

Dal Molin dott. Luca - GEOLOGO

Via Durando, 75 - 36100 Vicenza - tel. 0444 922711

Codice Fiscale DLM LCU63R26L736F
Partita IVA 02504070240

REGIONE VENETO

PROVINCIA DI VICENZA

COMUNE DI VICENZA

IL DIRETTORE SETTORE URBANISTICA
dott. Danilo Guarti

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO ZONA C14

STRADA DELLA PERGOLETTA

RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA
(D.G.R. 3637/2002 - D.G.R. 1322/2006 - D.G.R. 2948/2009)

COMMITTENTE: CARRARO GIULIANO E CARRARO FRANCO

VICENZA, 7 Aprile 2014

Dott. Geol. LUCA DAL MOLIN



1 – PREMESSA

Su incarico dei Sigg. **CARRARO GIULIANO e CARRARO FRANCO** è stato eseguito uno studio di compatibilità idraulica di supporto al progetto di realizzazione di lotti residenziali e opere di urbanizzazione, nell'ambito di un Piano Urbanistico Attuativo zona C14 di iniziativa privata, in strada della Pergoletta nel Comune di Vicenza.

E' stato redatto uno studio idraulico, come previsto dalle D.G.R. n. 3637/2002, D.G.R. n.1322/2006, DGR. n.1841/2007 e D.G.R. n.2948/2009, che attestano per le nuove previsioni urbanistiche le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti o potenziali e le possibili alterazioni del regime idraulico che le nuove destinazioni o trasformazioni d'uso del suolo possono venire a determinare.

Il presente studio idraulico si pone l'obiettivo di:

- Verificare la compatibilità dello smaltimento delle acque meteoriche, con le caratteristiche idrologiche ed idrogeologiche locali;
- Individuare gli interventi di mitigazione idraulica al fine di rendere compatibile l'intervento in progetto.
- Eseguire il dimensionamento dei manufatti atti alla laminazione delle acque meteoriche.

2 – INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area d'intervento si colloca a sud del centro abitato di Vicenza, in località Campedello, ed è delimitata a nord da altre proprietà edificate, ad ovest dalla strada della Pergoletta, a sud da terreni agricoli, mentre ad est da un fossato esistente che scorre verso sud-est.

Il nuovo insediamento di progetto, a destinazione residenziale, si estende su di un'area attualmente occupata a verde di 1867 mq.

Il progetto prevede la realizzazione di nuovi lotti edificabili; a servizio dei nuovi fabbricati verranno progettate una nuova strada di accesso ai lotti, parcheggio, marciapiedi e aree a verde pubblica e privata.

L'area di progetto è individuata catastalmente al censuario del Comune di Vicenza, al foglio 41 mappale 40.

3 – ASSETTO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E IDROGRAFICO DELL'AREA

L'area in esame di forma trapezoidale è pianeggiante, debolmente degradante verso la roggia esistente, e con quota media del piano campagna di circa 31 m slm. Ad una distanza di circa 150 m ad ovest del sito in oggetto si trova il piede dei Monti Berici (propaggini nord orientali del Monte Bella Guardia, 178 m slm).

Dal punto di vista geomorfologico non si evidenziano zone di instabilità, quali zone di subsidenza, di erosione anormale o di precarietà geomorfologica. **Allo stato attuale non vi sono processi morfogenici o dissesti in atto o potenziali.**

Tale situazione risulta confermata dall'analisi dello stralcio dell'elaborato 2/1/A "Carta della fragilità - Zona sud" del P.T.C.P. di Vicenza: l'area in oggetto infatti non è interessata da alcun elemento di fragilità.

Dal punto di vista geologico questo tratto di pianura a ridosso dei Monti Berici è formato in prevalenza dai depositi fini di origine alluvionale e lacustre depositatisi grazie all'azione dei corsi d'acqua (F. Bacchiglione), mescolati dai depositi eluvio-colluviali più grossolani provenienti dai versanti collinari.

Mentre i depositi alluvionali e lacustri sono costituiti in prevalenza da terreni limoso argillosi con modeste intercalazioni sabbiose ed in profondità un'alternanza di terreni sabbiosi e argillosi, le formazioni rocciose che costituiscono i versanti sono in prevalenza date da rocce calcaree e calcareo-marnose, facenti parte della Formazione delle Calcareni di Castelgomberto, di età Oligocenica.

Dal punto di vista idrogeologico, questo settore di pianura è caratterizzato da modesto sistema multifalde, che è costituito da un complesso eterogeneo di livelli acquiferi, rappresentati da una falda

superficiale freatica e/o semifreatica e da falde profonde in pressione, semiconfinati più o meno lentiformi.

La soggiacenza della falda idrica, ricavata da precedenti indagini geognostiche effettuate nell'area, è stata misurata alla profondità di -2.30 m dal p.c. Il periodo di misura (luglio 2006) è da considerarsi di magra relativa e sono pertanto ipotizzabili oscillazioni dei livelli di falda.

La sua alimentazione deriva in prevalenza dalle dispersioni dei corsi d'acqua e dalle precipitazioni efficaci. Sono possibili anche interscambi idrici con i complessi calcarei fessurati e carsici del versante.

Per quanto riguarda l'idrografia superficiale, l'elemento idrografico più rilevante è rappresentato dal Fiume Bacchiglione, che scorre a est a circa 1.0 km di distanza dall'area in oggetto, mentre la rete secondaria è formata per lo più da canali irrigui e da scoli dei campi, con la regimazione idrica che è operata principalmente da questi ultimi. Come già detto è presente lungo il confine est del lotto una roggia che si presenta incassata e profonda oltre i 2 m dal p.c.

Dalla tavola di "Pericolosità idraulica" allegata al P.A.I. (Tav. 50 - agg. con decr. segr. del gennaio 2014) si evince che il sito in esame non rientra in un'area soggetta a pericolosità idraulica per esondazioni o allagamenti dei corsi d'acqua principali (Fiume Bacchiglione) o per problemi della rete di bonifica (aree a ristagno idrico).

Le acque meteoriche attualmente si infiltrano nel terreno e/o scorrono in superficie drenate dal fossato. Non risultano aree con ristagni d'acqua in superficie.

4 – ANALISI IDROLOGICA

4.1 Premessa

Per lo smaltimento delle acque meteoriche (acque bianche) sono da prevedersi degli interventi di mitigazione idraulica finalizzate a non modificare il grado di permeabilità del suolo e le modalità di risposta del territorio agli eventi meteorici brevi e intensi (scrosci). In particolare, in relazione alle caratteristiche della rete idraulica naturale o artificiale che deve accogliere le acque derivanti dagli afflussi meteorici, dovranno essere stimate le portate massime scaricabili e definiti gli accorgimenti tecnici per evitarne il superamento in caso di eventi estremi.

