

Comune di Spinea
Provincia di Venezia

OGGETTO: Variante urbanistica al PAT e PI di aree ricaden-
ti all'interno del P.N. 21, via Tintoretto

Committente:
ML Costruzioni S.r.l.

Relazione d'invarianza idraulica

Il tecnico:



The image shows a handwritten signature in black ink that reads "Filippo Ongaro". To the right of the signature is a blue circular professional stamp. The stamp contains the text "INGEGNERE FILIPPO ONGARO - 669" and "ALFIERI DELLA PROVINCIA VENEZIA". In the center of the stamp is a heraldic emblem featuring an eagle with its wings spread, perched on a globe.

Indice generale

| | |
|--|----|
| 1. GENERALITÀ..... | 5 |
| 2. RIFERIMENTI NORMATIVI..... | 6 |
| 2.1. Normativa regionale..... | 6 |
| 2.2. Normativa comunale..... | 6 |
| 3. LIMITI DELLE ORDINANZE..... | 6 |
| 4. STATO DI FATTO (RIF. TAV. 01)..... | 7 |
| 4.1. Inquadramento e rete scolante attuale..... | 7 |
| 4.2. Criticità idrauliche e aree allagate..... | 8 |
| 4.3. Planimetria stato di fatto con coni ottici..... | 9 |
| 5. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA..... | 11 |
| 6. PROGETTO..... | 18 |
| 6.1. Innalzamento rispetto lotti limitrofi: eventuale ripristino dei deflussi..... | 19 |
| 6.2. Scarico e massimo invaso..... | 19 |
| 7. PARAMETRI ADOTTATI..... | 20 |
| 7.1. Curva segnalatrice a tre parametri..... | 20 |
| 7.2. Curva segnalatrice a due parametri..... | 20 |
| 7.3. Tempo di ritorno e coefficiente udometrico..... | 20 |
| 7.4. Coefficienti di deflusso utilizzati..... | 21 |
| 7.5. Stima del coefficiente medio di progetto..... | 22 |
| 8. STIMA DELLA PORTATA NELLA SEZIONE DI CHIUSURA..... | 22 |
| 8.1. Generalità..... | 22 |
| 8.2. Stima della portata massima..... | 23 |
| 9. VERIFICHE RETE SECONDARIA..... | 24 |
| 9.1. Dimensionamento diametro pluviali..... | 24 |
| 9.2. Verifica caditoie..... | 25 |
| 9.3. Verifica condotte di scarico pluviali e caditoie..... | 26 |
| 9.4. Verifiche sull'effettivo riempimento degli invasi..... | 28 |
| 10. STIMA DEI VOLUMI DA RICAVARE..... | 29 |
| 10.1. Volumi laminati..... | 29 |
| 10.2. Volumi non laminati..... | 33 |
| 11. STIMA DEI VOLUMI DISPONIBILI..... | 33 |
| 11.1. Volumi laminati..... | 33 |
| 11.2. Volumi non laminati..... | 34 |

12. RIASSUNTO VOLUMI.....34

1. GENERALITÀ



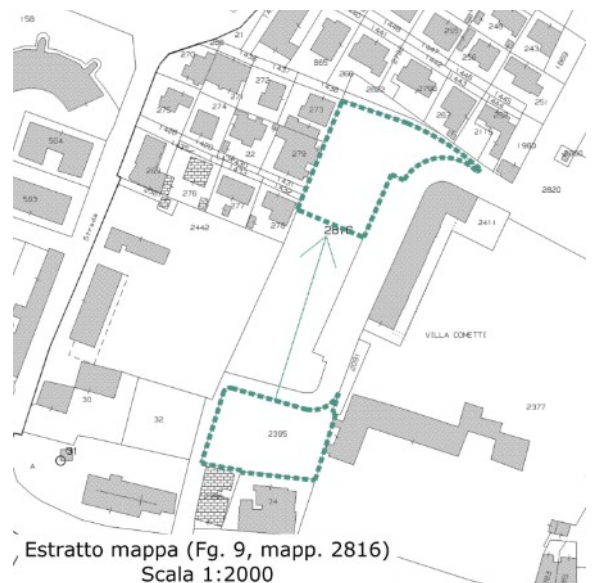
Figura 1: Ubicazione dell'intervento

La proposta d'intervento riguarda la "Variante urbanistica al PAT e PI di aree ricadenti all'interno del P.N. 21, via Tintoretto" a Spinea (Venezia).

La variante urbanistica interessa la traslazione del mappale 2395 verso il mappale 2816.

I parametri utilizzati sono i seguenti:

- Tempo di ritorno: **Tr=50 anni**
- Coefficiente udometrico adottato: **u=10 l/(s·ha)**
- Metodo di calcolo adottato: **Metodo dell'invaso**
- Tipologia d'invaso (§6. , Progetto): **profondo con scolo a gravità**



| | Superficie | | Volume richiesto per l'invarianza |
|-----------------------------|--------------------------|---|--|
| Ambito | S [m²] | Coefficiente di deflusso ϕ | V [m³] |
| Lotto privato | 1446,00 | 0,813 | 101,67 |
| Ambito pubblico in cessione | 470,00 | 0,647 | 24,49 |

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

La presente relazione è stata redatta nel rispetto della seguente normativa:

2.1. NORMATIVA REGIONALE

x D.G.R.V. n° 2948 del 6 ottobre 2009 (ex 1841/2007, ex 1322/2006): Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici.

2.2. NORMATIVA COMUNALE

- x Piano degli interventi del comune di Spinea.
- x Piano delle Acque comune di Spinea.
- x PAT del comune di Spinea.
- x Ordinanze del commissario delegato [...].
- x Regolamento di polizia idraulica del comune di Spinea.

3. LIMITI DELLE ORDINANZE

| SUPERFICI IMPERMEABILI DELLO STATO DI PROGETTO | | | | |
|--|--------|--------------------|--|------|
| Lotto privato | | | | |
| Copertura, terrazze e aggetti fabbricato | 633,00 | impermeabile | | 0,90 |
| Viabilità di accesso | 359,00 | impermeabile | | 0,90 |
| Parcheggi e aree di manovra privati (proiezioni) | 218,00 | impermeabile | | 0,90 |
| Area pubblica | | | | |
| Viabilità pubblica | 218,00 | impermeabile | | 0,90 |
| Marciapiedi pubblici | 14,00 | impermeabile | | 0,90 |
| Parcheggi e aree di manovra pubblici | 238,00 | grigliato drenante | | 0,40 |
| TOTALE 1680,00 m² | | | | |

La riduzione di superficie permeabile di pertinenza è stimata pari a $R = 1680m^2$.

Il volume stimato vuoto per pieno è superiore a $V = 2000m^3$.

Poiché $S > 200m^2$ e $V > 1000m^3$ è richiesta la relazione d'invarianza idraulica.

Poiché $S > 1000m^2$ e $V > 2000m^3$ è richiesto parere del Consorzio di Bonifica.

Poiché è una **variante urbanistica è richiesto parere del Genio Civile.**

4. STATO DI FATTO (RIF. TAV. 01)

4.1. INQUADRAMENTO E RETE SCOLANTE ATTUALE



Figura 2: Stralcio Piano delle Acque: rete di dettaglio

Il lotto scarica nella rete del PN21 di cui fa parte in quanto variante urbanistica. Il PN21 scarica in un fosso a nord.

4.2. CRITICITÀ IDRAULICHE E AREE ALLAGATE



Figura 3: Stralcio Piano delle Acque, "Aree allagate e dissesto idrogeologico"

Il lotto, secondo il Piano delle Acque, non è all'interno di qualche criticità idraulica.



