



## COMUNE di CETONA Provincia di Siena



### "Adeguamento della rete fognaria e del depuratore a servizio della Frazione Piazze"

PID: <b>MI_FOG-DEP07_06_0118</b>	ID Progetto: <b>LA2 20 015</b>	Elaborato:			
<b>Relazione Tecnica generale</b>		<b>S</b>	<b>T</b>	<b>I</b>	<b>02</b>
		Emissione: <b>Giugno 2020</b>			
		Scala:			

<i>Responsabile Unità Gestione Operativa:</i> <b>Dott. Ing. Michela TICCIATI</b>	<i>Responsabile Unità Progettazione e Ingegneria della Manutenzione e Patrimonio:</i> <b>Dott. Arch. Sergio ROSSI</b>
---	--

<i>Responsabile del procedimento:</i> <b>Dott. Arch. Sergio ROSSI</b>	<i>Progettista :</i> <b>Dott. Ing. Monica MERCURI</b>
--	--

<i>Referente :</i> <b>P.I. Filippo MORI</b>	
--	--

<i>Collaboratori interni:</i> <b>Ing. Giuseppe BISOGNO</b>	<i>Collaboratori esterni:</i>
---	-------------------------------

Revisione	Data revisione	Oggetto	Redatto	Rivisto	Approvato

## Sommario

1. Introduzione .....	2
2. Sollevamento, strada di accesso e condotta in pressione.....	3
3. Dimensionamento preliminare delle fognature a gravità e degli scolmatori di piena 5	
4. Dati di progetto impianto di depurazione.....	6
5. Efficienza depurativa .....	8
6. Dimensionamento impianto .....	9
6.1 Grigliatura fine .....	9
6.2 Nitrificazione – ossidazione .....	10
6.2.1 <i>Fabbisogno di Ossigeno</i> .....	11
6.2.2 <i>Capacità di ossigenazione</i> .....	14
6.3 Sedimentazione secondaria .....	15
6.3.1 <i>Sistema di vasche adottato</i> .....	16
6.3.2 <i>Verifica apporto di solidi</i> .....	17
6.3.3 <i>Verifica carico allo stramazzo</i> .....	17
6.4 Disinfezione liquami .....	18
6.5 Accumulo ed ispessimento fanghi.....	19
7. Impianto ed apparecchiature elettriche.....	20
7.1 Funzionamento dell'impianto.....	20
8. Caratteristiche dei materiali .....	21
8.1 Tubazioni PVC.....	23
8.2 Tubazioni PEAD .....	23
8.3 Saracinesca cuneo gommato.....	24
8.4 Valvola di ritegno .....	24
8.5 Raccordo di transizione .....	24
8.6 Pozzetti prefabbricati .....	24
9. Opere accessorie .....	25

## **1. Introduzione**

Con la presente si riporta il dimensionamento preliminare dell'impianto di depurazione e delle opere accessorie descritte nell'elaborato STI 01 - Relazione Illustrativa.

Tale intervento è individuato all'allegato n. 5 - ELENCO DEGLI INTERVENTI PROGRAMMATI AL 31 DICEMBRE 2021 - dell'Accordo di Programma per l'attuazione di un programma di interventi relativi al Settore fognatura e depurazione del servizio idrico integrato attuativo delle disposizioni di cui all'art. 26 della l.r. 20/2006 e all'art. 19 ter del d.p.g.r. 46/R/2008".

Nel D.P.R. n°46R del 17/12/2012 della Regione Toscana è riportata la disciplina degli scarichi per gli impianti di potenzialità inferiore ai 2000 AE.

Si prevede la realizzazione di un nuovo impianto di depurazione a fanghi attivi con potenzialità depurativa di 1000 ab.eq. a servizio della Frazione Piazze del Comune di Cetona (SI).

