CONFIGURAZIONE DI PROGETTO |         |        |
| S (mq)                                                     | 46.600                                                                     | S (ha)  | 4,66   |
|                                                            |                                                                            | S (Kmq) | 0,0466 |
| PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA PLUVIOMETRICA T>1 ORA |                                                                            |         |        |
| Tr (anni)                                                  | 10                                                                         | 20      | 50     |
| a                                                          | 49,198                                                                     | 57,585  | 68,46  |
| n                                                          | 0,217                                                                      | 0,205   | 0,193  |
| PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA PLUVIOMETRICA T<1 ORA |                                                                            |         |        |
| Tr (anni)                                                  | 10                                                                         | 20      | 50     |
| a                                                          | 50,19                                                                      | 57,96   | 68,02  |
| n                                                          | 0,43                                                                       | 0,44    | 0,45   |

### CALCOLO COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

| Superfici                                      | Si     | $\phi$ | Si x $\phi$ |
|------------------------------------------------|--------|--------|-------------|
| Superficie impermeabile                        | 46.600 | 0,90   | 41.940      |
|                                                | 46.600 | 0,90   | 41.940      |
| Valore assunto per il coefficiente di deflusso |        | 0,90   |             |

### CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

Formulazione suggerita nel 1997 dal Politecnico di Milano (Mambretti e Paoletti)

Tempo di corrivazione = tempo di accesso alla rete + tempo di rete

#### CALCOLO DEL TEMPO DI ACCESSO ALLA RETE

| Si    | li  | li* | $\phi_i$ | si    | a     | n    | tai | tai   |
|-------|-----|-----|----------|-------|-------|------|-----|-------|
| (mq)  | (m) | (m) |          |       |       |      | (s) | (min) |
| 46600 | 553 | 550 | 0,90     | 0,001 | 50,19 | 0,43 | 773 | 12    |

li\* = massima lunghezza della rete misurato sulla rete di progetto

tai = tempo di accesso dell'iesimo sottobacino

si = pendenza media dell'iesimo sottobacino

Si = superficie dell'iesimo

#### CALCOLO DEL TEMPO DI RETE

| Tratto | Descrizione                           | Vui   | Li     | tri | tri   |
|--------|---------------------------------------|-------|--------|-----|-------|
|        |                                       | (m/s) | (m)    | (s) | (min) |
| 1      | Condotto fittizio (massima lunghezza) | 0,8   | 550    | 687 | 11    |
|        |                                       |       | Totale | 687 | 11    |

#### CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

| ta    | tr    | tc    |
|-------|-------|-------|
| (min) | (min) | (min) |
| 12    | 11    | 23    |

### CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO CINEMATICO - DATI DI PROGETTO

| Coeff. deflusso | $\phi$ | 0,90  |      |       |       |       |          |        |
|-----------------|--------|-------|------|-------|-------|-------|----------|--------|
| Tr              | $\phi$ | a     | n    | t     | t     | h     | j        | S      |
|                 |        |       |      | (min) | (ore) | (mm)  | (mm/ora) | (mq)   |
| 10              | 0,90   | 50,19 | 0,43 | 23    | 0,38  | 33,11 | 87,12    | 46.600 |

### CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO CINEMATICO - RISULTATI

| Tr     | Q     | u        | V pioggia |
|--------|-------|----------|-----------|
| (anni) | (l/s) | (l/s ha) | (mc)      |
| 10     | 1.015 | 218      | 1389      |

# VOLUMI DA INVASARE AL VARIARE DEL TEMPO DI PIOGGIA

## DATI DI INPUT

|                         |           |          |                                                          |
|-------------------------|-----------|----------|----------------------------------------------------------|
| Q defluita scarico      | 280       | l/s      | portata defluita                                         |
| Q defluita/ettaro       | 60        | l/(s ha) | NOTA: Valore ridotto del 50% rispetto allo stato attuale |
| Coef. deflusso area     | $\varphi$ | 0,90     |                                                          |
| Volume superficiale /ha | 30        | (mc/ha)  |                                                          |
| Volume superficiale     | 139       | mc       |                                                          |