Figura 5: Ortofoto stato di fatto con coni ottici

5. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6



Foto 7



Foto 8



Foto 9



Foto 10



Foto 11



Foto 12



Foto 13



Foto 14

6. PROGETTO

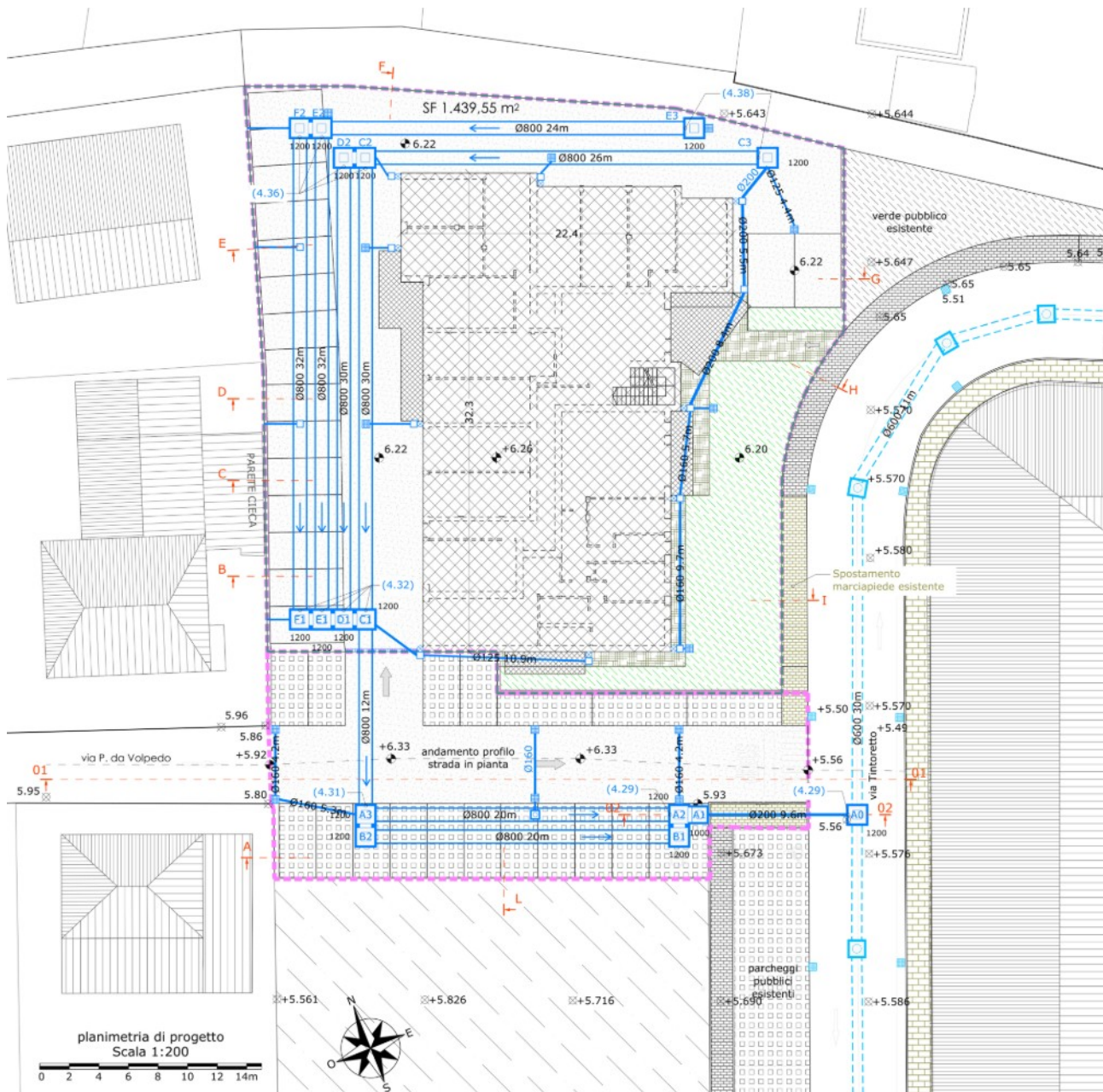


Figura 6: Planimetria di progetto

L'invaso è realizzato principalmente tramite tubi Ø800 con scolo a gravità.

6.1. INNALZAMENTO RISPETTO LOTTI LIMITROFI:

EVENTUALE RIPRISTINO DEI DEFLUSSI

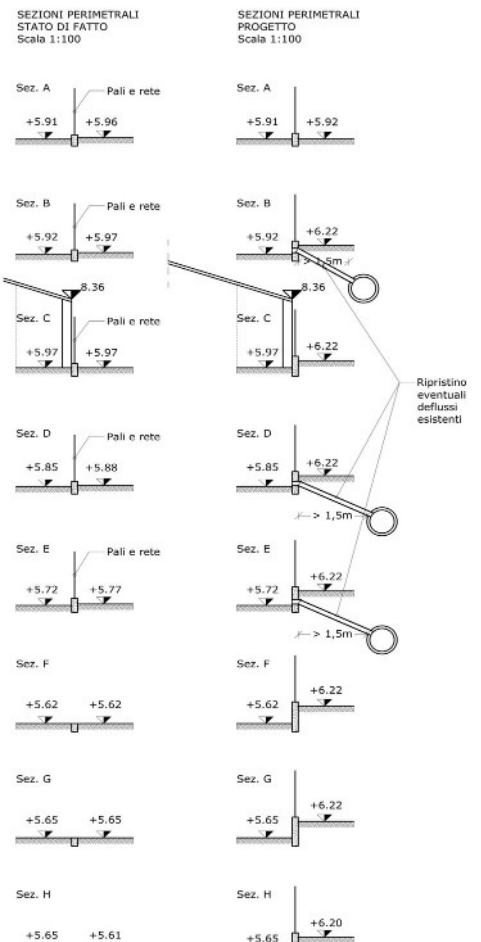
L'area oggetto di modifiche idrauliche è soggetta ad un rialzo del piano campagna.

Non si ritiene di ricavare un volume d'invaso aggiuntivo in quanto, allo stato di fatto, l'area è già più elevata rispetto le superfici circostanti o almeno alla stessa quota.

Non sembrano presenti attuali deflussi dai lotti limitrofi lungo il confine a ovest in quanto, a vista, hanno quota inferiore e vi è un cordolo di recinzione che impedisce attualmente lo stillicidio.

Tuttavia, visto l'importante rialzo lungo il confine ad ovest, si prevedono comunque dei fori lungo il nuovo muretto di recinzione in modo da evitare possibili aggravii idraulici.

Il rialzo della pavimentazione d'ingresso è necessaria per raccordarsi con la quota del piano terra imposta dalle norme del PGRA.



6.2. SCARICO E MASSIMO INVASO

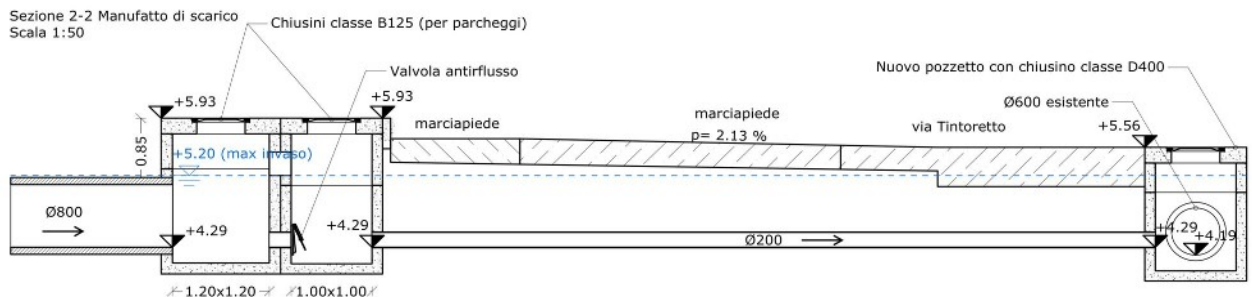


Figura 7

Lo scarico sarà, previa verifica in cantiere, nella condotta del PN21 con fondo circa a quota +4,19m rispetto lo zero assunto. Lo scarico è previsto circa a quota +4,29m rispetto lo zero assunto.