Attualmente la rete fognaria del centro abitato di Piazze è di tipo misto. Parte dei reflui sono convogliati ad un depuratore esistente che è in grado di trattare portate per circa 400 ab.eq., mentre nella zona nord del centro abitato la rete fognaria termina in uno scarico libero in cui si congiungono 3 rami fognari. In questa fase progettuale si prevede il collettamento di questo scarico libero (con potenzialità superiore a 200 ab.eq.) al nuovo depuratore mediante una stazione di sollevamento di nuova realizzazione dotata di troppo pieno al fine di permettere lo sfioro della portata eccedente, in tempo di pioggia, utilizzando la esistente condotta fognaria.

Da tale sollevamento sarà posata una condotta, interrata in una nuova strada di accesso, che, dopo aver attraversato perimetralmente proprietà private, scorrerà lungo la strada provinciale per poi essere collegata alla rete fognaria esistente.

La posa della condotta di mandata avverrà durante la fase di realizzazione della nuova strada di accesso al sollevamento.

Considerando che non risultano essere presenti scarichi di tipo industriale, ai sensi della vigente normativa regionale (L.R.20/2006), le varie opere saranno dimensionate considerando una portata con un valore di diluizione pari a tre volte la portata media in tempo asciutto calcolata sulle 24 ore.

L'intervento consiste pertanto in:

1. Realizzazione di una nuova strada di accesso all'impianto di sollevamento e contemporanea posa della condotta in pressione interrata all'interno della strada stessa per collegamento reflui alla rete fognaria esistente;
2. Posa della condotta di mandata in pressione lungo la strada SP321 fino al pozzetto di confluenza;
3. Realizzazione dell'impianto di sollevamento;
4. Verifica ed eventuale adeguamento di: pozzetto di raccolta, scolmatore esistente, condotta con funzionamento a gravità per collettamento delle acque reflue presso il nuovo impianto di depurazione. In aggiunta dovrà essere previsto un eventuale inserimento di un nuovo scolmatore in testa all'impianto;
5. Realizzazione nuovo impianto di depurazione;

L'impianto sarà costituito dalle seguenti sezioni di trattamento:

#### LINEA ACQUE

- Grigliatura automatica
- Nitrificazione/ossidazione
- Sedimentazione secondaria
- Clorazione

#### LINEA FANGHI

- Ispessimento fanghi

## **2. Sollevamento, strada di accesso e condotta in pressione**

Come detto in precedenza, la nuova stazione di sollevamento sarà dimensionata al fine di raccogliere tutti gli scarichi liberi presenti nel versante nord del centro abitato di Piazze.

Da un censimento fatto e considerando la distribuzione della rete fognaria esistente, tale sezione dovrà essere dimensionata per una potenzialità futura di circa 350 ab.eq..

Pertanto, per il dimensionamento del sollevamento, si considera la portata di punta pari a 7,00 m<sup>3</sup>/h e si prevede l'installazione di due pompe, una di riserva all'altra.

Prevedendo di installare due pompe con una portata nominale di 7,00 m<sup>3</sup>/h ciascuna, considerando quattro accensioni orarie, il volume utile minimo del pozzetto dovrà essere circa pari a:

$$V = \frac{Q \cdot T}{4} = 0,45 \text{ m}^3$$

Dove:

V = volume utile minimo pozzetto

Q = portata della pompa in mandata

T = intervallo tra due attacchi successivi (15 min = 0,25 h)

È previsto il funzionamento di una sola pompa mentre l'altra resterà in scorta attiva in modo da permettere il funzionamento anche in caso di guasto.

Da una verifica preliminare le pompe di sollevamento dovranno vincere una prevalenza di circa **40 m**.

La portata eccedente nei momenti di pioggia sarà convogliata tramite la condotta esistente al punto di scarico dell'attuale scarico libero.

