


## PROGETTO ESECUTIVO

# Lavori di collettamento di alcune tratte di rete fognaria del Comune di Losine (BS)

COMMITTENTE:



Via Aldo Moro - 25043 Breno (BS)  
Tel. +39 0364/1951125 - Fax. +39 0364/1951945  
siv-srl@gigapec.it - www.sivsrl.eu

3				
2				
1				
REV.	DATA	OGGETTO DELLA MODIFICA	REDATTO	CONTROLLATO
TAVOLA:  R002	OGGETTO:  Relazione Tecnica	DATA: Settembre 2023		
		SCALA: -:-		
PROGETTISTI:  Ingegneria Ambiente S.r.l. Dott. Ing. Enrico Maria Battistoni via del Consorzio n. 39 - 60015 Falconara Marittima (AN) Tel. 071 / 91.62.094 - Fax 071 / 91.89.580 - e-mail: info@ingegneriaambiente.it Albo Ingegneri di Ancona n. A2666			TIMBRO e FIRMA:  <b>Ingegneria Ambiente S.r.l.</b>	
FILE:  R002_Relazione tecnica	REDATTO:  PhD, Ing. Emanuela Cola	CONTROLLATO:  Ing. Enrico Maria Battistoni		

## Sommario

1.	PREMESSA .....	2
2.	STATO DI FATTO SISTEMA DI RACCOLTA ACQUE REFLUE URBANE .....	2
3.	OPERE IN PROGETTO .....	3
3.1	Allaccio rete fognaria M1 .....	3
3.2	Allaccio rete fognaria M2 .....	4
3.3	Allaccio rete fognaria M3 .....	4
3.4	Allaccio rete fognaria da Proprietà Melotti a strada Provinciale .....	4
3.5	Derivazione da strada Provinciale a nuova stazione di Sollevamento .....	4
3.6	Collettore in pressione da Stazione di Sollevamento a collettore intercomunale verso Esine .....	5
4.	Criteri di Progettazione Idraulica Fognatura .....	5
4.1	Calcolo delle portate di Progetto .....	6
4.2	Dimensionamento idraulico dei collettori a gravità .....	11
4.3	Dimensionamento stazione di sollevamento .....	15
4.4	Dimensionamento idraulico dei collettori in pressione .....	17
	PERDITE DI CARICO DISTRIBUITE .....	17
	PERDITE DI CARICO CONCENTRATE .....	18
4.5	Dimensionamento Stramazzi di sfioro .....	19

## 1. PREMESSA

Essendosi conclusi i lavori di Raddoppio del Depuratore di Esine e dei collettori Val Grigna, nel tratto Esine – Bienno, e “Oglio” nel tratto Breno – Capo di Ponte Sud nel mese di Dicembre 2012; il Comune di Losine intende provvedere alla realizzazione di tutte le opere necessarie al collettamento verso il depuratore consortile di Esine delle acque reflue Comunali.

## 2. STATO DI FATTO SISTEMA DI RACCOLTA ACQUE REFLUE URBANE

La presente relazione riguarda il progetto di collettamento verso il depuratore comprensoriale di Esine delle acque reflue comunali.

Il territorio comunale di Losine è dotato di un sistema di drenaggio urbano costituito da un sistema unitario (fognatura mista), che assolve la duplice funzione di convogliare tutte le acque reflue e nel contempo assicurare il drenaggio delle acque meteoriche di dilavamento delle aree urbane e il loro convogliamento, come poi di seguito descritto, in parte verso l'impianto di trattamento delle acque reflue urbane comunale e in parte verso un corpo idrico ricettore superficiale.

Attualmente gli scarichi fognari comunali sono autorizzati dalla Provincia di Brescia con decreto 552 del 01/03/2007 con la seguente codifica:

Rete n. Tipo	Località	A.E.	Scarico	Tipologia	Dati catastali		C.T.R.	Coordinate Gauss Boaga		Recapito
		serviti	n.	scarico	Fg.	mapp.	01:10.0	Nord	Est	
1/M	Capoluogo	150	1.1	Finale non depurato	6	805	D4c1	5.093.096	1.602.140	Torrente Poja
2/M	Capoluogo	150	2.2	Finale non depurato	6	809	D4c1	5.093.100	1.602.130	Torrente Poja
3/M	Capoluogo	250	3.3	Finale non depurato	5R	1198	D4c1	5.092.433	1.602.046	Torrente Poja

Il sistema di collettamento comunale è costituito da tre reti fognarie indipendenti (Tav.01) codificate “Rete Fognaria comunale M1”, “Rete Fognaria comunale M2” e “Rete Fognaria comunale M3”.

**La rete fognaria M1**, come si evince dall'allegata Tav. 01, di tipo unitario è a servizio dell'abitato di Losine posto in sponda sx della Valle di Giubessa; raccoglie gli scarichi di acque reflue domestiche e assimilate, le acque meteoriche di dilavamento e le acque reflue industriali delle attività presenti sul territorio, con carico complessivo di circa **150 Abitanti Equivalenti (AE)**; tutta la rete attualmente scarica le acque nella Valle di Giubessa in sponda sx a monte del ponte di via Concarena.

**La rete fognaria M2**, come si evince sempre dall'allegata Tav01, di tipo unitario è a servizio di parte dell'abitato di Losine posto in sponda dx nella Valle di Giubessa; raccoglie gli scarichi di acque reflue domestiche e assimilate, le acque meteoriche di dilavamento e le acque reflue industriali delle attività presenti sul territorio, con carico complessivo di circa **150 A.E.**; la rete

attualmente scarica le acque nella Valle di Giubessa in sponda dx a monte del ponte di via Concarena.

**La rete fognaria M3**, come si evince sempre dell'allegato Tav01, di tipo unitario è a servizio di parte dell'abitato di Losine posto in sponda dx della Valle di Giubessa; raccoglie gli scarichi di acque reflue domestiche e assimilate, le acque meteoriche di dilavamento e le acque reflue industriali delle attività presenti sul territorio, con carico complessivo di circa **250 A.E.**; la rete attualmente scarica le acque nel fiume Oglio in sponda dx nei pressi del ponte di via Provinciale.

