

Giovanni Crosara ingegnere civile idraulico

a Vicenza in Stradella San Pietro, 3 - tel. e fax 0444-541888 - e-mail: crosara@piustudi.eu

+studi
INGEGNERIA

LUOGO

COMUNE DI ALTAVILLA VICENTINA

TITOLO

CENTRO COMMERCIALE VIA OLMO, 56 - ALTAVILLA VICENTINA

ALLEGATO

RELAZIONE IDRAULICA DI MITIGAZIONE
(REV.01)

COMMITTENTE

SIAD s.r.l.

scala

-

Il Committente

Il Progettista

data

MARZO 2008

archivio

43/07

allegato

A

INDICE

PARTE PRIMA	2
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
PARTE SECONDA	26
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.

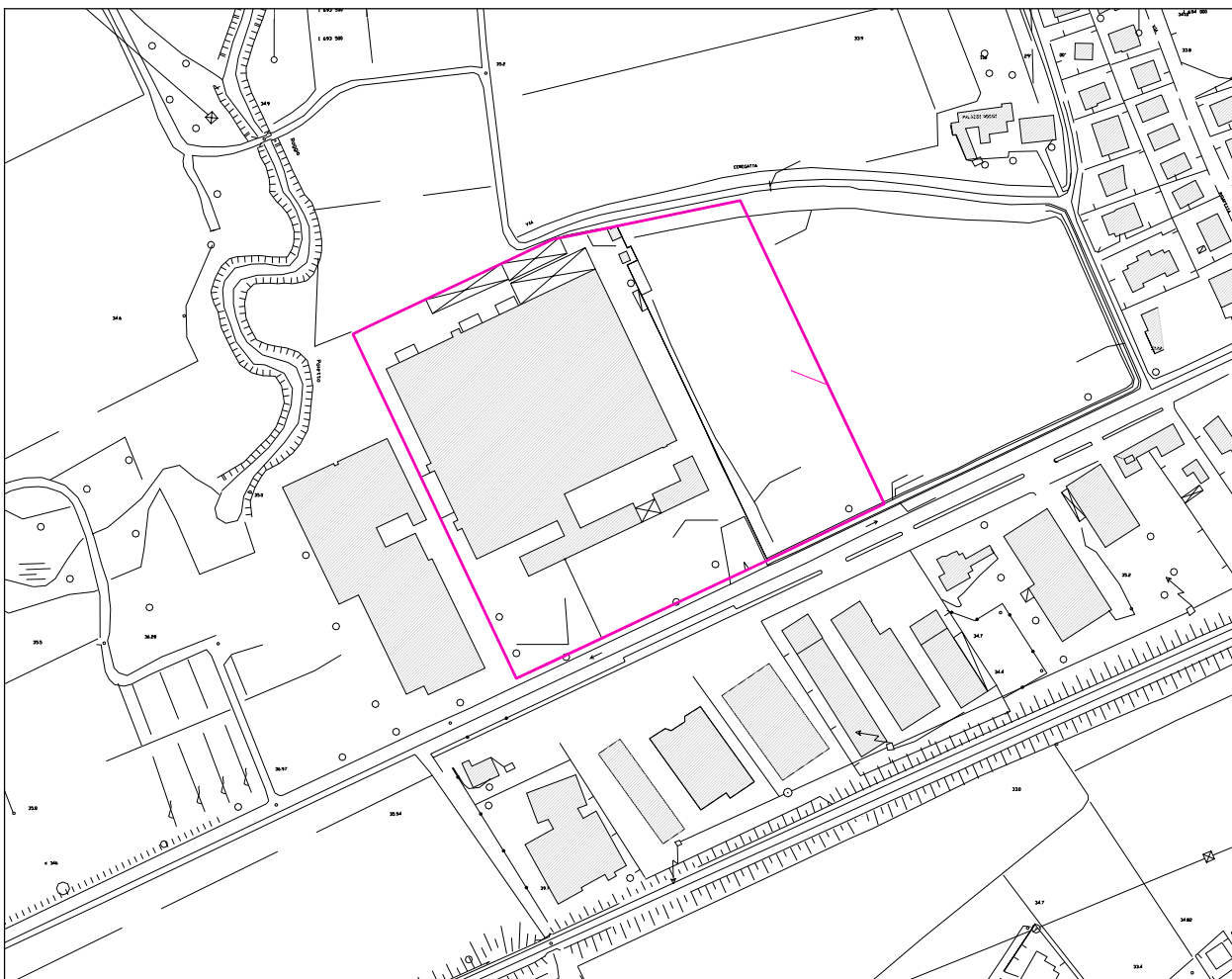


Fig. 1 – Inquadramento Territoriale

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
DEVIAZIONE 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:

$$X(Tr) = X_m - S_x YN/SN + S_x Y(Tr)/SN$$

in cui $X_m - S_x YN/SN$ è chiamata *moda* e rappresenta il valore con massima frequenza probabile ed il fattore S_x/SN 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 PER PRECIPITAZIONI ORARIE (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 PER PRECIPITAZIONI BREVI E INTENSE (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:

Tipologia di opera idraulica	Tr min (anni)	Tr max (anni)
<i>Fognature</i>		
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 afferisce 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 metodolgia 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 multicriteria 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:

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

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 ϕ 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 ϕ_{medio} :

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

ϕ_{medio} = coefficiente di deflusso medio relativo alla superficie scolante totale

S = superficie scolante totale (mq)

S_i = Superfici scolanti omogenee (mq)

ϕ_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:

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

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]

ϕ_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)

ϕ_{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 è 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 ricevente 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 ($Q_{defluito} \times \text{tempo di pioggia}$);
- 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 precipitazione (ore)	Q pioggia (l/s)	Q defluita (l/s)	Volume pioggia (mc)	Volume defluito (mc)	Volume superficiale (mc)	Volume efficace (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.

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

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

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 media	Coefficiente Manning	H water (*) (m)	Area Sezione (mq)	Velocità (m/s)	Portata (mc/s)	Portata meteorica (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:

Uff. Idr. Mag. Acque VENEZIA

DATI DISPONIBILI :

Serie storica 1938-1972 e 1973-1990

N.	INTERVALLO IN MINUTI			INTERVALLO IN MINUTI			INTERVALLO IN MINUTI		
	15			30			60		
	h(mm)	X ² =(hi-M) ²	Anno	h(mm)	X ² =(hi-M) ²	Anno	h(mm)	X ² =(hi-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				45.0	434.42	1946	24.4	51.78	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				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				36.0	19.40	1961
23	10.0	60.70	1962				25.6	35.95	1962
24	17.8	0.00	1963				17.0	213.03	1963
25	18.2	0.17	1964	28.8	21.56	1964	31.0	0.35	1964
26	10.6	51.71	1965	11.8	152.70	1965	34.2	6.78	1965
27	14.4	11.50	1966	17.2	48.40	1966	20.4	125.34	1966
28	30.0	149.06	1967	50.0	667.85	1967	23.0	73.89	1967
29	25.4	57.90	1968	37.0	164.94	1968	80.0	2342.98	1968
30	11.2	43.44	1969	20.0	17.28	1969	51.0	376.53	1969
31	14.0	14.37	1970	20.8	11.27	1970	30.0	2.55	1970
32	21.6	14.51	1971	21.6	6.54	1971	22.2	88.28	1971
33	19.0	1.46	1972	29.2	25.43	1972	21.6	99.91	1972
34	17.6	0.04	1975	22.0	4.65	1975	30.6	0.99	1975
35	27.6	96.22	1976	35.6	130.94	1976	32.6	1.01	1976
36	14.6	10.18	1977	14.6	91.34	1977	37.2	31.41	1977
37	13.0	22.95	1978	22.0	4.65	1978	14.6	288.85	1978
38	16.6	1.42	1981	19.6	20.77	1981	29.0	6.74	1981
39	24.0	38.55	1982	31.4	52.46	1982	22.6	80.92	1982
40	15.8	3.96	1983	30.0	34.14	1983	32.0	0.16	1983
41	16.8	0.98	1984	24.2	0.00	1984	36.2	21.20	1984
42	27.0	84.81	1986	28.0	14.77	1986	29.4	4.82	1986
43	14.4	11.50	1987	19.2	24.57	1987	28.0	12.93	1987
44	14.0	14.37	1988	26.0	3.40	1988	26.0	31.31	1988
45	18.0	0.04	1989	28.6	19.74	1989	32.8	1.45	1989
46	6.2	134.35	1990	9.0	229.74	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
$\overline{XM} = MEDIA$	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
<i>alfa</i>	0.1774	0.1369	0.0903
<i>moda</i>	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	hmax (mm) =	27.44	36.62	50.46
20	hmax (mm) =	31.50	41.87	58.43
50	hmax (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 ⁻ⁿ)	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

