

**INGEGNERE MARCO CARRARO**

Via Galta, 33 – Vigonovo (Venezia) – Tel. 347-5612597 – CAP 30030

C.F. CRR MRC 74P12 D325D – P.IVA 03390570277

e-mail : marco.ing.carraro@tiscali.it

Comune di LIMENA

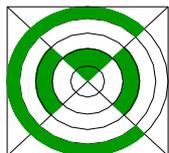
Provincia di PADOVA

## **LOTTIZZAZIONE "BREDA 3"**

AMBITO C2.2.04 A E C2.2.04 B

### **RELAZIONE IDRAULICA**

Committente: FENIX s.r.l.  
con sede in Milano via Santa Radegonda 11  
p.i. 01281850998



## **INTRODUZIONE**

L'area oggetto di piano si trova ad est del centro del capoluogo, compresa tra lo Scolo Orcone ed il fiume Brentella, lungo la S.P.55, in adiacenza dell'inizio di via Fornace. Come previsto dal Piano Regolatore Generale e dalle schede di piano associate, l'intervento comprende due ambiti, il primo denominato C2.2 04A a destinazione residenziale mentre un secondo indicato come C2.2 04B a destinazione residenziale ed in parte a piano PEEP per l'edilizia economica e popolare.

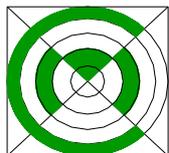
L'ambito C2.2 04A risulta essere delimitato ad est dalla Strada Provinciale n°55 e dal fiume Brentella, a nord da via Braghetta mentre ad est e a sud dallo scolo Porra.

L'ambito C2.2 04B risulta essere ricompreso tra lo scolo Orcone ad ovest, via Tonello a nord, dove esiste una recente zona residenziale, la nuova lottizzazione "Forte" (in fase di realizzazione) ad est, e via Braghetta a sud.

Attualmente l'area si presenta parzialmente recintata con rete da cantiere, sono stati realizzati parte dei sottoservizi e vi sono depositi sparsi di materiale di cantiere

Si intravede traccia di opere di sottofondo stradale e parziali tratti delimitati da cordonate. Lo stato di abbandono ha favorito la crescita della vegetazione pertanto alcune opere realizzate non sono più chiaramente visibili.

Tale studio è volto al calcolo delle portate generate dalla configurazione di progetto e all'individuazione delle misure compensative da realizzare al fine di non aggravare l'equilibrio idraulico dell'area in cui l'intervento si inserisce, per eventi con un tempo di ritorno non inferiore a 50 anni, così come previsto dalla DGR 1841/07 e dalla recente Ordinanza n.3 del 22.01.08 del "*Commissario delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 Settembre che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto*" (O.P.C.M. n.3621 del 18.10.2007) pubblicata sul B.U.R. n.10 del 01.02.2008.



Considerato che l'intervento in progetto è costituito da una nuova edificazione di volumetria superiore a 1000 mc e comportante una riduzione della superficie permeabile del lotto esistente superiore a 200 mq *deve essere predisposta una verifica di compatibilità idraulica del progetto, avente le finalità di cui all'Allegato A della deliberazione di Giunta Regionale del Veneto n. 1322 del 10 Maggio 2006, come integrato con deliberazione di Giunta Regionale del Veneto n. 1841 del 19 Giugno 2007, recante le "Modalità operative e indicazioni tecniche" relative alla "Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici" – Art. 2* Ordinanza di cui sopra

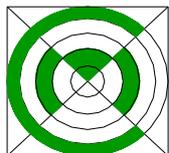
### **SCELTE PROGETTUALI**

Per limitare l'incremento della risposta idrologica del territorio verranno adottati dispositivi ed accorgimenti atti a mantenere quanto più possibile inalterate le condizioni attuali sotto il punto di vista idraulico, limitando il valore al colmo della portata generata e ripristinando la perdita dei volumi d'invaso indotta dalla trasformazione del territorio.

Il dimensionamento di questi dispositivi è legato non solo alla massima portata che può essere scaricata nel recapito finale, ma anche e soprattutto da considerazioni riguardo la gestione e manutenzione degli stessi: una regolazione della portata mediante delle elettropompe ad esempio è senza dubbio da escludere per gli onerosi costi di gestione e manutenzione.

Si utilizzeranno pertanto:

- degli invasi di tipo *"depressione"* e *"in linea"* sfruttando i volumi che si possono ottenere nelle condotte di maggior diametro.
- verranno inseriti dei manufatti ripartitori di portata con una luce a battente fissa, che consentano il transito delle portate di magra con valori del tirante idrico non superiori ad un certo limite che eviti il funzionamento in pressione delle condotte e/o la tracimazione.
- predisposizione di uno stramazzo per far defluire le portate di piena.