### 3. OPERE IN PROGETTO

Il presente progetto si prefigge, facendo confluire le reti fognarie della parte nord di Losine nel nuovo ramo realizzato lungo via Concarena, di realizzare un ripartitore di portata con relativo dissabbiatore/sgrigliatore ed una stazione di sollevamento che permetta di raggiungere la strada provinciale nei pressi del ponte sul fiume Oglio, dove il collettore in pressione si unirà alla condotta di acque miste che attualmente recapita allo scarico M3. Con l'inserimento di un adeguato scolmatore, le portate nere (in tempo asciutto) e diluite (in tempo di pioggia) saranno convogliate nel collettore comprensoriale verso l'impianto di depurazione di Esine. L'attraversamento del ponte sul fiume Oglio avverrà con una condotta a gravità attaccata al ponte nel lato di valle. Per soddisfare i dettami previsti dalla vigente normativa è stato previsto un ripartitore di portata che permetta di lasciare defluire nel collettore comprensoriale le sole portate nere diluite di seguito calcolate.

#### 3.1 Allaccio rete fognaria M1

Oltre all'allaccio dello scarico M1 al collettore esistente su via Concarena, si prevede anche la risoluzione di problemi sulla linea di rete mista di via del Cimitero fino all'incrocio con la SP90:

- per un primo tratto si prevede la sostituzione della condotta esistente ammalorata con l'inserimento di due condotte da un pozzetto di monte fino al pozzetto all'inizio di via del Cimitero: saranno inserite 2 condotte in PE strutturato Ecopal DE250 e DE400, la prima in grado di convogliare sulla rete nera le portate diluite e la seconda in grado di convogliare sulla rete bianca i reflui di supero; il DE250 sarà inserito con piano di scorrimento a fondo pozzetto, mentre il DE400 sarà inserito con piano di scorrimento più alto in modo da garantire l'invio delle prime acque diluite nella rete nera;
- nel secondo tratto lungo via del Cimitero si prevede la sostituzione della condotta esistente con l'inserimento di due condotte che si collegano alle due reti esistenti (nera e bianca): la prima condotta in PE strutturato Ecopal DE250 sarà collegata alla rete nera nei pressi del pozzetto esistente all'incrocio con via Concarena dove è già presente un ramo di condotta DE350 che si immette nel pozzetto; la seconda condotta in PE strutturato Ecopal DE400 sarà collegata alla rete bianca nei pressi del pozzetto esistente all'incrocio con via Concarena dove, anche in questo caso, è presente un ramo di condotta DE400 che si

immette nel pozzetto. Anche in questo caso l'inserimento delle condotte avverrà con le stesse caratteristiche indicate nel punto precedente.

### **3.2 Allaccio rete fognaria M2**

Lo scarico denominato M2 riceve le acque reflue miste della parte centrale dell'abitato di Losine. Lo scarico sarà intercettato e tramite una condotta dedicata sarà connesso al collettore principale sulla strada Provinciale. Nel punto di intercettazione sarà inserito un pozzetto scolmatore dimensionato secondo le prescrizioni normative: le acque nere diluite saranno convogliate su un collettore di acque nere presente nei pressi del punto di scarico (PE strutturato Ecopal DE315), mentre per le acque di pioggia in eccesso sarà inserita una condotta dedicata in PE strutturato Ecopal DE400 collegata alla rete di acque bianche sulla strada Provinciale.

### **3.3 Allaccio rete fognaria M3**

Lo scarico M3 andrà intercettato nei pressi dell'incrocio fra la strada Provinciale e via Concarena, dove sarà realizzato uno scolmatore che permetterà di inviare verso il collettore comprensoriale, le portate nere in tempo asciutto e le portate diluite in tempo di pioggia. Il nuovo collettore in PVC DE250 attraverserà il ponte con flusso a gravità fino a raggiungere il collettore comprensoriale. L'attraversamento pensile del ponte avverrà nel lato di valle dello stesso rispetto al fiume Oglio così come previsto dalle buone pratiche operative di settore: Gli attraversamenti con tubazioni staffate ai ponti esistenti devono essere effettuati lungo il lato di valle del manufatto e collocati in posizione tale da non ostruire la sezione di deflusso del corso d'acqua.

### **3.4 Allaccio rete fognaria da Proprietà Melotti a strada Provinciale**

Questo intervento prevede di intercettare la fognatura mista della parte est dell'abitato di Losine all'interno della proprietà Melotti in cui arriva una condotta mista su un pozzetto esistente in cui la condotta fa una deviazione a 90° verso ovest. Saranno posate due condotte PE strutturato DE250 e DE 400 che si collegheranno alle predisposizioni presenti a valle della proprietà Melotti e che recapitano ai nuovi collettori su via Concarena. Sarà realizzato un nuovo pozzetto di salto per superare il dislivello del muro di contenimento presente di circa 4 m. Le due condotte saranno inserite con piani di scorrimenti ad altezze diverse per fare in modo che le prime acque diluite vengano recapitate nella rete nera mentre le acque in eccedenza vengano recapitate nella fognatura bianca.

### **3.5 Derivazione da strada Provinciale a nuova stazione di Sollevamento**

Il nuovo collettore su via Concarena è attualmente collegato alla condotta PE Ecopal DN800 che scarica sul fiume Oglio. Il collegamento è su un pozzetto che si trova nel punto orograficamente più basso della strada su cui convogliano i due rami Ovest ed Est del collettore. L'intervento in oggetto prevede di realizzare un pozzetto sgrigliatore ed un pozzetto scolmatore intercettando la condotta DE800 di acque nere, da cui far partire una condotta PE Ecopal DE250 che garantisca la derivazione della portata minima diluita così come previsto dalla normativa attuale. Come di

seguito descritto, la portata minima da garantire in tempo di pioggia è pari a 20l/s; la portata eccedente sarà convogliata invece al collettore esistente DN800 verso lo scarico. Nell'attraversamento del terreno vegetale sarà garantito un ricoprimento minimo della condotta di 1 m. Il nuovo collettore così realizzato recapiterà le acque nere in tempo asciutto e le acque diluite in tempo di pioggia verso la nuova stazione di sollevamento che sarà realizzata a monte della pista ciclabile esistente.

### **3.6 Collettore in pressione da Stazione di Sollevamento a collettore intercomunale verso Esine**

Dalla nuova stazione di sollevamento partirà una condotta in pressione che recapiterà i reflui nei pressi dell'incrocio fra la Strada Provinciale e via Concarena, a monte del ponte sul fiume Oglio. I reflui sollevati dalla stazione di sollevamento saranno uniti a quelli provenienti dalla rete mista facente capo allo scarico M3 a monte del nuovo scolmatore che permetterà di inviare al collettore comprensoriale le portate di tempo asciutto e le portate diluite in tempo di pioggia. Il collettore in oggetto in PEAD PE100 PN16 DE160, sarà posato lungo la pista ciclabile fino all'area attrezzata all'incrocio con via Concarena e la SP90, per poi attraversare la SP90 fino a raggiungere il nuovo pozzetto realizzato lungo la condotta di acque miste che recapita allo scarico M3.

