

**PIANO ATTUATIVO “RESIDENZIALE” DI INIZIATIVA MISTA  
DEL COMPARTO EDIFICATORIO C2m  
IN LOCALITA’ S.EGIDIO – COMUNE DI PERUGIA.**

<b>TAV.</b>	<b>08</b>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA RETE ACQUE BIANCHE E NERE – CALCOLI IDRAULICI</b>
-------------	-----------	---

Perugia, Aprile 2016  
Aggiornamento Marzo 2018

Il Progettista  
Arch. Adelio Rosi

.....

**RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA**  
**RETE SMALTIMENTO ACQUE BIANCHE E NERE - CALCOLI IDRAULICI**

***1. Premessa:***

Il comprensorio oggetto della presente lottizzazione fa parte di un più ampio compendio di terreno che si estende, in forma allungata, a monte della strada provinciale di S.Egidio, con una pendenza trasversale di circa il 12%, ed una superficie complessiva di mq. 25'723.

Può assimilarsi ad un rettangoloide con lunghezza media di mt. 255 x 100.

La lottizzazione presa in considerazione attualmente (1° stralcio) interessa il 63% del compendio e comprende 10 lotti (nel complesso 16'330 mq.), su cui verranno realizzati immobili per 8'165 mc., con una incidenza, comprese le varie pertinenze, di circa 1'360 mq. di superficie coperta, oltre circa il 15% in più per marciapiedi e pertinenze varie pavimentate, il tutto per circa 1'500 mq.

La popolazione potenzialmente insediabile nell'intero compendio può valutarsi al massimo in 100 unità.

Ogni lotto verrà destinato, oltre che alla copertura degli immobili e relative pertinenze, alla realizzazione di aree a verde e giardini.

Pertanto il terreno preso in considerazione dal presente progetto, verrà utilizzato come segue:

• Superficie coperta dalle costruzioni: .....	mq.	1'830,00
• Superficie pavimentata utilizzata per strade d'accesso, piazze e parcheggi pubblici e marciapiedi: .....	mq.	5'345,00
• Superficie a prati e giardini: .....	<u>mq.</u>	<u>19'435,00</u>
Totale:	mq.	26'610,00

I dati sopra indicati vengono riportati in quanto essenziali per il calcolo delle dotazioni di acqua potabile e dei relativi scarichi di acque fognarie, nonché per la valutazione delle portate meteoriche probabili che potranno verificarsi nella rete acque bianche.

A questo proposito si deve sottolineare che la lottizzazione in parola riguarda due comparti di cui solo uno diverrà subito esecutivo, ma poiché le fognature acque bianche e nere, verranno anche utilizzate dalla restante superficie del compendio, che, secondo quanto chiaramente illustrato dalla planimetria generale (V. Tav. n. 09), riguarderà altri 5 lotti la cui destinazione è prevista molto simile a quella fin qui considerata, nelle valutazioni che seguono, i tratti di fognatura acque bianche e nere, saranno valutati per la portata dell'intero compendio.

Questo anche perché, essendo il recapito pubblico delle acque nere unico, l'ultimo tronco della relativa condotta doveva comunque essere calcolato per la portata dell'intero compendio.

Per le acque bianche (che avranno due tubazioni di raccolta separate, come si vedrà meglio in seguito) il calcolo sarà eseguito per ciascun tratto di condotta in rapporto alla superficie servita, ma poi si dovrà comunque tenere conto che anche in questo caso, che il recapito finale sarà unico, non essendo state reperite in sito altre possibilità di convogliare tali acque.

Come però esplicitato di seguito si cercherà di perseguire una gestione sostenibile delle acque meteoriche che limiterà notevolmente la quantità di acqua bianca da immettere in fogna e comporterà evidenti vantaggi.

## 2. Collettore acque nere.

Il collettore acque nere ha un tracciato obbligato dall'altimetria del terreno che presenta i punti più depressi dell'area lungo il confine Sud-est.

Pertanto, il suo andamento segue il predetto confine mantenendosi sulla curva di livello +1.00 ad una profondità variabile, a seconda dell'andamento del terreno, da 0,40 a 2,36 mt. (vedi profilo A11 – rete acque nere - Tav. 10).