Per i volumi laminati si assume come **massimo invaso** la quota di **+5,20m** garantendo un franco di oltre 30cm rispetto i punti prossimi più depressi fuori ambito per esempio via Tintoretto +5,51, marciapiede a nord +5,62.

In riferimento alla Figura 7 la portata del lotto viene convogliata in un pozzetto con valvola anti-riflusso e da qui in un Ø200mm.

Vi è uno sfioro di troppo pieno alla quota del massimo invaso +5,20m.

7. PARAMETRI ADOTTATI

7.1. CURVA SEGNALATRICE A TRE PARAMETRI

L'espressione a tre parametri $h = \frac{a}{(t+b)^c} \cdot t$ delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica

approssimano con maggiore precisione le altezze delle massime precipitazioni per le varie durate, rispetto la classica formulazione a due parametri $h = a \cdot t^n$

I parametri **a**, **b** e **c** derivano dall' "Analisi regionalizzata del-

le precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento-aggiornamento 2019", dell'ANBI-Veneto. Per quanto riguarda il comune in esame, si hanno le seguenti riportate a lato.

| Curve segnalatrici a tre parametri | |
|------------------------------------|--------|
| Comune di Spinea | |
| a= | 42,300 |
| b= | 16,000 |
| c= | 0,840 |

7.2. CURVA SEGNALATRICE A DUE PARAMETRI

La curva segnalatrice a due parametri $h = a \cdot t^n$ si rende necessaria per l'utilizzo di alcune formule, per esempio quella riferita al calcolo del tempo di corrivazione. Verrà stimata per interpolazione al §8.2.

7.3. TEMPO DI RITORNO E COEFFICIENTE UDOMETRICO

x Tempo di ritorno: **Tr= 50 anni**

x Coefficiente udometrico: **u=10 l/(s·ha)¹**

1 §4.4 delle "Linee Guida": "nel caso lo stato di fatto dell'area oggetto di studio risulti già urbanizzata, la portata massima imposta in uscita nella configurazione di progetto non potrà essere superiore a quella desumibile da un coefficiente udometrico di 10 litri al secondo per ettaro"

7.4. COEFFICIENTI DI DEFLUSSO UTILIZZATI

I coefficienti di deflusso utilizzati sono quelli suggeriti dalla struttura del "Commissario delegato [...]" e a lato riassunti.

Per quanto riguarda eventuali superfici in grigliato drenante, o semipermeabili queste vengono realizzate sopra strati di materiale ad alta permeabilità secondo lo schema riportato.

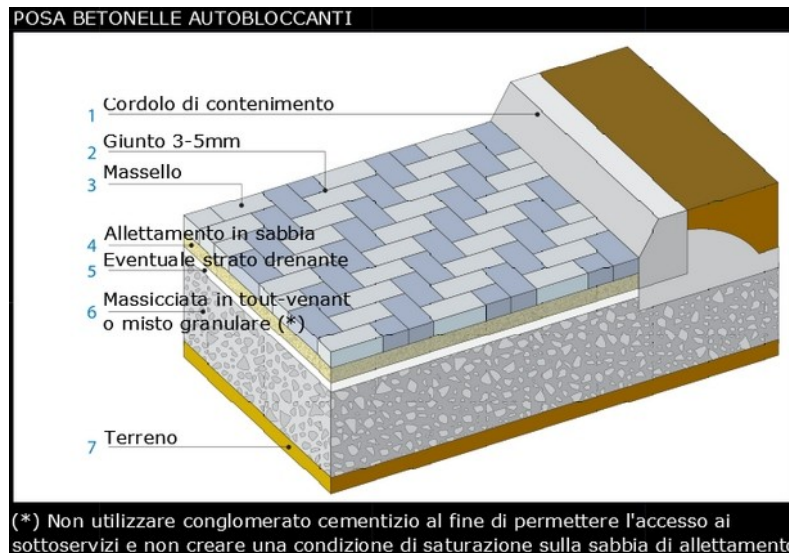


Figura 8: Istruzioni di posa pavimentazione drenante in betonelle

| Tipologia di area | ϕ |
|--------------------------------|--------|
| verde sistemato a prato | 0,2 |
| ghiaia sciolta | 0,3 |
| grigliato drenante | 0,4 |
| grigliato erboso | 0,4 |
| ciottoli su sabbia | 0,4 |
| lotti edificati | 0,48 |
| betonella drainbox | 0,6 |
| semipermeabile | 0,6 |
| Ghiaino/terra battuta | 0,6 |
| cubetti con fuga non sigillata | 0,7 |
| piastroni in cemento con erb | 0,7 |
| cubetti generici | 0,8 |
| pietra naturale e/o ciottoli | 0,9 |
| conglomerato bituminoso | 0,9 |
| copertura impermeabile | 0,9 |
| impermeabile | 0,9 |
| - | 0 |

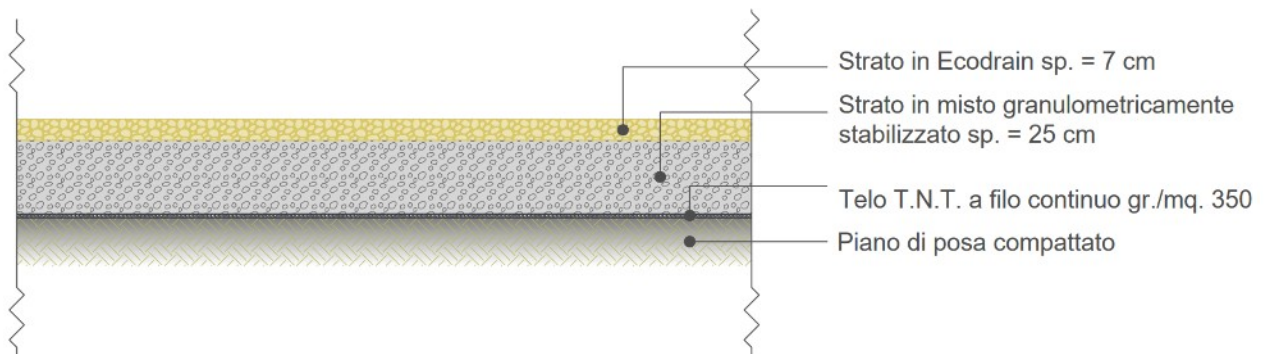


Figura 9: Schema di posa calcestruzzo drenante tipo Ecodrain

7.5. STIMA DEL COEFFICIENTE MEDIO DI PROGETTO

La tabella riassuntiva dei coefficienti di deflusso è la seguente:

| Stima del coefficiente medio di deflusso | | | | | |
|---|--------------------|-------------------------|---------------|---------------|----------------|
| | S(m ²) | materiale | φ | S·φ | S(%) |
| Lotto privato | | | | | |
| Copertura, terrazze e aggetti fabbricato | 633,00 | impermeabile | 0,90 | 569,7 | 33,04% |
| Viabilità di accesso | 359,00 | impermeabile | 0,90 | 323,1 | 18,74% |
| Parcheggi e aree di manovra privati (proiezioni) | 218,00 | impermeabile | 0,90 | 196,2 | 11,38% |
| Verde a giardino | 180,00 | verde sistemato a prato | 0,20 | 36,0 | 9,39% |
| Aree rimanenti (recinzioni, cordionate, ...) | 56,00 | impermeabile | 0,90 | 50,4 | 2,92% |
| S_priv= 1446,00 m² | | | S_imp= | 1175,4 | 75,47% |
| Valore del coefficiente di deflusso Φ=S_imp / S_tot= | | | 0,813 | | |
| Area pubblica | | | | | |
| Viabilità pubblica | 218,00 | impermeabile | 0,90 | 196,2 | 11,38% |
| Marciapiedi pubblici | 14,00 | impermeabile | 0,90 | 12,6 | 0,73% |
| Parcheggi e aree di manovra pubblici | 238,00 | grigliato drenante | 0,40 | 95,2 | 12,42% |
| S_pubb= 470,00 m² | | | S_imp= | 304,0 | 24,53% |
| Valore del coefficiente di deflusso Φ=S_imp / S_tot= | | | 0,647 | | |
| S_tot= 1916,00 m² | | | S_imp= | 1479,4 | 100,00% |
| Valore del coefficiente di deflusso Φ=S_imp / S_tot= | | | 0,772 | | |

Le superfici complessive oggetto di modifiche idrauliche, che quindi generano nuovi deflussi in rete, sono suddivise in area pubblica (in cessione) e in area privata. Anche se idraulicamente collegate verranno compensati i volumi d'invaso così ripartiti:

$$S_{priv} = 1446,00m^2 \text{ con coefficiente di deflusso pari a } \varphi_{pri} = \frac{\sum S_i \cdot \varphi_i}{\sum S_i} = 0,813$$

$$S_{pubb} = 470,00m^2 \text{ con coefficiente di deflusso pari a } \varphi_{pubb} = \frac{\sum S_i \cdot \varphi_i}{\sum S_i} = 0,647$$

Complessivamente:

$$S = 1916,00m^2 \text{ con coefficiente di deflusso pari a } \varphi = \frac{\sum S_i \cdot \varphi_i}{\sum S_i} = 0,772$$

8. STIMA DELLA PORTATA NELLA SEZIONE DI CHIUSURA

8.1. GENERALITÀ

La stima delle portate può essere fatta con il metodo cinematico: $Q_{max} = \varphi S h / \tau_c$ dove:

- x S è la superficie che genera deflussi;
- x h è l'altezza di precipitazione;
- x φ è il coefficiente di deflusso;
- x τ_c è il tempo di corrivazione;

La stima del tempo di corrivazione τ_c può essere ottenuta dall'espressione suggerita dal *Civil Engineering Department dell'Università di Maryland* (1971) per collettori e fossi di guardia:

$$\tau_c = \left[26,3 \cdot \frac{\left(\frac{L}{Ks}\right)^{0,6}}{3600^{(1-n)0,4} \cdot a^{0,4} \cdot i^{0,3}} \right]^{\frac{1}{0,6+0,4n}} \quad \text{dove:}$$

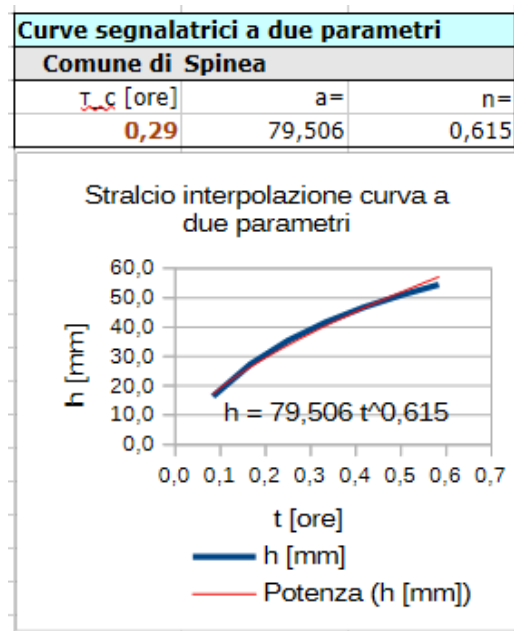
- x L è la lunghezza asta o percorso critico;
- x Ks è l'indice di scabrezza di Gauckler-Strickler;
- x a e n sono i coefficienti equazione possibilità pluviometrica a due parametri;
- x i è la pendenza.

Il coefficiente udometrico massimo è ottenuto dalla precedente con la posizione: $u = Q_{max}/S$

8.2. STIMA DELLA PORTATA MASSIMA

Si considera una superficie di deflusso pari a $S=1916,00m^2$. Si cerca di ripercorrere il percorso critico. La portata massima (di picco) defluente è stimata pari a $Q= 55 I/s$.

Con riferimento alle curva di cui sopra si riporta l'interpolazione della curva a due parametri per valori del tempo di precipitazione prossimi al tempo di corrivazione.



| STIMA DELLA PORTATA MASSIMA NELLA SEZIONE DI CHIUSURA | |
|--|-------------------------|
| BACINO DI RIFERIMENTO: SUPERFICI DEFLUENTI | |
| Stima del tempo di corrivazione τ_c | |
| Stima dell'altezza di precipitazione $h(\tau_c)$ | |
| 1° tratto | |
| Lunghezza tratto asta $L[m]= 5$ | $\tau_c(s) = 411,85$ |
| Pendenza tratto asta $i[‰]= 1,0$ | $h(\tau_c)[mm] = 20,96$ |
| Coeff. di Gauckler-Strickler $Ks[m^{1/3}/s] = 5$ | |
| Coeff. eq. poss. pluv. $a[m \cdot h^{(-n)}] = 7,951E-02$ | |
| Coeff. eq. poss. pluv. $n = 0,615$ | |
| 2° tratto | |
| Lunghezza tratto asta $L[m]= 130$ | $\tau_c(s) = 638,88$ |
| Pendenza tratto asta $i[‰]= 1,0$ | $h(\tau_c)[mm] = 27,46$ |
| Coeff. di Gauckler-Strickler $Ks[m^{1/3}/s] = 70$ | |
| Coeff. eq. poss. pluv. $a[m \cdot h^{(-n)}] = 7,951E-02$ | |
| Coeff. eq. poss. pluv. $n = 0,615$ | |
| 3° tratto | |
| Lunghezza tratto asta $L[m]= 0$ | $\tau_c(s) = 0$ |
| Pendenza tratto asta $i[‰]= 1$ | $h(\tau_c)[mm] = 0$ |
| Coeff. di Gauckler-Strickler $Ks[m^{1/3}/s] = 70$ | |
| Coeff. eq. poss. pluv. $a[m \cdot h^{(-n)}] = 7,951E-02$ | |
| Coeff. eq. poss. pluv. $n = 0,615$ | |
| Stima della portata massima e coefficiente udometrico | |
| Superficie bacino $S(m^2) = 1916,00$ | |
| Sup. efficace al fine dei deflussi $S'(m^2) = 1916,00$ | |
| Tempo di corrivazione assunto $\tau_c(s) = 1050,73$ | |
| Tempo di corrivazione assunto $\tau_c(h) = 0,29$ | |
| $a[m \cdot h^{(-n)}] = 7,951E-02$ | |
| $n = 0,615$ | |
| $h(\tau_c)[mm] = 37,29$ | |
| Coefficiente di deflusso medio $\phi = 0,813$ | |
| Portata massima $Q_{max}[l/s] = 55$ | |
| Coeff. udometrico(*) max $u[l/(s \cdot ha)] = 288$ | |
| Coeff. udometrico(*) medio $u[l/(s \cdot ha)] = 144$ | |
| (*) : Valutato sulla superficie $S: u=Q_{max}/S$ | |