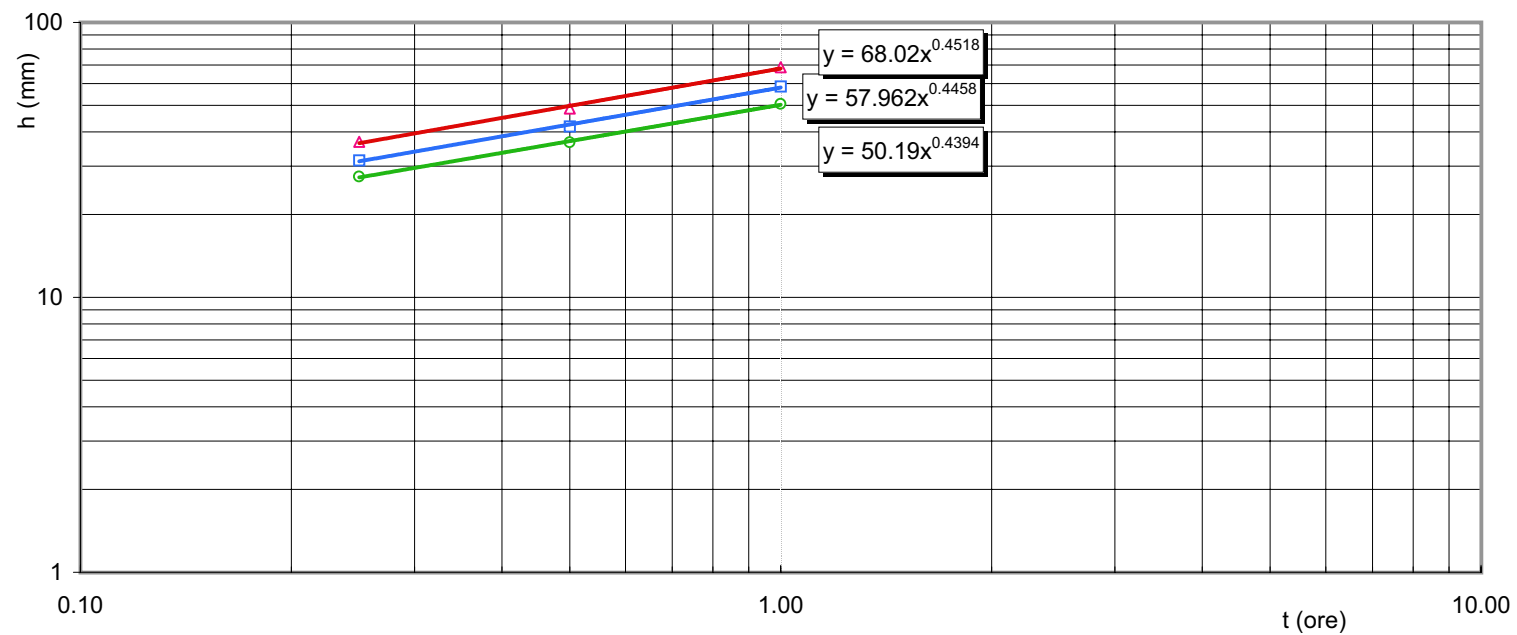


TABELLA 1

STAZIONE PLUVIOMETRICA DI:

VICENZA

BACINO :

QUOTA:

FONTE DEI DATI:

Uff. Idr. Mag. Acque VENEZIA

DATI DISPONIBILI :

Serie storica 1938-1972 e 1973-1990

N.	INTERVALLO DI ORE 1				INTERVALLO DI ORE 3				INTERVALLO DI ORE 6				INTERVALLO DI ORE 12				INTERVALLO DI ORE 24			
	h(mm)	$X^2=(hi-M)^2$	Anno		h(mm)	$X^2=(hi-M)^2$	Anno		h(mm)	$X^2=(hi-M)^2$	Anno		h(mm)	$X^2=(hi-M)^2$	Anno		h(mm)	$X^2=(hi-M)^2$	Anno	
1	21.0	91.66	1938		24.4	201.96	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		70.0	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	38.12	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	1252.37	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	56.35	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	49.31	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	49.31	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	14.61	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		38.8	263.16	1971		56.0	279.62	1971	
33	30.6	0.00	1972		35.4	10.31	1972		41.2	22.15	1972		44.2	117.12	1972		63.4	86.89	1972	
34	32.6	4.11	1975		33.2	29.28	1975		33.2	161.46	1975		57.0	3.91	1975		81.0	68.53	1975	
35	37.2	43.91	1976		42.0	11.48	1976		42.4	12.30	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	268.23	1981		104.0	978.33	1981	
39	32.0	2.03	1982		44.0	29.04	1982						71.4	268.23	1982		104.0	978.33	1982	
40	36.2	31.65	1983		37.8	0.66	1983		39.0	47.70	1983		52.0	9.13	1983		98.0	638.99	1983	
41	29.4	1.38	1984						52.6	44.80	1984		52.6	5.87	1984		55.6	293.15	1984	
42	28.0	6.63	1986		30.2	70.75	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		33.8	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
<i>alfa</i>	0.0929	0.0673	0.0611	0.0738	0.0574
<i>moda</i>	24.69	30.49	36.96	47.62	63.20