Nel suo tratto terminale, la condotta, del Ø 250 mm., seguendo un tracciato in contropendenza, attraversa un'area destinata a parcheggio fino a collegarsi all'eduttore principale, con il Ø 315 mm.

Ai fini della portata da smaltire, il tratto critico della condotta è quello compreso fra il punto EF del profilo dove la pendenza si riduce allo 0.5% con il Øe 250 mm.

Questo tratto sarà pertanto verificato con i calcoli portata seguente.

La portata dei vari tronchi della fognatura acque nere si ricava dalla dotazione dell'acquedotto in quanto lo scarico deve, in qualche modo, corrispondere alla portata dell'ora di punta dell'acquedotto.

Per le piccole comunità, tale portata è solitamente valutata in  $6 \div 7$  volte la dotazione media giornaliera.

Assumendo, nel nostro caso, un consumo di 300 litri giornalieri che, per le 100 unità servite dell'intero compendio, comporta un fabbisogno giornaliero di  $0.30 \text{ mc.} \times 100 \text{ unità} = 30 \text{ mc/giorno}$ .

Tale volume verrà consumato prevalentemente nelle 12 ore attive della giornata, con una dotazione media di  $30'000/(12 \times 3600) = 0,69 \text{ lt/sec}$ .

Lo scarico di punta può perciò valutarsi, in:  $0,69 \times 7 = 4,83 \text{ lt/sec}$ . che, prudenzialmente, si porta a 10 lt/sec.

È consigliabile mantenere il diametro della fognatura non inferiore ai 200 mm., non tanto per motivi di portata da smaltire, ma per ragioni pratiche, avendo le acque di scarico particolari caratteristiche negative ai fini del regolare deflusso.

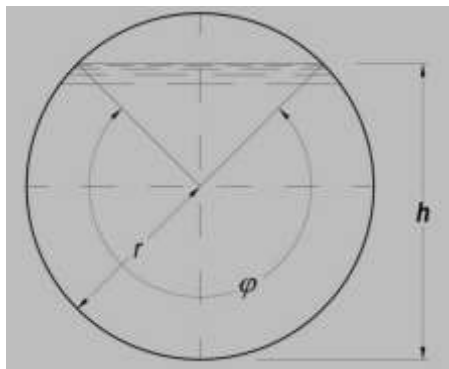
Nel nostro caso, essendo le condizioni di posa della tubazione adiacente alla lottizzazione è opportuno aumentare alquanto i diametri per assicurare la funzionalità della stessa limitando al minimo gli eventuali interventi manutentori specialmente nei tratti terminali.

Pertanto, fissato in 200 mm. il diametro esterno minimo della tubazione, si incrementerà progressivamente lo stesso diametro fino al Øe 315 mm., solo per i motivi sopra esposti.

Il calcolo di verifica della portata sarà pertanto effettuato solo per il diametro minimo del Ø 200 e per la minima pendenza dello 0.5 % e per il valore di 10 lt/sec.

Verificata la congruenza del diametro del Ø 200 per il valore massimo della portata con pendenza di posa minima, la sufficienza delle condotte sarà a forziori verificata per i diametri maggiori.

La tubazione, come si può evincere dal profilo, ha una pendenza minima, nel suo tronco terminale, dello 0.5%. Con tale pendenza critica, un tubo da 200 mm. ( $r = 0.10 \text{ mt}$ ) con livello idrico alla quota di max portata (cioè  $h = 1.878 \times 0.10 = 0.1898 \text{ mt.}$ ) ha le seguenti caratteristiche idrauliche (vedi manuale Colombo 80<sup>a</sup> edizione pag. 282 di cui si riportano integralmente i dati idraulici relativi ad una sezione tipo circolare di raggio r).