**INGEGNERE MARCO CARRARO**

Via Galta, 33 – Vigonovo (Venezia) – Tel. 347-5612597 – CAP 30030

C.F. CRR MRC 74P12 D325D – P.IVA 03390570277

e-mail : marco.ing.carraro@tiscali.it

Va osservato che il rigurgito nelle canalizzazioni di monte si realizza soltanto quando la corrente è lenta, poiché con le correnti veloci il sopraelevamento di livello, provocato dalla soglia dello sfioratore e dalla strozzatura nel condotto di deflusso, si annulla mediante un risalto idraulico immediatamente a monte del manufatto; con correnti lenti si può pertanto sfruttare per l'invaso la capacità delle canalizzazioni a monte della soglia.

La realizzazione della nuova rete di raccolta per la superficie da lottizzare è costituita da collettori a sezione circolare in calcestruzzo rotocompresso confezionato a norma DIN 4032-4035 con innesti a bicchiere  $\Phi$  100 cm.

Le condotte saranno posate su di un letto di sabbia ben costipata dello spessore minimo di 15 cm, con le pendenze indicate nei disegni di progetto.

Dopo la posa della condotta e la relativa sistemazione dei giunti, lo scavo sarà riempito di sabbia fino ad una quota superiore di almeno 20 cm rispetto il filo superiore del tubo. In seguito si provvederà al riempimento con tout-venant.

Il filo superiore delle condotte verrà sempre posto ad una profondità che non pregiudichi la resistenza meccanica allo schiacciamento dei collettori.

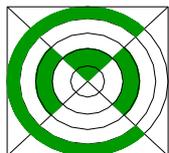
I pozzetti di ispezione saranno di tipo prefabbricato in cemento armato con base rettangolare, completi di prolunghe superiori, coperchio e chiusino in ghisa apribile a livello strada.

### **VERIFICHE ESEGUITE**

Il presente studio si sviluppa nel modo seguente:

- Determinazione del coefficiente di deflusso
- Dimensionamento della rete di raccolta delle acque meteoriche con il metodo delle piogge a tre parametri
- Dimensionamento manufatti regolatori di portata
- Dimensionamento dei volumi da destinare a laminazione delle piene





### dimensionamento collettori con il metodo delle piogge

Tale metodo fornisce una valutazione del volume d'invaso sulla base della sola curva di possibilità pluviometrica e della portata massima, ipotizzata costante, che si vuole in uscita dalla rete. In pratica con questo metodo viene completamente trascurata la trasformazione afflussi – deflussi che si realizza nel bacino a monte della rete di raccolta; questo fatto comporta che le portate di piena in ingresso vengono sopravvalutate così come, di conseguenza, anche i volumi di laminazione.

Il volume entrante negli invasi per effetto di una pioggia di durata  $\mathcal{G}$  risulta:

$$W_e = S \cdot \varphi \cdot h(\mathcal{G}) \quad \text{dove:}$$

$\varphi$  è il coefficiente di deflusso del bacino a monte della sezione terminale della rete;

$S$  è la superficie totale a monte della sezione terminale della rete;

$h(\mathcal{G})$  è l'altezza di precipitazione in corrispondenza di un tempo  $\mathcal{G}$ .

Nello stesso tempo  $q$  il volume uscito dalla vasca sarà:  $W_u = Q_u \cdot \mathcal{G}$  dove:

$Q_u$  è la portata massima ammissibile all'uscita dalla rete.

Il volume invasato nella rete sarà dunque:

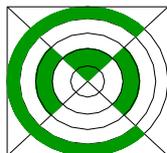
$$W = W_e - W_u = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \mathcal{G}^n - Q_u \cdot \mathcal{G}$$

Il volume da assegnare agli invasi, costituiti dalla stessa rete di raccolta e dalle aree a verde deprese, è il valore massimo  $W_m$  di questo volume che si ottiene per una precipitazione di durata  $\mathcal{G}_w$  critica per la rete. Esprimendo matematicamente questa condizione di massimo si trova:

$$\mathcal{G}_w = \left( \frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

e quindi:

$$W_m = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left( \frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_u \cdot \left( \frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$



## INGEGNERE MARCO CARRARO

Via Galta, 33 – Vigonovo (Venezia) – Tel. 347-5612597 – CAP 30030

C.F. CRR MRC 74P12 D325D – P.IVA 03390570277

e-mail : marco.ing.carraro@tiscali.it

Si presenta ora l'implementazione del medesimo metodo per il calcolo del volume di invaso utilizzando le curve a tre parametri.