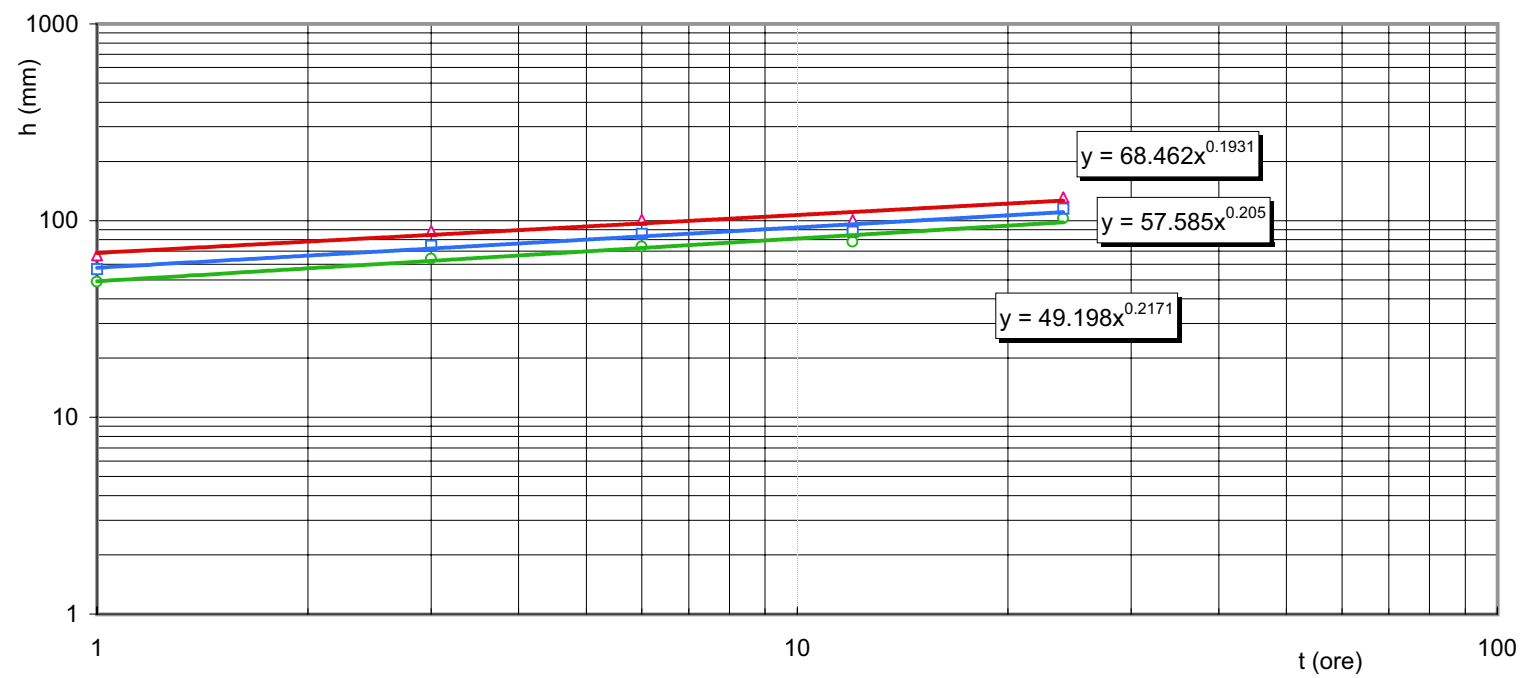
TABELLA 3 - VALORI ESTREMI PER I PERIODO DI RITORNO CONSIDERATI (mm)

TEMPI DI RITORNO		ORE				
(anni)		1	3	6	12	24
10	hmax (mm) =	48.91	63.94	73.81	78.10	102.40
20	hmax (mm) =	56.66	74.65	85.60	87.85	114.94
50	hmax (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 ⁻¹)	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	Area SIAD S.r.l.
	Comune di Altavilla (VI)

