

COMUNE DI ARZIGNANO**Provincia di Vicenza****ADDUZIONE DELLE ACQUE BIANCHE DALL'AREA DEL PIANO DI LOTTIZZAZIONE
"CALAVENA ALTA"
VERIFICHE IDRAULICHE****DATA:****Giugno 2017****COMMITTENTE:****IL GRIFO SRL**

1. PREMESSA

Su incarico della Ditta **Il Grifo srl**, il sottoscritto ha redatto la seguente relazione riportante le verifiche idrauliche basate sul progetto esecutivo del Piano di Lottizzazione denominato “Calavena Alta”, da realizzarsi tra via Calavena Alta e via Monte Summano in Comune di Arzignano (VI).

Le verifiche contenute nella presente assicurano il rispetto delle prescrizioni sull’invarianza idraulica, e delle prescrizioni imposte dall’Ente Acque del Chiampo spa, in particolare:

- la verifica del volume delle vasche di laminazione previste in progetto nei confronti del principio di invarianza idraulica;
- il dimensionamento delle luci di efflusso dalle vasche di laminazione nei confronti della portata di scarico massima ammessa dalla Normativa;
- la verifica del grado di riempimento della condotta mista da realizzare al di sotto di via Monte Summano (cfr. più avanti).

Il piano di Lottizzazione è stato oggetto, in sede di progetto preliminare, di una relazione di compatibilità idraulica edita dal Nostro Studio nel Gennaio 2009. Nella relazione di compatibilità sono stati individuati i volumi necessari per la laminazione e le massime portate consentite per il deflusso delle acque scolanti sulla lottizzazione.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Delibera della Giunta della Regione Veneto n°1841, 19 Giugno 2007
- Delibera del Consiglio Regionale n. 107 del 05/11/2009 (“*Piano di Tutela delle Acque*”)
- Parere Preliminare al Piano di Lottizzazione “Calavena Alta”, Acque del Chiampo spa, 08/05/2009
- United States Department of Agriculture, “*Urban Hydrology for Small Urban Watersheds*”, Technical Release 55, Giugno 1986

3. DESCRIZIONE DELLA RETE DI ADDUZIONE DI PROGETTO

3.a. Acque bianche

La rete di adduzione è composta da due rami di fognatura principali:

1. Un ramo che si sviluppa in direzione Est-Ovest, e adduce le acque scolanti dalla parte Nord della Lottizzazione, di lunghezza 230 metri;
2. Un ramo che si sviluppa in direzione Nord Ovest – Sud Est, che adduce le acque scolanti dalla parte Sud della Lottizzazione, di lunghezza 130 metri;
3. Un ramo che serve due fabbricati nella parte Sud Est della Lottizzazione.

Le condutture che costituiscono i rami principali sono tubi in polietilene ad alta densità (HDPE) tipo PE100, del diametro nominale di 300 mm per la rete Nord, e di diametro nominale 1'200 mm per la rete Sud.

I pozzetti intermedi sono pozzetti in calcestruzzo.

I due rami si immettono in reti fognarie esistenti, gestite dalla Acque del Chiampo spa. Questo Ente ha prescritto che la mitigazione idraulica sia realizzata per un volume derivante dalla differenza tra la portata attuale e quella generata dagli interventi di lottizzazione, aumentata del 20%.

3.b. Acque miste

Su prescrizione dell'Ente gestore, si è previsto di addurre le acque nere e le acque bianche in una condotta unica sotto via Monte Summano. Questo ramo si sviluppa per 130 metri e sarà realizzato in tubature in HDPE diametro 400 mm.

4. METODO DI CALCOLO

I calcoli contenuti nella presente relazione verificano che la portata di deflusso massima uscente dalla lottizzazione in progetto sia inferiore o uguale alla massima portata defluente dall'area allo stato attuale. La verifica del volume di invaso viene effettuata considerando il volume delle tubazioni installate e delle vasche di laminazione installate.

Le vasche di laminazione per la Rete Nord e per la Rete Sud sono installate in modo tale che la portata in uscita da esse sia l'unica portata effettivamente scaricata nel recettore finale. Pertanto, la verifica delle portate di deflusso si effettua controllando che la portata in uscita dalle vasche di laminazione sia inferiore alla portata massima consentita, espressa nel "Prontuario per la mitigazione ambientale".

Per il calcolo del volume di invaso, vengono utilizzati due metodi come prescritto dalla Normativa: il metodo razionale ed il metodo Curve Numbers (1975).