## CALCOLO DEL VOLUME DA INVASARE

### PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

|           |        |        |         |          |         | t > 1 ora | t < 1 ora    |        |   |
|-----------|--------|--------|---------|----------|---------|-----------|--------------|--------|---|
| Tr (anni) |        | 50     |         | a        |         | 68,460    | 68,020       |        |   |
|           |        |        |         | n        |         | 0,193     | 0,450        |        |   |
| tempo     | h      | J      | Q       | Q        | V       | V         | V            | V      | V |
| (ore)     | (mm)   | (mm/h) | pioggia | defluita | pioggia | defluito  | superficiale | invaso |   |
|           |        |        | (l/s)   | (l/s)    | (mc)    | (mc)      | (mc)         | (mc)   |   |
| 0,1       | 24,13  | 241,34 | 2812    | 280      | 1012    | 101       | 139          | 773    |   |
| 0,25      | 36,45  | 145,80 | 1699    | 280      | 1529    | 252       | 139          | 1138   |   |
| 0,5       | 49,79  | 99,59  | 1160    | 280      | 2088    | 503       | 139          | 1446   |   |
| 0,75      | 59,76  | 79,68  | 928     | 280      | 2506    | 755       | 139          | 1612   |   |
| 1         | 68,46  | 68,46  | 798     | 280      | 2871    | 1007      | 139          | 1726   |   |
| 2         | 78,26  | 39,13  | 456     | 280      | 3282    | 2013      | 139          | 1130   |   |
| 3         | 84,63  | 28,21  | 329     | 280      | 3549    | 3020      | 139          | 391    |   |
| 4         | 89,46  | 22,37  | 261     | 280      | 3752    | 3752      | 139          | 0      |   |
| 5         | 93,40  | 18,68  | 218     | 280      | 3917    | 3917      | 139          | 0      |   |
| 6         | 96,74  | 16,12  | 188     | 280      | 4057    | 4057      | 139          | 0      |   |
| 7         | 99,66  | 14,24  | 166     | 280      | 4180    | 4180      | 139          | 0      |   |
| 8         | 102,27 | 12,78  | 149     | 280      | 4289    | 4289      | 139          | 0      |   |
| 9         | 104,62 | 11,62  | 135     | 280      | 4388    | 4388      | 139          | 0      |   |
| 10        | 106,77 | 10,68  | 124     | 280      | 4478    | 4478      | 139          | 0      |   |
| 11        | 108,75 | 9,89   | 115     | 280      | 4561    | 4561      | 139          | 0      |   |
| 12        | 110,59 | 9,22   | 107     | 280      | 4638    | 4638      | 139          | 0      |   |

V massimo (mc) 1726

### VOLUME RICHIESTO DAL MODELLO

Volume affossature da recuperare

(mc) 1726

(mc) 98

### VOLUME TOTALE EFFICACE DA INVASARE

Volume di laminazione/ettaro

(mc) 1824

(mc/ha) 391

VALUTAZIONE DI MASSIMO INVASO IDRICO - ANALISI SEMPLIFICATA PER PIOGGIA DI DURATA ORARIA

|                                        |  | SITUAZIONE ATTUALE    |                     | SITUAZIONE PROGETTO |                     | DIFFERENZE         |                     |
|----------------------------------------|--|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|                                        |  | Area (mq)             | Volume pioggia (mc) | Area (mq)           | Volume pioggia (mc) | Area (mq)          | Volume pioggia (mc) |
|                                        |  | 46.600                | 4.660               | 46.600              | 4.660               | 46.600             | 4.660               |
|                                        |  |                       |                     |                     |                     |                    |                     |
| Tipo di superficie e % capacità Invaso |  | % altezza invaso (mm) | Area (mq)           | Volume Invaso (mc)  | Area (mq)           | Volume Invaso (mc) |                     |
| Superficie impermeabile                |  | 10                    | 30.900              | 309                 | 46.600              | 15.700             | 157                 |
| Superficie permeabile attuale a verde  |  | 90                    | 15.700              | 1413                | 0                   | -15.700            | -1413               |
| TOTALE                                 |  |                       | 46.600              |                     | 46.600              |                    |                     |
| TOTALI VOLUMI INVASATI mc              |  |                       | ATTUALI             | 1722                | FUTURI              | 466                | DIFFERENZA          |
|                                        |  |                       |                     |                     |                     |                    | -1256               |

Interventi di mitigazione idraulica previsti all'interno della zona considerata

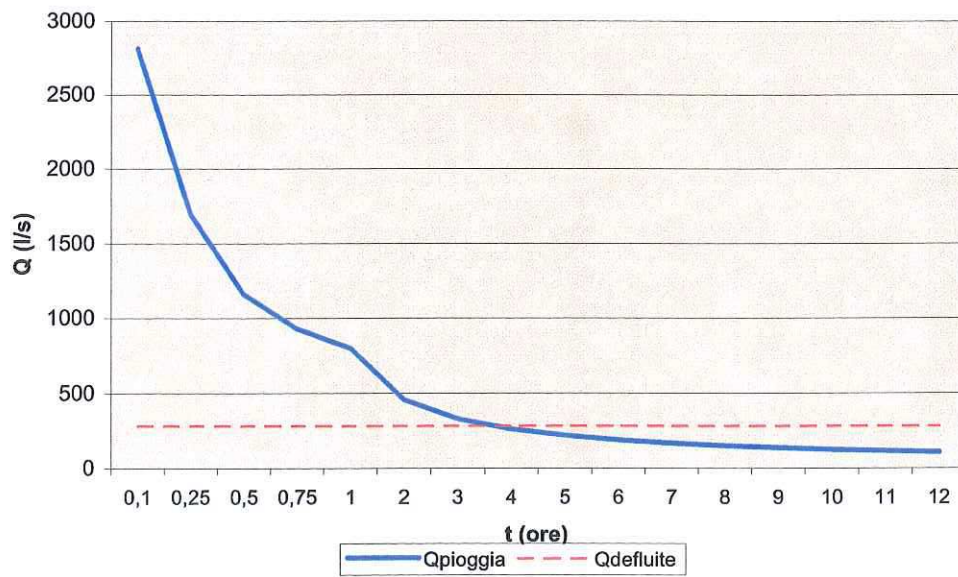
- Situazione attuale di deflusso
- Volumi di invaso superficiale
- Volumi di invaso interrati
- Aree scoperte con sottofondi tipo vespaio
- Superfici drenanti e Pozzi Perdenti
- Norme Regolamentari Edilizie