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

TIPOLOGIA DI OPERA IDRAULICA	Tr (min)	Tr (max)
<u>Fognature</u>	(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

A) criteri riferiti alla tipologia delle opere (A1, A2, A3, A4)				
TIPOLOGIA DI OPERA IDRAULICA				
<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) criteri riferiti alla tipologia del sito dove insiste l'opera (B5, B6)				
<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
C) criteri riferiti al valore del bene difeso (C7, C8, C9, C10, C11)				
<u>TIPOLOGIA DEL BENE DIFESO</u>				
<u>Danno evitato agli edifici</u>				C7
case sparse e nuclei				0
frazioni				1
centri				2
<u>Insedimenti 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	modificazione della probabilità del danno dovuta al tipo di opera	2	X1
A2	dimensioni caratteristiche che non variano al variare del rischio	0	X2
A3	sito di realizzazione dell'opera legato all'impatto ecologico	2	X3
A4	capacità residua delle opere di mantenere la funzionalità	0	X4
B5	impatto paesaggistico	2	X5
B6	costi indotti nella fase di costruzione	1	X6
C7	edifici	2	X7
C8	insediamenti produttivi	0	X8
C9	agricoltura	0	X9
C10	viabilità	0	X10
C11	infrastrutture a rete	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 _{max}	(xi _{max} -xi) ²	(xi _{max} -xi _{min}) ²
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 _{calcolo} <15
classe 2	Tr=20 anni	15<=Tr _{calcolo} <25
classe 3	Tr=30 anni	25<=Tr _{calcolo} <40
classe 4	Tr=50 anni	40<=Tr _{calcolo} <60
classe 5	Tr=100 anni	Tr _{calcolo} >=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)	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

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

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*	φ 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	φ	0,56						
Tr	φ	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)**
Area SIAD S.r.l.
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

<i>Superfici</i>	<i>Si</i>	<i>φ</i>	<i>Si x φ</i>
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 corrvazione = tempo di accesso alla rete + tempo di rete

CALCOLO DEL TEMPO DI ACCESSO ALLA RETE

Si	li	li*	φ_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	Condotta 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	φ	0,90						
Tr	φ	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	φ	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	
			pioggia	defluita	pioggia	defluito	superficiale	invaso	
(ore)	(mm)	(mm/h)	(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	Volume pioggia	Area	Volume pioggia	Area	Volume pioggia		
			Pioggia (mm)	(mq)	(mc)	(mq)	(mc)	(mq)	(mc)	
			100,00	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)	Area (mq)	Volume Invaso (mc)
Superficie impermeabile			10	10	30.900	309	46.600	466	15.700	157
Superficie permeabile attuale a verde			90	90	15.700	1413	0	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