4.a. Grado di riempimento di condotte a gravità

Il grado di riempimento è stato calcolato confrontando la portata passante nel ramo oggetto di verifica (Q) e la portata calcolata a sezione piena (Q_0). Il confronto avviene utilizzando i valori tabellati presenti in (Da Deppo, Datei, Salandin), confrontando il valore del rapporto Q/Q_0 ottenuti con i valori presenti in tabella. Al valore tabellato viene associato un valore di grado di riempimento (y/D). Questo grado di riempimento determina il volume invasato nella condotta all'iterazione 1. Dopo successive iterazioni si ottiene il valore del grado di riempimento della condotta ed il valore della velocità.

4.b. Portata delle acque nere

Le portate derivanti dagli scarichi di acque nere sono state calcolate mediante la ben nota formula

$$Q = N \cdot d \cdot \rho_g \rho_o \cdot \phi$$

dove N è il numero di abitanti equivalenti, d è la dotazione (si veda più avanti), i due coefficienti ρ sono due coefficienti di amplificazione che tengono in considerazione la variabilità degli scarichi durante l'anno e durante la giornata, ϕ è un coefficiente pari a 0,9.

In mancanza di linee guida, per l'attribuzione dei valori ai coefficienti si fa riferimento a valori presenti in Letteratura. La dotazione è quindi presa pari a 350 l/die abitante ed i coefficienti ρ sono ambedue pari a 1,5. Il numero di abitanti equivalenti è preso pari a 3 per unità abitativa.

5. CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

L'altezza di pioggia di progetto, indicata nella relazione di compatibilità idraulica edita da questo Studio, corrisponde all'altezza di pioggia dell'evento con tempo di ritorno pari a 50 anni e durata pari ad 1 ora, come calcolata nella pubblicazione "Progetto strategico del C.N.R. Difesa del rischio geologico – Distribuzione spazio temporale delle piogge intense nel Triveneto", per la stazione di misura di Cal di Guà.

Si riportano le altezze di pioggia calcolate per le varie durate ed i vari tempi di ritorno nella seguente:

Durata	$T_r = 5$ anni	$T_r = 10$ anni	$T_r = 20$ anni	$T_r = 50$ anni
1 h	35.58	41.61	47.40	54.89
3 h	45.96	53.99	61.69	71.66
6 h	54.79	63.49	71.84	82.64
12 h	64.14	73.16	81.81	93.01
24 h	79.62	89.48	98.94	111.18

6. VERIFICA DEL VOLUME DI INVASO

6.a. Metodo Curve Numbers – SCS

Nota: Vengono fornite in parentesi le grandezze in unità di misura anglosassoni. Le abbreviazioni sono: ft per piedi, in per pollici, ac per acri, csm per piedi cubici per secondo per miglia quadrata, mi per miglia.

Situazione attuale:

Gruppo idrologico del suolo	D (argilla)
Numero di curva	CN=78 (radura)
Ritenzione potenziale massima	$S=(1000/CN)-10= 7,16$ cm (2,82 in)
Altezza di pioggia di progetto	$P=54,89$ mm (2,161 in)
Deflusso	$Q = \frac{(P - 0,2)^2}{P + 0,8S}=1,46$ cm (0,577 in)
Lunghezza del percorso idrologico	$L= 92$ m (301 ft)
Area sottoposta ad intervento	$A=15'513$ m ² (0,00598 mi ²)
Coefficiente di Manning (prato)	$n=0,13$
Inclinazione del percorso	$s=0,1589$
Tempo di viaggio (<i>travel time</i>)	$T_c=0,007 (nL)^{0,8} / P^{0,5} s^{0,4}=0,186$ ore
Adduzione iniziale	$I_a=1,43$ cm (0,564 in)
Portata allo scarico specifica (da grafico)	$q_u=340$ csm/in
Portata allo scarico	$q_p= q_u \cdot A_M \cdot Q=0,03321$ m ³ /s (1,173 ft ³ /s)

Si calcola il volume di acqua da invasare imponendo che la portata allo scarico rimanga quella calcolata per la situazione attuale. Il volume da invasare V_s è calcolato come frazione del volume delle acque scolanti V_r , estrapolato da un grafico apposito, incluso all'interno del modello di calcolo.