9. VERIFICHE RETE SECONDARIA

9.1. DIMENSIONAMENTO DIAMETRO PLUVIALI

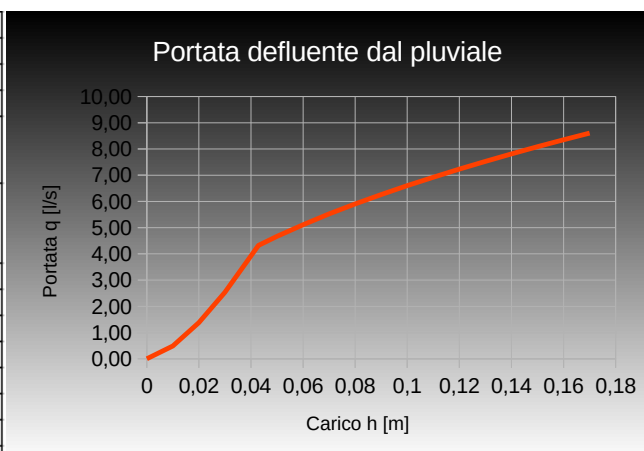
La portata di deflusso nel pluviale può essere:

- sfiorante $Q = C_q \cdot h\pi D\sqrt{2gh}$ con $C_{q,s} = 0,35$ e larghezza sfioro pari alla circonferenza del pluviale;
- a battente $Q = C_q A\sqrt{2gh}$ con $C_{q,b} = 0,60$.

I due comportamenti danno la stessa portata defluente per $h = \frac{C_{q,b}}{4C_{q,e}} \cdot D = 0,429D$

Si considera una copertura del fabbricato di tipo piano con **10** pluviali. La verifica è soddisfatta con un tirante di **4,0cm** e comportamento sfiorante.

| VERIFICA PLUVIALE | | |
|---|-----------------------|------------------------------|
| Diametro pluviale | D= | 0,10 m |
| Carico sul pluviale assunto | h= | 0,040 m |
| Funzionamento pluviale: | | |
| a soglia sfiorante | Q _{ss} = | 3,90 l/s |
| $Q = C_q \cdot h\pi D\sqrt{2gh}$ | | |
| sotto battente | Q _{sb} = | 4,17 l/s |
| $Q = C_q A\sqrt{2gh}$ | | |
| Portata smaltita dal pluviale | Q_s= | 3,90 l/s |
| Comportamento pluviale | | sfiorante |
| Lunghezza falda | l= | 22,40 m |
| Larghezza falda | b= | 32,3 m |
| Superficie falda | S= | 723,52 m ² |
| Coefficiente di deflusso falda | φ= | 0,9 |
| Tempo di corrivazione assunto | τ _c = | 5,00 min |
| Altezza di precipitazione | h= | 16,39 mm |
| Portata defluente da smaltire | Q= | 35,58 l/s |
| n° pluviale di estremità afferenti alla falda | n _p = | 10 |
| Portata afferente a ciascun pluviale | Q_p= | 3,56 l/s |
| Verifica diametro pluviale soddisfatta | | si |

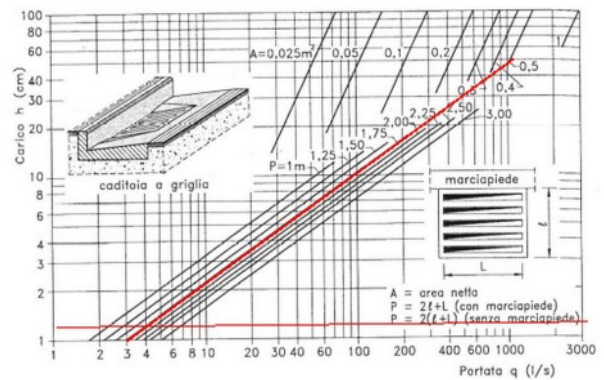


9.2. VERIFICA CADITOIE

Si considera il piazzale a ovest $S=368\text{m}^2$, $\varphi=0,90$ e un carico sulla caditoia di $1,3\text{cm}$.

È verificato con 4 caditoie.

| DIMENSIONAMENTO CADITOIA | |
|---|-------------------------------|
| Lato (vd. Fig) | $l=$ 0,50m |
| Lato (vd. Fig) | $L=$ 0,50m |
| marciapiede | no |
| Perimetro (vd. Fig.) | $P=$ 2,00m |
| Area netta | $A=$ 0,25m ² |
| Carico assunto | $h=$ 1,3 cm |
| Portata che riesce a smaltire (vd. Diagramma) | $q=$ 4,00l/s |
| Tempo di corrivazione | $\tau_c=$ 300 sec |
| Intensità di pioggia | $j=$ 2,66mm/min |
| Coefficiente di deflusso | $\varphi=$ 0,90 |
| Superficie servita | S= 100,27m² |

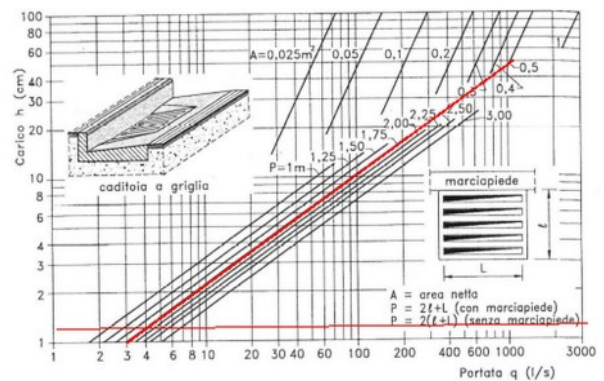


| Verifica | |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| Superficie afferente | $S=$ 368,00m² |
| n° caditoie | $n=$ 4 |
| Superficie afferente ad una caditoia | $S=$ 92,00m |
| Verifica soddisfatta | sì |

Si considera il piazzale a nord $S=207\text{m}^2$, $\varphi=0,90$ e un carico sulla caditoia di $1,3\text{cm}$ o, in alternativa, la nuova strada di collegamento con $S=217\text{m}^2$

Sono verificati con 3 caditoie.

| DIMENSIONAMENTO CADITOIA | |
|---|-------------------------------|
| Lato (vd. Fig) | $l=$ 0,50m |
| Lato (vd. Fig) | $L=$ 0,50m |
| marciapiede | no |
| Perimetro (vd. Fig.) | $P=$ 2,00m |
| Area netta | $A=$ 0,25m ² |
| Carico assunto | $h=$ 1,3 cm |
| Portata che riesce a smaltire (vd. Diagramma) | $q=$ 4,00l/s |
| Tempo di corrivazione | $\tau_c=$ 300 sec |
| Intensità di pioggia | $j=$ 2,66mm/min |
| Coefficiente di deflusso | $\varphi=$ 0,90 |
| Superficie servita | S= 100,27m² |



| Verifica | |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| Superficie afferente | $S=$ 217,00m² |
| n° caditoie | $n=$ 3 |
| Superficie afferente ad una caditoia | $S=$ 72,33m |
| Verifica soddisfatta | sì |

9.3. VERIFICA CONDOTTE DI SCARICO PLUVIALI E CADITOIE

Ø125 (Ø_int= 117,6mm)