L'impostazione concettuale è ovviamente la stessa, si semplifica però notevolmente la scelta dei parametri della curva di possibilità pluviometrica (essendo unica per tutte le durate di pioggia comprese tra i minuti e le 24 ore) mentre qualche sforzo in più è richiesto per la determinazione della condizione di massimo.

La complicazione nasce dall'impossibilità di esprimere in forma esplicita il tempo critico: in sostanza, come sarà chiarito più avanti, si tratta di risolvere numericamente l'espressione che nasce dal porre nulla la derivata prima, calcolata rispetto a  $t$ , della relazione seguente:

$$V = V_{IN} - V_{OUT} = S \cdot \varphi \cdot h(t) - Q_{IMP} \cdot t = S \cdot \varphi \cdot \frac{a \cdot t}{(b+t)^c} - Q_{IMP} \cdot t$$

Dove:

$$h(t) = \frac{a \cdot t}{(b+t)^c}$$

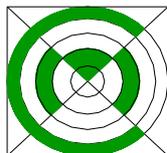
esprime la curva di possibilità pluviometrica a tre parametri.

La condizione di massimo si trova annullando la seguente derivata prima:

$$\frac{\partial V}{\partial t} = \frac{\varphi \cdot a \cdot [(b+t)^c - t \cdot c \cdot (b+t)^{c-1}]}{(b+t)^{2c}} - u_{IMP} = 0$$

Il programma allegato risolve l'espressione precedente numericamente con il metodo della secante (*Regula Falsi*).

I dati in input come anche gli output, *mutatis mutandis*, sono gli stessi del programma con l'espressione della curva di possibilità pluviometrica a due parametri.



## METODO DELLE PIOGGE

- Specificare : - Comune  
- tempo di ritorno [anni]  
- coefficiente d'afflusso  
- coefficiente udometrico imposto [l/s,ha]

### PARAMETRI IN INGRESSO

Limena	50
--------	----

Coefficiente d'afflusso k	0,481	[-]
Coefficiente udometrico imposto allo scarico	10	[l/s, ha]
Superficie intervento	31.134	[m <sup>2</sup> ]

### RISULTATI

Parametri della curva di possibilità pluviometrica 
$$h = \frac{a \cdot t}{(t + b)^c}$$

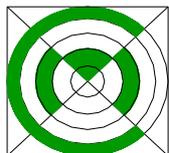
Comune di	Limena	a	39,5	[mm min <sup>-1</sup> ]
Zona	SUD OCCIDENTALE	b	14,5	[min]
Tempo di ritorno [anni]	50	c	0,817	[-]

Tempo critico	188	[min]
Tempo critico	3,13	[ore]
Volume specifico richiesto per l'invarianza	353	[m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ]
Volume richiesto per l'invarianza	1100,2	[m <sup>3</sup> ]

Ora ipotizzando che le coperture degli edifici siano atte a invasare la propria quota parte di acqua meteorica (vedi particolare costruttivo) si è ripetuto il calcolo ricavando :

Superficie di intervento :	31134 mq
coefficiente d'afflusso :	0,394
Volume richiesto per l'invarianza a terra:	844 mc
Volume d'invaso necessario su tetto:	256,21 mc

Considerando un invaso di 10 cm sul 70% dell'area dei tetti degli edifici si ha:



**INGEGNERE MARCO CARRARO**

Via Galta, 33 – Vigonovo (Venezia) – Tel. 347-5612597 – CAP 30030

C.F. CRR MRC 74P12 D325D – P.IVA 03390570277

e-mail : marco.ing.carraro@tiscali.it

**Volume d'invaso su tetto:**

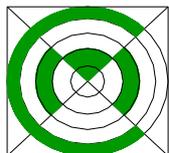
**269 mc**

Avendo ipotizzato una rete di raccolta costituita da tubazioni di diametro 100 cm si ottiene una sezione liquida pari a  $0.74 \text{ m}^2$  (grado di riempimento pari al 95 %).

L'anello di tubazioni  $\Phi$  100 cm disposto attorno al lotto ha uno sviluppo complessivo di 872 m, trascurando a favore della sicurezza la maggior capienza dei pozzetti.