Situazione di progetto – Rete Nord:

Gruppo idrologico del suolo	D (argilla)
Numero di curva composito	CN=84,6
Ritenzione potenziale massima	$S=(1000/CN)-10= 4,62 \text{ cm (1,82 in)}$
Altezza di pioggia di progetto	$P=54,89 \text{ mm (2,161 in)}$
Deflusso	$Q = \frac{(P - 0,2)^2}{P + 0,8S}=2,265 \text{ cm (0,892 in)}$
Lunghezza del percorso idrologico	$L= 198 \text{ m}$
Tempo di viaggio (<i>travel time</i>)	$T_c=0,0916 \text{ ore}$
Adduzione iniziale	$I_a=0,932 \text{ cm (0,367 in)}$
Portata allo scarico specifica (da grafico)	$q_u=475 \text{ csm/in}$
Area scolante sulla rete	$A_M=8.914 \text{ m}^2 \text{ (0,00344 mi}^2\text{)}$
Portata allo scarico	$q_i = q_u * A_M * Q=0,0412 \text{ m}^3/\text{s (1,458 ft}^3/\text{s)}$
Volume da invasare	$V_s=28,33 \text{ m}^3 \text{ (0,0229 ac-ft)}$
Volume da invasare aumentato del 20%	$V'_i = V_i \times 1,2 =34 \text{ metri cubi}$
Volume totale invasato	$V_{TOT}=V_v+V'_i= 285 \text{ metri cubi}$

VERIFICATO

Situazione di progetto – Rete Sud:

Lunghezza del percorso idrologico	$L= 118 \text{ m}$
Tempo di viaggio (<i>travel time</i>)	$T_c=0,0916 \text{ ore}$
Adduzione iniziale	$I_a=0,932 \text{ cm (0,367 in)}$
Portata allo scarico specifica (da grafico)	$q_u=475 \text{ csm/in}$
Area scolante sulla rete	$A_M=5.855 \text{ m}^2 \text{ (0,00226 mi}^2\text{)}$
Portata allo scarico	$q_i = q_u * A_M * Q=0,0027 \text{ m}^3/\text{s (0,0984 ft}^3/\text{s)}$

La portata allo scarico è inferiore alla portata nella situazione attuale, non è necessario invasare

VERIFICATO

6.b. Metodo Razionale

Per la Rete Nord il calcolo dei volumi è il seguente:

Superficie scolante:	$S=8.914$ metri quadri
Altezza di pioggia di progetto:	$h=54,89$ mm
Coefficiente di deflusso (stato attuale)	$\varphi_a =0,2$
Superficie pavimentata scolante (progetto):	$P=4.852$ metri quadri
Superficie a giardino scolante (progetto):	$V=4.062$ metri quadri
Coefficiente di deflusso (stato di progetto)	$\varphi_p=0,581$
Differenza di volumi scolanti (da invasare)	$V_i = [(\varphi_p - \varphi_a) * h * S]=186,42$ metri cubi
<u>Volume da invasare aumentato del 20%</u>	<u>$V'_i = V_i \times 1,2 =223,7$ metri cubi</u>
Volume delle vasche	$V_v = 240$ metri cubi
<u>Volume totale invasato</u>	<u>$V_{TOT}=V_v+V'_i = 240$ metri cubi</u>

VERIFICATO

La Rete Sud drena la parte restante della lottizzazione, a parte le acque scolanti dai tetti di due edifici nell'angolo Sud Est, che sono serviti da una piccola rete di fognatura bianca a sé stante.