Dal punto di vista idraulico l'area che è stata presa in considerazione per la formazione del deflusso ha una superficie complessiva di 1.960 mq, attualmente a verde.

Nelle tabelle seguenti si riportano le superfici interessate dal progetto, con i relativi coefficienti di deflusso (Φ), desunti dalla normativa regionale (D.G.R.V. n.2948/2009):

descrizione	S (mq)	Φ
superficie a verde	1.867,00	0,2
SUPERFICIE TOTALE	1.867,00	

Tabella 2: destinazione delle superfici relative allo stato di fatto

descrizione	S (mq)	Φ
superficie a verde	953,00	0,2
superficie semipermeabile (parcheggio)	67,00	0,6
superficie impermeabile (coperture edifici, strada privata)	847,00	0,9
SUPERFICIE TOTALE	1.867,00	

Tabella 3: destinazione delle superfici relative allo stato di progetto

Dal calcolo delle superfici interessate dal progetto risulta che la trasformazione, da un punto di vista di invarianza idraulica, interessa una porzione di territorio pari a 1.867 mq.

Si tenga presente che in base alla normativa regionale (D.G.R. n.2948/2009) il presente intervento ricade nella classe di “**modesta impermeabilizzazione potenziale**”, cioè “intervento su superfici di estensione comprese tra 0.1 e 1 ha”.

4.2 Analisi ed elaborazione delle precipitazioni

La metodologia di studio seguita ha previsto:

- l'analisi dei dati pluviometrici relativi alla **stazione di Vicenza** per le piogge brevi e intense (scrosci) cioè quelle con durata da pochi minuti fino ad un'ora e per le precipitazioni di più ore consecutive;
- la determinazione del coefficiente di deflusso e del tempo di corrivazione;
- la determinazione delle portate massime meteoriche con il metodo cinematico.

Uno strumento fondamentale nell'analisi delle precipitazioni è rappresentato dalle relazioni interconnesse tra le altezze di pioggia massime annuali e la durata degli eventi che sono indicate come curve di possibilità pluviometriche. Tali curve si costruiscono individuando, anno per anno, l'altezza massima di precipitazione corrispondente ad una durata specifica. La formula analitica più comunemente usata è:

$$h = a \times t^n$$

L'altezza (h) di pioggia è espressa in mm mentre la durata dell'evento (t) in ore. I valori "a" e "n" sono definiti parametri di taratura dipendenti dal Tempo di Ritorno.

Il Tempo di Ritorno rappresenta il numero di osservazioni che mediamente è necessario effettuare per poter osservare un secondo superamento di un fissato evento dopo averne osservato un primo. Il valore di TDR è regolato dalla DGR 1481/2007 in relazione alla tipologia e al luogo di intervento.

La distribuzione utilizzata per l'interpretazione dei valori massimi di un campione, come precipitazioni intense di assegnata durata, è la distribuzione di Gumbel.

Elaborazione dei dati secondo la distribuzione di Gumbel

Per la stima della portata meteorica massima si è fatto 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 inferiori alle 24 ore, e con un tempo di ritorno T_r che va da 2 a 200 anni. A sua volta poi, nell'ambito delle 24 ore, bisogna distinguere tra intensità delle precipitazioni delle prima ora ed intensità delle stesse nelle ore successive.

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

$$X(T_r) = \bar{X} + F S_X$$

In cui: $X(T_r)$ il valore caratterizzato da un periodo di ritorno T_r , ossia l'evento che viene eguagliato o superato; \bar{X} 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:

$$F = \frac{Y(T_r) - \bar{Y}_N}{S_N}$$

essendo la grandezza $Y(T_r)$, funzione del Tempo di Ritorno, la cosiddetta variabile ridotta, e \bar{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 facilmente calcolabili utilizzando le seguenti formule:

$$\begin{aligned} - \bar{Y}_N &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Y_i \\ - S_N &= \left[\frac{1}{N-1} \sum (Y_i - \bar{Y}_N)^2 \right]^{1/2} \end{aligned}$$

I valori di questi parametri sono riportati nella tabella allegata.

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

$$Y(Tr) = -\ln \left(-\ln \frac{(Tr - 1)}{Tr} \right)$$

Con le idonee sostituzioni si ricava l'espressione:

$$X(Tr) = \bar{X} - \frac{S_X}{S_N} \bar{Y}_N + \frac{S_X}{S_N} Y(Tr)$$

ove $\bar{X} - \frac{S_X}{S_N} \bar{Y}_N$ è chiamata moda e rappresenta il valore con massima frequenza probabile; il fattore $\frac{S_X}{S_N}$ con il termine alpha.

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

Per ciascun tempo di ritorno sono riportati i parametri "a" e "n" dell'equazione di possibilità pluviometrica $h = a \cdot t^n$, con "h" pari alle altezze di precipitazioni in mm. Assegnato Tr si possono quindi ricavare per ogni durata di pioggia "t" i valori di h corrispondenti, cioè le altezze di precipitazione che ricorrono mediamente ogni Tr anni.

Coefficienti dell'equazione pluviometrica per eventi di durata < 1 ora – Stazione di Vicenza

Tr (anni)	a	n
10	50.19	0.439
20	57.96	0.445
50	68.02	0.451

Coefficienti dell'equazione pluviometrica per eventi di durata > 1 ora – Stazione di Vicenza

Tr (anni)	a	n
10	49.20	0.217
20	57.58	0.205
50	68.46	0.193

Per il dimensionamento delle opere di compensazione (bacini di laminazione), a favore del principio di **invarianza idraulica**, il valore del tempo di ritorno è stato assunto pari a **50 anni**. Tale ipotesi è prescritta dalle "Modalità operative e indicazioni tecniche" concernenti la "Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici" (D.G.R. n.2948/2009).

Per piogge con t < 1 ora, si ottiene un'equazione di possibilità pluviometrica pari ha:

$$h = 68.02 \cdot t^{0.451} \quad (h \text{ in mm e } t \text{ in ore})$$

con a = 68.02 mm ora⁻ⁿ e n = 0.451

Per piogge con t > 1 ora, si ottiene:

$$h = 68.46 \cdot t^{0.193} \quad (h \text{ in mm e } t \text{ in ore})$$

con $a = 68.46 \text{ mm ora}^{-n}$ e $n = 0.193$

4.3 Stima delle portate meteoriche

Il calcolo della portata, conseguente alla precipitazione assegnata, è stato condotto utilizzando il **metodo razionale**, noto in Italia come **metodo cinematico**; 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 coefficiente di deflusso medio da assegnare al bacino scolante totale e poi il tempo di corrivazione; infatti assumendo un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione tutto il bacino contribuisce alla formazione della portata massima.

4.3.1 Calcolo del coefficiente di deflusso

I coefficienti di deflusso futuri ϕ sono stati assunti come da indicazione della D.G.R. n.2948/2009.