Inoltre si ipotizza una depressione pari a 200 mq di altezza media 1,00 m tale da invasare un volume pari a 200,00 mc

**Volume a terra disponibile per il lotto :  $0,74 \times 872 + 200 = 845,28 \text{ mc}$**



## INGEGNERE MARCO CARRARO

Via Galta, 33 – Vigonovo (Venezia) – Tel. 347-5612597 – CAP 30030

C.F. CRR MRC 74P12 D325D – P.IVA 03390570277

e-mail : marco.ing.carraro@tiscali.it

### VERIFICA da INDICAZIONI CONSORZIO BRENTA

Come da indicazioni del consorzio viene effettuata una seconda verifica ipotizzando un volume d'invaso di 600 mc/ha per le superfici modificate ed inoltre cautelativamente si considera per il verde privato una possibile impermeabilizzazione del 50%

EDIFICI	1	x	3843,00	=	3843,00
MARCIAPIEDI PUBBLICI	1	x	306,00	=	306,00
CORSIE PRIVATE CARRABILI	1	x	424,00	=	424,00
STRADE DI PROGETTO IN AMBITO	1	x	4518,00	=	4518,00
PISTA CICLABILE IN AMBITO	1	x	1189,00	=	1189,00
BOX PRIVATI	1	x	0,00	=	0,00
POSTI AUTO PRIVATI	1	x	1216,00	=	1216,00
PARCHEGGI PUBBLICI	1	x	887,00	=	887,00
VIALETTI PRIVATI PEDONALI	1	x	1037,00	=	1037,00
VIALETTI PUBBLICI PEDONALI PIAZZA	1	x	651,00	=	651,00
VERDE PUBBLICO PIAZZA	0	x	3595,00	=	0,00
VERDE PRIVATO GIARDINI	0,5	x	5368,00	=	2684,00
VERDE PRIVATO AIUOLE	0,5	x	553,00	=	276,50
VERDE PUBBLICO IN AMBITO	0	x	7376,00	=	0,00
ISOLE ECOLOGICHE / ENEL	1	x	171,00	=	171,00
			31134,00		17202,50
			Volume invaso specifico [mc/ha]	600,00	
			<b>Volume richiesto</b>	1032,15	

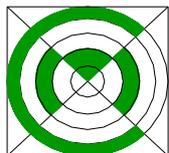
Ora ipotizzando che le coperture degli edifici siano atte a invasare la propria quota parte di acqua meteorica (vedi particolare costruttivo) si è ripetuto il calcolo ricavando :

Superficie di intervento : 31134 mq

Volume richiesto per l'invarianza a terra: 801,57 mc

Volume d'invaso necessario su tetto: 230,58 mc

**Avendo ricavato una volumetria necessaria inferiore a quella calcolata col metodo delle piogge si è scelto il risultato più restrittivo ottenuto con la prima verifica**



## dimensionamento manufatti regolatori di portata

Il dimensionamento dei manufatti regolatori di portata risulta fondamentale per determinare livelli, massime portate in uscita dal sistema di raccolta e pertanto volumi di laminazione in rete.

La quota dello stramazzo è quella che determina tutti i volumi invasati a monte.

Lo stramazzo nel manufatto regolatore di portata deve essere dimensionato per consentire il passaggio della massima portata di piena, per tempi di ritorno di 50 anni, cercando di non superare la quota che determini funzionamenti a pressione delle tubazioni a monte o esondazioni.

L'efflusso da una luce a stramazzo in parete grossa arrotondata è governato dalla legge:

$$q = 0,48 \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h^{3/2}$$

dove  $q$  è la portata di colmo per unità di larghezza  $b$  dello stramazzo.

Esplicitando rispetto ad  $h$ , si ottiene il carico idraulico  $h$  al di sopra dello stramazzo.

Si riportano di seguito i risultati dei calcolo.

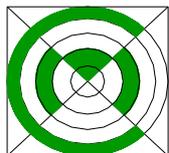
STRAMAZZO		
D	[m]	1,00
F	[m]	0,95
$Q_{max}$	[m <sup>3</sup> /s]	0,01
b	[m]	1,40
q	[m <sup>3</sup> /s,m]	0,01
h	[m]	0,05

Dove:

F è la differenza tra  $h$  ed il diametro della tubazione a monte ovvero il tirante idrico.

b larghezza dello stramazzo e pertanto del pozzetto in cls che costituirà il sistema di regolazione di portata

Per ottenere il volume invasato in linea si considera  $F=0.95$  m (pari al'95 % di riempimento della condotta) come tirante sull'intera rete.



La scelta del diametro della luce a battente è influenzata dalla necessità di lasciar transitare le portate minime e trattenere, in occasione di eventi più consistenti, i volumi per la laminazione.