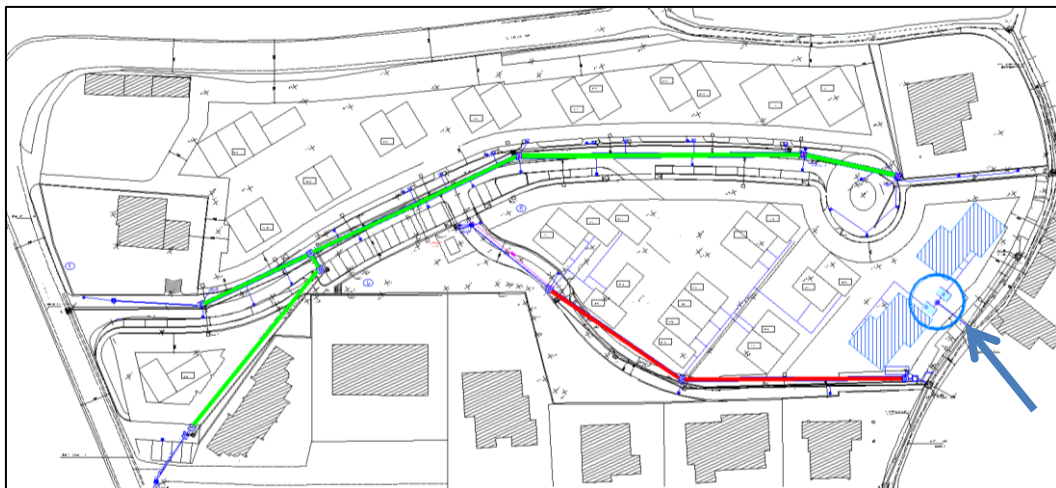


Figura 1 - Ubicazione delle vasche e degli edifici non scolanti nella Rete Sud

Per la Rete Sud il calcolo dei volumi è il seguente:

Superficie scolante:	$S=5.867$ metri quadri
Altezza di pioggia di progetto:	$h=54,89$ mm
Coefficiente di deflusso (stato attuale)	$\varphi_a = 0,2$
Superficie pavimentata scolante (progetto):	$P=2.394$ metri quadri
Superficie a giardino scolante (progetto):	$V=3.473$ metri quadri
Coefficiente di deflusso (stato di progetto)	$\varphi_p=0,482$
Differenza di volumi scolanti (da invasare)	$V_i = [(\varphi_p - \varphi_a) * h * S] = 90,81$ metri cubi
<u>Volume da invasare aumentato del 20%</u>	<u>$V_i' = V_i \times 1,2 = 108$ metri cubi</u>
Volume nelle tubazioni	$V_t = \varnothing^2 \times \pi \times L \times 0,25 =$ $= (1,11^2 \times 3,14 \times 94,42 \times 0,25) = 92$ metri cubi
Volume delle vasche	$V_v = 16$ metri cubi
<u>Volume totale invasato</u>	<u>$V_{TOT} = V_v + V_i = 108$ metri cubi</u>

VERIFICATO

Nel caso della piccola rete di fognatura bianca indicata in figura, il calcolo dei volumi è il seguente:

Superficie scolante:	$S=643$ metri quadri
Altezza di pioggia di progetto:	$h=54,89$ mm
Coefficiente di deflusso (stato attuale)	$\varphi_a = 0,2$
Superficie pavimentata scolante (progetto):	$P=504$ metri quadri
Superficie a giardino scolante (progetto):	$V=139$ metri quadri
Coefficiente di deflusso (stato di progetto)	$\varphi_p=0,748$
Differenza di volumi scolanti (da invasare)	$V_i = [(\varphi_p - \varphi_a) * h * S] = 19,34$ metri cubi
<u>Volume da invasare aumentato del 20%</u>	<u>$V_i' = V_i \times 1,2 = 23,21$ metri cubi</u>
<u>Volume delle vasche</u>	<u>$V_v = V_i' = 24$ metri cubi</u>

VERIFICATO

7. VERIFICA DELLA PORTATA IN USCITA

La portata in uscita si calcola prendendo in considerazione un'apertura circolare eseguita nella parete di valle delle vasche. La portata massima attraverso questa apertura è calcolata con la formula dell'efflusso da luce a parete grossa. La formula è

$$Q = m \cdot A \cdot \sqrt{2gH}$$

dove m è il coefficiente di efflusso (in questo caso, individuato da Gentilini e pari a $m=0,815$), A è l'area della sezione di efflusso, g è l'accelerazione di gravità, H è l'altezza del pelo libero rispetto al bordo inferiore della luce di efflusso. Le portate massime sono calcolate utilizzando le aree scolanti competenti alla singola rete, il coefficiente di deflusso della situazione attuale e l'altezza di pioggia di progetto.

Rete Nord

Area del bacino scolante	A=8.914 metri quadri
Coefficiente di deflusso (stato attuale)	$\phi=0,2$
Altezza di pioggia di progetto	h=54,89 mm
Portata massima consentita	$Q = A \cdot \phi \cdot h = 8.914 \cdot 0,2 \cdot 54,89 = 97,85 \text{ m}^3/\text{h}$
Altezza della vasca di progetto	h=2,00 m
Area minima dell'apertura	$A = Q / [m \cdot \sqrt{2g \cdot h}] = 0,00532 \text{ m}^2$
Diametro massimo dell'apertura	D=8,2 cm