Vespai ad alta capacità di accumulo. Sovradimensionamento rete di raccolta acque meteoriche

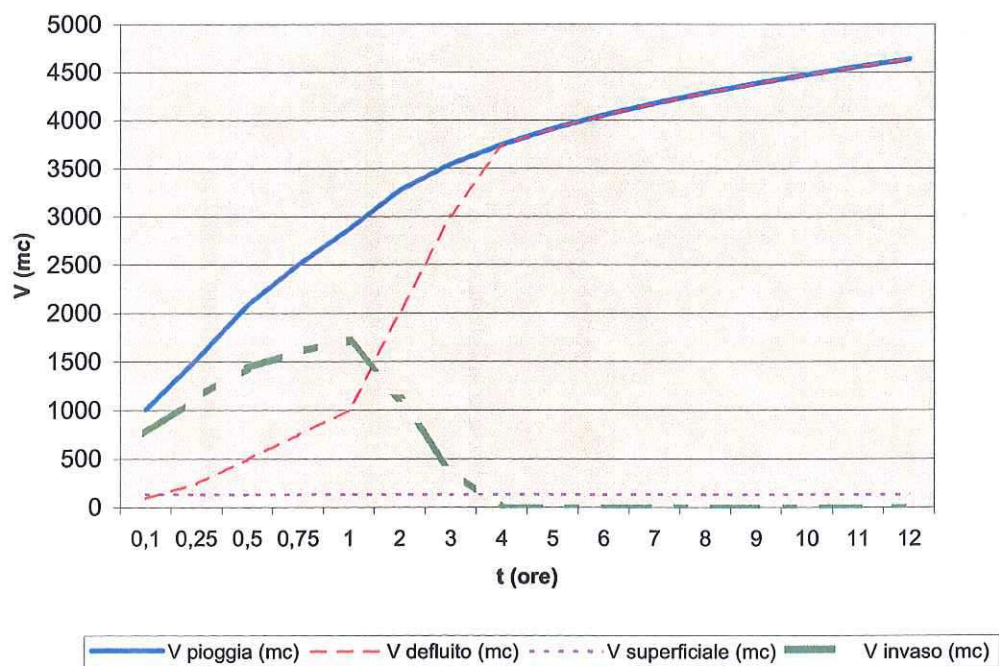
Interventi possibili in altre zone con future programmazioni di mitigazione idraulica

- Bacini idraulici ed aree esondabili
- Risezionamenti corsi d'acqua
- Modifiche ai sistemi fognari
- Trasformazioni Territoriali e Culturali

Portate di pioggia e portate defluite



Volumi di pioggia, volumi defluiti e volumi invasati



## VOLUME DI INVASO DI PROGETTO

### VOLUME INVASABILE NEL VESPAIO AD ALTA CAPACITA' DRENANTE

| Area                                | Superficie<br>vespaio<br>(mq) | Accumulo<br>unitario<br>(mc/mq) | Volume<br>invaso<br>(mc) |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| A1                                  | 400                           | 0,35                            | 140,0                    |
| A2                                  | 425                           | 0,35                            | 148,8                    |
| A3                                  | 430                           | 0,35                            | 150,5                    |
| A4                                  | 450                           | 0,35                            | 157,5                    |
| A5                                  | 455                           | 0,35                            | 159,3                    |
| A6                                  | 475                           | 0,35                            | 166,3                    |
|                                     | 2635                          |                                 | 922,3                    |
| <b>Volume totale di invaso (mc)</b> |                               |                                 | <b>922</b>               |

### VOLUME INVASABILE NELLA VASCA DI PRIMA PIOGGIA

| Superficie<br>scoperta<br>trattata<br>(ettari) | Tempo<br>pioggia<br>(min) | Altezza<br>pioggia<br>oraria<br>(mm) | Volume<br>ettaro<br>trattato<br>(mc/ha) | Volume<br>totale<br>vasca<br>(mc) | VP1<br>(mc) | VP2<br>(mc) | VP3<br>(mc) |
|------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| 1,400                                          | 5                         | 60                                   | 50,0                                    | 70                                | 10          | 35          | 25          |
| <b>Volume totale di invaso (mc)</b>            |                           |                                      |                                         |                                   | <b>70,0</b> |             |             |