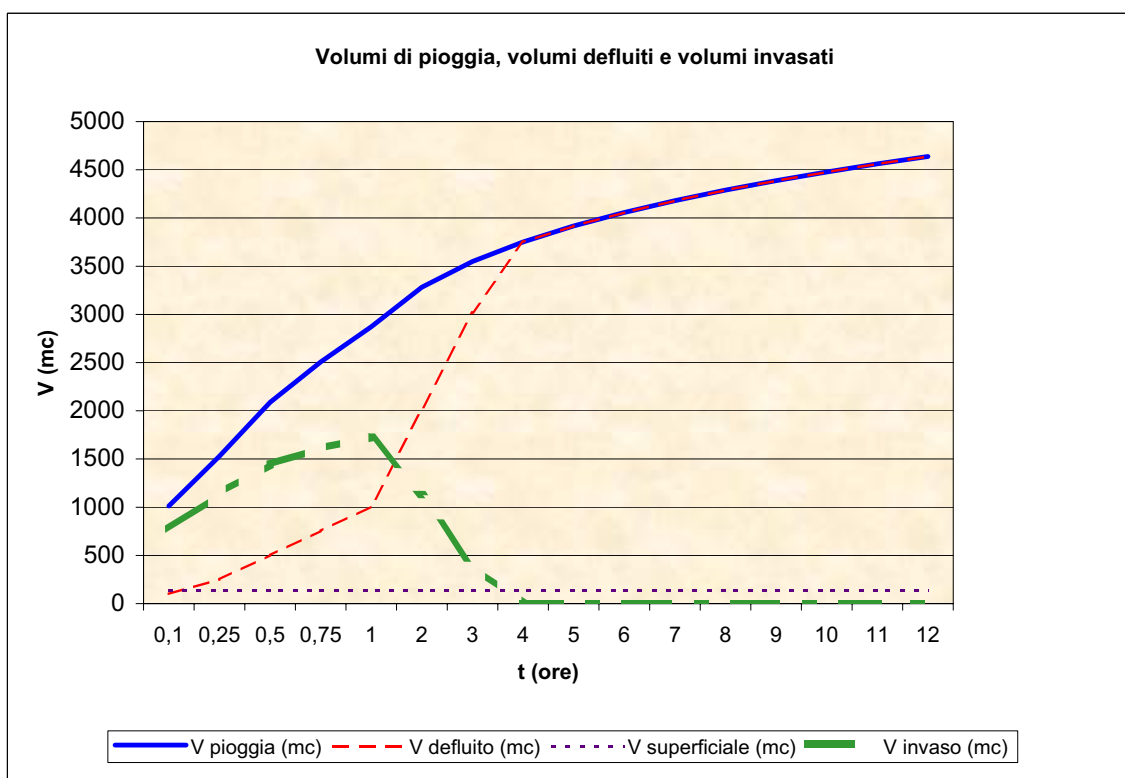
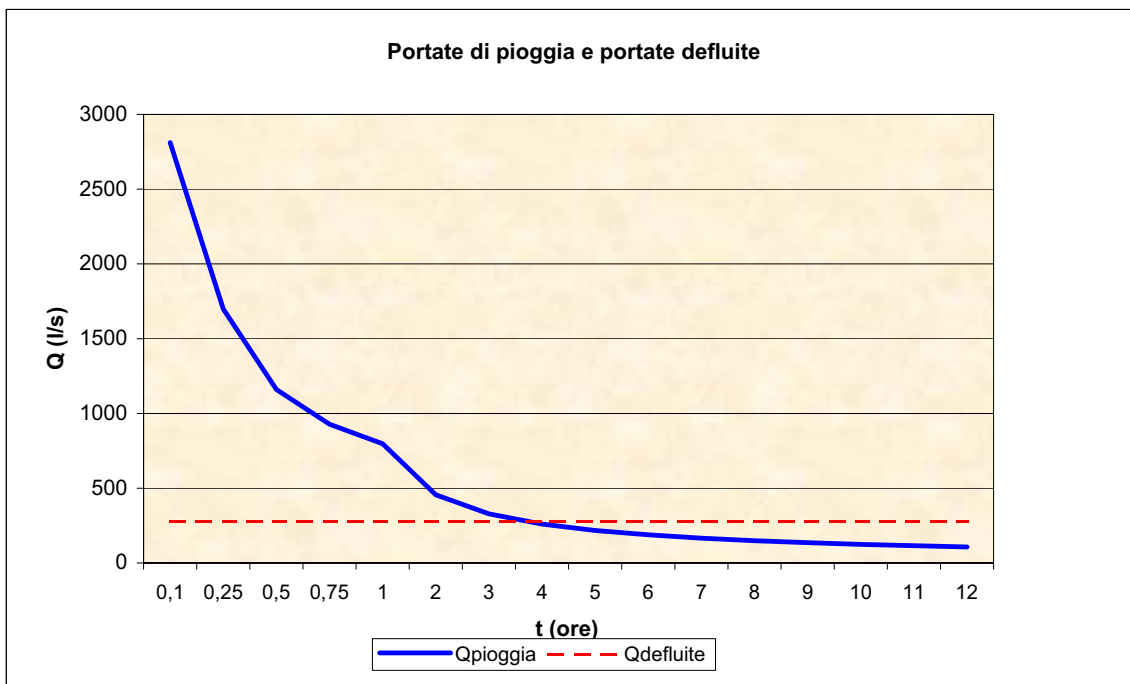
Interventi possibili in altre zone con future programmazioni di mitigazione idraulica

Bacini idraulici ed aree esondabili

Risezionamenti corsi d'acqua

Modifiche ai sistemi fognari

Trasformazioni Territoriali e Colturali



VOLUME DI INVASO DI PROGETTO

VOLUME INVASABILE NEL VESPAIO AD ALTA CAPACITA' DRENANTE

Area	Superficie vespaio	Accumulo unitario	Volume invaso
	(mq)	(mc/mq)	(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
	<u>2635</u>		<u>922,3</u>
Volume totale di invaso (mc)			922

VOLUME INVASABILE NELLA VASCA DI PRIMA PIOGGIA

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

VOLUME INVASABILE RETE METEORICA COPERTURA

Rete di raccolta acque dei pluviali esterne						
Tratto	Diametro	Lungh.	Hmax	Angolo	Area	Volume
	(m)	(m)	(m)	(rad)	(mq)	(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						
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
						<u>403,0</u>
Volume totale di invaso (mc)						403