Valori del coefficiente di deflusso relativi a piogge brevi e intense (scrosci)	
Tipi di superficie	ϕ
Aree agricole	0.10
Superfici permeabili (aree verdi)	0.20
Superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ecc)	0.60
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali e marciapiedi, ecc)	0.90

Dalla relazione seguente si ricava il valore del coefficiente di deflusso medio ϕ_{medio}

$$\phi_{\text{medio}} = (S_i \cdot \phi_i) / S_l$$

ove:

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

S_l = superficie scolante totale (mq)

S_i = superfici scolanti omogenee (mq)

ϕ_i = coefficiente di deflusso relativo alle S_i

Si assume un coefficiente di deflusso medio ϕ_{medio} per l'area d'intervento allo stato di progetto di 0.53; tale valore verrà preso a riferimento per la determinazione della portata massima prevedibile futura.

4.3.2 Calcolo del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione t_c in un bacino urbano dotato di una rete di fognatura può essere stimato come la somma del tempo di scorrimento sul bacino prima del raggiungimento della rete di drenaggio (tempo di ingresso in rete) e del tempo di propagazione all'interno di quest'ultima (tempo di rete).

Per la stima del tempo di corrivazione t_c si fa riferimento alla seguente espressione:

$$t_c = t_a + t_r$$

ove t_a esprime il tempo di accesso alla rete e t_r il tempo di rete.

Il tempo di accesso alla rete t_a , sempre di incerta determinazione, è stato stimato applicando il metodo del *condotto equivalente*, sviluppato partendo dalla considerazione che il deflusso è in realtà un deflusso in una rete di piccole canalizzazioni incognite (canalette, cunette, grondaie, ecc.) che raccolgono le acque scolanti lungo le singole falde dei tetti e delle strade.

Per sottobacini sino a 10 ettari il primo termine t_a è dato dalla equazione:

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

ove

t_{ai} = tempo di 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 (area del parcheggio pubblico) per la determinazione del tempo di accesso alla rete è il sottobacino posto all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo.

Stima del tempo di accesso t_a :

Sottobacino considerato	S_i (Ha)	l_i (m)	ϕ_i	s_i	a	n	t_{ai} (s)
Intera area scolante	0,1867	95	0,53	0,002	68,02	0.4518	205

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. Si ricava dal rapporto tra la lunghezza della rete e la velocità della corrente:

$$t_r = L_i / V_i$$

Nel caso in esame, considerando un unico collettore principale, di lunghezza $L_i = 95$ m e $V_i = 1,0$ m/s, si ottiene un tempo di rete pari a 95 secondi.

Determinato t_a e t_r si ricava un valore del tempo di corrivazione t_c di circa 5 minuti pari a 0.08 ore.

4.3.3 Calcolo della portata massima di scolo

Come già detto in precedenza la portata massima nella sezione terminale si ottiene assumendo un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione. In tali condizioni tutto il bacino scolante considerato contribuisce alla formazione della portata massima.

Con tale ipotesi e dalla relazione proposta dal metodo cinematico si ricava il valore della portata meteorica massima relativa al bacino scolante considerato:

$$Q_{max} = 2.78 \cdot S \cdot \phi \cdot h/t = 2.78 \cdot S \cdot \phi \cdot a \cdot t c^{n-1}$$

in cui:

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

S = superficie scolante totale (ha);

ϕ = coefficiente di afflusso medio

h = altezza di pioggia valutata con l'equazione di possibilità climatica;

a, n = parametri della curva di possibilità climatica relativi ad una durata t e T_r

t = tempo di pioggia assunto pari al tempo di corrivazione t_c .

Per la sola area afferente al parcheggio pubblico, la portata massima futura è stimata, per un tempo di corrivazione di 5 min (0,08 ore) e per un tempo di ritorno di 50 anni, pari a $Q_{max} = 73 \text{ l/s} = 0.073 \text{ mc/s}$, pari a 390 l/(s ha).

Tale portata, corrispondente al surplus d'acqua meteorica, dovrà essere smaltito attraverso idonei interventi di mitigazione idraulica.

5 - INTERVENTI DI MITIGAZIONE IDRAULICA

5.1. 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 dall'intervento di urbanizzazione dell'area attualmente a verde 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 d'accumulo e le verifiche idrauliche sono state condotte pensando alla necessità di predisporre dei volumi di invaso corrispondenti ad un evento di pioggia critica.

Secondo le indicazioni del Consorzio di Bonifica di competenza si conviene che la portata massima, che è possibile scaricare nella rete idrografica, è pari a circa 1,0 l/s, corrispondente al valore consigliato di 5 l/(s ha).

Calcolando per il tempo di precipitazione, il valore del volume defluito alla sezione di chiusura (pozzetto tarato prima della roggia), il volume scaricato nella rete di scolo ricettrice e, per differenza tra i due, il volume che è necessario invasare, è possibile determinare il valore necessario alla laminazione (accumulo) dell'evento considerato, ricercando il massimo della curva dei volumi di invaso al variare del tempo di pioggia.

A tale scopo è stato predisposto un modello che simula il comportamento dello smaltimento in appoggio ad un invaso temporaneo al variare del tempo di pioggia, nell'ipotesi di una sezione d'uscita costituita dallo scarico tarato in roggia. Il modello determina, in funzione di una serie di eventi critici considerati e della portata di deflusso (limitata al valore costante di 1,0 l/s):

- l'altezza di pioggia;
- la portata di pioggia alla sezione di chiusura valutata con l'espressione del metodo cinematica;
- la portata da invasare a monte della sezione di chiusura, data dalla differenza tra la portata di pioggia e la portata defluita;
- il volume di pioggia defluito nella rete idrografica ($Q_{defluito} \times$ tempo di pioggia);

- il volume di pioggia da invasare ($V_{\text{invaso}} = V_{\text{pioggia}} - V_{\text{defluito}}$).

5.2. Risultati delle elaborazioni

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

Si riportano nella tabella seguente i risultati emersi dal calcolo idraulico riportati integralmente in allegato.

CALCOLO DEI VOLUMI MINIMI DI INVASO – TR = 50 ANNI					
Durata precipitazione (ore)	Portata pioggia (l/s)	Portata defluita (l/s)	Volume pioggia (mc)	Volume defluito (mc)	Volume invaso (mc)
5 (critica)	5	1,0	92	17	76

Pertanto, considerando un tempo di ritorno di 50 anni, dal calcolo idraulico si determina, per l'area del parcheggio pubblico, un volume minimo di laminazione di **76 mc** (406 mc/ha). Questo valore è in accordo con le indicazioni fornite dal Consorzio di Bonifica (Alta Pianura Veneta), il quale raccomanda volumi di invaso pari a circa 400 mc/ha.

5.3. Interventi di mitigazione idraulica

Dall'analisi idraulica è emersa la necessità di realizzare interventi di mitigazione che prevedano, nell'area del nuovo parcheggio pubblico, di invasare temporaneamente un volume di acqua non inferiore a 76 mc.