Nella Tabella n° 3.1 si riportano le portate in uscita da una luce a battente di diametro 10 cm al crescere del battente determinate mediante la nota formula:

$$Q = C_q \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Dove:

Q è la portata uscente in m<sup>3</sup>/s;

C<sub>q</sub> è il coefficiente di portata;

A è l'area della bocca d'efflusso in m<sup>2</sup>;

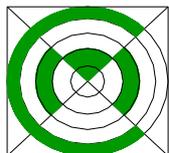
h è il carico idrico sulla bocca d'efflusso in m;

I valori di C<sub>q</sub> sono dati dalla relazione:

$$C_q = C_c \cdot \sqrt{\frac{1}{1 + C_c \cdot \frac{d}{h}}}$$

dove C<sub>c</sub> è il noto coefficiente di contrazione pari a 0.611

I valori di C<sub>q</sub> variano in generale nell'intervallo 0.50÷1.00 in funzione dell'inclinazione della parete e del rapporto d/h con d che esprime il diametro della bocca d'efflusso. Per d/h → 0 il valore di μ è pari al valore teorico 0.611 ricavabile dalla teoria dei moti a potenziale. Quando d/h è grande invece, l'efflusso non è regolare, a causa della presenza di un nucleo di aria risucchiata dal pelo libero. In tale situazione il coefficiente μ si riduce assumendo valori non ben definibili.



LUCE A BATTENTE					
$h_0$	$d$	$d/h_0$	$C_q$	$Q$	$u$
[m]	[m]	[m/m]		[m <sup>3</sup> /s]	[l/(s,ha)]
0,80	0,07	0,09	0,595	0,009	10
0,85	0,07	0,08	0,596	0,009	10
0,90	0,07	0,08	0,597	0,010	10
0,95	0,07	0,07	0,598	0,010	10
1,00	0,07	0,07	0,598	0,010	11

Si adotterà pertanto lo stramazzo di una luce a battente di un foro di diametro pari a 7 cm, protetto a monte da una griglia in acciaio zincato.

Considerate le ridotte dimensioni del foro della luce a battente, nonostante la presenza di una griglia a protezione dai corpi più grossolani, si dovrà eseguire una accurata e frequente manutenzione all'interno del pozzetto regolatore di portata, al fine di rimuovere tutti gli eventuali sedimenti o corpi estranei che possano ostruire il foro da 7 cm previsto.

## REGOLATORE DI PORTATA SU TETTI

Similmente alla verifica precedente si verifica il regolatore di portata per l'invaso sui tetti avente altezza 10 cm e foro di 1 cm

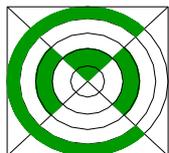
STRAMAZZO		
D	[m]	0,20
F	[m]	0,09
$Q_{max}$	[m <sup>3</sup> /s]	0,01
b	[m]	0,20
q	[m <sup>3</sup> /s,m]	0,05
h	[m]	0,10

LUCE A BATTENTE					
$h_0$	$d$	$d/h_0$	$C_q$	$Q$	$u$
[m]	[m]	[m/m]		[m <sup>3</sup> /s]	[l/(s,ha)]
0,06	0,01	0,17	0,582	0,00005	4,96
0,07	0,01	0,14	0,586	0,00005	5,39
0,08	0,01	0,13	0,589	0,00006	5,79
0,09	0,01	0,11	0,591	0,00006	6,17
0,10	0,01	0,10	0,593	0,00007	6,53



Tale dispositivo di controllo va a garantire un coefficiente udometrico inferiore a 10 l/sha con protezione del foro da foglie con ghiaia e un troppopieno sempre protetto





## dimensionamento collettori con il metodo delle piogge

Tale metodo fornisce una valutazione del volume d'invaso sulla base della sola curva di possibilità pluviometrica e della portata massima, ipotizzata costante, che si vuole in uscita dalla rete. In pratica con questo metodo viene completamente trascurata la trasformazione afflussi – deflussi che si realizza nel bacino a monte della rete di raccolta; questo fatto comporta che le portate di piena in ingresso vengono sopravvalutate così come, di conseguenza, anche i volumi di laminazione.

Il volume entrante negli invasi per effetto di una pioggia di durata  $\mathcal{G}$  risulta:

$$W_e = S \cdot \varphi \cdot h(\mathcal{G}) \quad \text{dove:}$$

$\varphi$  è il coefficiente di deflusso del bacino a monte della sezione terminale della rete;

$S$  è la superficie totale a monte della sezione terminale della rete;

$h(\mathcal{G})$  è l'altezza di precipitazione in corrispondenza di un tempo  $\mathcal{G}$ .