Può essere collegato al massimo un pluviale o una caditoia con pendenza 0,5%

| STIMA DELLA PORTATA IN UNA TUBAZIONE | | | | | |
|---|--------------------------|------------------------|----------------------------|---|-----------------|
| Formulazione di Gauckler-Strickler | | | | | |
| -- -- | | | | | |
| Diametro interno tubo | [m] | Ø = 0,1176 | | | |
| Tirante | [m] | y = 0,1176 | | | |
| Grado di riempimento | | y/Ø = 1 | | | |
| Coeff. di G.S. | | Ks = 70 | | | |
| Sezione liquida | [m ²] | A = 0,011 | | | |
| Perimetro bagnato | [m] | P = 0,369 | | | |
| Raggio idraulico A/P | | R _h = 0,029 | | | |
| Pendenza condotta | [‰] | i = 5,00‰ | | | |
| Portata | [m³/s] | Q = 0,005 | | | |
| Portata | [litri/s] | Q = 5,12 | | | |
| Velocità di scorrimento= | [m/s] | v = 0,47 | | | |
| Tensione tangenziale= | [N/m ²] | τ = 1,44 | | | |
| | | | Portata da smaltire | | |
| | | | Pluviali | 1 | 3,56 l/s |
| | | | Caditoie | 0 | 0,00 l/s |
| | | | Totale | | 3,56 l/s |

| STIMA DELLA PORTATA IN UNA TUBAZIONE | | | | | |
|---|--------------------------|------------------------|----------------------------|---|-----------------|
| Formulazione di Gauckler-Strickler | | | | | |
| -- -- | | | | | |
| Diametro interno tubo | [m] | Ø = 0,1176 | | | |
| Tirante | [m] | y = 0,1176 | | | |
| Grado di riempimento | | y/Ø = 1 | | | |
| Coeff. di G.S. | | Ks = 70 | | | |
| Sezione liquida | [m ²] | A = 0,011 | | | |
| Perimetro bagnato | [m] | P = 0,369 | | | |
| Raggio idraulico A/P | | R _h = 0,029 | | | |
| Pendenza condotta | [‰] | i = 5,00‰ | | | |
| Portata | [m³/s] | Q = 0,005 | | | |
| Portata | [litri/s] | Q = 5,12 | | | |
| Velocità di scorrimento= | [m/s] | v = 0,47 | | | |
| Tensione tangenziale= | [N/m ²] | τ = 1,44 | | | |
| | | | Portata da smaltire | | |
| | | | Pluviali | 0 | 0,00 l/s |
| | | | Caditoie | 1 | 4,00 l/s |
| | | | Totale | | 4,00 l/s |

Ø160 (Ø_int= 150,6mm)

Possono essere collegati 2 pluviali e 1 caditoia con pendenza o carico idraulico dell'1%

| STIMA DELLA PORTATA IN UNA TUBAZIONE | | |
|---|--------------------------|------------------------|
| Formulazione di Gauckler-Strickler | | |
| $Q = A \cdot K_s \cdot R_h^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$ | | |
| Diametro interno tubo | [m] | Ø = 0,1506 |
| Tirante | [m] | y = 0,1506 |
| Grado di riempimento | | y/Ø = 1 |
| Coeff. di G.S. | | Ks = 70 |
| Sezione liquida | [m ²] | A = 0,018 |
| Perimetro bagnato | [m] | P = 0,473 |
| Raggio idraulico A/P | | R _h = 0,038 |
| Pendenza condotta | [‰] | i = 10,00‰ |
| Portata | [m³/s] | Q = 0,014 |
| Portata | [litri/s] | Q = 14,01 |
| Velocità di scorrimento= | [m/s] | v = 0,79 |
| Tensione tangenziale= | [N/m ²] | τ = 3,69 |

| Portata da smaltire | | |
|----------------------------|---|------------------|
| Pluviali | 2 | 7,12 l/s |
| Caditoie | 1 | 4,00 l/s |
| Totale | | 11,12 l/s |

Ø200 (Ø_int= 188,2mm)

Possono essere collegati 4 pluviali e 2 caditoie con pendenza o carico idraulico dell'1%.

| STIMA DELLA PORTATA IN UNA TUBAZIONE | | |
|---|--------------------------|------------------------|
| Formulazione di Gauckler-Strickler | | |
| $Q = A \cdot K_s \cdot R_h^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$ | | |
| Diametro interno tubo | [m] | Ø = 0,1882 |
| Tirante | [m] | y = 0,1882 |
| Grado di riempimento | | y/Ø = 1 |
| Coeff. di G.S. | | Ks = 70 |
| Sezione liquida | [m ²] | A = 0,028 |
| Perimetro bagnato | [m] | P = 0,591 |
| Raggio idraulico A/P | | R _h = 0,047 |
| Pendenza condotta | [‰] | i = 10,00‰ |
| Portata | [m³/s] | Q = 0,025 |
| Portata | [litri/s] | Q = 25,38 |
| Velocità di scorrimento= | [m/s] | v = 0,91 |
| Tensione tangenziale= | [N/m ²] | τ = 4,62 |

| Portata da smaltire | | |
|----------------------------|---|------------------|
| Pluviali | 4 | 14,23 l/s |
| Caditoie | 2 | 8,00 l/s |
| Totale | | 22,23 l/s |

Efflusso a stramazzo sul manufatto di scarico

| Efflusso a stramazzo libero | | |
|---|----------------------|--------------|
| Dati geometrici | | |
| Altezza paratia rispetto al fondo | h[m]= | 0,91 |
| Carico idraulico (battente) | H[m]= | 0,10 |
| Pelo libero rispetto il fondo condotta | z[m]= | 1,01 |
| Massima portata effluente | | |
| Portata massima effluente Q _{max} [l/s]= | | 55,27 |
| Efflusso a stramazzo | | |
| Larghezza stramazzo | L[m]= | 1,00 |
| | m= | 0,44 |
| Costante | g[m/s ²] | 9,81 |
| Portata di progetto | Q[l/s] | 61,26 |
| Larghezza stramazzo assunta | L[m]= | 1,00 |

9.4. VERIFICHE SULL'EFFETTIVO RIEMPIMENTO DEGLI INVASI

La rete interna è costituita da Ø800 con pendenza 1‰.

Poiché $Q=380,53$ l/s è maggiore della portata massima $Q_{max}=55$ l/s la verifica è soddisfatta.

STIMA DELLA PORTATA IN UNA TUBAZIONE

Formulazione di Gauckler-Strickler

| | | |
|--------------------------|--------------------------|------------------------|
| -- | | |
| Diametro interno tubo | [m] | $\varnothing = 0,8000$ |
| Tirante | [m] | $y = 0,8000$ |
| Grado di riempimento | | $y/\varnothing = 1$ |
| Coeff. di G.S. | | $K_s = 70$ |
| Sezione liquida | [m ²] | $A = 0,503$ |
| Perimetro bagnato | [m] | $P = 2,513$ |
| Raggio idraulico A/P | | $R_h = 0,200$ |
| Pendenza condotta | [‰] | $i = 1,00\text{‰}$ |
| Portata | [m³/s] | Q = 0,381 |
| Portata | [litri/s] | Q = 380,53 |
| Velocità di scorrimento= | [m/s] | $v = 0,76$ |
| Tensione tangenziale= | [N/m ²] | $\tau = 1,96$ |

| Portata da smaltire | | |
|---------------------|---|------------------|
| Massima Q_{max} | 1 | 55,27 l/s |
| | | |
| Totale | | 55,27 l/s |

10. STIMA DEI VOLUMI DA RICAVARE

10.1. VOLUMI LAMINATI

Metodi di calcolo utilizzabili

La norma consolidata delle *Linee Guida*¹ permette l'utilizzo di due metodi di calcolo:

- Metodo dell'invaso per modifiche inferiori all'ettaro per il quale è previsto uno scarico di diametro massimo pari a 200mm; al volume ottenuto si può sottrarre quello dei piccoli invasi
- Metodo delle sole piogge per interventi superiori all'ettaro; si dimensiona il diametro dell'efflusso con luce da fondo in modo da ottenere il coefficiente udometrico imposto. Il metodo è valido anche per interventi inferiori all'ettaro purché il deflusso avvenga tramite elettropompa tarata: in quest'ultimo caso la realtà fisica è correttamente descritta dal modello di calcolo

Il metodo qui utilizzato è quello dell'invaso. Di seguito si riportano le note teoriche dei due metodi.