### VOLUME INVASABILE RETE METEORICA COPERTURA

#### Rete di raccolta acque dei pluviali esterne

| Tratto  | Diametro<br>(m) | Lungh.<br>(m) | Hmax<br>(m) | Angolo<br>(rad) | Area<br>(mq) | Volume<br>(mc) |
|---------|-----------------|---------------|-------------|-----------------|--------------|----------------|
| 100-101 | 0,60            | 24,4          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 5,2            |
| 101-102 | 0,60            | 46,8          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 9,9            |
| 102-103 | 0,60            | 94,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 19,9           |
| 103-104 | 1,00            | 80,0          | 0,70        | 3,96463         | 0,5872       | 47,0           |
| 104-105 | 1,00            | 77,4          | 0,70        | 3,96463         | 0,5872       | 45,5           |
| 105-106 | 1,00            | 12,4          | 0,70        | 3,96463         | 0,5872       | 7,3            |
| 106-107 | 1,00            | 18,2          | 0,70        | 3,96463         | 0,5872       | 10,7           |
| 107-108 | 1,00            | 5,3           | 0,70        | 3,96463         | 0,5872       | 3,1            |
| 108-109 | 1,00            | 11,0          | 0,70        | 3,96463         | 0,5872       | 6,5            |
| 109-110 | 1,00            | 7,6           | 0,70        | 3,96463         | 0,5872       | 4,5            |
| 110-111 | 1,00            | 8,2           | 0,70        | 3,96463         | 0,5872       | 4,8            |
| 111-112 | 1,00            | 10,9          | 0,70        | 3,96463         | 0,5872       | 6,4            |
| 112-113 | 1,00            | 5,3           | 0,70        | 3,96463         | 0,5872       | 3,1            |
| 113-114 | 1,00            | 5,9           | 0,70        | 3,96463         | 0,5872       | 3,5            |
| 114-115 | 0,80            | 19,0          | 0,56        | 3,96463         | 0,3758       | 7,1            |
| 115-116 | 0,80            | 32,4          | 0,56        | 3,96463         | 0,3758       | 12,2           |
| 116-117 | 0,80            | 6,6           | 0,56        | 3,96463         | 0,3758       | 2,5            |
| 117-118 | 0,80            | 24,0          | 0,56        | 3,96463         | 0,3758       | 9,0            |
| 118-119 | 0,80            | 25,5          | 0,56        | 3,96463         | 0,3758       | 9,6            |
| 114-120 | 0,80            | 13,0          | 0,56        | 3,96463         | 0,3758       | 4,9            |
| 120-121 | 0,80            | 3,8           | 0,56        | 3,96463         | 0,3758       | 1,4            |

#### Rete di raccolta acque dei pluviali interne

| Tratto    | Diametro<br>(m) | Lungh.<br>(m) | Hmax<br>(m) | Angolo<br>(rad) | Area<br>(mq) | Volume<br>(mc) |
|-----------|-----------------|---------------|-------------|-----------------|--------------|----------------|
| linea 101 | 0,6             | 62,4          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 13,2           |
| linea 102 | 0,6             | 60,5          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 12,8           |
| linea 106 | 0,6             | 65,3          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 13,8           |
| linea 108 | 0,6             | 67,3          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 14,2           |
| linea 110 | 0,6             | 66,8          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 14,1           |
| linea 112 | 0,6             | 67,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 14,2           |
| linea 120 | 0,6             | 62,9          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 13,3           |
| linea 121 | 0,6             | 71,2          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 15,1           |
| linea 115 | 0,6             | 85,4          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 18,1           |
| linea 116 | 0,6             | 82,6          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 17,5           |
| linea 118 | 0,6             | 79,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 16,7           |
| linea 119 | 0,6             | 77,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 16,3           |
|           |                 |               |             |                 |              | 403,0          |

