

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO DEL COMPARTO</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>FOGNATURA BIANCA</b> .....	<b>3</b>
3.1	RETE ESISTENTE E CANALI ESISTENTI .....	3
3.2	CONFIGURAZIONE DI PROGETTO E CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE.....	3
3.3	CALCOLO VOLUME DI LAMINAZIONE.....	4
3.4	DIMENSIONAMENTO RETE FOGNATURA BIANCA.....	5
3.4.1	Determinazione della portata di acque bianche .....	5
3.4.2	Stima del volume specifico di invaso .....	5
3.4.3	Formula adottata per le verifiche .....	6
3.4.4	Verifica idraulica della sezione di chiusura di progetto.....	6
<b>4</b>	<b>FOGNATURA NERA</b> .....	<b>7</b>
4.1	RETE ESISTENTE .....	7
4.2	RETE DI PROGETTO .....	7
4.2.1	Caratteristiche costruttive fognatura nera .....	7
4.2.2	Dimensionamento idraulico fognatura nera .....	8

## 1 PREMESSA

La presente relazione descrive le caratteristiche e il dimensionamento del sistema di gestione delle acque bianche e delle acque nere di progetto da realizzarsi nell'ambito del progetto urbanistico attuativo per l'area denominata ARS.SB\_III, località Padulle nel comune di Sala Bolognese (BO) con accesso dalla via Casetti.

La progettazione delle reti di smaltimento delle acque è stata effettuata seguendo le seguenti linee guida principali:

- Le reti di acque bianche e nere di progetto saranno reti separate e tra loro indipendenti
- Le reti di acque nere avranno come recapito la fognatura nera esistente di via Caduti di Sabbiuno;
- Le acque bianche saranno scaricate in corpo idrico superficiale (Scolo Capraria Vecchia)
- Le portate di acque bianche date dalle acque meteoriche scolanti sulle nuove superfici impermeabili di progetto saranno laminate mediante sistemi che garantiscano la restituzione al sistema di acque superficiali di una portata pari a quella ad oggi restituita dalla stessa superficie a verde rispettando così il concetto dell'invarianza idraulica del sistema.

## 2 INQUADRAMENTO DEL COMPARTO

L'intervento si sviluppa nel comune di Sala Bolognese – Località Padulle, in Provincia di Bologna, in un'area situata ad ovest di via Casetti. L'area di intervento è attualmente a verde.



Figura 1 – Inquadramento geografico dell'area di intervento.

## 3 FOGNATURA BIANCA

### 3.1 RETE ESISTENTE E CANALI ESISTENTI

Come visibile nella planimetria di rilievo, l'area oggetto di intervento è costeggiata ad est da via Casetti, a sud da via Caduti di Sabbiano e nord dallo scolo Capraria Vecchia.

### 3.2 CONFIGURAZIONE DI PROGETTO E CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

La rete di fognatura bianca di progetto, avente funzione di raccolta delle acque meteoriche ricadenti nel lotto in oggetto, avrà come recapito finale, dopo opportuna laminazione, lo Scolo Capraria Vecchia.

All'interno del comparto di intervento sarà realizzata lungo la strada pubblica di progetto una dorsale di fognatura bianca con pendenza dello 0,2% diretta verso nord.

In tale rete saranno recapitate tutte le acque scolanti sulle nuove superfici impermeabili del comparto.

La rete sarà costituita da condotti in PVC circolari (posati su sottofondo rinfiando e copertura in sabbia). Le tubazioni in PVC di progetto avranno sezioni comprese fra Ø 315 mm e Ø 630 mm.

La tubazione di scarico della vasca sarà di diametro Φ 140 mm in PVC e costituirà la bocca tarata del sistema di laminazione permettendo lo scarico di una portata massima pari a 8-10 l/s per ciascun ettaro di superficie impermeabile.

La vasca di laminazione di progetto verrà realizzata nell'area verde pubblica, con ciglio a 5 metri dal canale di bonifica.

In tutti i punti di deviazione e confluenza della rete fognaria di progetto a sezione circolare sono stati previsti pozzetti di ispezione in elementi prefabbricati di cls circolari a perfetta tenuta di diametro interno Φ800 e Φ1000 mm a seconda del diametro delle tubazioni in essi.

La chiusura dei pozzetti è stata prevista con chiusini in ghisa sferoidale, rispondenti alle norme UNI-ISO 1083 e conformi alle caratteristiche stabilite dalle norme UNI-EN e con resistenza a rottura superiore a 400 KN.