VOLUME INVASABILE RETE METEORICA STRADE

Tratto	Diametro (m)	Lungh. (m)	Hmax (m)	Angolo (rad)	Area (mq)	Volume (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
Volume totale di invaso (mc)						431

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
<u>Volume totale invasabile dal raggruppamento</u>	(mc)	1.826
<u>Volume efficace richiesto</u>	(mc)	1.824

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:

1. Parete sottile ad efflusso libero (bocca laterale)

bocca	nota	carico	Cc	Ricercatore
circolare	D<23 cm	H>5D	0,59	Smith

2. Parete sottile ad efflusso libero (bocca laterale a contatto con il fondo)

bocca	nota	carico	Cc	Ricercatore
circolare	D<23 cm	H>5D	0,66	Bidone

3. Parete sottile ad efflusso libero (bocca di fondo)

bocca	nota	carico	Cc	Ricercatore
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

H	p	Cq	Ricercatore
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

H	Cq	Ricercatore
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 Cq 0,44

CALCOLO IDRAULICO DI VERIFICA

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

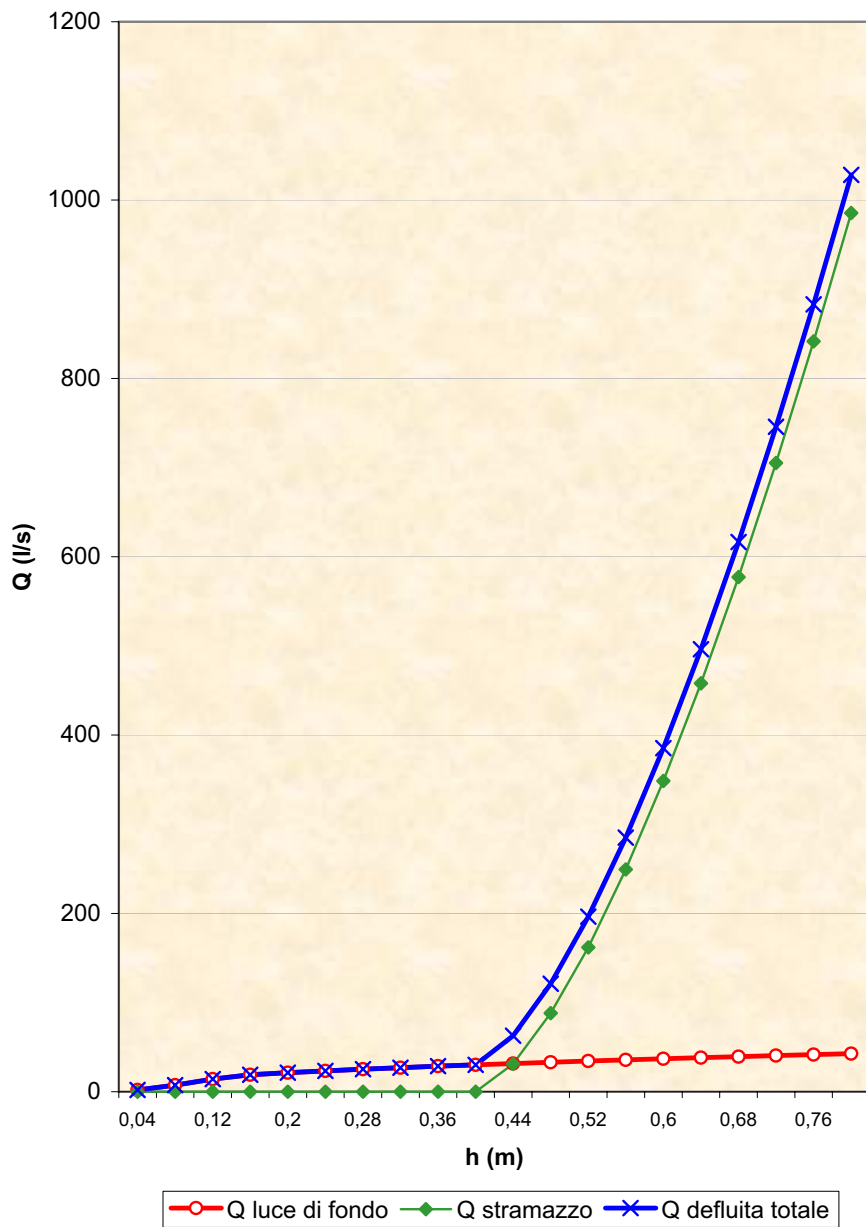
Passi	H	Area	Qf	Qs	Q
	(tirante)	(luce di fondo)	(Q luce di fondo)	(Q stramazzo)	(Q totale)
	(m)	(mq)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
1	0,04	0,0038	2	0	2
2	0,08	0,0096	7	0	7
3	0,12	0,0152	14	0	14
4	0,16	0,0177	19	0	19
5	0,2	0,0177	21	0	21
6	0,24	0,0177	23	0	23
7	0,28	0,0177	25	0	25
8	0,32	0,0177	27	0	27
9	0,36	0,0177	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