Nello stesso tempo  $q$  il volume uscito dalla vasca sarà:  $W_u = Q_u \cdot \mathcal{G}$  dove:

$Q_u$  è la portata massima ammissibile all'uscita dalla rete.

Il volume invasato nella rete sarà dunque:

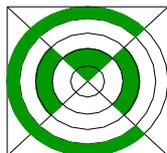
$$W = W_e - W_u = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \mathcal{G}^n - Q_u \cdot \mathcal{G}$$

Il volume da assegnare agli invasi, costituiti dalla stessa rete di raccolta e dalle aree a verde deprese, è il valore massimo  $W_m$  di questo volume che si ottiene per una precipitazione di durata  $\mathcal{G}_w$  critica per la rete. Esprimendo matematicamente questa condizione di massimo si trova:

$$\mathcal{G}_w = \left( \frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

e quindi:

$$W_m = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left( \frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_u \cdot \left( \frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$



## INGEGNERE MARCO CARRARO

Via Galta, 33 – Vigonovo (Venezia) – Tel. 347-5612597 – CAP 30030

C.F. CRR MRC 74P12 D325D – P.IVA 03390570277

e-mail : marco.ing.carraro@tiscali.it

Si presenta ora l'implementazione del medesimo metodo per il calcolo del volume di invaso utilizzando le curve a tre parametri.

L'impostazione concettuale è ovviamente la stessa, si semplifica però notevolmente la scelta dei parametri della curva di possibilità pluviometrica (essendo unica per tutte le durate di pioggia comprese tra i minuti e le 24 ore) mentre qualche sforzo in più è richiesto per la determinazione della condizione di massimo.

La complicazione nasce dall'impossibilità di esprimere in forma esplicita il tempo critico: in sostanza, come sarà chiarito più avanti, si tratta di risolvere numericamente l'espressione che nasce dal porre nulla la derivata prima, calcolata rispetto a  $t$ , della relazione seguente:

$$V = V_{IN} - V_{OUT} = S \cdot \varphi \cdot h(t) - Q_{IMP} \cdot t = S \cdot \varphi \cdot \frac{a \cdot t}{(b+t)^c} - Q_{IMP} \cdot t$$

Dove:

$$h(t) = \frac{a \cdot t}{(b+t)^c}$$

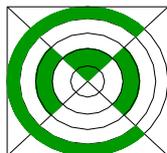
esprime la curva di possibilità pluviometrica a tre parametri.

La condizione di massimo si trova annullando la seguente derivata prima:

$$\frac{\partial V}{\partial t} = \frac{\varphi \cdot a \cdot [(b+t)^c - t \cdot c \cdot (b+t)^{c-1}]}{(b+t)^{2c}} - u_{IMP} = 0$$

Il programma allegato risolve l'espressione precedente numericamente con il metodo della secante (*Regula Falsi*).

I dati in input come anche gli output, *mutatis mutandis*, sono gli stessi del programma con l'espressione della curva di possibilità pluviometrica a due parametri.



## PARAMETRI IN INGRESSO

Limena	50
--------	----

Coefficiente d'afflusso k	0,518	[-]
Coefficiente udometrico imposto allo scarico	10	[l/s, ha]
Superficie intervento	33.963	[m <sup>2</sup> ]

## RISULTATI

Parametri della curva di possibilità pluviometrica

$$h = \frac{a \cdot t}{(t + b)^c}$$

Comune di	Limena	a	39,5	[mm min <sup>-1</sup> ]
Zona	SUD OCCIDENTALE	b	14,5	[min]
Tempo di ritorno [anni]	50	c	0,817	[-]

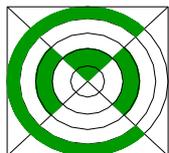
Tempo critico	202	[min]
Tempo critico	3,37	[ore]
Volume specifico richiesto per l'invarianza	390	[m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ]
Volume richiesto per l'invarianza	1323,0	[m <sup>3</sup> ]

Ora ipotizzando che le coperture degli edifici siano atte a invasare la propria quota parte di acqua meteorica (vedi particolare costruttivo) si è ripetuto il calcolo ricavando :

Superficie di intervento :	33963 mq
coefficiente d'afflusso :	0,433
Volume richiesto per l'invarianza a terra:	1044,20 mc
Volume d'invaso necessario su tetto:	278,80 mc