**Tabella 21. Canale a sezione circolare**

Altezza d'acqua		Angolo $\varphi^\circ$	Sez. liquida A	Perimetro bagnato C	Raggio medio $R = A/C$	Velocità media V	Portata q
h							
r	Semisezione	180	$1,57 r^2$	$3,14 r$	$0,50 r$	$0,71 X \sqrt{rJ}$	$1,11 X \sqrt{r^5J}$
1,618 r	Mass. Velocità	$257 \frac{1}{2}$	$2,73 r^2$	$4,50 r$	$0,61 r$	$0,78 X \sqrt{rJ}$	$2,13 X \sqrt{r^5J}$
1,898 r	Mass. Portata	308	$3,08 r^2$	$5,38 r$	$0,57 r$	$0,76 X \sqrt{rJ}$	$2,33 X \sqrt{r^5J}$
2 r	Sez. colma	360	$3,14 r^2$	$6,28 r$	$0,50 r$	$0,71 X \sqrt{rJ}$	$2,22 X \sqrt{r^5J}$

**2.1 Verifica della sezione tipo del  $\varnothing$  200 ( $r = 0.10$  mt.;  $I = 0.005$ ):**

$$\begin{aligned}
 h &= 1.898 \times 0.10 &= 0.1898 \text{ mt.} \\
 A &= 3.08 \times 0.10^2 &= 0.0308 \text{ mq.} \\
 C &= 5.38 \times 0.10 &= 0.538 \text{ mt.} \\
 R_m &= A/C = 0.57 \times 0.10 &= 0.057 \text{ mt.} \\
 K &= 69 \text{ coefficiente di Chezy} \\
 V &= 69 \times \sqrt{R_m \times I} = 69 \times \sqrt{0.057 \times 0.005} &= 1.16 \text{ mt/sec.} \\
 Q &= 1.16 \times 0.0308 = 0.035 \text{ mc/sec.} &= 35 \text{ lt/sec}
 \end{aligned}$$

Resta inteso che, prima della immissione nella rete delle acque nere, ogni insediamento dovrà provvedere all'inserimento di una fossa imhoff di capacità compatibile con il prevedibile numero di utenti serviti. Ciò per ottenere una prima chiarificazione delle acque da immettere nella rete pubblica.

### **3. Collettore acque bianche.**

Le acque bianche provenienti dalla lottizzazione non hanno la possibilità di essere convogliate in fossi naturali o fognature dedicate alle sole acque bianche, in quanto nell'area non è stata riscontrata la presenza di tali forme di recapito.

Infatti a seguito dei contatti intercorsi con gli uffici tecnici del Comune di Perugia e dell'Ente gestore degli impianti fognari "Umbra Acque SpA", attraverso incontri e sopralluoghi in loco con gli stessi, è stata persino verificata la possibilità di utilizzare una condotta esistente che dalla lottizzazione in parola, attraversa la strada provinciale sottostante e si dirige verso alcuni terreni di proprietà privata posti a valle, che purtroppo è risultata inutilizzabile.

Alla luce di tale situazione, l'unico recapito per le acque bianche della lottizzazione resta solo quello costituito dalla fognatura per acque miste che raccoglie le acque provenienti dagli insediamenti realizzati negli anni scorsi nella zona.

Seguendo le indicazioni fornite dagli uffici tecnici-comunali, al fine di limitare la quantità di acque bianche da convogliare alla fognatura mista si è optato per perseguire progettualmente una gestione sostenibile delle acque meteoriche che limiterà notevolmente la quantità di acqua bianca da immettere in fogna e comporterà evidenti vantaggi:

- il ciclo naturale dell'acqua può essere mantenuto quasi inalterato oppure essere ristabilito;
- la qualità di vita nelle zone urbanizzate può essere influenzata positivamente.

La gestione sostenibile comprende un insieme di possibili interventi dalla cui combinazione possono emergere - in dipendenza dalle rispettive esigenze e dalle condizioni locali - scenari particolari di gestione secondo i seguenti principi chiave:

- contenere i deflussi delle acque meteoriche
- recupero ed utilizzo delle acque meteoriche

#### **Contenere i deflussi delle acque meteoriche**

E' possibile evitare o ridurre l'impermeabilizzazione del suolo impiegando pavimentazioni permeabili soprattutto quando l'uso delle superfici non necessita di rivestimenti molto resistenti come per vialetti delle aree verdi e per strade d'accesso e parcheggi.