La conformazione dell'area e la distribuzione delle superfici di progetto, non consentono di realizzare bacini superficiali per mancanza di spazio.

L'intervento che si propone in questa sede e concordato con il progettista prevede il sovradimensionamento del nuovo tratto della rete di raccolta delle acque meteoriche. In particolare si suggerisce la messa in opera di tubazioni circolari in cav di diametro 80 cm per una lunghezza complessiva di 190 m, capaci di invasare temporaneamente un volume di circa 76 mc.

Il volume di acqua temporaneamente accumulata nelle rete verrà scaricata nella roggia esistente con una portata non superiore a 1,0 l/s. La limitazione della portata scaricata nella roggia, tarata a tale valore, dovrà essere garantita dalla predisposizione di un idoneo manufatto di laminazione, a funzionamento preferibilmente automatico, e dotato di una luce di fondo.

5.4. Manufatto di scarico e limitatore di portata

La limitazione di portata nella sezione terminale, prima dello scarico in roggia, dovrà essere garantita da un manufatto di laminazione che funzioni preferibilmente in modo automatico e che limiti l'afflusso di portata ai valori corrispondenti alla situazione prima dell'intervento urbanistico. Tale manufatto presenta nel fondo una apertura di dimensioni ridotte, tarata sul valore massimo di portata ammissibile, al fine di limitare la portata in uscita ai valori richiesti (1,0 l/s).

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 defluisce è determinata dalla espressione (valida per parete sottile ed efflusso libero):

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

in cui:

- Q = portata che defluisce per bocca a battente
- Cc = coefficiente di efflusso assunto pari a 0,60
- A = area della bocca di fondo
- H = tirante o carico idraulico

Procedendo anche per tentativi, si determina il diametro necessario a scaricare la portata calcolata. Si nota che per un calcolo esatto è necessario conoscere il carico H e quindi si deve provvedere al dimensionamento esatto della rete. Si osserva anche che minore è il carico h e maggiore risulta il diametro del foro di scarico, che dovrebbe essere almeno di diametro 30 mm, per evitare eccessivi intasamenti. Prima dello scarico è sempre consigliabile posizionare una griglia per la raccolta del materiale grossolano (foglie, sassi...).

Per sicurezza, nel caso di portate superiori a quelle stimate per il tempo di ritorno assunto, il dispositivo presenta uno stramazzo che funziona come soglia sfiorante.

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

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

in cui:

- Q = portata che defluisce dallo stramazzo
- Cq = coefficiente di efflusso
- L = larghezza della soglia sfiorante
- H = tirante idraulico

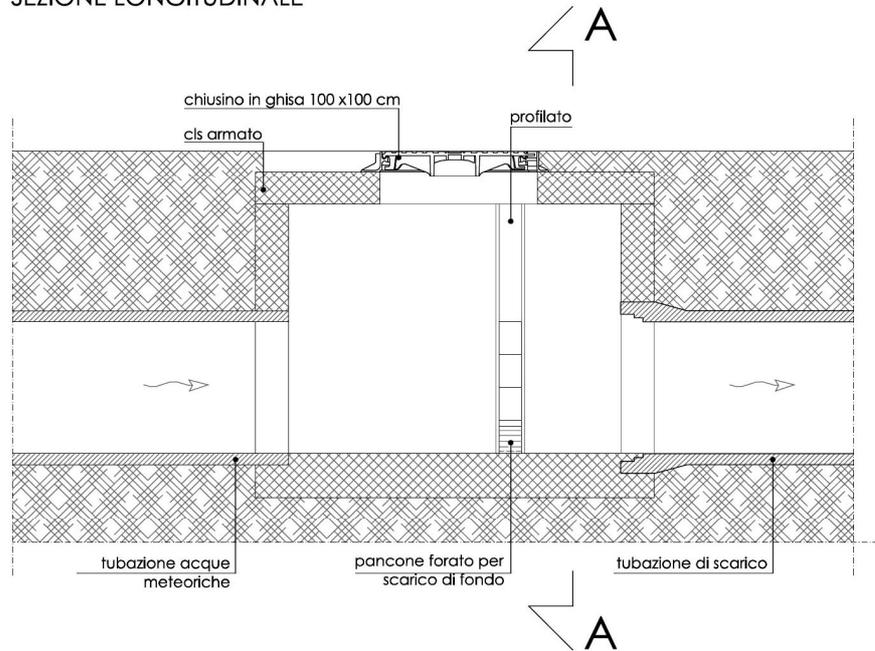
Tale manufatto di laminazione è schematizzato in modo indicativo nella figura in allegato.

Vicenza, 7 aprile 2014

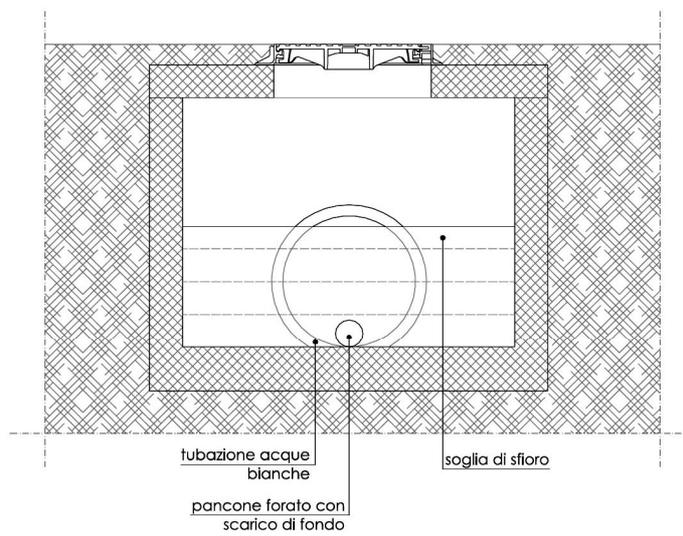
Dott. Geol. LUCA DAL MOLIN



PARTICOLARE MANUFATTO DI LAMINAZIONE
SEZIONE LONGITUDINALE



PARTICOLARE MANUFATTO DI LAMINAZIONE
SEZIONE TRASVERSALE A-A



ELABORAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI

<i>Valori dei parametri YN e Sn secondo Gumbel</i>										
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	1.6449	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

TABELLA 1 - REGISTRAZIONI PIOGGE BREVI ED INTENSE (SCROSCI)

STAZIONE PLUVIOMETRICA DI:	VICENZA
BACINO:	Uff. Idr. Mag. Acque VENEZIA
QUOTA: FONTE DEI DATI:	Serie storica 1938-1972 e 1973-1990
DATI DISPONIBILI:	

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	83,65	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	76,89	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	16,2	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	14,8	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	15,6	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	16,0	0,04	1989	28,6	19,74	1989	32,6	1,45	1989
46	6,2	134,35	1990	9,0	229,74	1990	31,8	0,04	1990
Anni	33			42			46		