La vasca della stazione di sollevamento avrà dimensioni 2,5x2,5 mq per 3m di altezza e sarà equipaggiata con 2 pompe da 10,5l/s + 1 di riserva con una prevalenza di circa 12,6m per una potenza totale assorbita pari a circa 7,4kw. La stazione sarà collegata alla rete elettrica nazionale con linea dedicata proveniente dalla parte ovest dell'abitato di Losine. Il sollevamento è dotato di uno scarico di emergenza che si attiva in caso di prolungata mancanza di energia elettrica, contemporanea avaria di tutte le pompe comprese quelle di riserva ovvero messa fuori esercizio dell'impianto per operazioni di manutenzione straordinaria previa comunicazione agli Enti preposti. Il sistema è dimensionato per avere un volume di invaso che consente di avere un adeguato tempo di intervento in caso di avaria o guasto:

- circa 40 min in condizioni di portata massima giornaliera;
- circa 90 min in condizioni di portata media giornaliera.

## **4. Criteri di Progettazione Idraulica Fognatura**

Il dimensionamento e la verifica delle reti fognarie vengono svolti sulla base di portate di progetto determinate in relazione alla tipologia di fognatura. In questo caso le portate di progetto sono di fatto la portata nel giorno di massimo consumo (acque nere) e la portata di sfioro degli sfioratori che vengono intercettati lungo il tragitto dal collettore. Nel caso di fognatura unitaria, la portata di progetto è data dalla somma dei due contributi (acque nere + acque bianche): in questo caso abbiamo a che fare con fognature unitarie, ma i collettori di progetto oltre le portate nere convogliano le sole portate di sfioro.

#### 4.1 Calcolo delle portate di Progetto

In base alla metodologia indicata nel Piano di Tutela ed Uso delle Acque della Regione Lombardia e dal Piano Regionale di Risanamento delle Acque, la portata nera media annua in arrivo all'impianto di depurazione, può essere quindi calcolata come prodotto della dotazione idrica procapite DI per la popolazione allacciata futura AE e applicando un coefficiente riduttivo  $\alpha$  detto coefficiente di afflusso in fognatura (pari a 0.80).

Secondo quanto indicato dai Piani, i fabbisogni potabili e sanitari devono essere calcolati considerando le dotazioni di seguito indicate (già comprensive, delle normali percentuali di perdite):

a) POPOLAZIONE RESIDENTE

- Fabbisogno di base 200 Litri / (AE x d)
- Incremento del fabbisogno base per incidenza dei consumi urbani e collettivi

Classe demografica (Riferita agli abitanti equivalenti)	Dotazione idrica Litri/(AE x d)
< 5000	60
5000 ÷ 10000	80
10000 ÷ 50000	100
50000 ÷ 100000	120
> 100000	140

b) POPOLAZIONE STABILE NON RESIDENTI<sup>1</sup> 200 Litri / (AE x d)

c) POPOLAZIONE FLUTTUANTE<sup>2</sup> 200 Litri / (AE x d)

d) POPOLAZIONE SENZA PERNOTTAMENTO COMPRESI GLI ADDETTI AD ATTIVITA' LAVORATIVE  
80 Litri / (AE x d)

e) ADDETTI DEI FUTURI INSEDIAMENTI AD USO LAVORATIVO (industriali, artigianali, zootecnici, commerciali e simili): si assume un valore che tenga conto delle specifiche esigenze locali, contenuto nel limite massimo di 20 m<sup>3</sup>/(ettari x d)

*Nota<sup>1</sup>: per popolazione stabile non residente si intendono gli ospiti di ospedali, caserme, collegi, ecc non compresi fra gli abitanti residenti;*

*Nota<sup>2</sup>: per popolazione fluttuante si considera soltanto quella con pernottamento*

LAVORI DI COLLETTAMENTO DI ALCUNE TRATTE DI RETE FOGNARIA DEL COMUNE DI LOSINE (BS)  
PROGETTO ESECUTIVO  
RELAZIONE TECNICA

Per la popolazione residente essendo la classe demografica  $< 5.0000$ , al fabbisogno di base di 200 Litri/(AE x d) occorre aggiungere un incremento per incidenza dei consumi urbani e collettivi pari a 60 Litri/(AE x d). Il totale risulta quindi pari a 260 Litri/(AE x d).

Proseguendo nella definizione dei dati base progetto, secondo sempre quanto stabilito dal PTUA e dal PRRA, per le categorie a), b) e c) precedentemente descritte, si definisce il **calcolo dei fabbisogni del giorno di massimo consumo**, assumendo un coefficiente d'incremento  $C_{24}$  fornito dalla seguente Tabella, da applicare ai fabbisogni medi annui. Per il caso in esame, si considera quindi un valore di  $C_{24}$  pari a 1.50.

Classe demografica (Riferita agli abitanti equivalenti)	$C_{24}$
$< 50000$	1.50
$50000 \div 100000$	1.40
$100000 \div 300000$	1.30
$> 300000$	1.25

Per il calcolo della portata di punta, per le categorie a), b) e c) precedentemente descritte, si deve assumere un coefficiente d'incremento  $C_p$  fornito dalla seguente Tabella, da applicare alle portate medie giornaliere del giorno di massimo consumo. Per il caso in esame, si considera quindi un valore di  $C_p$  pari a 1.50.

Classe demografica (Riferita agli abitanti equivalenti)	$C_p$
$< 50000$	1.50
$50000 \div 100000$	1.40
$100000 \div 300000$	1.35
$> 300000$	1.30

La popolazione di Losine è attualmente censita a 624 abitanti (fonte <http://www.tuttitalia.it/lombardia/92-losine>) e stimando un incremento demografico futuro pari alla variazione della popolazione di Losine nel periodo 2014/2023 pari a circa il 6% (figura1), il dato, utilizzato per il dimensionamento è di 700 abitanti corrispondenti a 700 A.E.