**Volume totale di invaso (mc)**

**403**

**VOLUME INVASABILE RETE METEORICA STRADE**

| Tratto                              | Diametro<br>(m) | Lungh.<br>(m) | Hmax<br>(m) | Angolo<br>(rad) | Area<br>(mq) | Volume<br>(mc) |
|-------------------------------------|-----------------|---------------|-------------|-----------------|--------------|----------------|
| 300-200                             | 0,60            | 47,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 9,9            |
| 200-201                             | 0,60            | 71,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 15,0           |
| 201-202                             | 0,60            | 31,2          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 6,6            |
| 202-203                             | 0,60            | 29,4          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 6,2            |
| 203-204                             | 0,60            | 155,0         | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 32,8           |
| 204-205                             | 0,80            | 45,8          | 0,56        | 3,96463         | 0,3758       | 17,2           |
| 205-206                             | 0,80            | 6,0           | 0,56        | 3,96463         | 0,3758       | 2,3            |
| 206-207                             | 0,80            | 7,0           | 0,56        | 3,96463         | 0,3758       | 2,6            |
| 207-208                             | 0,80            | 8,9           | 0,56        | 3,96463         | 0,3758       | 3,3            |
| 208-209                             | 0,80            | 7,1           | 0,56        | 3,96463         | 0,3758       | 2,7            |
| 209-210                             | 0,80            | 8,9           | 0,56        | 3,96463         | 0,3758       | 3,3            |
| 211-212                             | 0,80            | 7,1           | 0,56        | 3,96463         | 0,3758       | 2,7            |
| 212-213                             | 0,80            | 8,3           | 0,56        | 3,96463         | 0,3758       | 3,1            |
| 213-214                             | 0,80            | 8,9           | 0,56        | 3,96463         | 0,3758       | 3,3            |
| 214-215                             | 0,80            | 3,0           | 0,56        | 3,96463         | 0,3758       | 1,1            |
| 215-216                             | 0,80            | 13,0          | 0,56        | 3,96463         | 0,3758       | 4,9            |
| 216-217                             | 0,60            | 6,3           | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 1,3            |
| 217-218                             | 0,60            | 16,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 3,4            |
| 218-219                             | 0,60            | 16,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 3,4            |
| 219-220                             | 0,60            | 7,9           | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 1,7            |
| 220-221                             | 0,60            | 8,2           | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 1,7            |
| 221-222                             | 0,60            | 7,2           | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 1,5            |
| 222-223                             | 0,60            | 4,7           | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 1,0            |
| 223-224                             | 0,60            | 7,3           | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 1,5            |
| 224-225                             | 0,60            | 6,6           | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 1,4            |
| 225-226                             | 0,60            | 41,4          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 8,8            |
| 226-227                             | 0,60            | 16,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 3,4            |
| 227-228                             | 0,60            | 16,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 3,4            |
| 228-229                             | 0,60            | 16,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 3,4            |
| 229-230                             | 0,60            | 16,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 3,4            |
| 230-231                             | 0,60            | 13,4          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 2,8            |
| 200-305                             | 0,60            | 11,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 2,3            |
| 305-306                             | 0,60            | 48,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 10,1           |
| 306-307                             | 0,60            | 58,2          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 12,3           |
| 300-301                             | 0,60            | 24,9          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 5,3            |
| 301-302                             | 0,60            | 60,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 12,7           |
| 302-303                             | 0,60            | 29,6          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 6,3            |
| 303-304                             | 0,60            | 16,7          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 3,5            |
| 216-232                             | 0,60            | 9,8           | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 2,1            |
| 232-233                             | 0,60            | 16,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 3,4            |
| 233-234                             | 0,60            | 12,9          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 2,7            |
| linea 305                           | 0,60            | 46,3          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 9,8            |
| linea 301                           | 0,60            | 89,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 18,8           |
| linea 302                           | 0,60            | 83,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 17,5           |
| linea 205                           | 0,60            | 38,4          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 8,1            |
| linea 206                           | 0,60            | 41,8          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 8,8            |
| linea 207                           | 0,60            | 30,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 6,3            |
| linea 208                           | 0,60            | 38,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 8,0            |
| linea 209                           | 0,60            | 29,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 6,1            |
| linea 210                           | 0,60            | 38,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 8,0            |
| linea 211                           | 0,60            | 29,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 6,1            |
| linea 212                           | 0,60            | 38,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 8,0            |
| linea 213                           | 0,60            | 29,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 6,1            |
| linea 214                           | 0,60            | 38,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 8,0            |
| linea 215                           | 0,60            | 29,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 6,1            |
| linea 217                           | 0,60            | 53,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 11,2           |
| linea 218                           | 0,60            | 54,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 11,4           |
| linea 219                           | 0,60            | 55,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 11,6           |
| linea 220                           | 0,60            | 25,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 5,3            |
| linea 221                           | 0,60            | 48,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 10,1           |
| linea 222                           | 0,60            | 17,3          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 3,7            |
| linea 226                           | 0,60            | 16,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 3,4            |
| linea 227                           | 0,60            | 20,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 4,2            |
| linea 228                           | 0,60            | 20,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 4,2            |
| linea 229                           | 0,60            | 20,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 4,2            |
| linea 230                           | 0,60            | 20,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 4,2            |
| linea 232                           | 0,60            | 20,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 4,2            |
| linea 233                           | 0,60            | 20,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 4,2            |
| linea 234                           | 0,60            | 14,0          | 0,42        | 3,96463         | 0,2114       | 3,0            |
|                                     |                 |               |             |                 |              | 431            |
| <b>Volume totale di invaso (mc)</b> |                 |               |             |                 |              | <b>431</b>     |

**VERIFICA DELLA CAPACITA' DI INVASO DEL SISTEMA DI PROGETTO**

|                                                           |      |              |
|-----------------------------------------------------------|------|--------------|
| Volume invasabile vespaio ad alta capacità di accumulo    | (mc) | 922          |
| Volume invasabile vasche di prima pioggia                 | (mc) | 70           |
| Volume invasabile rete meteorica coperto                  | (mc) | 403          |
| Volume invasabile rete meteorica strade e parcheggi       | (mc) | 431          |
| <b><u>Volume totale invasabile dal raggruppamento</u></b> | (mc) | <b>1.826</b> |
| <b><u>Volume efficace richiesto</u></b>                   | (mc) | <b>1.824</b> |

## VERIFICA IDRAULICA POZZETTO DI LAMINAZIONE

### DATI GEOMETRICI LUCE DI FONDO

|                                     |        |    |
|-------------------------------------|--------|----|
| Diametro interno foro luce di fondo | 0,150  | m  |
| Area foro luce di fondo             | 0,0177 | mq |