La rete di raccolta delle acque stradali è stata prevista del tipo dinamico, con tubazioni in PVC serie SN8 (8 KN/mq) a Norma UNI EN 1401-1 con marchio di conformità IIP del Φ 160/200/250 mm, posate su sottofondo, rinfiando e copertura in calcestruzzo, caditoie stradali in ghisa sferoidale UNI-ISO 1083 ad elevato assorbimento (superficie di scarico 12,6 dmq) delle dimensioni 50x50 cm conformi alla Norma UNI-EN 124 classe C250, pozzetti sifonati in cls pref. dim. 45x45x85 cm.

I lotti privati siti in fronte alla strada di progetto si allacceranno direttamente alla fognatura pubblica di progetto previa installazione sul confine di proprietà di sifone di tipo "Firenze" e valvola a clapet di tipo "Redi".

### **3.3 CALCOLO VOLUME DI LAMINAZIONE**

L'ambito oggetto di intervento ricade nel territorio soggetto all' "Articolo 20 – Controllo degli apporti d'acqua" del PSAI elaborato dall'autorità di bacino, che impone, per le nuove edificazioni, di rispettare il principio dell'invarianza idraulica andando a creare volumi di accumulo per le acque meteoriche dimensionati nella misura di 500 mc per ettaro di superficie di intervento ad esclusione del verde compatto. Da tali volumi di accumulo le acque meteoriche dovranno essere restituite al reticolo di acque superficiali nella misura massima di 8-10 l/s/ha.

La superficie oggetto di intervento ad esclusione esclusa l'area a verde pubblico (verde compatto), è pari a circa 13.965 mq.

Il volume di laminazione minimo necessario per il Comparto in esame è quindi pari a circa  $(13.965 \text{ mq}) / (10.000 \text{ mq/ha}) \times (500 \text{ mc/ha}) \approx 698 \text{ mc}$ .

Tale volume è ricavato ampliando la vasca di laminazione in terra prevista sul confine ovest dell'area di intervento che con un franco di circa 20 cm avrà un volume di invaso complessivo pari a 700 mc.

### 3.4 DIMENSIONAMENTO RETE FOGNATURA BIANCA

#### 3.4.1 Determinazione della portata di acque bianche

Come metodo di calcolo si è scelto di stimare il coefficiente udometrico  $u$  (l/(sha)), dal quale è possibile ricavare la portata dalla nota relazione:

$$Q(l/s) = u \cdot A$$

dove  $A$  è la superficie espressa in ha.

Per la superficie asfaltata l'espressione utilizzata per la determinazione del coefficiente udometrico  $u$  è quella del metodo italiano o dell'invaso, con particolare riferimento a quello formulato per le reti di fognatura, è la seguente:

$$u = 2168 \cdot \frac{n \cdot (\psi_m \cdot a)^{1/n}}{W_0^{(1/n-1)}}$$

dove:

- $u$  = coefficiente udometrico (l/s/ha)
- $a, n$  = coefficiente ed esponente della curva segnalatrice di possibilità climatica
- $W_0$  = volume specifico di vaso (riferito cioè all'unità di superficie dell'area considerata) espresso in  $m^3/m^2$
- $\psi_m$  = coefficiente di deflusso medio dell'area considerata (=0,85 nel caso in esame)
- 2168 = coefficiente numerico, valore medio tra la legge lineare e non lineare di variazione della portata in funzione dell'area del collettore.

Le ipotesi alla base del metodo nella sua versione tradizionale sono quelle di autonomia dei deflussi (assenza di fenomeni di rigurgito) e di sincronia del riempimento dei condotti/canali costituenti la rete (il riempimento e lo svuotamento dei condotti/canali durante l'evento pluviometrico avviene in maniera contemporanea in tutti i condotti).

Nell'ambito del metodo di calcolo utilizzato, il volume specifico d'invaso rappresenta il volume invasato nella rete di drenaggio a monte della sezione oggetto di verifica al momento del passaggio della massima piena nella sezione in esame.

Tale volume può essere scomposto in due contributi: il primo rappresenta quello invasato nella rete di drenaggio principale, il secondo contributo rappresenta il volume invasato nei rimanenti condotti/canali.