LAVORI DI COLLETTAMENTO DI ALCUNE TRATTE DI RETE FOGNARIA DEL COMUNE DI LOSINE (BS)  
 PROGETTO ESECUTIVO  
RELAZIONE TECNICA

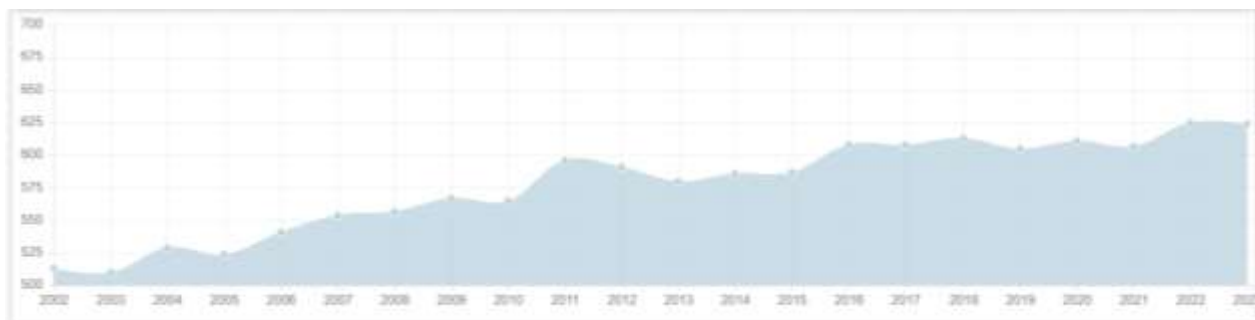


Fig. 1 – Andamento demografico della popolazione residente nel Comune di Losine dal 2001 al 2014. Grafici e statistiche su dati ISTAT al 31 dicembre di ogni anno.

Alla luce di quanto sopra per il nostro progetto, applicando le formulazioni sopra descritte ed i coefficienti relativi, si ottengono le seguenti portate di progetto in base ai vari tratti considerati:

TRATTO	AE	Q <sub>mn</sub> Residenti (l/s) Ab.	Q <sub>max</sub> Residenti (l/s) Ab.
Scarico M1	150	0.451	1.015
Scarico M2	150	0.451	1.015
Scarico M3	250	0.752	1.692
Scarico nord M3	150	0.451	1.015
TOTALE	700	2.106	4.739

In considerazione delle caratteristiche della rete fognaria unitaria, va poi considerata la portata sfiorata dagli scolmatori che i vari collettori intercettano. Le portate di progetto dei singoli scolmatori, sono state desunte seguendo quanto indicato dall'allegato E (Reti e sfioratori di piena) del Regolamento Regionale 29 marzo 2019 n.6. che definisce alla Sezione 1.1 i criteri realizzativi per sfioratori e reti fognarie unitarie:

*“In caso di fognature unitarie la portata da avviare a depurazione è stabilita pari al massimo tra:*

*a) Il valore corrispondente a un apporto di 750 L/AE giorno, considerati uniformemente distribuiti nelle 24 ore, determinando in termini idraulici, ossia in base al rapporto tra il consumo giornaliero medio industriale accertato e la dotazione idrica giornaliera della popolazione residente, assunta pari a 200 L/abitante al giorno, gli AE degli scarichi di acque reflue industriali non caratterizzabili in base all'apporto di sostanze biodegradabili. Il valore di 750 è elevato a 1000 L/AE giorno per gli sfioratori le cui acque eccedenti siano recapitate in laghi ovvero su suolo o negli strati superficiali*

*del sottosuolo; nel caso in questione, di 1.000 l/a.e.g, in quanto il territorio della Valle Camonica è interamente considerato bacino drenante a lago ai sensi dell'art.15 comma 2 del RR nr.3/2006.*

*b) Il valore ottenuto assumendo un rapporto di diluizione pari a 2 rispetto alla portata nera, calcolata come media giornaliera del giorno di massimo consumo per gli apporti civili e come media su 12 ore per quelli industriali, salvo presenza di significativi complessi che lavorino su più turni giornalieri; il rapporto di diluizione è incrementato a 2,5 nel caso gli apporti industriali in termini di abitanti equivalenti, calcolati con il criterio di cui alla lettera a), superino il 50% del totale.*

*La portata di soglia degli sfioratori di piena delle reti fognarie, definita in conformità a quanto previsto dall'art. 12, comma 1 del presente regolamento, deve comunque essere sempre maggiore o uguale a 20 L/sec, al fine di ridurre il rischio di occlusione. I gestori dismettono o adeguano gli sfioratori esistenti che hanno una portata di soglia minore di 20 L/s.*

Per gli sfioratori del nostro progetto risulta:

<b>SFIORATORE</b>	<b>Abitanti totali (residenti+fluttuanti)</b>	<b>Criterio a) 1000l/AE giorno</b>	<b>Criterio b) 2xQmnmax</b>
Scarico M1	150	1.736	1.354
Scarico M2	150	1.736	1.354
Scarico M3	250	2.893	2.256
Scarico nord M3	150	1.736	1.354
TOTALE	700	8.101	6.319

Come si può notare, per tutti gli sfioratori il valore massimo è quello che fa riferimento al caso A) **1000l/AEgiorno**. Per tutti gli sfioratori si hanno valori inferiori a 20l/s per cui, seguendo quanto previsto nel citato Regolamento Regionale, viene assunto come valore di portata di soglia la minima di 20l/s.

Il Regolamento Regionale 29 marzo 2019 n.6 all'art. 12 "sfioratori di piena delle reti fognarie" stabilisce che

**1.** In relazione alla portata di soglia, gli sfioratori sono classificati come segue:

a) sfioratori di alleggerimento idraulico: sfioratori il cui valore della portata di soglia è maggiore o uguale al doppio della portata da avviare all'impianto di trattamento delle acque reflue, determinata in base ai criteri descritti nell'allegato E;

b) sfioratori volti alla limitazione delle portate meteoriche da addurre alla depurazione: sfioratori il cui valore della portata di soglia è minore del doppio della portata da avviare all'impianto di trattamento delle acque reflue, determinata in base ai criteri descritti nell'allegato E.

2. Gli sfioratori che sottendono un bacino proprio avente una popolazione servita maggiore di 10.000 AE sono considerati, ai fini dell'applicazione del presente regolamento, come quelli di cui alla lettera b) del comma 1.
3. Il gestore, per garantire la buona funzionalità della rete, modifica gli sfioratori esistenti in modo da adeguarli, in relazione alle loro caratteristiche idrauliche e all'ubicazione, ai valori di soglia indicati alle lettere a) o b) del comma 1.