Possono essere impiegate ad es. le seguenti pavimentazioni permeabili. Sono da preferire le pavimentazioni inerbite rispetto a quelle non inerbite poiché consentono una migliore depurazione delle acque meteoriche.



Cubetti o masselli con fughe larghe inerbite



Sterrati



Grigliati in calcestruzzo inerbiti

Grigliati plastici inerbiti

Possono inoltre impiegati inoltre asfalti drenanti per le strade della lottizzazione. Si tratta di manti molto porosi, permeabili e fonoassorbenti.

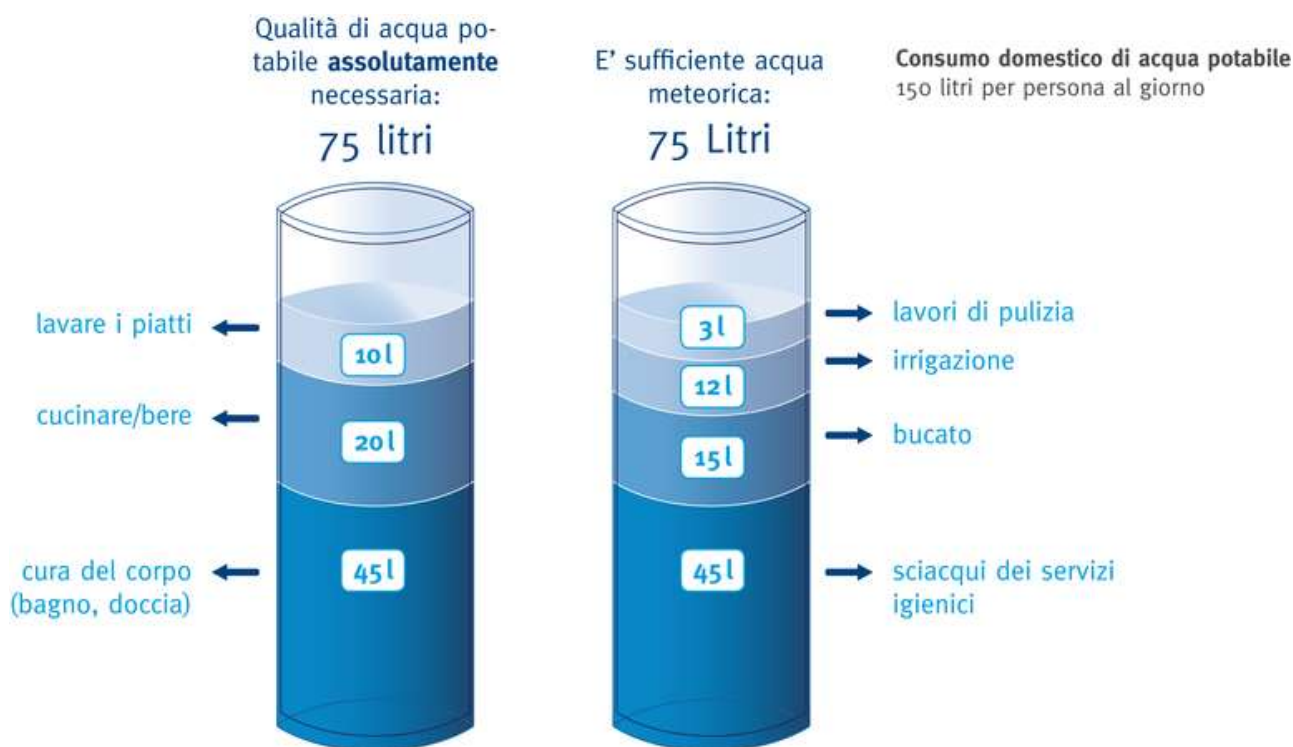


## Recupero ed utilizzo delle acque meteoriche

Nei singoli lotti, così come previsto dalla Legge Regionale 17/2012, saranno posti in opera apposite vasche di raccolta per le acque meteoriche provenienti dai tetti delle abitazioni.