Considerando un invaso di 10 cm sul 70% dell'area dei tetti degli edifici si ha:

**Volume d'invaso su tetto: 287,70 mc**



**INGEGNERE MARCO CARRARO**

Via Galta, 33 – Vigonovo (Venezia) – Tel. 347-5612597 – CAP 30030

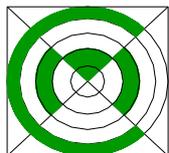
C.F. CRR MRC 74P12 D325D – P.IVA 03390570277

e-mail : marco.ing.carraro@tiscali.it

Avendo ipotizzato una rete di raccolta costituita da tubazioni di diametro 100 cm si ottiene una sezione liquida pari a  $0.74 \text{ m}^2$  (grado di riempimento pari al 95 %).

L'anello di tubazioni  $\Phi$  100 cm disposto attorno al lotto ha uno sviluppo complessivo di 1412 m, trascurando a favore della sicurezza la maggior capienza dei pozzetti

**Volume a terra disponibile per il lotto :  $0,74 \times 1412 = 1044,88 \text{ mc}$**



## INGEGNERE MARCO CARRARO

Via Galta, 33 – Vigonovo (Venezia) – Tel. 347-5612597 – CAP 30030

C.F. CRR MRC 74P12 D325D – P.IVA 03390570277

e-mail : marco.ing.carraro@tiscali.it

### VERIFICA da INDICAZIONI CONSORZIO BRENTA

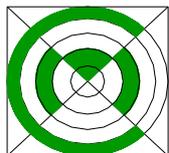
Come da indicazioni del consorzio viene effettuata una seconda verifica ipotizzando un volume d'invaso di 600 mc/ha per le superfici modificate ed inoltre cautelativamente si considera per il verde privato una possibile impermeabilizzazione del 50%

EDIFICI	1	x	4110,00	=	4110,00
MARCIAPIEDI PUBBLICI	1	x	1004,00	=	1004,00
CORSIE PRIVATE CARRABILI	1	x	0,00	=	0,00
STRADE DI PROGETTO IN AMBITO	1	x	4082,00	=	4082,00
PISTA CICLABILE IN AMBITO	1	x	0,00	=	0,00
BOX PRIVATI	1	x	2427,00	=	2427,00
POSTI AUTO PRIVATI	1	x	1919,00	=	1919,00
PARCHEGGI PUBBLICI	1	x	1187,00	=	1187,00
VIALETTI PRIVATI PEDONALI	1	x	3978,00	=	3978,00
VIALETTI PUBBLICI PEDONALI PIAZZA	1	x	0,00	=	0,00
VERDE PUBBLICO PIAZZA	0	x	0,00	=	0,00
VERDE PRIVATO GIARDINI	0,5	x	6005,00	=	3002,50
VERDE PRIVATO AIUOLE	0,5	x	0,00	=	0,00
VERDE PUBBLICO IN AMBITO	0	x	9078,00	=	0,00
ISOLE ECOLOGICHE / ENEL	1	x	173,00	=	173,00
			33963,00		21882,50
			Volume invaso specifico [mc/ha]	600,00	
			<b>Volume richiesto</b>	1312,95	

Ora ipotizzando che le coperture degli edifici siano atte a invasare la propria quota parte di acqua meteorica (vedi particolare costruttivo) si è ripetuto il calcolo ricavando :

Superficie di intervento :	33963 mq
Volume richiesto per l'invarianza a terra:	1036,63 mc
Volume d'invaso necessario su tetto:	276,32 mc

**Avendo ricavato una volumetria necessaria inferiore a quella calcolata col metodo delle piogge si è scelto il risultato più restrittivo ottenuto con la prima verifica**



## dimensionamento manufatti regolatori di portata

Il dimensionamento dei manufatti regolatori di portata risulta fondamentale per determinare livelli, massime portate in uscita dal sistema di raccolta e pertanto volumi di laminazione in rete.

La quota dello stramazzo è quella che determina tutti i volumi invasati a monte.

Lo stramazzo nel manufatto regolatore di portata deve essere dimensionato per consentire il passaggio della massima portata di piena, per tempi di ritorno di 50 anni, cercando di non superare la quota che determini funzionamenti a pressione delle tubazioni a monte o esondazioni.

L'efflusso da una luce a stramazzo in parete grossa arrotondata è governato dalla legge:

$$q = 0,48 \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h^{3/2}$$

dove  $q$  è la portata di colmo per unità di larghezza  $b$  dello stramazzo.

Esplicitando rispetto ad  $h$ , si ottiene il carico idraulico  $h$  al di sopra dello stramazzo.