Per la costruzione e l'accesso al sollevamento è prevista la realizzazione di una strada bianca di circa 230m a cui si avrà accesso dalla strada provinciale SP321. Il tracciato della strada, riportato nell'elaborato STI 01 - Relazione Illustrativa, seguirà perimetralmente terreni agricoli di proprietà privata ed avrà una larghezza di 3m con pendenza media del 8-10%.

Contemporaneamente alla realizzazione della strada sarà posata sul suo fondo una tubazione con funzionamento in pressione che raggiungerà la rete fognaria esistente sulla strada provinciale SP321, in prossimità del centro abitato di Piazze.

### **3. Dimensionamento preliminare delle fognature a gravità e degli scolmatori di piena**

I reflui a scarico libero che, come detto, saranno collettati al pozzetto di sollevamento e, da qui, saranno inviati in pressione ad un pozzetto di raccolta esistente con funzione anche di scolmatore in prossimità dell'incrocio tra la strada provinciale SP321 e Via del Tamburino. Da tale pozzetto, opportunamente verificato e nel caso adeguato, le acque con un valore di diluizione pari a tre volte la portata media in tempo asciutto calcolata sulle 24 ore saranno inviate, tramite una condotta fognaria con funzionamento a gravità, al nuovo impianto di depurazione mentre la restante quota parte di acque sarà scaricata in corrispondenza dell'attuale scarico libero.

La condotta a gravità esistente, che attualmente scorre lungo Strada dei Mulini per circa 1 Km fino a raggiungere il depuratore, andrà verificata idraulicamente considerando il previsto incremento di portata derivante dal collettamento degli scarichi liberi, e dovrà essere opportunamente dimensionata ed adeguata in caso di verifica non soddisfatta.

La condotta verrà verificata e dimensionata utilizzando la formula di Chézy per il moto uniforme:

$$v = \chi \sqrt{R_H J}$$

dove:

- $v$  = velocità media all'interno della condotta
- $\chi = \sqrt{\frac{8g}{\lambda}}$
- $\lambda = 0.25 \left( \log \frac{3.71 \times 4R_H}{e} \right)^{-2}$  Coefficiente di resistenza secondo Colebrook-White
- $R_H$  = Raggio idraulico
- $J$  = pendenza della tubazione

Applicando tale formula, note le pendenze, ed il diametro D della tubazione si ottengono i valori della velocità cercati: si possono, quindi, anche ricavare il valore  $\tau$  della tensione di trascinamento ed il grado di riempimento della tubazione.

In aderenza alla Circolare Min. LL.PP. 7 gennaio 1974 n°11633, il diametro minimo che si prevede di utilizzare per la condotta di fognatura nera è DN 250; si tratterà quindi di verificare, sempre in conformità alla suddetta Circolare Ministeriale, che il valore medio della velocità all'interno della tubazione non scenda sotto i 0,5 m/s (calcolata in base al valore medio della portata) e non sia superiore a 4 m/s (calcolata in base al valore massimo della portata). È opportuno anche verificare che il valore della tensione di trascinamento non sia mai inferiore a 0,1 Kg/m<sup>2</sup>, per evitare il deposito delle particelle in sospensione. Per effettuare tali calcoli, nella stesura del progetto definitivo, sarà necessario verificare con precisione la quota di scorrimento della condotta, note tali pendenze reali, si potrà confermare con certezza il diametro preliminarmente definito.

Dovrà essere previsto, inoltre, l'adeguamento dello scolmatore di piena esistente nei pressi del campo sportivo che attualmente scarica la portata eccedente nel torrente Fossalto. Dovrà, infine, essere previsto un secondo scolmatore in testa al depuratore per scolmare la portata eccedente la 3Qm.

La configurazione ottimale degli scolmatori e del tratto fognario in arrivo al depuratore dovrà, quindi essere definita nella fase di progettazione definitiva a seguito di approfonditi studi idraulici.