Il consumo giornaliero d'acqua potabile dei nuclei familiari è ca. pari a 150 litri per persona. Di questi ca. 45 litri sono consumati negli sciacquoni dei servizi igienici. Per la cura del corpo (bagno, doccia) si utilizzano ca. 45 litri. Per cucinare e bere servono ca. 20 litri. La lavatrice consuma ca. 15 litri. Per lavare le stoviglie il consumo d'acqua è di ca. 10 litri. Per l'irrigazione d'orti e giardini si può ipotizzare un consumo medio di ca. 12 litri, per lavori di pulizia servono ca. 3 litri.

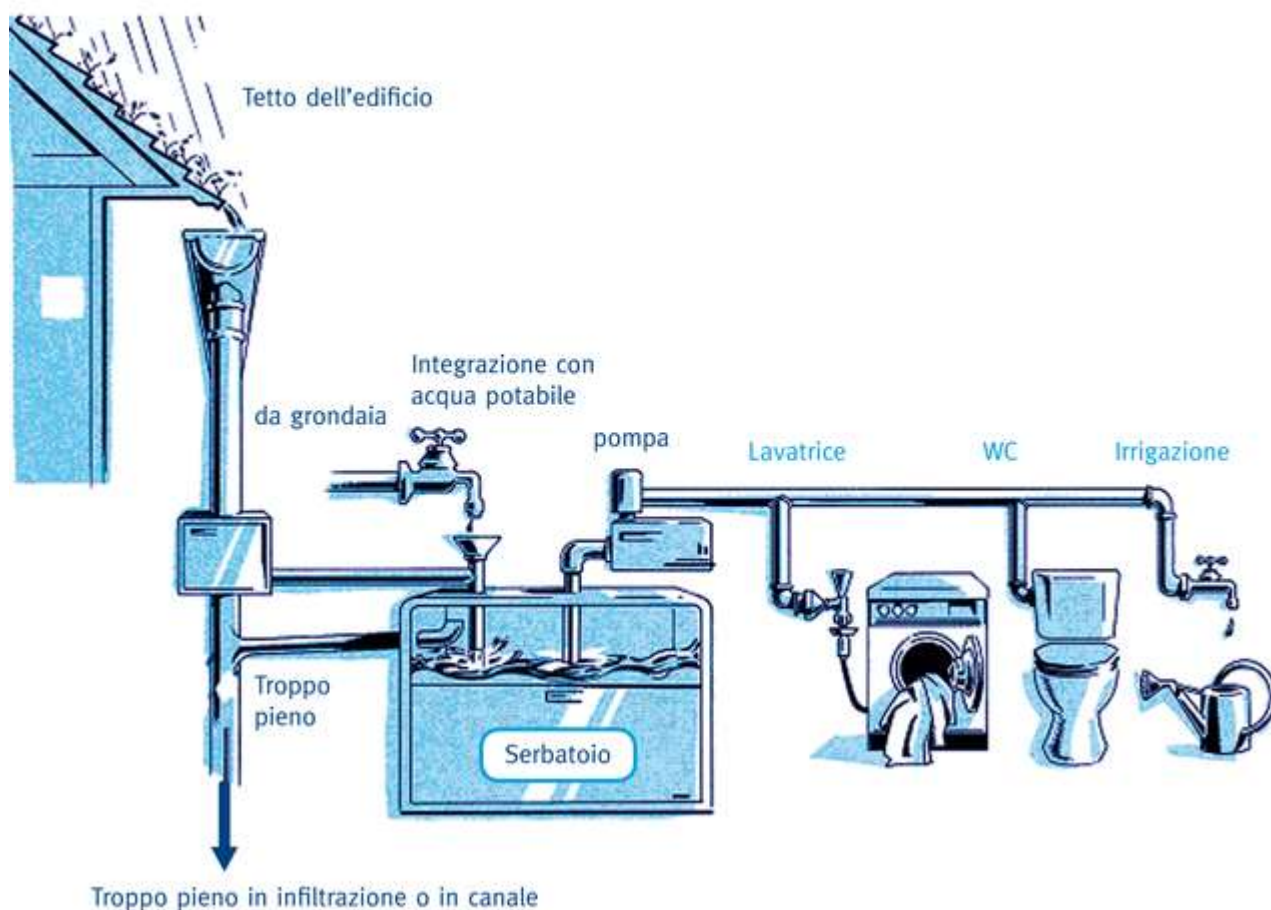
La raccolta e l'utilizzo dell'acqua meteorica consentono un risparmio d'acqua potabile pregiata. L'acqua meteorica è adatta soprattutto per innaffiare il verde e per gli sciacquoni dei servizi igienici. Inoltre è utilizzabile per la lavatrice, per la pulizia della casa o come acqua di raffreddamento. In questo modo sarebbe possibile utilizzare ca. 75 litri d'acqua meteorica per persona al giorno al posto d'altrettanta acqua potabile. Così si ha un risparmio d'acqua potabile che può raggiungere il 50%.