Si riportano di seguito i risultati dei calcolo.

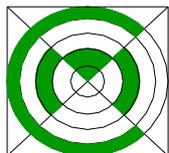
STRAMAZZO		
D	[m]	1,00
F	[m]	0,95
$Q_{\max}$	[m <sup>3</sup> /s]	0,01
b	[m]	1,40
q	[m <sup>3</sup> /s,m]	0,01
h	[m]	0,05

Dove:

F è la differenza tra  $h$  ed il diametro della tubazione a monte ovvero il tirante idrico.

b larghezza dello stramazzo e pertanto del pozzetto in cls che costituirà il sistema di regolazione di portata

Per ottenere il volume invasato in linea si considera  $F=0.95$  m (pari al'95 % di riempimento della condotta) come tirante sull'intera rete.



La scelta del diametro della luce a battente è influenzata dalla necessità di lasciar transitare le portate minime e trattenere, in occasione di eventi più consistenti, i volumi per la laminazione.

Nella Tabella n° 3.1 si riportano le portate in uscita da una luce a battente di diametro 10 cm al crescere del battente determinate mediante la nota formula:

$$Q = C_q \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Dove:

Q è la portata uscente in m<sup>3</sup>/s;

C<sub>q</sub> è il coefficiente di portata;

A è l'area della bocca d'efflusso in m<sup>2</sup>;

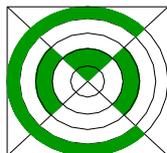
h è il carico idrico sulla bocca d'efflusso in m;

I valori di C<sub>q</sub> sono dati dalla relazione:

$$C_q = C_c \cdot \sqrt{\frac{1}{1 + C_c \cdot \frac{d}{h}}}$$

dove C<sub>c</sub> è il noto coefficiente di contrazione pari a 0.611

I valori di C<sub>q</sub> variano in generale nell'intervallo 0.50÷1.00 in funzione dell'inclinazione della parete e del rapporto d/h con d che esprime il diametro della bocca d'efflusso. Per d/h → 0 il valore di μ è pari al valore teorico 0.611 ricavabile dalla teoria dei moti a potenziale. Quando d/h è grande invece, l'efflusso non è regolare, a causa della presenza di un nucleo di aria risucchiata dal pelo libero. In tale situazione il coefficiente μ si riduce assumendo valori non ben definibili.



LUCE A BATTENTE					
$h_0$	$d$	$d/h_0$	$C_q$	$Q$	$u$
[m]	[m]	[m/m]		[m <sup>3</sup> /s]	[l/(s,ha)]
0,80	0,07	0,09	0,595	0,009	10
0,85	0,07	0,08	0,596	0,009	10
0,90	0,07	0,08	0,597	0,010	10
0,95	0,07	0,07	0,598	0,010	10
1,00	0,07	0,07	0,598	0,010	11

Si adotterà pertanto lo stramazzo di una luce a battente di un foro di diametro pari a 7 cm, protetto a monte da una griglia in acciaio zincato.

Considerate le ridotte dimensioni del foro della luce a battente, nonostante la presenza di una griglia a protezione dai corpi più grossolani, si dovrà eseguire una accurata e frequente manutenzione all'interno del pozzetto regolatore di portata, al fine di rimuovere tutti gli eventuali sedimenti o corpi estranei che possano ostruire il foro da 7 cm previsto.

## REGOLATORE DI PORTATA SU TETTI

Similmente alla verifica precedente si verifica il regolatore di portata per l'invaso sui tetti avente altezza 10 cm e foro di 1 cm

STRAMAZZO		
D	[m]	0,20
F	[m]	0,09
$Q_{max}$	[m <sup>3</sup> /s]	0,01
b	[m]	0,20
q	[m <sup>3</sup> /s,m]	0,05
h	[m]	0,10

LUCE A BATTENTE					
$h_0$	$d$	$d/h_0$	$C_q$	$Q$	$u$
[m]	[m]	[m/m]		[m <sup>3</sup> /s]	[l/(s,ha)]
0,06	0,01	0,17	0,582	0,00005	4,96
0,07	0,01	0,14	0,586	0,00005	5,39
0,08	0,01	0,13	0,589	0,00006	5,79
0,09	0,01	0,11	0,591	0,00006	6,17
0,10	0,01	0,10	0,593	0,00007	6,53



Tale dispositivo di controllo va a garantire un coefficiente udometrico inferiore a 10 l/sha con protezione del foro da foglie con ghiaia e un troppopieno sempre protetto