#### 4. Dati di progetto impianto di depurazione

Le portate di progetto, alla base dei calcoli per il dimensionamento dell'impianto di depurazione, sono riassunte nelle tabelle seguenti:

	<b>Q<sub>m</sub></b> <b>(m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Q<sub>max</sub></b> <b>(m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Q<sub>max</sub></b> <b>(l/s)</b>
<b>Portate</b>	6,67	20,00	5,56

**Tabella 1: Portate di progetto**

Per il calcolo di tali portate sono state utilizzate le seguenti formule:

$$Q_m = \frac{N \cdot D_{idr.} \cdot \phi}{24000}$$

dove:

- $Q_m$  = Portata media oraria [m<sup>3</sup>/h];
- N = Numero di abitanti equivalenti;
- $D_{idr.}$  = Dotazione Idrica [l/(ab-d)];
- $\phi$  = Coefficiente di afflusso in fognatura.

$$Q_{max} = c_p \cdot Q_m$$

dove:

- $Q_{max}$  = Portata massima oraria [m<sup>3</sup>/h];
- $C_p$  = Coefficiente di punta pari a 3.

Il calcolo degli abitanti equivalenti di progetto è stato effettuato a partire dalla potenzialità dell'intero centro urbano di Piazze e tenendo conto degli sviluppi futuri. La dotazione idrica giornaliera pro-capite è stata assunta pari a 200 l/(ab-d), e il coefficiente di afflusso in fognatura è stato fissato pari a 0.8.

I calcoli idraulici e di processo necessari per il dimensionamento dell'impianto in progetto sono stati effettuati sulla base dei seguenti dati di ingresso, acquisiti da bibliografia in mancanza di misurazioni sul caso specifico:

PARAMETRI DI PROGETTO	EQUAZIONE	UNITA' DI MISURA	QUANTITA'
Abitanti equivalenti			1000
Tipo liquame			civile
Tipo fognatura			mista
<b>Carico idraulico</b>			
Portata nera giornaliera $Q_d$	$Q_d = (Q_m \cdot 24)$	m <sup>3</sup> /g	160,00
Portata nera oraria $Q_m$		m <sup>3</sup> /h	6,67
Portata di punta al biologico $3Q_{max}$	$Q_{max} = 3Q_m$	m <sup>3</sup> /h	20,00
<b>Carico organico in tempo secco</b>			
BOD ingresso		gr/ab*d	60

Carico organico totale		Kg/g	60,00
BOD <sub>5</sub> specifico		mg/l	375,00
<b>Carico dell'azoto in tempo secco</b>			
Azoto specifico ingresso		gr/ab*d	13
Azoto totale	Azoto specifico·ab.eq/1000	Kg/g	13,00
Concentrazione azoto specifico		mg/l	81,30
TKN specifico ingresso		gr/ab*d	12,4
TKN totale	TKN specifico·ab.eq/1000	Kg/g	12,35
Concentrazione azoto specifico		mg/l	77,20
Fc (fattore di carico organico)		KgBOD <sub>5</sub> /(KgSST*d)	0,08
Ca (concentrazione miscela aerata)		kgSS/m <sup>3</sup>	4

**Tabella 2: Parametri di progetto**

## 5. Efficienza depurativa

L'efficienza depurativa del processo sarà conforme a quanto indicato dalla Tabella 3 All. V D.Lgs 152/06 per recapito in acque superficiali.

Le caratteristiche dell'effluente quindi saranno pertanto contenute entro i seguenti limiti:

<b>SST in concentrazione [mg/l]</b>	≤ 80
<b>BOD<sub>5</sub> [mg/l]</b>	≤ 40
<b>COD [mg/l]</b>	≤ 160
<b>N - NH<sub>4</sub> [mg/l]</b>	≤ 15
<b>N - NO<sub>2</sub> [mg/l]</b>	≤ 0,6
<b>N - NO<sub>3</sub> [mg/l]</b>	≤ 20