### DATI GEOMETRICI SOGLIA DI SFIORO

|                            |      |   |
|----------------------------|------|---|
| Altezza soglia hs          | 0,40 | m |
| Larghezza soglia sfiorante | 2,00 | m |
| Altezza massima tirante    | 0,80 | m |

### IPOTESI DI CALCOLO PER LA LUCE DI FONDO

|                                                                                      |                             |               |           |                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------|-----------|--------------------|
| Valutazione della portata con la formula:                                            | $Q_f = C_c A (2 g H)^{1/2}$ |               |           |                    |
| Coefficiente di efflusso per la luce di fondo:                                       |                             |               |           |                    |
| <u>1. Parete sottile ad efflusso libero (bocca laterale)</u>                         |                             |               |           |                    |
| <i>bocca</i>                                                                         | <i>nota</i>                 | <i>carico</i> | <i>Cc</i> | <i>Ricercatore</i> |
| circolare                                                                            | D<23 cm                     | H>5D          | 0,59      | Smith              |
| <u>2. Parete sottile ad efflusso libero (bocca laterale a contatto con il fondo)</u> |                             |               |           |                    |
| <i>bocca</i>                                                                         | <i>nota</i>                 | <i>carico</i> | <i>Cc</i> | <i>Ricercatore</i> |
| circolare                                                                            | D<23 cm                     | H>5D          | 0,66      | Bidone             |
| <u>3. Parete sottile ad efflusso libero (bocca di fondo)</u>                         |                             |               |           |                    |
| <i>bocca</i>                                                                         | <i>nota</i>                 | <i>carico</i> | <i>Cc</i> | <i>Ricercatore</i> |
| circolare                                                                            | D<23 cm                     | H>5D          | 0,61      | Smith              |
| Caso considerato n°                                                                  | 3                           |               |           |                    |
| Coefficiente di efflusso Cc                                                          | 0,61                        |               |           |                    |

### IPOTESI DI CALCOLO PER LO STRAMAZZO

Valutazione della portata con la formula:  $Q_s = C_q L H (2 g H)^{1/2}$

Coefficiente di efflusso per lo stramazzo:

1. Stramazzo in parete sottile a vena soffolta senza contrazione laterale

| <i>H</i> | <i>p</i> | <i>Cq</i> | <i>Ricercatore</i> |
|----------|----------|-----------|--------------------|
| 0,1      | 0,2      | 0,46      | Bazin              |
| 0,6      | 2        | 0,42      | Bazin              |
| 0,1      | 2        | 0,44      | Bazin              |
| 0,6      | 0,2      | 0,54      | Bazin              |

2. Stramazzo in parete sottile a vena aderente senza contrazione laterale

| <i>H</i>        | <i>Cq</i> | <i>Ricercatore</i> |
|-----------------|-----------|--------------------|
| 0.1 < H < 0.27  | 0,54      | Bazin              |
| 0.27 < H < 0.35 | 0,5       | Bazin              |
| 0.35 < H < 0.40 | 0,47      | Bazin              |

Caso considerato n° 1

Coefficiente di efflusso  $C_q$  0,44

### CALCOLO IDRAULICO DI VERIFICA

*Determinazione della portata in uscita dal pozzetto di laminazione in funzione del carico idraulico a monte dello stesso.*