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

ORA	0,25	0,50	1,00
N	33	42	46
XM=MEDIA	17,79	24,16	31,6
SOMMA X ²	1320,7	2941,9	7509,6
SSQM	6,42	8,47	12,92
Inserire da tabella Sn	1,1399	1,1597	1,1665
Inserire da tabella Yn	0,538	0,5448	0,5468
alfa	0,1774	0,1369	0,0903
moda	14,76	20,18	25,54

TABELLA 3 - ELABORAZIONI STATISTICHE (METODO DI GUMBEL) PER PIOGGE BREVI ED INTENSE (SCROSCI)

TEMPI DI RITORNO		ORE		
(anni)		0,25	0,50	1,00
10	hmax (mm) =	27,31	37,02	50,19
20	hmax (mm) =	31,28	42,58	57,96
50	hmax (mm) =	36,40	49,76	68,02

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

TEMPI DI RITORNO	a (mm ore-n)	n
10 anni	50,19	0,439
20 anni	57,96	0,445
50 anni	68,02	0,451

TABELLA 5 - REGISTRAZIONI PIOGGE DI DURATA ORARIA

STAZIONE PLUVIOMETRICA DI: **VICENZA**

Off. Idr. Mag. Acque VENEZIA

Serie storica 1938-1972 e 1973-1990

QUOTA: FONTE DEI DATI:

DATI DISPONIBILI:

N.	INTERVALLO IN ORE 1			INTERVALLO IN ORE 3			INTERVALLO IN ORE 6			INTERVALLO IN ORE 12			INTERVALLO IN ORE 24		
	h(mm)	$\chi^2=(hI-M)^2$	Anno	h(mm)	$\chi^2=(hI-M)^2$	Anno	h(mm)	$\chi^2=(hI-M)^2$	Anno	h(mm)	$\chi^2=(hI-M)^2$	Anno	h(mm)	$\chi^2=(hI-M)^2$	Anno
1	22,2	41,93	1927	38,4	0,05	1928	40,8	35,95	1927	59,0	5,62	1928	95,0	752,26	1928
2	22,0	44,56	1928	37,0	1,40	1929	42,0	23,00	1928	53,0	13,17	1929	74,0	41,31	1929
3	32,0	11,05	1929	49,4	125,85	1930	37,2	92,07	1929	65,2	73,45	1930	68,4	0,68	1930
4	42,8	199,50	1930	29,0	84,31	1931	65,2	338,72	1930	52,2	19,62	1931	63,8	14,23	1931
5	13,0	245,72	1931	59,6	458,74	1932	41,0	33,59	1931	59,8	10,05	1932	59,8	60,42	1932
6	50,4	471,95	1932	32,2	35,78	1933	59,8	169,12	1932	47,2	88,92	1933	62,4	26,76	1933
7	30,8	4,51	1933	59,4	450,21	1934	32,2	213,03	1933	98,2	1728,10	1934	98,6	962,69	1934
8	33,4	22,32	1934	37,0	1,40	1935	90,8	1936,39	1934	70,3	188,23	1935	83,4	250,87	1935
9	30,8	4,51	1935	47,2	81,33	1936	58,8	144,11	1935	65,4	76,92	1936	74,2	43,92	1936
10	47,2	343,16	1936	48,0	96,40	1937	47,2	0,16	1936	59,0	5,62	1937	59,0	73,49	1937
11	31,6	8,55	1937	47,0	77,76	1938	55,0	67,31	1937	59,3	7,13	1938	78,4	117,23	1938
12	23,2	29,98	1938	40,6	5,85	1939	58,0	125,54	1938	41,0	244,28	1939	56,4	124,83	1939
13	38,0	86,95	1939	21,2	288,38	1940	41,0	33,59	1939	37,0	385,32	1940	45,6	482,80	1940
14	19,0	93,62	1940	42,0	14,50	1941	22,0	614,82	1940	68,6	143,29	1941	68,6	1,06	1941
15	20,0	75,27	1941	41,2	9,11	1942	59,0	148,95	1941	48,4	67,73	1942	70,6	9,16	1942
16	38,6	98,49	1942	28,8	88,02	1943	48,4	2,57	1942	39,2	303,79	1943	44,6	527,75	1943
17	23,8	23,77	1943	42,0	14,58	1944	34,8	143,89	1943	73,0	267,99	1944	88,0	417,27	1944
18	28,0	0,46	1944	15,6	509,94	1945	48,0	1,45	1944	41,6	225,89	1945	49,8	315,87	1945
19	14,8	192,53	1945	43,0	23,21	1946	25,0	475,05	1945	62,6	35,65	1946	81,8	202,42	1946
20	32,0	11,05	1946	20,2	323,35	1947	43,2	12,93	1946	45,0	135,25	1947	53,8	189,69	1947
21	18,6	101,52	1947	59,6	458,74	1948	24,8	483,80	1947	74,4	315,79	1948	75,6	64,44	1948
22	30,0	1,75	1948	20,0	330,58	1950	64,6	317,00	1948	32,0	606,61	1950	43,6	574,69	1950
23	18,6	101,52	1950	24,8	179,07	1951	25,6	449,25	1950	44,8	139,94	1951	74,6	49,38	1951
24	24,8	15,02	1951	42,6	19,52	1952	31,4	237,02	1951	51,4	27,35	1952	77,2	92,68	1952
25	31,2	6,37	1952	56,6	339,23	1953	45,2	2,56	1952	72,4	248,71	1953	75,0	55,16	1953
26	49,4	429,50	1953	27,4	115,25	1954	58,2	130,06	1953	41,8	219,92	1954	49,6	323,02	1954
27	15,2	181,59	1954	40,6	5,85	1956	30,6	262,30	1954	49,8	46,64	1956	53,8	189,69	1956
28	33,6	24,25	1956	20,6	309,12	1958	42,0	23,00	1956	45,0	135,25	1958	68,0	0,18	1958
29	15,2	181,59	1958	42,0	14,50	1959	32,0	218,91	1958	65,6	80,47	1959	82,6	225,82	1959
30	27,0	2,81	1959	27,2	120,60	1960	42,0	23,00	1959	48,0	74,47	1960	48,0	383,09	1960
31	21,6	50,06	1960	52,8	213,69	1961	31,4	237,02	1960	60,0	11,36	1961	74,6	49,38	1961
32	25,2	12,08	1961	27,2	120,60	1962	60,0	174,36	1961	63,6	48,59	1962	65,0	6,62	1962
33	16,2	155,64	1962	31,4	45,99	1963	45,6	1,43	1962	78,8	491,53	1963	78,8	126,05	1963
34	25,6	9,46	1963	65,4	740,83	1964	61,0	201,77	1963	77,2	423,14	1964	77,2	92,68	1964
35	46,0	300,14	1964	38,2	0,00	1965	76,8	900,27	1964	44,4	149,56	1965	66,0	2,47	1965
36	38,2	90,72	1965	29,8	70,25	1966	44,4	5,74	1965	49,4	52,27	1966	60,0	57,35	1966
37	23,6	25,75	1966	51,4	174,72	1967	48,6	3,26	1966	55,6	1,06	1967	59,0	73,49	1967
38	46,0	300,14	1967	32,0	38,21	1968	53,2	41,02	1967	61,4	22,76	1968	64,8	7,69	1968
39	25,2	12,08	1968	23,6	212,63	1969	61,0	201,77	1968	64,2	57,31	1969	65,8	3,14	1969
40	15,4	176,24	1969	46,8	74,27	1970	43,8	8,97	1969	46,8	96,62	1970	46,8	431,51	1970
41	46,6	321,29	1970	36,6	2,50	1971	46,8	0,00	1970	58,0	1,88	1971	76,2	74,43	1971
42	22,0	44,50	1971	42,6	19,52	1972	56,6	96,13	1971	58,6	3,88	1972	83,8	263,32	1972
43	29,4	0,52	1972	32,0	38,21	1973	45,0	3,22	1972	65,2	73,45	1973	69,8	4,96	1973
44	22,2	41,93	1973	30,0	66,94	1975	55,8	81,08	1973	39,0	310,80	1975	61,0	43,20	1975
45	30,0	1,75	1975				30,0	282,09	1975						