Metodo dell'invaso

La base del modello è l'equazione di continuità dei serbatoi $\frac{dV}{dt} = p - Q$ che rappresenta la variazione del volume di invaso nel tempo, dato un afflusso meteorico $p = \phi \cdot S \cdot j$ e un deflusso Q . L'intensità di pioggia $j = \frac{h}{t}$ può essere definita dall'equazione di possibilità pluviometrica a tre parametri $h = \frac{a \cdot t}{b + t^c}$. Lasciando a testi specialistici o alle stesse *Linee Guida* la trattazione fisico-matematica del modello, viene stimato il tempo di riempimento degli invasi come $t_r = \frac{V_0}{p} \xi_\alpha(z)$ e il volume specifico d'invaso:

$$10.1 \quad v = \frac{\left(\frac{u}{(a \phi z)^{\frac{1}{1-c}}} \right)^{\frac{c-1}{c}} - b u}{z \xi_\alpha(z)} \quad \text{con le seguenti posizioni:}$$

x **u**: coefficiente udometrico

x **a, b, c**: coefficienti dell'equazione di possibilità pluviometrica a tre parametri

x **ϕ**: coefficiente di deflusso

x $z = \frac{Q}{p}$ è una posizione, in generale minore di 1, che rappresenta il rapporto tra la portata

in uscita e la precipitazione entrata.

1 Commissario Delegato per l'emergenza..., *Valutazione di compatibilità idraulica - Linee Guida*

x $\xi_\alpha(z)$ è una funzione con variabile z . $\xi_\alpha(z) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{z^k}{k\alpha+1}$ convergente per $z < 1$

x Nella precedente α è un parametro che esprime una relazione tra la portata Q in un collettore

e il volume V dello stesso. $\frac{Q}{Q_0} = \left(\frac{V}{V_0} \right)^\alpha$. α può assumere i seguenti valori.

- $\alpha=1$ per tubi circolari e sezioni chiuse;
- $\alpha=1,5$ per sezioni aperte;

La 10.1 rappresenta il volume specifico v in funzione del parametro z ed ha in genere un massimo che è il volume specifico d'invaso da considerare. Quindi:

$$v_{invaso} = \max\{v(z)\}$$

Il calcolo della 10.1 è complicato dall'espressione $\xi_\alpha(z) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{z^k}{k\alpha+1}$ da sviluppare per ogni valore di $0 < z < 1$ ed è quindi risolvibile solo per via numerica con l'aiuto di un calcolatore, come fatto dallo scrivente tramite un proprio foglio di calcolo.

Tuttavia la 10.1 così com'è scritta non può essere utilizzata per il calcolo del volume in quanto la trattazione che ha portato alla scrittura della precedente non ha considerato le unità di misura. Poiché i parametri a, b, c dell'equazione di possibilità pluviometrica considerano:

- Tempo $t[min]$
- Altezza di precipitazione $h[mm]$

Ponendo:

- Superficie $S[m^2]$

Deriva:

- Volume $V[mm \cdot m] = V[litri]$
- Portata $p = \phi \cdot j \cdot S \left[\frac{mm}{min} \cdot m^2 \right] = \left[\frac{litri}{min} \right]$
- Dovendo essere $z = \frac{Q}{p}$ adimensionale risulta che $Q \left[\frac{litri}{min} \right]$.
- $u = \frac{Q}{S} \left[\frac{litri}{min} \cdot \frac{1}{m^2} \right]$
- Volume specifico $v = \left[\frac{litri}{m^2} \right]$

Tuttavia è pratica consolidata esprimere:

- u in $\left[\frac{litri}{s} \cdot ha \right]$ e quindi $u = \frac{Q}{S} \left[\frac{litri}{s} \cdot ha \right] = \frac{6}{1000} \left[\frac{litri}{min \cdot m^2} \right]$

e ottenere:

- v in $\left[\frac{m^3}{ha} \right]$ e quindi $v = \left[\frac{litri}{m^2} \right] = 10 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$

Con queste posizioni la 10.1 diventa:

$$10.2 \quad v=10 \frac{\left(\frac{6}{1000} u \right)^{\frac{c-1}{c}}}{(a\phi z)^{\frac{1}{1-c}}} - b \frac{6}{1000} u \quad \text{dove:}$$

$$\cdot \quad u \left[\frac{\text{litri}}{s} \cdot ha \right] ; \quad v = \left[\frac{\text{litri}}{m^2} \right] ; \quad t[\text{min}]; \quad h[\text{mm}]; \quad S[m^2]$$

Metodo sole piogge

L'equazione di continuità dei serbatoi può scriversi come $\frac{dV}{dt} = p - Q$ ovvero in forma differenziale come:

$$10.3) \quad dV = p \cdot dt - Q \cdot dt \quad , \quad \text{dove:}$$

x **p** la portata meteorica affluente

x **p·dt** è il volume che affluisce nell'area nel tempuscolo **dt**

x **Q** la portata defluente dalla sezione di chiusura

x **Q·dt** è il volume che defluisce dall'area nel tempuscolo **dt**

x **V** il volume di invaso del serbatoio

x **dV** è la variazione di volume nel tempuscolo **dt**

In via semplificativa, si ritiene che la portata nella sezione di chiusura sia costante e pari a **Q₀ = u·S**. In questo caso l'equazione differenziale (10.3) diventa, per semplice integrazione:

$$10.4) \quad V = V_{\text{affl}} - V_{\text{defl}} = p \cdot t - Q_0 \cdot t$$

nella quale si può porre $p \cdot t = S \cdot \phi \cdot h(t)$ con **h(t)** pari, per esempio, all'equazione di possibilità pluviometrica.

La 10.4 esprime il volume che si invasa al variare del tempo **t**.

Esprimendo **S** in [ha], **h** in [mm], **Q** in [l/s], **t** in [ore] e volendo ottenere **V** in [m³] la 10.4) può essere riscritta come:

$$V = 10 n S \phi a t^{n-1} - 3,6 Q$$

Il volume massimo d'invaso è dato dal valore massimo della 10.4). Annullando la derivata prima del volume V rispetto al tempo $\frac{\partial V}{\partial t} = 0$ si ottiene il tempo **t₀** che massimizza la 10.4):

$$10.5) \quad t_0 = \left(\frac{3,6 Q}{10 n S \phi a} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Sostituendo la 10.5 nella 10.4) si ottiene il massimo volume da invasare.