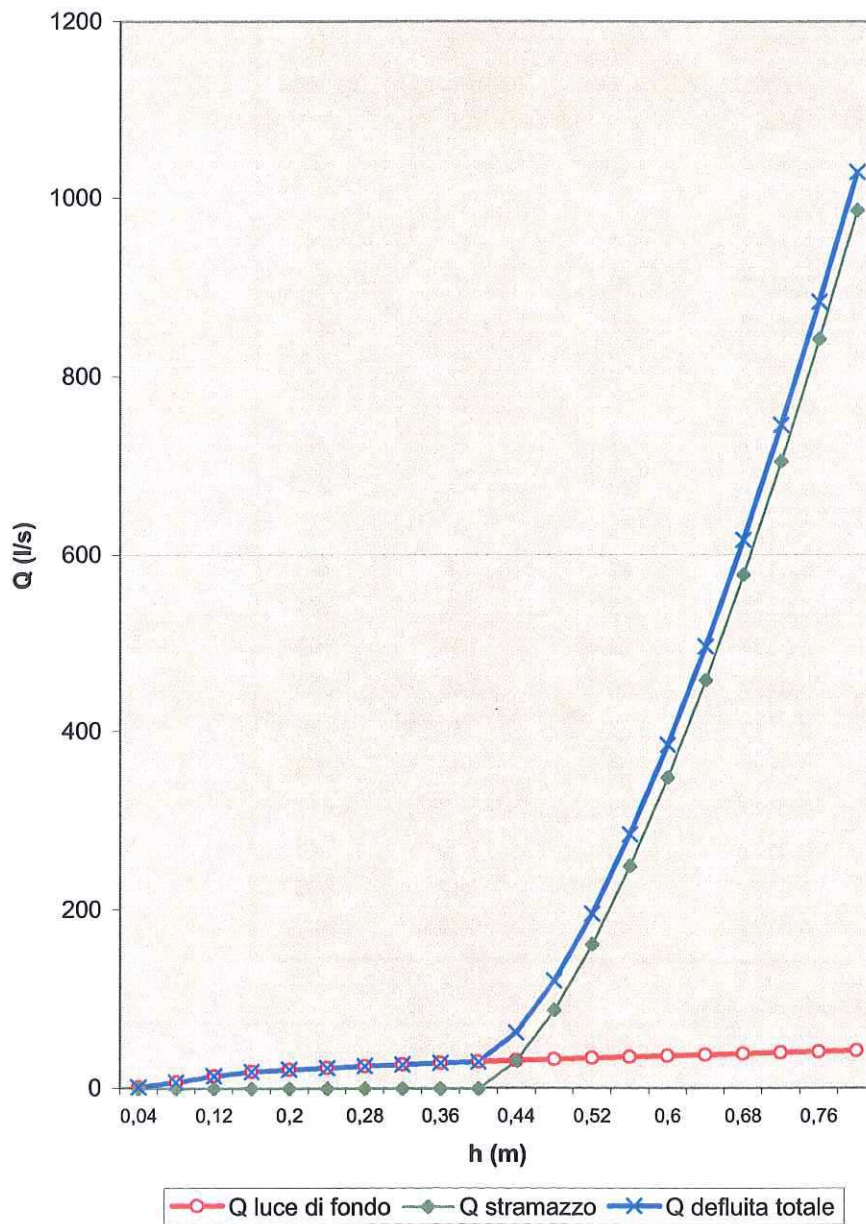
| Passi | H         | Area            | Qf                | Qs            | Q          |
|-------|-----------|-----------------|-------------------|---------------|------------|
|       | (tirante) | (luce di fondo) | (Q luce di fondo) | (Q stramazzo) | (Q totale) |
|       | (m)       | (mq)            | (l/s)             | (l/s)         | (l/s)      |
| 1     | 0,04      | 0,0038          | 2                 | 0             | 2          |
| 2     | 0,08      | 0,0096          | 7                 | 0             | 7          |
| 3     | 0,12      | 0,0152          | 14                | 0             | 14         |
| 4     | 0,16      | 0,0177          | 19                | 0             | 19         |
| 5     | 0,2       | 0,0177          | 21                | 0             | 21         |
| 6     | 0,24      | 0,0177          | 23                | 0             | 23         |
| 7     | 0,28      | 0,0177          | 25                | 0             | 25         |
| 8     | 0,32      | 0,0177          | 27                | 0             | 27         |
| 9     | 0,36      | 0,0177          | 29                | 0             | 29         |
| 10    | 0,4       | 0,0177          | 30                | 0             | 30         |
| 11    | 0,44      | 0,0177          | 32                | 31            | 63         |
| 12    | 0,48      | 0,0177          | 33                | 88            | 121        |
| 13    | 0,52      | 0,0177          | 34                | 162           | 196        |
| 14    | 0,56      | 0,0177          | 36                | 249           | 285        |
| 15    | 0,6       | 0,0177          | 37                | 348           | 385        |
| 16    | 0,64      | 0,0177          | 38                | 458           | 496        |
| 17    | 0,68      | 0,0177          | 39                | 577           | 617        |
| 18    | 0,72      | 0,0177          | 40                | 705           | 746        |
| 19    | 0,76      | 0,0177          | 42                | 842           | 883        |
| 20    | 0,8       | 0,0177          | 43                | 986           | 1028       |

### VALORI DI PORTATA SIGNIFICATIVI

*Valori significativi di portata in uscita dal pozzetto di laminazione*

|    |      |       |                                                                                                            |
|----|------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Qf | 43   | (l/s) | Portata massima che defluisce dalla luce di fondo con il massimo tirante nell'invaso                       |
| Qm | 43   | (l/s) | Portata media luce di fondo                                                                                |
| Qs | 986  | (l/s) | Portata massima che defluisce dallo stramazzo per il carico idraulico massimo previsto a monte             |
| Qt | 1028 | (l/s) | Portata massima che defluisce dal pozzetto di laminazione per il carico idraulico massimo previsto a monte |