Anni

TABELLA 6 - ELABORAZIONI STATISTICHE (METODO DI GUMBEL) PER PIOGGE DI DURATA ORARIA

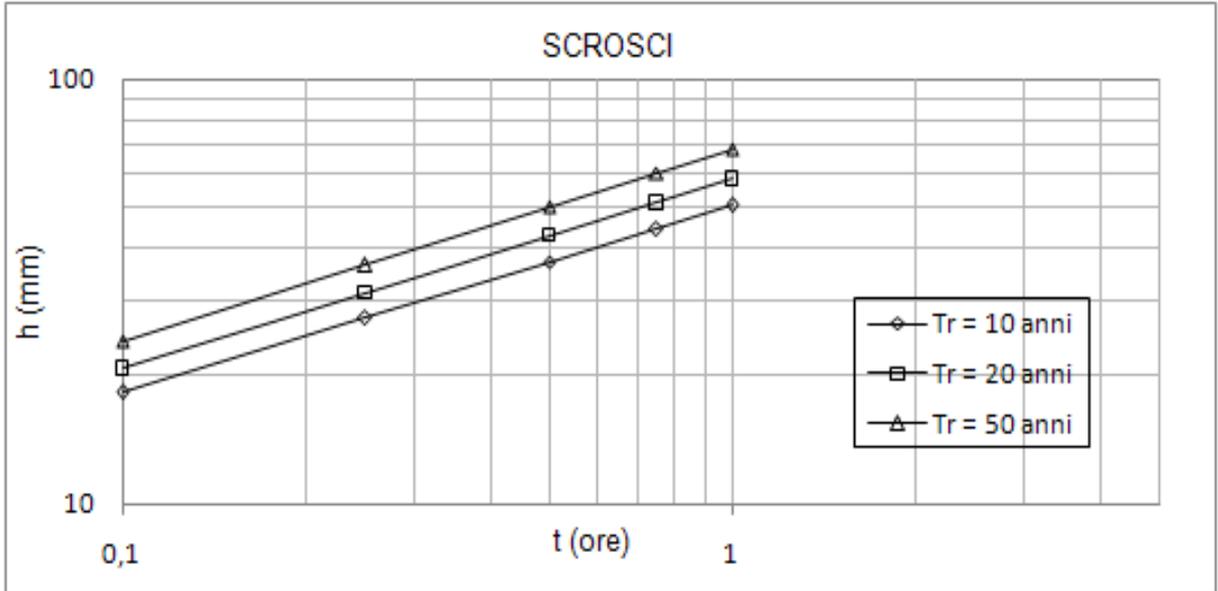
ORA	1	3	6	12	24
N	45	44	45	44	44
XM = MEDIA	28,68	38,18	46,8	56,63	67,57
SOMMA X ²	4598,2	6402,1	8997,2	7645,4	7815,2
SSQM	10,22	12,2	14,3	13,33	13,48
Inserire da tabella S _n	1,1649	1,1632	1,1649	1,1632	1,1632
Inserire da tabella Y _n	0,5463	0,5458	0,5463	0,5458	0,5458
alfa	0,114	0,0953	0,0815	0,0872	0,0863
moda	23,88	32,46	40,09	50,37	61,25

TABELLA 7 - ELABORAZIONI STATISTICHE (METODO DI GUMBEL) PER PIOGGE DI DURATA ORARIA

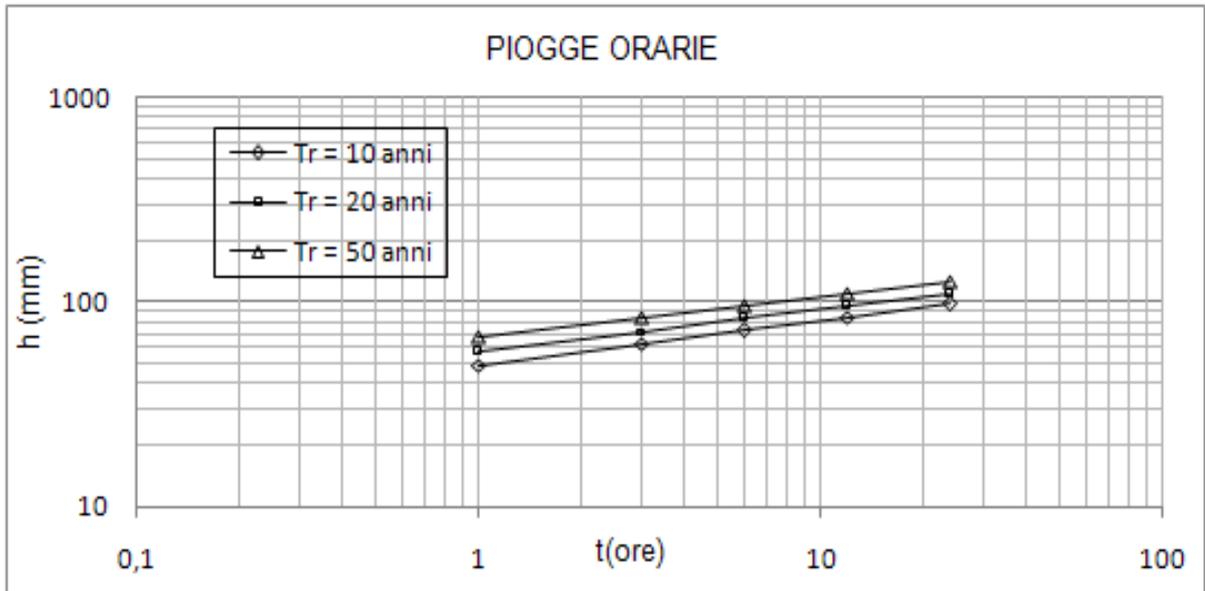
TEMPI DI RITORNO		ORE				
(anni)		1	3	6	12	24
10	h _{max} (mm) =	49,20	62,45	72,58	84,36	98,06
20	h _{max} (mm) =	57,58	72,12	83,14	95,83	110,46
50	h _{max} (mm) =	68,46	84,63	96,74	110,59	126,42