Infine per le verifiche in oggetto è stata utilizzata la curva di pioggia corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 25 anni per la stazione "Bologna Idrografico" per durate inferiori ad un'ora.

$$h = 43,44 \cdot t^{0,4607}$$

#### 3.4.2 Stima del volume specifico di vaso

Per il dimensionamento delle fognature sono state utilizzate le curve di pioggia relative ad un

evento con tempo di ritorno pari a 25 anni di durata inferiore all'ora.

Per quanto riguarda la scelta di  $W_0$  Secondo Datei et al. (1997), nel caso delle zone di bonifica questo valore è dell'ordine dei 100-150 mc/ha (10-15 mm di velo idrico), comprendendo l'intero volume dei canali di drenaggio. Per gli stessi Autori, nel caso delle fognature in ambito urbano, quindi a superfici impermeabili, si può assumere un valore di 30-50 mc/ha, comprendente gli invasi di superficie e quelli corrispondenti a caditoie e similari.

Nel caso in esame è stato scelto un valore di  $W_0$  pari a 30 mc/ha, per cui sostituendo i valori della curva di pioggia e del coefficiente di deflusso medio alla formula  $u = 2168 \cdot \frac{n^* \cdot (\psi_m \cdot a)^{1/n^*}}{W_0^{(1/n^*-1)}}$  si ottiene il valore per quanto riguarda in coefficiente udometrico di **~260 l/(sha)**

### 3.4.3 Formula adottata per le verifiche

La formula adottata per il calcolo della portata massima che un condotto è in grado di smaltire, a bocca piena, ipotizzando il verificarsi del moto uniforme, è:

$$Q = S \cdot \chi \cdot \sqrt{(R \cdot i)}$$

dove

- Q: portata massima transitante nel condotto in esame (m<sup>3</sup>/s)
- S: sezione di deflusso del condotto (m<sup>2</sup>)
- $\chi$ : parametro di resistenza al moto
- R: raggio idraulico della sezione,  $R=S/C$ , con C il contorno bagnato della sezione
- i: pendenza del condotto.

Le condizioni di moto considerate sono quelle usuali di correnti assolutamente turbolente ossia per numero di Reynolds superiore a 2500, in queste situazioni il parametro di resistenza al moto,  $\chi$ , dipende solo dalla scabrezza relativa della condotta e non più dal numero di Reynolds.

Il parametro di resistenza al moto,  $\chi$ , viene quindi calcolato tramite l'espressione di Gauckler e Strickler:

$$\chi = K \cdot R^{1/6}$$

dove  $k$  (m<sup>1/3</sup>/s<sup>-1</sup>) è il coefficiente di scabrezza della condotta secondo Gauckler e Strickler, il cui valore è in funzione del tipo di materiale e dello stato di conservazione è stato stimato, a titolo cautelativo, pari a 120 per i condotti in PVC.

### 3.4.4 Verifica idraulica della sezione di chiusura di progetto

Di seguito si riporta la verifica della tubazione prevista alla sezione di chiusura a monte della vasca di laminazione.

- Condotto: Ø 630 mm in PVC

- Pendenza media condotto: 0,2%
- Superficie scolante (St esclusa area per vasca di laminazione: 13.965 mq
- Coefficiente udometrico: 260 l/s/ha
- Portata di progetto  $Q_p = 363$  l/s
- Pendenza di progetto: 0,002 m/m
- Portata max smaltibile dal condotto: 524 l/s

Il condotto risulta verificato

## **4 FOGNATURA NERA**

### **4.1 RETE ESISTENTE**

Il recapito della fognatura nera di progetto è la rete realizzata in via Caduti di Sabbiuono e collegata alla fognatura mista esistente.

### **4.2 RETE DI PROGETTO**

La rete di fognatura nera pubblica di progetto del comparto sarà realizzata lungo la strada pubblica di progetto e sarà in PVC con diametro  $\varnothing$  250 mm.

A tale dorsale pubblica di progetto si allacceranno i lotti provati situati in fronte alla strada ciascuno con un proprio allacciamento previa installazione in proprietà privata di un Sifone "tipo Firenze" e di una valvola a clapet "tipo Redi".

Lungo la rete, nei punti di interconnessione di più rami o comunque ad una distanza non superiore a 50-60 m, saranno predisposti pozzetti di ispezione circolari a perfetta tenuta di diametro interno  $\varnothing$  800 mm e con rivestimento del fondo in polycrète e delle pareti con doppia mano di resina epossidica spessore 600 micron.