**Tabella 3: Limiti da rispettare**

## 6. Dimensionamento impianto

### 6.1 Grigliatura fine

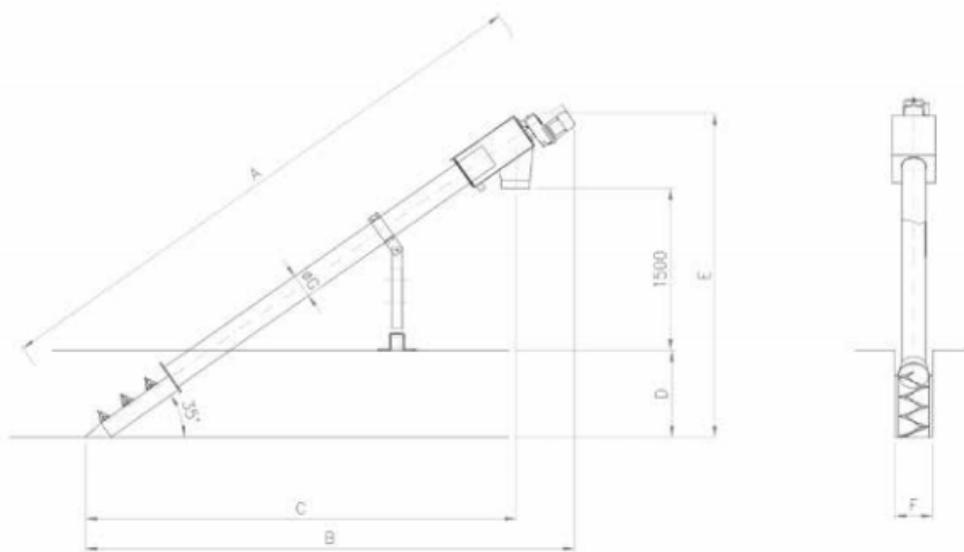
La grigliatura per acque reflue è un processo di tipo meccanico-fisico utilizzato per la rimozione di parte delle sostanze organiche sedimentabili contenute nel liquame.

Collocato a monte dei processi di depurazione veri e propri, permette la rimozione di materiali e sostanze che, per loro natura e dimensione, rischiano di danneggiare le attrezzature e di compromettere l'efficienza dei successivi stadi di trattamento.

La grigliatura di acque reflue ha l'obiettivo di trattenere solidi grossolani non sedimentabili (stracci, plastica ecc.) e solidi grossolani sedimentabili (ghiaia ecc.). La griglia viene sempre installata internamente al canale di arrivo dell'impianto, alimentato dal collettore terminale della fognatura, con una pendenza 1:3. In corrispondenza della griglia, tale canale si allarga di una certa aliquota in modo che la velocità dell'acqua a valle, tenuto conto dell'ingombro delle sbarre, si mantenga prossima a quella che si ha nel tratto a monte della griglia, definita velocità in arrivo classicamente pari a 0,8 m/sec. La velocità è sempre legata all'inclinazione del canale, oltre che all'eventuale presenza di pompe. La velocità di attraversamento della griglia non deve essere troppo bassa da favorire la sedimentazione a monte della stessa, ma neanche troppo elevata per non incrementare le perdite di carico. La scelta di una griglia dipende da diversi parametri legati alla tipologia di impianto, ai fattori ambientali in cui è prevista l'installazione, nonché alla tipologia dei solidi sospesi da trattare e loro dimensione. Nel caso in esame si è scelto di utilizzare una filtrococlea compattatrice avente le seguenti caratteristiche:

Portata massima da smaltire: 20,00 m<sup>3</sup>/h

Luce di filtrazione: 6 mm



**Tabella 4 – Dimensioni della filtrococlea in funzione della portata**

Dal punto di vista depurativo si ottengono rendimenti di rimozione dell'ordine del 5-10% per il BOD, 10% per gli SST, 10% per la carica batterica; comunque, a vantaggio di sicurezza, tale riduzione non sarà tenuta in considerazione per il dimensionamento delle sezioni successive.