TABELLA 8 - VALORI DI a E n AL VARIARE DI TR PER PIOGGE DI DURATA ORARIA

TEMPI DI RITORNO	a (mm ore-n)	n
10 anni	49,20	0,217
20 anni	57,58	0,205
50 anni	68,46	0,193



EQUAZIONI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA PER PIOGGE BREVI E INTENSE (SCROSCI)



EQUAZIONI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA PER PIOGGE ORARIE

CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

descrizione	S (mq)	Φ	S* Φ
area a verde	1.867,00	0,2	373,40
SUPERFICIE TOTALE	1.867,00		373,40
Φmedio		0,2	

Tabella 9: destinazione delle superfici e coefficienti deflusso relative allo stato di fatto

descrizione	S (mq)	Φ	S* Φ
superficie a verde	953,00	0,2	190,60
superficie semipermeabile (parcheggio)	67,00	0,6	40,20
superficie impermeabile (strada, coperture edifici)	847,00	0,9	762,30
SUPERFICIE TOTALE	1.867,00		993,10
Φmedio		0.53	

Tabella 10: destinazione delle superfici e coefficienti deflusso relative allo stato di progetto

STIMA DELLA PORTATA METEORICA MASSIMA E MEDIA NELLA PRIMA ORA CON IL METODO CINEMATICO

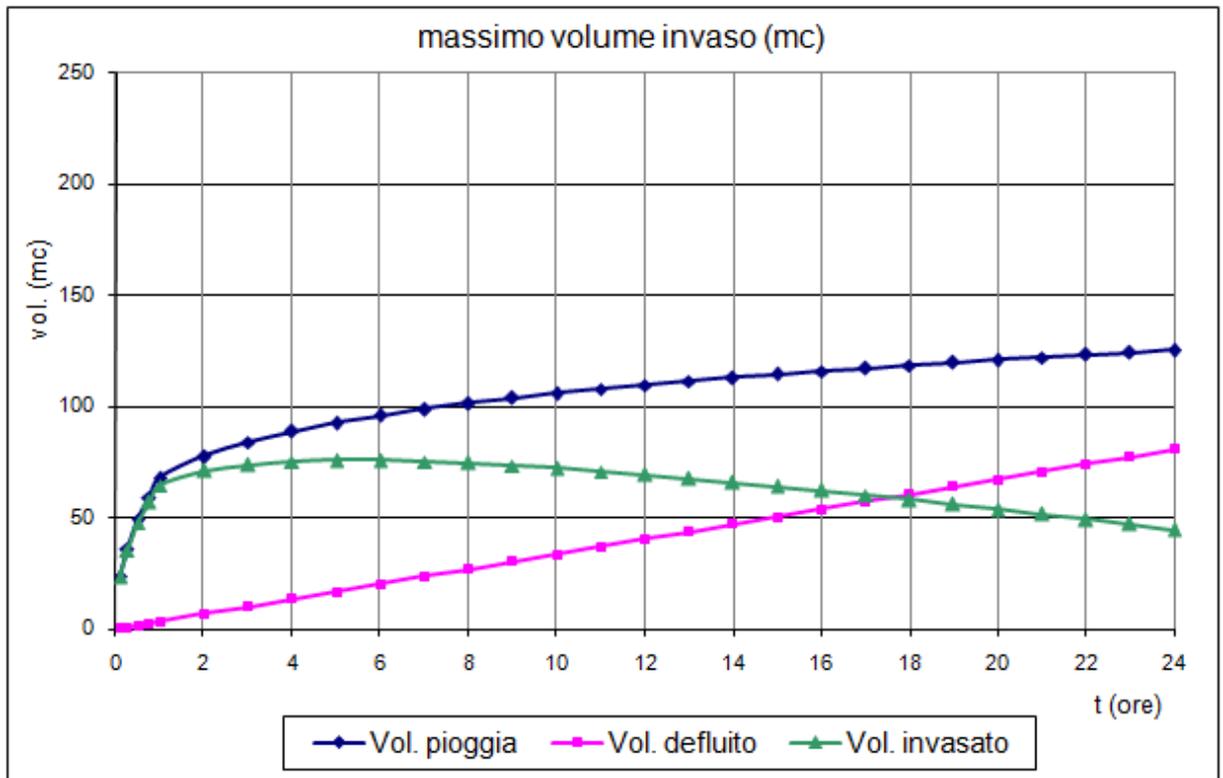
DATI DI PROGETTO - RISULTATI

Coeff. Deflusso $\phi = 0.53$ T<1 ora										
PORTATA MASSIMA: Tempo di pioggia = tempo di corrivazione										
Tr (anni)	ϕ	a	n	t (min)	t (ore)	h (mm)	J (mm/ora)	S (mq)	Q (l/s)	Q (mc/ora)
50	0.53	68.02	0.45	5	0.08	22	272	1.867	75	270