Alla rete di acque nere saranno allacciate le acque provenienti dai servizi igienici direttamente e quelle provenienti dalle cucine previo passaggio in un pozzetto degrassatore opportunamente dimensionato (volume utile minimo pari a 50 l/AE/d come da Delibera di Giunta Regionale Emilia Romagna N.1053/2003).

#### *4.2.1 Caratteristiche costruttive fognatura nera*

I condotti sono stati previsti del diametro  $\varnothing$  250 mm in PVC serie SN8 (8 KN/m<sup>2</sup>) a norma UNI EN 1401-1 con marchio di conformità IIP, con giunto a bicchiere ed anello di tenuta elastomerica, posati su sottofondo rinfiacco e copertura in sabbia.

I pozzetti di ispezione previsti saranno circolari a perfetta tenuta di diametro interno  $\varnothing$  800 mm.

La chiusura dei pozzetti è stata prevista con boccaporti in ghisa sferoidale rispondenti alle norme UNI-ISO 1083 e conformi alle caratteristiche stabilite dalle norme UNI-EN 124/95 e con resistenza a rottura superiore a 400 KN.

#### 4.2.2 Dimensionamento idraulico fognatura nera

La formula adottata per il calcolo della portata massima a bocca piena che un condotto è in grado di smaltire, ipotizzando il verificarsi del moto uniforme, è:

$$Q = S \cdot \chi \cdot \sqrt{(R \cdot i)}$$

Dove:

- Q: portata massima transitante nel condotto in esame (m<sup>3</sup>/s)
- S: sezione di deflusso del condotto (m<sup>2</sup>)
- $\chi$ : parametro di resistenza al moto
- R: raggio idraulico della sezione,  $R=S/C$ , con C il contorno bagnato della sezione
- i: pendenza del condotto.

Le condizioni di moto considerate sono quelle usuali di correnti assolutamente turbolente ossia per numero di Reynolds superiore a 2500, in queste situazioni il parametro di resistenza al moto  $\chi$ , dipende solo dalla scabrezza relativa della condotta e non più dal numero di Reynolds.

Il parametro di resistenza al moto,  $\chi$ , viene quindi calcolato tramite l'espressione di Gauckler e Strickler:

$$\chi = K \cdot R^{1/6}$$

dove  $k$  (m<sup>1/3</sup>/s<sup>-1</sup>) è il coefficiente di scabrezza di della condotta secondo Gauckler e Strickler, il cui valore è in funzione del tipo di materiale e dello stato di conservazione è stato stimato, a titolo cautelativo, pari a 100 per i condotti in PVC.

Per un corretto dimensionamento è necessario stabilire il numero di abitanti equivalenti relativi al lotto di progetto, che è stato calcolato nella misura di 4 Abitanti Equivalenti ogni 100 mq di superficie utile.

La portata media ( $Q_{24}$ ) scaricata nella fognatura nera è stata calcolata come prodotto della dotazione idrica pro-capite pari a 200 l/A.E./d, moltiplicata per il numero di AE gravanti sulla fognatura, mentre la portata di progetto sarà pari alla portata di punta ( $Q_p$ ) che è data dalla portata media moltiplicata per un certo coefficiente di punta, come mostrato di seguito.

$$Q_{24} = \frac{Dot \cdot A.E.}{86400} \quad [l/s]$$

$$Q_p = C_{max} \cdot Q_{24} \quad [l/s]$$

dove:

- $Q_{24}$  = portata nera media in l/s
- $Q_p$  = portata nera di punta in l/s
- $C_{max}$  = 3 coefficiente di punta
- A.E. = abitanti equivalenti

*Dot* = Dotazione idrica giornaliera l/AE/d

Essendo la superficie utile totale pari a 3.892 mq, con il criterio sopra citato risultano 156 AE; la portata media nera risulta di conseguenza pari a circa 0,36 l/s e la portata di punta risulta pari a circa 1,08 l/s.

Per lo smaltimento di tale portata, la tubazione in PVC Ø 250 mm prevista è ampiamente sufficiente. Tale diametro garantisce infatti lo smaltimento di tale portata con un grado di riempimento del 12 % circa, considerando la pendenza minima di progetto dello 0.2 % e come coefficiente di scabrezza di Gaukler e Strickler il valore di 120.

Sala Bolognese, dicembre 2021

**Il progettista delle opere di urbanizzazione**

**(Dott. Ing. Carlo Baietti)**