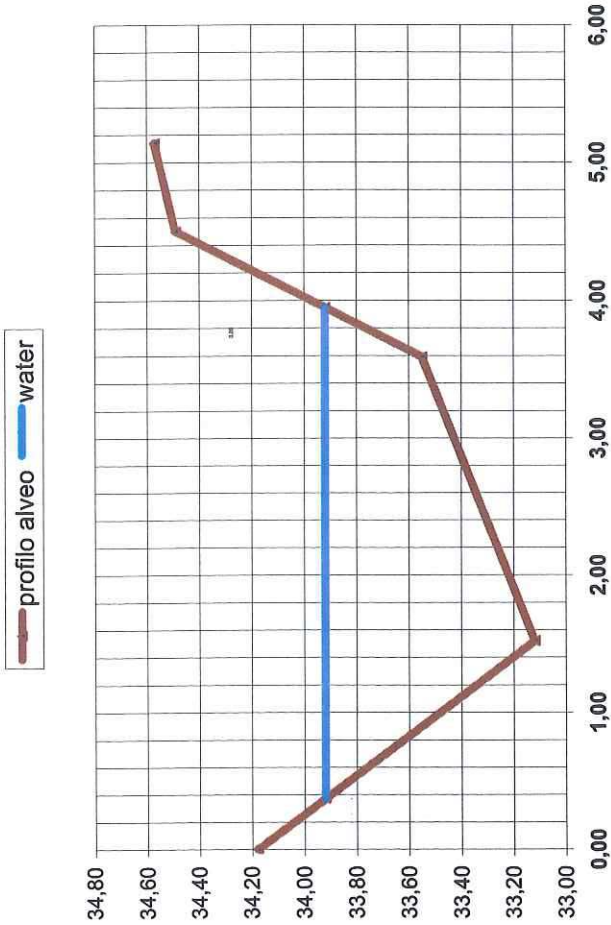
# POZZETTO DI LAMINAZIONE



**VERIFICA IDRAULICA A MOTO UNIFORME**  
**SEZIONE N.4** STATO ATTUALE

| GEOMETRIA |       |       | CARATTERISTICHE SEZIONE |                       |
|-----------|-------|-------|-------------------------|-----------------------|
| n. p.     | PROG. | QUOTE | TRAT                    | Pendenza media (-)    |
| 1,00      | 0,00  | 34,18 |                         | <b>0,0042</b>         |
| 2,00      | 1,52  | 33,12 | 1°                      |                       |
| 3,00      | 3,59  | 33,55 | 2°                      | <b>0,025</b>          |
| 4,00      | 4,50  | 34,49 | 3°                      |                       |
| 5,00      | 5,14  | 34,57 | 4°                      | <b>0,800</b>          |
| 6,00      |       |       | 5°                      |                       |
| 7,00      |       |       | 6°                      |                       |
| 8,00      |       |       | 7°                      | Quota pelo libero (m) |
| 9,00      |       |       | 8°                      | Area sezione idrica   |
| 10,00     |       |       | 9°                      | (mq)                  |
| 11,00     |       |       | 10°                     | Perimetro bagnato B   |
| 12,00     |       |       | 11°                     | (m)                   |
| 13,00     |       |       | 12°                     | Raggio Idraulico (m)  |
| 14,00     |       |       | 13°                     |                       |
| 15,00     |       |       | 14°                     | Velocità V (m/s)      |
| 16,00     |       |       | 15°                     |                       |
| 17,00     |       |       | 16°                     | Portata q (mc/s)      |
| 18,00     |       |       | 17°                     | <b>2,575</b>          |
| 19,00     |       |       | 18°                     |                       |
| 20,00     |       |       | 19°                     |                       |
| 21,00     |       |       | 20°                     |                       |
| 22,00     |       |       | 21°                     |                       |
| 23,00     |       |       | 22°                     |                       |
| 24,00     |       |       | 23°                     |                       |

VERIFICA IDRAULICA



**VERIFICA IDRAULICA A MOTO UNIFORME**  
**SEZIONE N.9b** STATO ATTUALE

| GEOMETRIA |       |            | CARATTERISTICHE SEZIONE |               |
|-----------|-------|------------|-------------------------|---------------|
| n. p.     | PROG. | QUOTE TRAT | Pendenza media (-)      |               |
| 1,00      | 0,00  | 34,54      |                         | <b>0,0021</b> |
| 2,00      | 2,88  | 33,53      | 1°                      |               |
| 3,00      | 4,09  | 33,48      | 2°                      | <b>0,025</b>  |
| 4,00      | 5,79  | 34,16      | 3°                      |               |
| 5,00      |       |            | 4°                      | <b>0,560</b>  |
| 6,00      |       |            | 5°                      |               |
| 7,00      |       |            | 6°                      |               |
| 8,00      |       |            | 7°                      |               |
| 9,00      |       |            | 8°                      | <b>34,04</b>  |
| 10,00     |       |            | 9°                      | 1,41          |
| 11,00     |       |            | 10°                     |               |
| 12,00     |       |            | 11°                     | 4,26          |
| 13,00     |       |            | 12°                     |               |
| 14,00     |       |            | 13°                     | 0,330         |
| 15,00     |       |            | 14°                     |               |
| 16,00     |       |            | 15°                     | 0,880         |
| 17,00     |       |            | 16°                     |               |
| 18,00     |       |            | 17°                     | <b>1,241</b>  |
| 19,00     |       |            | 18°                     |               |
| 20,00     |       |            | 19°                     |               |
| 21,00     |       |            | 20°                     |               |
| 22,00     |       |            | 21°                     |               |
| 23,00     |       |            | 22°                     |               |
| 24,00     |       |            | 23°                     |               |

|                          |              |
|--------------------------|--------------|
| Quota pelo libero (m)    | <b>34,04</b> |
| Area sezione idrica (mq) | 1,41         |
| Perimetro bagnato B (m)  | 4,26         |
| Raggio Idraulico (m)     | 0,330        |
| Velocità V (m/s)         | 0,880        |
| Portata q (mc/s)         | <b>1,241</b> |

VERIFICA IDRAULICA