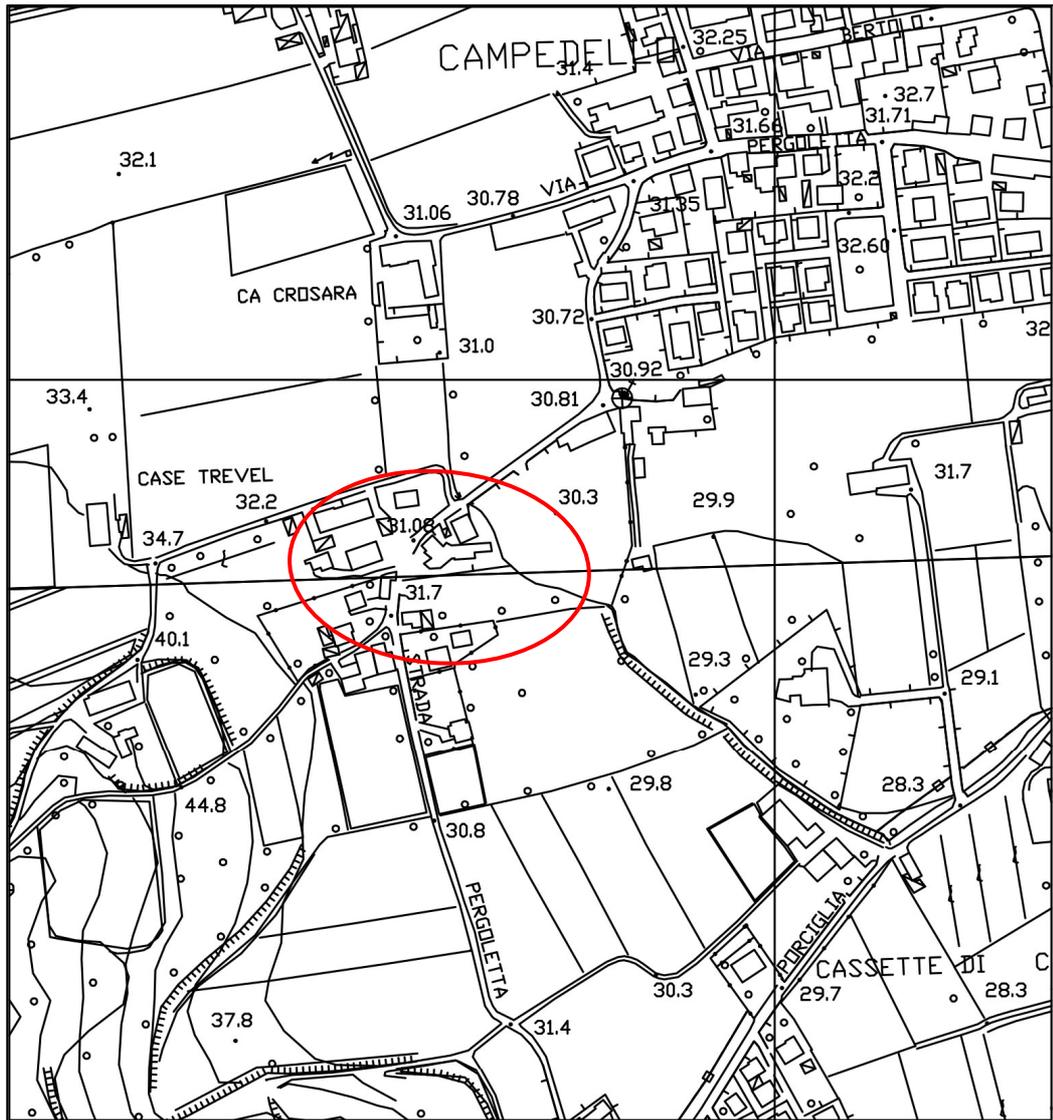
Coeff. Deflusso $\phi = 0.53$ T=1 ora										
PORTATA ORARIA NELLA PRIMA ORA: Tempo di pioggia = 60 min.										
Tr (anni)	ϕ	a	n	t (min)	t (ore)	h (mm)	J (mm/ora)	S (mq)	Q (l/s)	Q (mc/ora)
50	0.54	68.46	0.19	60	1.00	68.46	68.46	1.867	19	68

VOLUMI DA INVASARE AL VARIARE DEL TEMPO DI PIOGGIA							
DATI DI IMPUT							
Superficie scolante		0,1867	ha				
Q defluita/ettaro		5	l/s ha				
Q defluita		0,9	l/s		portata defluita		
Coef. deflusso medio		0,53					
CALCOLO DEL VOLUME DA INVASARE							
Parametri della curva di possibilità pluviometrica							
						t < 1 ora	t > 1 ora
Tr (anni)	50				a	68,02	68,46
					n	0,4518	0,19
tempo	h	j	Q	Q	V	V	V
(ore)	(mm)	(mm/h)	pioggia (l/s)	defluita (l/s)	pioggia (mc)	defluito (mc)	invaso (mc)
0,1	24,03	240,35	66	0,9	24	0,3	23
0,25	36,36	145,44	40	0,9	36	1	35
0,5	49,73	99,46	27	0,9	49	2	48
0,75	59,73	79,64	22	0,9	59	3	57
1	68,46	68,46	19	0,9	68	3	64
2	78,26	39,13	11	0,9	78	7	71
3	84,63	28,21	8	0,9	84	10	74
4	89,46	22,37	6	0,9	89	13	75
5	93,40	18,68	5	0,9	92	17	76
6	96,74	16,12	4	0,9	96	20	76
7	99,66	14,24	4	0,9	99	24	75
8	102,27	12,78	4	0,9	101	27	74
9	104,62	11,62	3	0,9	104	30	73
10	106,77	10,68	3	0,9	106	34	72
11	108,75	9,89	3	0,9	108	37	71
12	110,59	9,22	3	0,9	110	40	69
13	112,31	8,64	2	0,9	111	44	68
14	113,93	8,14	2	0,9	113	47	66
15	115,46	7,70	2	0,9	114	50	64
16	116,90	7,31	2	0,9	116	54	62
17	118,28	6,96	2	0,9	117	57	60
18	119,59	6,64	2	0,9	118	60	58
19	120,85	6,36	2	0,9	120	64	56
20	122,05	6,10	2	0,9	121	67	54
21	123,20	5,87	2	0,9	122	71	51
22	124,32	5,65	2	0,9	123	74	49
23	125,39	5,45	1	0,9	124	77	47
24	126,42	5,27	1	0,9	125	81	45
					V massimo (mc)		76
VOLUME RICHIESTO DAL MODELLO							76

Determinazione del volume da invasare al variare del tempo di pioggia per soddisfare al principio dell'invarianza idraulica nell'area da urbanizzare.



Determinazione del volume da invasare al variare del tempo di pioggia per soddisfare al principio dell'invarianza idraulica nell'area da urbanizzare.



SCALA 1:5000

ESTRATTO C.T.R.



PUA zona C14
stato di progetto

AUTOCERTIFICAZIONE AI SENSI DELL'ART.46 DEL D.P.R. N. 445 DEL 28/12/2000

OGGETTO: Studio di compatibilità idraulica relativo al Progetto di di realizzazione di lotti residenziali e opere di urbanizzazione, nell'ambito di un Piano Urbanistico Attuativo zona C14 di iniziativa privata, in strada della Pergoletta nel Comune di Vicenza.

AUTOCERTIFICAZIONE DI IDONEITA' PROFESSIONALE

Il sottoscritto dott. geol. DAL MOLIN LUCA, avente studio in VICENZA in via Durando n. 75, scritto all' Ordine dei GEOLOGI della Regione del Veneto al n. 421, sotto la propria personale responsabilità, ai sensi e per gli effetti del D.P.R. n. 445/2000, per le finalità contenute nella D.G.R. n. 2948/2009

DICHIARA

di aver conseguito la laurea in geologia con profilo di studi comprendente i settori dell'idrologia e dell'idraulica e di aver, inoltre, maturato nel corso della propria attività professionale esperienza negli analoghi settori.

Vicenza, 07/04/2014

Dal Molin Luca

Geologo