## Componenti di un impianto di recupero ed utilizzo delle acque meteoriche

Generalmente vengono raccolte solamente le acque dei tetti. Alcune tipologie di copertura non sono però del tutto idonee per la raccolta e l'utilizzo a scopo irriguo (ad es. coperture in rame, zinco o piombo, senza trattamenti protettivi). Per un recupero a basso costo può essere sufficiente un piccolo serbatoio per la raccolta delle acque meteoriche, ma quest'applicazione è limitata all'utilizzo a scopo irriguo a causa della mancanza di filtro e pompa. Ormai sul mercato molte ditte offrono una vasta gamma di sistemi modulari "chiavi in mano". Un impianto d'utilizzo dell'acqua meteorica è costituito dai seguenti componenti base:

- serbatoio
- filtro
- pompa
- integrazione con acqua potabile e seconda rete di condotte
- scarico di troppo pieno



Inoltre per limitare il flusso quantitativo delle acque meteoriche al collettore, una cisterna di raccolta sarà posta in opera nell'area verde posta a valle della lottizzazione, acqua utilizzabile per l'irrigazione delle stesse aree verdi.

## Verifica sezioni condotta

Come già detto, le acque bianche seguiranno due condutture differenti che poi avranno il proprio recapito nella tubazione delle acque miste, esistente sulla strada provinciale per S.Egidio.

Tuttavia, l'apporto meteorico dell'intero compendio, che dovrà essere smaltito dalla rete acque bianche, per comodità, sarà calcolato relativamente all'intera superficie da lottizzare e successivamente ripartita in proporzione alle due condutture.

Ciò posto, si riportano le percentuali di superficie del terreno secondo le rispettive destinazioni dell'intero compendio:

• Superficie coperta dalle costruzioni: .....	mq.	1'830,00	pari al 6,88 %
• Superficie strade, piazzali e parcheggi: ...	mq.	5'345,00	pari al 20,08 %
• Superficie a prati e giardini: .....	<u>mq.</u>	<u>19'435,00</u>	pari al 73,04 %
Totale:.....		mq.	26'610,00

Per comodità di calcolo le superfici vengono convertite in ettari:

• Superficie coperta dalle costruzioni: .....	1.830 ha
• Superficie strade, piazzali e parcheggi: .....	5.345 ha
• Superficie a prati e giardini: .....	<u>19.435 ha</u>
Totale:.....	26.610 ha

Le portate di acque meteoriche che affluirà nei collettori acque bianche (che, prevalentemente, avranno il tracciato sulla mezzeria delle strade) dipendono dalla utilizzazione del terreno su cui cade la pioggia, nel senso che il contributo più alto per le aree pavimentate e per i tetti è molto più ridotto per quelle destinate a verde e giardini.

Tuttavia l'utilizzo di materiali drenanti per parcheggi, strade e piazzali contribuirà a diminuire l'apporto di acque meteoriche in fognatura.

Seguendo le indicazioni a suo tempo fornite dagli uffici tecnici-comunali per l'unificazione progettuale delle fognature e dei canali nell'ambito del Comune di Perugia, il calcolo della portata delle acque bianche è stato eseguito con la formula:

$Q = (10/3.6) \times d \times r \times I \times S$
--

Con Q = portata in mc/sec.

d = coefficiente di deflusso

r = coefficiente di ritardo

I = intensità di pioggia, in mt/ora = 0.0908 mt/ora (pari a 90.8 mm)

S = superficie dell'area contribuente in ettari

Per i coefficienti di deflusso e di ritardo si assumono valori diversi (generalmente ricavati dai manuali) dipendenti dalla natura delle varie aree contribuenti che, nel nostro caso, sono differenti per le tre destinazioni della lottizzazione e cioè aree a verde, aree pavimentate (strade, parcheggi, piazzali), aree coperte da tetti ed eventuali altre pertinenze impermeabili dei lotti.