Lo stesso regolamento Regionale all'art.13 stabilisce poi come devono essere trattate le acque di sfioro:

1. Per agglomerati di dimensione inferiore a 2000 AE, fatto salvo quanto previsto al comma 5, nel caso di reti fognarie di tipo unitario non c'è obbligo di realizzazione di vasche di accumulo o sistemi di trattamento delle acque scaricate dagli sfioratori. In sede di autorizzazione dei relativi scarichi, qualora necessario per la tutela del recettore, la provincia competente o la Città metropolitana di Milano prescrive, ove necessario, la realizzazione di sistemi di accumulo o anche di trattamento in loco dell'effluente di sfioro in funzione dell'impatto dello scarico.
2. In caso di sfioratori di cui all'articolo 12, comma 1, lettera a), le acque sfiorate sono avviate direttamente ai recapiti naturali, senza necessità di vasca di accumulo o di sistema di trattamento delle acque di sfioro. Resta comunque salvo l'obbligo di rispettare le portate limite previste all'articolo 51 delle NTA del PTUA.

Alla luce delle prescrizioni previste dal Regolamento Regionale 29 marzo 2019 n°6 e di quanto definito nell'Allegato E, gli scolmatori di progetto saranno caratterizzati dalle seguenti portate e definiti come segue:

SFIORATORE	TIPOLOGIA	Portata di soglia (l/s)
Scarico M1	Sfioratore b) limitazione delle portate meteoriche	20
Scarico M2	Sfioratore b) limitazione delle portate meteoriche	20

LAVORI DI COLLETTAMENTO DI ALCUNE TRATTE DI RETE FOGNARIA DEL COMUNE DI LOSINE (BS)  
 PROGETTO ESECUTIVO  
RELAZIONE TECNICA

Scarico M3	Sfioratore b) limitazione delle portate meteoriche	20
Scarico nord M1	Sfioratore b) limitazione delle portate meteoriche	20
TOTALE	Sfioratore b) limitazione delle portate meteoriche	20

Come previsto al comma 1 dell'art.13 sopra riportato, essendo gli agglomerati facenti capo agli scolmatori minori di 2000 AE, non c'è l'obbligo di realizzazione di vasche di accumulo o sistemi di trattamento delle acque sfiorate.

Alla luce di tutte le considerazioni fatte, le portate transitanti in tempo di pioggia nei diversi tratti dei collettori di progetto saranno:

TRATTO	$Q_{max}$ (l/s)
Proprietà Meloni Pozzetto P1 – Pozzetto P2	20,00
Pozzetto P2a – Pozzetto P10a	20,00
Via Cimitero Pozzetto P5 – Pozzetto P10	20,00
Pozzetto P10a – Pozzetto P16a	40,00
Scarico M2: Pozzetto P16 – Pozzetto P16a	20,00
Pozzetto P16a – Pozzetto P17	60,00
Scarico M3: P21 – Pozzetto P24	20,00
Pozzetto P18 – P19 Nuovo Sollevamento	20,00

Ogni sfioratore sarà dotato di un sistema di rilevamento di soglia bagnata e di un misuratore di livello ad ultrasuoni con funzionamento a batteria. Il primo serve per segnalare quando si attiva lo sfioro, il secondo serve invece al calcolo della portata sfiorata, in unione con una scala di deflusso.

## 4.2 Dimensionamento idraulico dei collettori a gravità

Si riportano di seguito i calcoli di verifica della capacità idraulica della sezione scelta oltre che le verifiche di velocità da norma. Per ogni sezione verrà determinato il valore ammissibile di portata

LAVORI DI COLLETTAMENTO DI ALCUNE TRATTE DI RETE FOGNARIA DEL COMUNE DI LOSINE (BS)  
 PROGETTO ESECUTIVO  
RELAZIONE TECNICA

transitabile lungo il collettore, al fine di effettuare un confronto con le portate di progetto determinate per la medesima sezione della rete fognaria.

Nel proseguo della relazione si provvederà alla verifica della sezione idraulica proposta mediante la classica formulazione di Chezy, impiegando i valori di scabrezza alla Strickler più cautelativi reperiti in letteratura per considerare il naturale invecchiamento dei materiali e garantire un funzionamento prolungato nel tempo. A titolo esplicativo si riporta a seguire la tabella dei valori da letteratura di scabrezza utilizzati nel presente studio.

Tipo di tubazione	$k_s \text{ (m}^{1/3}/\text{s)}$	
	Minimo <sup>(1)</sup>	Massimo <sup>(2)</sup>
<b>Tubazioni in cemento</b>		
cemento amianto	105	
calcestruzzo armato nuove, intonaco perfettamente liscio	100	
calcestruzzo armato con intonaco liscio, in servizio da più anni	70	
gallerie con intonaco di cemento, a seconda della finitura	70	65
<b>Tubazioni in altri materiali</b>		
gres vetrificato	85	75
PVC	167	125
Prfv	110	80
PEAD	95	75

<sup>(1)</sup> Minimo = assolutamente rispondente alla descrizione <sup>(2)</sup> Massimo = in condizioni limite per passare alla condizione "peggiore"

Di seguito si riportano le formulazioni di Gaukler-Strickler utilizzate per la verifica delle condotte a gravità:

LAVORI DI COLLETTAMENTO DI ALCUNE TRATTE DI RETE FOGNARIA DEL COMUNE DI LOSINE (BS)  
 PROGETTO ESECUTIVO  
RELAZIONE TECNICA

*Diametro interno* =  $D$  [m]

*Raggio interno* =  $R$  [m]

$$\text{Area} = A = \frac{R^2 \cdot (\alpha - \sin \alpha)}{2} \quad [m^2]$$

$$\text{Velocità (Chezy)} = V = \chi \cdot \sqrt{Rh \cdot i} \quad \left[ \frac{m}{s} \right]$$

$$\text{Indice di resistenza di Strickler} = \chi = K_s \cdot Rh^{1/6} \quad \left[ \frac{m^{1/2}}{s} \right]$$

$$\text{Scabrezza di Strickler} = K_s \quad \left[ \frac{m^{1/2}}{s} \right]$$

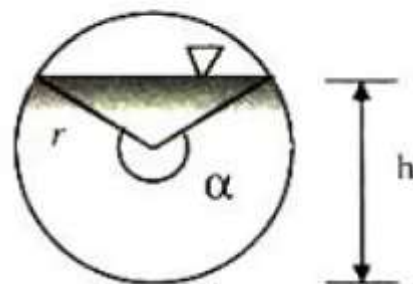
$$\text{Portata} = Q = A \cdot V = \frac{R^2 \cdot (\alpha - \sin \alpha)}{2} \cdot K_s \cdot Rh^{2/3} \cdot \sqrt{i} \quad \left[ \frac{m^3}{s} \right]$$

$$\text{Portata a riempimento} = Q_r = A \cdot V = \pi R^2 \cdot K_s \cdot Rh^{2/3} \cdot \sqrt{i} \quad \left[ \frac{m^3}{s} \right]$$

$$\text{Raggio idraulico} = Rh = \frac{A}{P_b} \quad [m]$$

$$\text{Perimetro bagnato} = P_b = 2\alpha R \quad [m]$$

$$\text{Altezza corrente} = h \quad [m]$$



Dato il diametro della condotta, il materiale e la pendenza della condotta stessa si verifica se la portata di progetto riesce a transitare all'interno della condotta con determinate caratteristiche relative a due grandezze:

- Grado di riempimento
- Velocità del refluo nella condotta

Il grado di riempimento può essere considerato in relazione al diametro della condotta, al fine di poter garantire un franco di sicurezza adeguato al regolare funzionamento a pelo libero, senza occlusione della sezione idraulica.

DIAMETRO	GRADO DI RIEMPIMENTO
$D < 400\text{mm}$	0,5 – 0,6
$400\text{mm} < D < 600\text{mm}$	0,6 – 0,7
$D > 600\text{mm}$	0,7-0,8

Per le fognature unitarie i range di velocità prevedono di non scendere al di sotto di certi valori di soglia minimi per evitare l'instaurarsi di condizioni favorevoli alla sedimentazione dei solidi trasportati; inoltre le velocità non devono essere superiori a determinati valori massimi, in quanto

la presenza di particelle in sospensione a velocità maggiori potrebbero causare un'eccessiva abrasione delle tubazioni e conseguenti fenomeni delle tubazioni e conseguenti fenomeni di erosione delle pareti dei condotti e perciò un loro repentino invecchiamento.

I range di velocità secondo la Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 11633 vanno da 0,5 a 2,5 m/s di norma. In realtà nella definizione dei tracciati di progetto e delle relative pendenze, sempre secondo la Circolare Ministeriale, si deve fare riferimento anche a criteri di economicità qualora per esempio si richiedano costi eccessive per contenere le velocità dei reflui.

Di norma le tubazioni dei collettori fognari devono essere posate con:

- pendenze minime comprese tra il 0,5-1% o comunque tali da garantire la velocità minima di scorrimento prevista di 0,50 m/s;
- pendenza massima di norma non dovrebbe superare il 2,5% per evitare velocità eccessive; in caso di elevata acclività del terreno si dovranno prevedere idonei pozzetti di salto;
- la profondità delle tubazioni dovrà garantire di norma un'altezza interna nei pozzetti di almeno 1,8m per consentire le ispezioni dall'esterno.

In questa fase i diametri delle condotte sono stati determinati e verificati con le portate di progetto, tenendo conto di una pendenza media del 2% e con l'utilizzo di tubi in **PEAD spiralato a doppia parete**.

Sono stati previsti i seguenti diametri per i tratti interessati per quanto riguarda la fognatura nera:

P1-P2 (tratto a gravità) PEAD spiralato a doppia parete DE250

P3 – P5 (tratto a gravità) PEAD spiralato a doppia parete DE250

P6 – P7 (tratto a gravità) PEAD spiralato a doppia parete DE315

P8 – Psoll (tratto a gravità) PEAD spiralato DE250

TRATTO	De(m)	Di(m)	MATERIALE	Ks	pendenza (%)	Qmax (l/s)	vel	verifica	Y/D	verifica
P18 - P19	0.250	0.218	PEAD spiralato	100	0.50%	20.000	1.02	ok	0.51	ok
P16 - P16a	0.315	0.273	PEAD spiralato	100	2.00%	20.000	1.65	ok	0.25	too low
P5 - P10	0.250	0.218	PEAD spiralato	100	2.00%	20.000	1.71	ok	0.35	ok
P1 - P2	0.250	0.218	PEAD spiralato	100	2.00%	20.000	1.71	ok	0.35	ok
P21 - P24	0.250	0.237	PVC	100	3.00%	20.000	1.97	OK	0.28	too low

*Tab. di sintesi dei risultati della verifica delle condotte con portata massima in tempo di pioggia*

LAVORI DI COLLETTAMENTO DI ALCUNE TRATTE DI RETE FOGNARIA DEL COMUNE DI LOSINE (BS)  
 PROGETTO ESECUTIVO  
RELAZIONE TECNICA

TRATTO	De(m)	Di(m)	MATERIALE	Ks	pendenza (%)	Qmax (l/s)	vel	verifica	Y/D	verifica
P18 - P19	0.250	0.218	PEAD spiralato	100	0.50%	4.740	0.68	ok	0.23	too low
P16 - P16a	0.315	0.273	PEAD spiralato	100	2.00%	1.020	0.68	ok	0.06	too low
P5 - P10	0.250	0.218	PEAD spiralato	100	2.00%	1.020	0.71	ok	0.08	too low
P1 - P2	0.250	0.218	PEAD spiralato	100	2.00%	1.020	0.71	ok	0.08	too low
P21 - P24	0.250	0.237	PVC	100	3.00%	1.02	0.76	ok	0.06	too low

*Tab. di sintesi dei risultati della verifica delle condotte con portata media giornaliera*

### 4.3 Dimensionamento stazione di sollevamento

Per il dimensionamento della stazione di sollevamento e della condotta premente, si fa riferimento alle portate di punta in tempo secco ed alla portata di soglia derivante dall'ultimo scolmatore. La portata di soglia è fissata in 20l/s. Tenendo conto delle differenze di portata presenti, derivanti dalla tipologia di fognatura unitaria, si dovrà disporre di un sistema dotato di elevata flessibilità nel range di portate e quindi. Saranno installate 2 pompe in modo che in tempo asciutto lavorerà una sola pompa, mentre in tempo di pioggia lavoreranno entrambe in parallelo.

La progettazione dei volumi, delle potenze delle pompe e del numero di attacchi/stacchi delle stesse (con gestione ottimale delle soglie di attacco e stacco), dovrà tener conto del Tempo di detenzione del refluo nella vasca di accumulo in modo da minimizzare la possibilità di sedimentazione e di fermentazione. In genere si utilizza un valore pari a 30 minuti. Così come si dovrà tener conto nella definizione del volume di accumulo, di eventuali disservizi o anomalie, facendo in modo che il volume di accumulo garantisca un adeguato tempo di intervento. Questa analisi deriva anche dal fatto che non si prevede un gruppo di continuità (generatore esterno), ma l'utilizzo di un generatore mobile da usare in caso di necessità.