Rete Sud

Area del bacino scolante	A=5.819 metri quadri
Coefficiente di deflusso (stato attuale)	$\phi=0,2$
Altezza di pioggia di progetto	h=54,89 mm
Portata massima consentita	$Q = A \cdot \phi \cdot h = 5.819 \cdot 0,2 \cdot 54,89 = 63,88 \text{ m}^3/\text{h}$
Altezza della vasca di progetto	h=1,00 m
Area minima dell'apertura	$A = Q / [m \cdot \sqrt{2g \cdot h}] = 0,00491 \text{ m}^2$
Diametro massimo dell'apertura	D=7,9 cm

Piccola rete bianca

Area del bacino scolante	A=400 metri quadri
Coefficiente di deflusso (stato attuale)	$\phi=0,2$
Altezza di pioggia di progetto	h=54,89 mm
Portata massima consentita	$Q = A \cdot \phi \cdot h = 400 \cdot 0,2 \cdot 54,89 = 4,391 \text{ m}^3/\text{h}$
Altezza della vasca di progetto	h=1,50 m
Area minima dell'apertura	$A = Q / [m \cdot \sqrt{2g \cdot h}] = 0,000444 \text{ m}^2$
Diametro massimo dell'apertura	D=2,3 cm

8. VERIFICA FOGNATURA MISTA SU VIA SUMMANO

Viene verificata la fognatura mista di Progetto da realizzare in corrispondenza di via Summano.

Come in precedenza, si calcolano le portate in entrata, supponendole concentrate nei singoli pozzetti.

In corrispondenza del pozzetto denominato S17 entrano gli scarichi neri di 2 unità abitative, in corrispondenza del pozzetto S13 entrano gli scarichi neri di 23 unità abitative e gli scarichi delle fognature bianche denominate "Rete Sud" e "Piccola rete bianca". Il presente dimensionamento è stato effettuato considerando la portata uscente da queste due reti come pari alla massima portata consentita dalla Normativa Regionale. In altre parole, il presente dimensionamento presuppone che il prerequisito di invarianza idraulica venga rispettato.

La portata nera in entrata a S17 è pari alla portata di $2 \times 3 = 6$ abitanti equivalenti, pari a

$$Q = N \times d \times \rho_o \times \rho_a = 6 \times 350 \times 1,5 \times 1,5 / 86.400 = 0,0546 \text{ l/s.}$$

La portata nera in entrata a S13 è pari alla portata di $23 \times 3 = 69$ abitanti equivalenti, pari a

$$Q = N \times d \times \rho_o \times \rho_a = 69 \times 350 \times 1,5 \times 1,5 / 86.400 = 0,6289 \text{ l/s.}$$

La portata bianca in entrata a S13 è pari alla somma della massima portata consentita della Rete Sud e della piccola rete, pari a $63,88 \text{ m}^3/\text{h} + 4,391 \text{ m}^3/\text{h} = 70,53 \text{ m}^3/\text{h}$

Il dimensionamento è effettuato con il metodo iterativo del grado di riempimento.

Tabella 1 – Rami di rete (tutti i tratti di diametro 400 mm)		
Tratto	Pendenza [%]	Lunghezza [m]
S17 – S13	12,63	39,6
S13 – S14	14,59	28,0
S14 – S15	10,55	22,45
S15 – S16	9,48	38,8

In azzurro, le grandezze riferite al comportamento a tubo pieno, in verde le grandezze tabellate.

I valori di y/D nell'ultima riga sono i valori finali

TRATTO S17-S13

Portata [m ³ /s]	Q_0 [m ³ /sec]	Q/Q_0	Q/Q_0	y/D
5,47E-05	1,09574	0,00005	0,0002	0,01

TRATTO S13 – S14

Portata [m ³ /s]	Q_0 [m ³ /sec]	Q/Q_0	Q/Q_0	y/D
0,0196	1,17775	0,01826	0,0167	0,09

TRATTO S14– S15

Portata [m ³ /s]	Q ₀ [m ³ /sec]	Q/Q ₀	Q/Q ₀	y/D
0,0196	1,00175	0,02146	0,0209	0,1

TRATTO S14– S15

Portata [m ³ /s]	Q ₀ [m ³ /sec]	Q/Q ₀	Q/Q ₀	y/D
0,0196	0,94956	0,02264	0,0209	0,1

Tabella 2 - Tabella riassuntiva
fognatura su via Summano

Tratto	Grado di riempimento
S17 – S13	1%
S13 – S14	9%
S14 – S15	10%
S15 – S16	10%