L'incidenza delle tre destinazioni è stata definita in precedenza.

Per i valori dei coefficienti di deflusso e di ritardo relativo si possono assumere i seguenti valori:

- a. **Superficie dei tetti**:  $d = 0.90$ ;  $r = 0.85$  (essendo i tetti completamente impermeabili si può ritenere che la quasi totalità delle acque meteoriche, tramite le gronde ed i pluviali finiscono rapidamente alla rete di scarico (perciò  $d = 0.90$ ), lo stesso può dirsi per il coefficiente di ritardo  $r = 0.85$ ).
- b. **Aree a verdi e giardini**:  $d = 0.60$ ;  $r = 0.50$  (queste aree contribuiscono alla portata della rete bianca poiché, in caso di pioggia persistente, le acque ruscellano sulle strade e, tramite le caditoie finiscono nella rete); il fenomeno avviene con un certo ritardo rispetto all'inizio della pioggia ed in minor misura finiscono nella rete il che giustifica un più basso coefficiente di deflusso e di ritardo.
- c. **Superfici pavimentate strade, parcheggi**:  $d = 0.65$ ;  $r = 0.60$  visto l'utilizzo di materiali drenanti, le stesse considerazioni fatte per le aree verdi, un po' più attenuate, vengono considerate per tali superfici.

Essendo note le destinazioni del terreno, in base ai relativi contributi superficiali delle tre aree, si può calcolare la media ponderale del prodotto dei due coefficienti.

Tale media avrà come peso l'entità superficiale delle destinazioni stesse o la loro percentuale di presenza nella formazione dell'intera superficie (per il calcolo si è preferita la detta percentuale)

• Superficie coperta dalle costruzioni: ..... mq.	1'830,00	pari al 6,88 %
• Superficie strade, piazzali e parcheggi: ... mq.	5'345,00	pari al 20,08 %
• Superficie a prati e giardini: ..... mq.	19'435,00	pari al 73,04 %
Totale:..... mq.	26'610,00	

$$d \times r = 0.7304 \times (0.60 \times 0.50) + 0.0688 \times (0.90 \times 0.85) + 0.2008 \times (0.65 \times 0.60) = 0.350$$

Visto che il deflusso di tutto il compendio finisce in unico collettore, la portata del suo tronco terminale sarebbe data dalla formula precedente per la cui applicazione si ottiene il seguente valore numerico:

$$Q = 0.350 \times 0.0908 \times 2,661 \times 10/3.6 = 0.235 \text{ mc/sec} = 235 \text{ lt/sec}$$

**Il contributo specifico per ha è pertanto, di  $235/2,661 = 88,00 \text{ lt/sec ha}$**

Il predetto valore può tenersi come base per il calcolo delle portate nelle sezioni terminali dei tronchi principali in cui è suddivisa la rete generale.

Tenendo presente la planimetria generale della lottizzazione si rileva che le acque meteoriche seguono due condutture:

1 - la prima conduttura raccoglie le acque meteoriche della porzione di lottizzazione di sud formata dai lotti 1-2-3a-3b-4a-4b-4c-7 oltre che dalla strada privata posta tra i lotti 1-2-3a-3b, la strada

privata, il parcheggio e l'area verde poste sotto i lotti 4a e 4b e convoglia il tutto verso una cisterna posta nella stessa area verde posta a sud-est.

Tale porzione ha un'area di influenza di mq 10.276 pari a 1,028 ha, cui corrisponde una portata del collettore di  $1.028 \times 88 \text{ lt/sec} = 91 \text{ lt/sec}$ .

La pendenza del collettore nel penultimo tratto del suo tracciato è del 1,5% (V. Tav. 10 profilo 1 – 9).