Il volume utile netto dell'impianto di sollevamento, considerando un'area netta in pianta pari a 6,25 mq (2,5x2,5) e un'altezza idrometrica massima in vasca per l'accensione delle pompe pari a 2,3 metri e un'altezza minima per lo spegnimento delle pompe pari a 0,27 m, è pari a 6,5 mq x (2,03-0,27) m= 11 mc.

In condizione di secco, il tempo di accumulo, a pompe ferme, risulta pari a:

Volume utile = 11 mc

Portata media in ingresso = 2,1 l/s

Tempo di accumulo = 5.238 secondi ~ 1,45 h

Facendo la valutazione rispetto alla portata massima giornaliera di avr :

Volume utile = 11 mc

Portata media in ingresso = 4,7 l/s

Tempo di accumulo = 5.238 secondi ~ 0,65 h

Nel caso in cui si consideri l'intero volume interno netto dell'impianto di sollevamento, cioè altezza idrometrica interna pari al sottosolella di copertura, il volume complessivo risulterebbe pari a 18,75 mc, pertanto alla portata media in ingresso in tempo secco si ottiene un tempo di accumulo pari a:

Volume utile massimo = 18,75 mc

Portata media in ingresso = 2,1 l/s

Tempo di accumulo = 8928 secondi ~ 2,48 h

Dall'analisi delle pompe a disposizione in commercio, considerando i seguenti dati di progetto:

Portata Media Nera:  $Q_{mn} = 2,106 \text{ l/s}$

Portata di Punta giornaliera:  $Q_{max} = 4,739 \text{ l/s}$

Portata massima in tempo di pioggia:  $Q_{maxp} = 20 \text{ l/s}$

Prevalenza geodetica:  $h_{geod} = 6 \text{ m}$

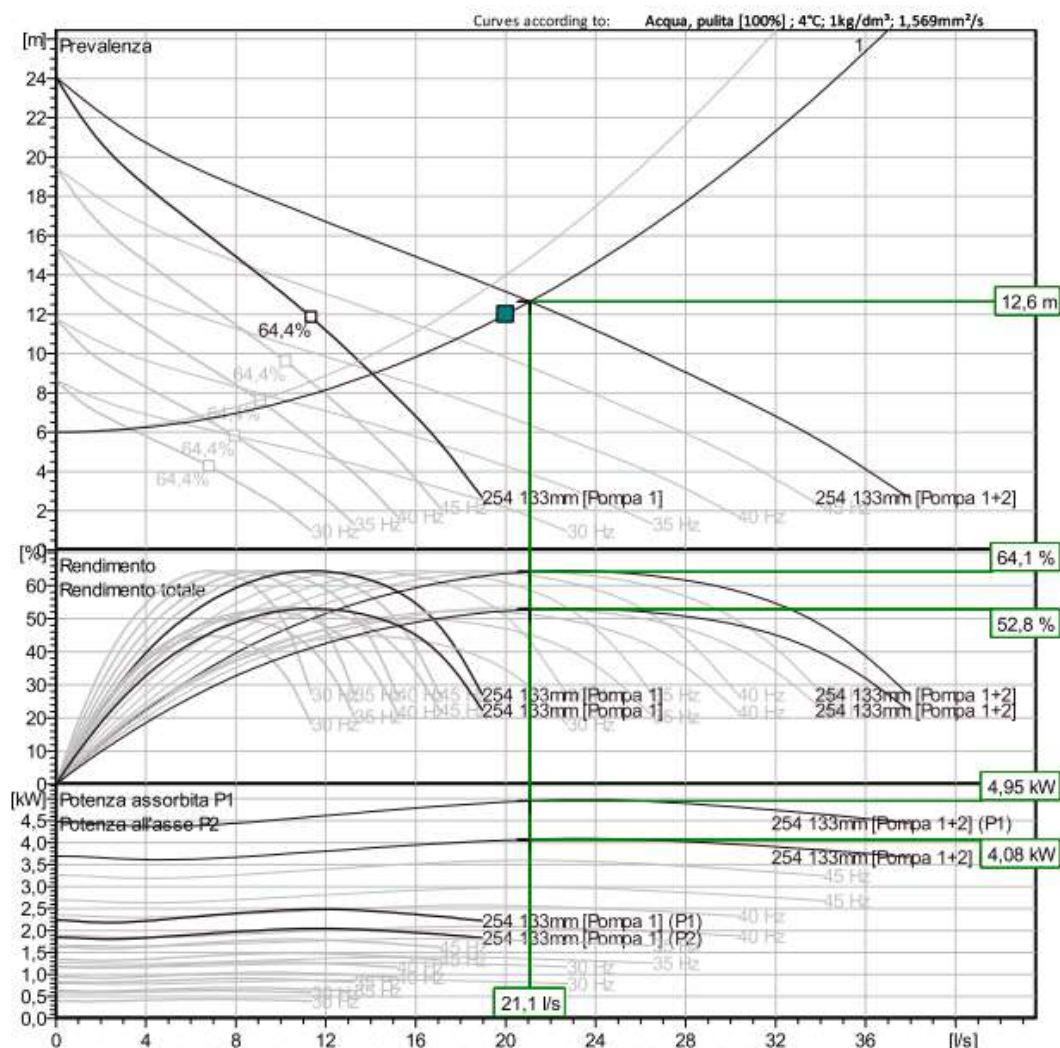
Lunghezza condotta premente:  $L = 335 \text{ m}$

Considerando l'utilizzo di 2 pompe di cui una in funzione in tempo secco ed una di riserva e supporto in tempo di pioggia sono state individuate le pompe più adatte:

Verranno inserite 2 pompe da 10,5 l/s con una prevalenza stimata di circa 12,6 m (prevalenza geodetica + perdite di carico lungo la condotta). Il sistema di pompe ipotizzate richiede una potenza di circa 7,4 Kw a regime.

Di seguito si riportano i diagrammi caratteristici comprese le curve di funzionamento dell'impianto sia con funzionamento a pompa singola che con funzionamento delle due pompe in simultanea.

LAVORI DI COLLETTAMENTO DI ALCUNE TRATTE DI RETE FOGNARIA DEL COMUNE DI LOSINE (BS)  
 PROGETTO ESECUTIVO  
 RELAZIONE TECNICA



La stazione di sollevamento sarà dotata di misuratore di portata elettromagnetico da inserire nella condotta di mandata che permette il controllo della funzionalità della stazione di sollevamento e delle portate inviate a depurazione. Tutto il sistema di controllo elettronico sarà collegato al telecontrollo (TLC) aziendale per ottimizzare la gestione dell'impianto stesso.