Stima del volume d'invaso di progetto ambito privato

| Stima volume d'invaso con metodo dell'invaso | | |
|---|--------------------------------|-----------------------------------|
| Coefficiente udometrico | u= 10,0 l/(s·ha) | =6,00E-02 l/(min·m ²) |
| Coefficienti equazione piogge | a= 42,3 | |
| | b= 16 | |
| | c= 0,84 | |
| Coefficiente di deflusso | Φ= 0,813 | |
| Coefficiente di relazione volume-portata del metodo dell'invaso | α= 1 | |
| Volume specifico massimo | v= 745,1 m ³ /ha | |
| Superficie generante deflussi | S= 1446,00 m ² | |
| Portata defluente | Q= 1,45 l/s | 5,21 m ³ /ora |
| Volume richiesto per l'invarianza | V= 107,74 m³ | |

| Volume piccoli invasi | | |
|------------------------------------|---|------------------------------|
| Coeff. di deflusso | φ= 0,80 | |
| Superficie defluente | S= 1446,00 m ² | |
| Volume piccoli invasi | v | V |
| Velo idrico [m ³ /ha] | V_idr= 13,0 m ³ /ha | 1,88 m³ |
| Caditoie ecc. [m ³ /ha] | V_cad= 29,0 m ³ /ha | 4,19 m³ |
| | Tot. | 6,07 m³ |
| | Invaso al netto dei piccoli invasi | 101,665 m³ |

In definitiva il volume da invasare, al netto dei piccoli invasi, è $V_{inv} = 101,67\text{m}^3$

Stima del volume d'invaso di progetto ambito pubblico

| Stima volume d'invaso con metodo dell'invaso | | |
|---|-------------------------------|-----------------------------------|
| Coefficiente udometrico | u= 10,0 l/(s·ha) | =6,00E-02 l/(min·m ²) |
| Coefficienti equazione piogge | a= 42,3 | |
| | b= 16 | |
| | c= 0,84 | |
| Coefficiente di deflusso | Φ= 0,647 | |
| Coefficiente di relazione volume-portata del metodo dell'invaso | α= 1 | |
| Volume specifico massimo | v= 562,0 m ³ /ha | |
| Superficie generante deflussi | S= 470,00 m ² | |
| Portata defluente | Q= 0,47 l/s | 1,69 m ³ /ora |
| Volume richiesto per l'invarianza | V= 26,41 m³ | |

| Volume piccoli invasi | | |
|------------------------------------|---|-----------------------------|
| Coeff. di deflusso | φ= 0,60 | |
| Superficie defluente | S= 470,00 m ² | |
| Volume piccoli invasi | v | V |
| Velo idrico [m ³ /ha] | V_idr= 17,0 m ³ /ha | 0,80 m³ |
| Caditoie ecc. [m ³ /ha] | V_cad= 24,0 m ³ /ha | 1,13 m³ |
| | Tot. | 1,93 m³ |
| | Invaso al netto dei piccoli invasi | 24,487 m³ |

In definitiva il volume da invasare, al netto dei piccoli invasi, è $V_{inv} = 24,49\text{m}^3$

10.2. VOLUMI NON LAMINATI

Volumi soppressi

Non sono presenti volumi soppressi

Volume dovuto al rialzo del p.c.

Come spiegato nel §6.1. vi è un rialzo su un piano campagna già elevato.

11. STIMA DEI VOLUMI DISPONIBILI

11.1. VOLUMI LAMINATI

Volumi collettori e pozzetti

| Dati di ingresso | | | | | | Collettori | | | | | Pozzetti | | | |
|---|------------|--------------|-------|-------|-------|------------|-----------------------------|---------|-----------|---|-----------|-----------------------|-------|---------------------|
| Pozzetto | L_pozzetto | Tratto | TUBO | | | y_valle | Asse pozzetti/fine condotta | y_monte | y_medio/Ø | Volume | n° | lato interno pozzetto | y | V |
| | | | Ø [m] | L | i | | | | | | | | | |
| A1 | 1,00m | | | | | | | | | | | | | |
| A2 | 1,20m | | | | | | | | | | | | | |
| A3 | 1,20m | A2-A3 | 0,80 | 20,0m | 0,10% | 0,91m | 21,20m | 0,89m | 1,00 | 10,053m ³ | A1 | 1,00m | 0,91m | 0,910m ³ |
| B1 | 1,20m | | | | | | | | | | | | | |
| B2 | 1,20m | B1-B2 | 0,80 | 20,0m | 0,10% | 0,91m | 21,20m | 0,89m | 1,00 | 10,053m ³ | A2 | 1,20m | 0,91m | 1,092m ³ |
| | | | | | | | | | | | A3 | 1,20m | 0,89m | 1,067m ³ |
| | | | | | | | | | | | B1 | 1,20m | 0,91m | 1,092m ³ |
| | | | | | | | | | | | B2 | 1,20m | 0,89m | 1,067m ³ |
| Tot. volume collettori 20,106m³ | | | | | | | | | | Volume pozzetti 5,227m³ | | | | |
| A3 | | | | | | | | | | | | | | |
| C1 | 1,20m | A3-C1 | 0,80 | 12,0m | 0,10% | 0,89m | 13,20m | 0,88m | 1,00 | 6,032m ³ | C1 | 1,20m | 0,88m | 1,051m ³ |
| C2 | 1,20m | C1-C2 | 0,80 | 30,0m | 0,10% | 0,88m | 31,20m | 0,84m | 1,00 | 15,080m ³ | C2 | 1,20m | 0,84m | 1,013m ³ |
| C3 | 1,20m | C2-C3 | 0,80 | 26,0m | 0,10% | 0,84m | 27,20m | 0,82m | 1,00 | 13,069m ³ | C3 | 1,20m | 0,82m | 0,981m ³ |
| D1 | 1,20m | | | | | | | | | | | | | |
| D2 | 1,20m | D1-D2 | 0,80 | 30,0m | 0,10% | 0,88m | 31,20m | 0,84m | 1,00 | 15,080m ³ | D2 | 1,20m | 0,84m | 1,013m ³ |
| E1 | 1,20m | | | | | | | | | | | | | |
| E2 | 1,20m | E1-E2 | 0,80 | 32,0m | 0,10% | 0,88m | 33,20m | 0,84m | 1,00 | 16,085m ³ | E1 | 1,20m | 0,88m | 1,051m ³ |
| E3 | 1,20m | E2-E3 | 0,80 | 24,0m | 0,10% | 0,84m | 25,20m | 0,82m | 1,00 | 12,064m ³ | E2 | 1,20m | 0,84m | 1,011m ³ |
| F1 | 1,20m | | 0,80 | | | | | | | | | | | |
| F2 | 1,20m | F1-F2 | 0,80 | 32,0m | 0,10% | 0,88m | 33,20m | 0,84m | 1,00 | 16,085m ³ | E3 | 1,20m | 0,82m | 0,981m ³ |
| | | | | | | | | | | | F1 | 1,20m | 0,88m | 1,051m ³ |
| | | | | | | | | | | | F2 | 1,20m | 0,84m | 1,011m ³ |
| Tot. volume collettori 93,494m³ | | | | | | | | | | Volume pozzetti 9,162m³ | | | | |

11.2. VOLUMI NON LAMINATI

Non vi sono volumi non laminati da ricavare.

12. RIASSUNTO VOLUMI

| RIASSUNTO VOLUMI INVARIANZA AREA PRIVATA | V (m³) |
|---|----------------------------|
| Metodo di calcolo adottato | Invaso |
| VOLUMI LAMINATI RICHIESTI | |
| Lotto privato | 107,74m ³ |
| a detrarre: Volume piccoli invasi | -6,07m ³ |
| Totale | 101,67m³ |
| VOLUMI LAMINATI RICAVALI | |
| Tot. volume collettori | 93,49m ³ |
| Volume pozzetti | 9,16m ³ |
| Totale | 102,66m³ |
| Verifica soddisfatta | OK |

| RIASSUNTO VOLUMI INVARIANZA AREA PUBBLICA IN CESSIONE | V (m³) |
|--|---------------------------|
| Metodo di calcolo adottato | Invaso |
| VOLUMI LAMINATI RICHIESTI | |
| Area pubblica | 26,41m ³ |
| a detrarre: Volume piccoli invasi | -1,93m ³ |
| Totale | 24,49m³ |
| VOLUMI LAMINATI RICAVALI | |
| Tot. volume collettori | 20,11m ³ |
| Volume pozzetti | 5,23m ³ |
| Totale | 25,33m³ |
| Verifica soddisfatta | OK |