Il calcolo del diametro della tubazione è eseguito con la formula di Chezy con i dati sopra indicati per la pendenza ( $I = 1.5\%$ ) e la portata  $Q = 91 \text{ lt/sec}$ .

Gli altri simboli adottati hanno i seguenti altri significati geometrici ed idraulici:  $S$  = superficie tributaria;  $R_m$  = raggio medio della sezione di deflusso della condotta =  $A/C$  ( $A$  = sezione di deflusso;  $C$  = contorno bagnato dalla stessa);  $I$  = pendenza della tubazione;  $K$  = coefficiente della formula di Chezy (si ricava dai manuali in funzione di  $R_m$ );  $Q$  = portata di calcolo della condotta;  $h$  = livello idrico nella sezione di deflusso che determina la massima portata o parità di pendenza (V. Tab. n. 21);  $\varnothing_e$  = diametro esterno della tubazione:

#### ***Sezione terminale del 1° collettore:***

$S = 1.028 \text{ ha}$ ;  $Q = 91 \text{ lt/sec}$ ;  $\varnothing_e = 400 \text{ mm.} = 0.40 \text{ mt.}$ ;  $\varnothing_i = 380 \text{ mm.} = 0,38 \text{ mt.}$ ;  $I = 0.015$ ;  $r = 0.19 \text{ mt.}$

$$h = 1.898 \times 0.19 = 0.361 \text{ mt.}$$

$$A = 3.08 \times 0.19^2 = 0.1112 \text{ mq.}$$

$$C = 5.38 \times 0.19 = 1,02 \text{ mt.}$$

$$R_m = 0.57 \times 0.19 = 0.108 \text{ mt.}$$

$$K = 65 = \text{coefficiente di Chezy}$$

$$V = K \sqrt{R_m I} = 65 \times \sqrt{0.108 \times 0.015} = 2,60 \text{ mt/sec}$$

$$Q = 0.1112 \times 2,60 = 0.289 \text{ mc/sec} = 289 \text{ lt/sec.} > \text{di } 91 \text{ lt/sec.}$$

La sezione è, pertanto ampiamente sufficiente a smaltire la portata massima di calcolo

2 - La seconda conduttura, prima del suo innesto nel pozzetto di recapito della strada provinciale di S.Egidio, ha la stessa sezione di 400 mm. ( $\varnothing_i = 380 \text{ mm}$ ) ed una portata corrispondente alla restante parte del compendio cioè:  $2,661 - 1,028 = 1,633$  cui corrisponde una portata di  $1,633 \times 88 = 143 \text{ lt/sec}$ .

La pendenza, prima dell'innesto, può considerarsi del 1%

Aggiornando i calcoli precedenti con le nuove pendenza ( $I = 1\%$ ) e portata (143 lt/sec), si ottiene:

$$V = K \sqrt{R_m I} = 65 \times \sqrt{0.108 \times 0.01} = 2,15 \text{ mt/sec.}$$

$$Q = 0.1112 \times 2,15 = 0,239 = 239 \text{ lt/sec.} > \text{di } 143 \text{ lt/sec.}$$

3 – Considerando infine la tubazione finale che dovrà convogliare tutte le acque meteoriche dell'intero comparto alla fognatura mista comunale si ha che, considerando la stessa sezione di 400

mm. ( $\varnothing_i = 380$  mm) ed una portata corrispondente alla intera superficie del compendio cioè 2,661 ha, cui corrisponde una portata di  $2,661 \times 88 = 234$  lt/sec.

La pendenza, prima dell'innesto, può considerarsi del 1,5%

$$V = K \sqrt{RmI} = 65 \times \sqrt{0.108 \times 0.015} = 2,60 \text{ mt/sec.}$$

$$Q = 0.1112 \times 2,60 = 0,289 = 289 \text{ lt/sec.} > \text{di } 234 \text{ lt/sec.}$$

Si omette la verifica delle altre sezioni intermedie, in quanto la scelta dei diametri è stata eseguita proporzionalmente a quella dei tronchi terminali e la posa relativa è fatta con pendenza dei tracciati ampiamente superiori.

Perugia, Aprile 2016

Aggiornamento Marzo 2018

Il Progettista  
Arch. Adelio Rosi