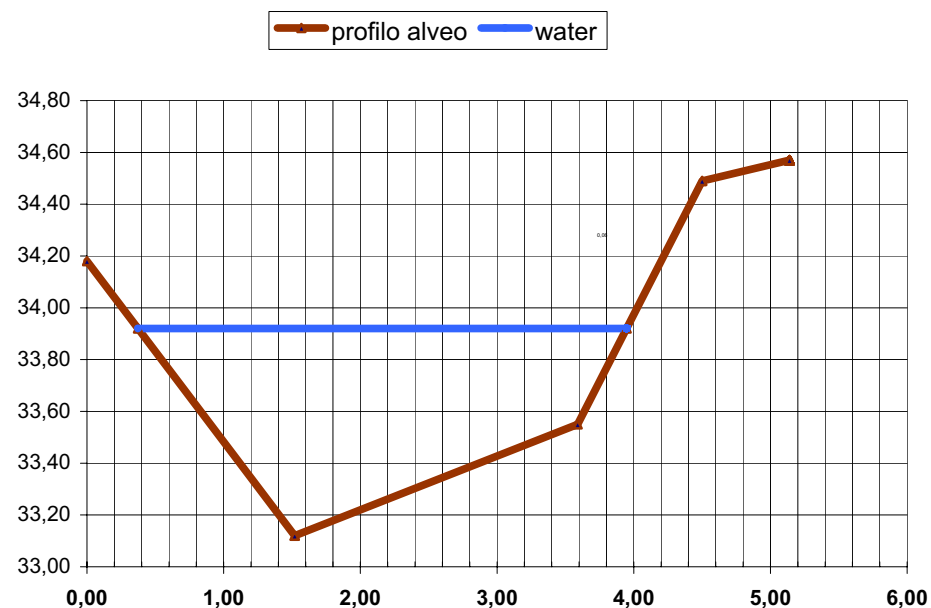


VERIFICA IDRAULICA A MOTO UNIFORME

SEZIONE N.4 STATO ATTUALE

GEOMETRIA				CARATTERISTICHE SEZIONE	
n. p.	PROG.	QUOTE	TRAT	Pendenza media (-)	0,0042
1,00	0,00	34,18			
2,00	1,52	33,12	1°	Coefficiente di Manning	0,025
3,00	3,59	33,55	2°		
4,00	4,50	34,49	3°	H water (m)	0,800
5,00	5,14	34,57	4°		
6,00			5°		
7,00			6°		
8,00			7°	Quota pelo libero (m)	33,92
9,00			8°	Area sezione idrica (mq)	1,74
10,00			9°	Perimetro bagnato B (m)	4,03
11,00			10°	Raggio Idraulico (m)	0,430
12,00			11°		
13,00			12°	Velocità V (m/s)	1,480
14,00			13°	Portata q (mc/s)	2,575
15,00			14°		
16,00			15°		
17,00			16°		
18,00			17°		
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 (-)	0,0021
1,00	0,00	34,54			
2,00	2,88	33,53	1°	Coefficiente di Manning	0,025
3,00	4,09	33,48	2°		
4,00	5,79	34,16	3°	H water (m)	0,560
5,00			4°		
6,00			5°		
7,00			6°		
8,00			7°	Quota pelo libero (m)	34,04
9,00			8°	Area sezione idrica (mq)	1,41
10,00			9°	Perimetro bagnato B (m)	4,26
11,00			10°	Raggio Idraulico (m)	0,330
12,00			11°		
13,00			12°	Velocità V (m/s)	0,880
14,00			13°	Portata q (mc/s)	1,241
15,00			14°		
16,00			15°		
17,00			16°		
18,00			17°		
19,00			18°		
20,00			19°		
21,00			20°		
22,00			21°		
23,00			22°		
24,00			23°		

VERIFICA IDRAULICA