#### 4.4 Dimensionamento idraulico dei collettori in pressione

Le tubazioni di collettamento vengono generalmente dimensionate per garantire un moto del refluo in pressione: per questo le perdite di carico vengono calcolate come somma delle perdite distribuite ( $\Delta H_L$ ) più quelle concentrate ( $\Delta H_C$ ).

##### PERDITE DI CARICO DISTRIBUITE

Le perdite di carico distribuite per condotte in pressione, vengono calcolate considerando la relazione di Darcy-Weisbach che lega la perdita di carico per unità di lunghezza J di una condotta di un fluido incompressibile in moto permanente:

$$J = \frac{\lambda V^2}{2gD}$$

dove:

$g$  = accelerazione di gravità pari a  $9.81 \text{ (m/s}^2\text{)}$ ;

$V$  = velocità media della corrente  $\text{(m/s)}$ ;

$D$  = diametro della condotta  $\text{(m)}$ ;

$\lambda$  = coefficiente adimensionale di resistenza funzione, in generale, della scabrezza relativa del tubo e del numero di Reynolds ( $Re$ ).

Per il calcolo di  $\lambda$  si utilizza la formula di Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \log \left[ \frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{\varepsilon/D}{3.71} \right]$$

dove:

$$Re = \frac{\rho V D}{\nu}$$

$\rho$  = densità (per l'acqua  $\rho = 1$ );

$\nu$  = viscosità dinamica del fluido;

$\varepsilon$  = scabrezza relativa;

$V$  = velocità media della corrente  $\text{(m/s)}$ ;

$D$  = diametro della condotta  $\text{(m)}$ .

La perdita di carico distribuita viene quindi calcolata con la formula più generale:

$$\Delta H_L = J L$$

### PERDITE DI CARICO CONCENTRATE

Le perdite di carico concentrate  $\Delta H_C$  sono state espresse e calcolate secondo la formula:

$$\Delta H_C = k \frac{V^2}{2g}$$

dove  $k$  = coefficiente perdite localizzate che assume, in funzione del tipo di perdita localizzata, i seguenti valori:

Imbocco: 0.5

Sbocco: 1

Curva a  $90^\circ$ : 0.17

Curva a  $45^\circ$ : 0.085

Raccordo a "T": 0.4

Valvola: 0.3

Si prevede una condotta di mandata in pressione in PE100 PN16 DE160, fatte tutte le considerazioni sulle velocità da garantire che vanno da 0,7 a 2,3 m/s e sulla prevalenza che si genera a causa delle perdite di carico che vanno ad aumentare la potenza richieste nella stazione di sollevamento.

#### **4.5 Dimensionamento Stramazzi di sfioro**

Come indicato nei paragrafi precedenti, in corrispondenza di ogni scarico attuale si dovrà realizzare un pozzetto sfioratore che permetta l'invio della portata nera e della portata diluita al collettore consortile, ed in tempo di pioggia invia le portate di supero allo scarico esistente o al collettore di acque bianche.

Come precedentemente citato si procederà a realizzare un ripartitore di portata con bocca di stramazzo a parete sottile rettangolare che farà defluire i reflui diluiti nel condotto di immissione al collettore comprensoriale, la sua finestra sarà dimensionata in maniera tale da consentire una portata pari a 20,00 l/s; oltre tale portata si attiverà lo scaricatore che immette nella condotta di scarico al Fiume Oglio nel caso dello scolmatore finale oppure nella condotta di acque bianche esistente nel caso degli altri scolmatori.

La portata Q effluente da tali scarichi è calcolabile con la seguente espressione, che vale come nel nostro caso se lo sfioro è libero in atmosfera e non rigurgitato da alcun controbattente di valle:

Calcolo di una Bocca a stramazzo a parete sottile o di Francis

$$Q=Ce(L-0,2h)h\sqrt{2gh}$$

In cui:

Q è la portata effluente dallo stramazzo (m<sup>3</sup>/s);

Ce è il coefficiente d'efflusso;

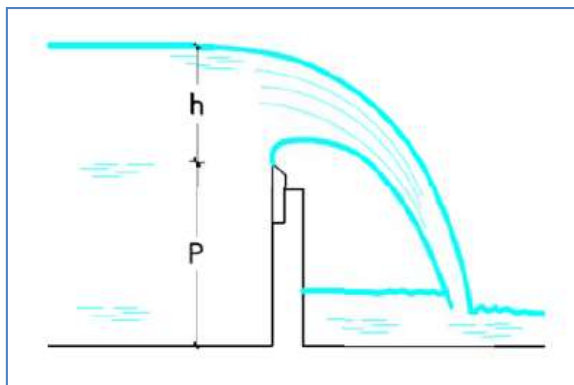
L è la lunghezza del ciglio sfiorante (m);

h è il carico idraulico (m) sul ciglio sfiorante, pari al dislivello tra gli stramazzi.

Dove:

$$h_e=h+0.0011m$$

$$\mu=0.402+0.054h_e/P$$



Volendo dimensionare lo stramazzo per una portata di 20l/s, pari a 0,20 mc/s, e una larghezza dello stesso di 30cm, l'incognita risulta essere il valore attribuibile ad h:

quindi se:

$$Q = 20 \text{ l/s (0,20mc/s)}$$

$$P = 0,2\text{m (altezza della soglia)}$$

$$l = 0,3\text{m (lunghezza del ciglio sfiorante)}$$

$$\mu=0,451194 \text{ (coefficiente d'efflusso per stramazzi rettangolari in parete verticale a spigolo vivo)}$$

risulta

$$\mathbf{h = 10cm}$$

Questo vale per lo sfioratore finale "D".

Per gli sfioratori in rete ("A", "B", "C", "E"), volendo dimensionare lo stramazzo per una portata di 20l/s, pari a 0,20 mc/s, e una larghezza dello stesso di 20cm, l'incognita risulta essere il valore attribuibile ad h:

quindi se:

$$Q = 20 \text{ l/s (0,20mc/s)}$$

$$P = 0,2\text{m (altezza della soglia)}$$

$$l = 0,2\text{m (lunghezza del ciglio sfiorante)}$$

$$\mu=0,451194 \text{ (coefficiente d'efflusso per stramazzi rettangolari in parete verticale a spigolo vivo)}$$

risulta

$$\mathbf{h = 14cm}$$