La sezione sarà dotata di canale di by-pass che in caso di emergenza potrà essere attivato; sul canale sarà installata una griglia manuale grossolana al fine di garantire un grigliato anche durante le situazioni di emergenza.

## 6.2 Nitrificazione – ossidazione

Il dimensionamento della vasca di ossidazione viene condotto mediante la determinazione del carico del fango e del carico volumetrico. Il carico del fango è definito come la quantità di materia organica biodegradabile, espressa in Kg BOD<sub>5</sub>, messa giornalmente a disposizione dell'unità di biomassa presente nel reattore biologico ed espressa in Kg di solidi sospesi volatili. Il carico volumetrico rappresenta la quantità di materia organica espressa in Kg di BOD<sub>5</sub>, trattabile in un giorno per ogni mc di capacità della vasca di aerazione. Esso è legato linearmente al carico del fango e la costante di proporzionalità è rappresentata dalla concentrazione dei solidi sospesi nel bacino di aerazione. Il volume necessario per la ossidazione si determina dalla:

$$V_N = \frac{BOD_{IN}}{F_{cv}} = \frac{60,00}{0,08 \cdot 4} = 187,50 \text{ m}^3$$

In cui:

PARAMETRI	EQUAZIONE	VALORE	UNITÀ DI
<b>BOD<sub>IN</sub></b>		60,00	Kg/d
<b>Fattore di carico organico F<sub>c</sub></b>		0,08	KgBOD5/KgSSMA·g
<b>Concentrazione di SST Ca</b>		4,00	Kg SS/m <sup>3</sup>
<b>Carico volumetrico F<sub>cv</sub></b>	F <sub>c</sub> · C <sub>a</sub>	0,32	KgBOD <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> d

**Tabella 5: Dati di progetto per la nitrificazione**

Pertanto il volume della sezione di ossidazione/nitrificazione sarà pari a 187,50 m<sup>3</sup>.

La biomassa necessaria nella fase di nitrificazione è quindi data dal prodotto tra il volume calcolato e la concentrazione di SST (187,50 m<sup>3</sup> · 4Kg SS/m<sup>3</sup>) pari a 750Kg SS. Si prevede la realizzazione di una vasca di nitrificazione/ossidazione con le seguenti dimensioni:

VOLUME UTILE SEZIONE NITRIFICAZIONE/OSSIDAZIONE: **187,5 m<sup>3</sup>**

LUNGHEZZA: 6,00 m

LARGHEZZA: 7,20 m

ALTEZZA utile: 4,5 m

ALTEZZA totale: 5,00 m

### **6.2.1 Fabbisogno di Ossigeno**

Il quantitativo di ossigeno richiesto in condizioni medie dalla flora batterica presente è valutabile mediante la seguente formula:

$$O_2 = F_0 \cdot \Delta B + b \cdot V_N \cdot C_a + 4,6N_N$$

Dove:

$O_2$  = Quantità di ossigeno utilizzata [Kg O<sub>2</sub>/d];

$F_0$  = Coefficiente di respirazione attiva che tiene conto del consumo dei batteri nelle reazioni di sintesi cellulare [Kg O<sub>2</sub>/Kg BOD<sub>5</sub> rimosso];

$\Delta B$  = BOD<sub>5</sub> rimosso in vasca di ossidazione (BOD<sub>IN</sub> - BOD<sub>OUT</sub>) [kg BOD<sub>5</sub>/d];

$b$  = Coefficiente che tiene conto della respirazione endogena [Kg O<sub>2</sub>/kg SSV•d];

$V_N$  = Volume utile della vasca di aerazione [m<sup>3</sup>];

$C_a$  = Concentrazione di fanghi attivi mantenuta nella vasca [Kg SST/m<sup>3</sup>];

$N_N$  = Carico di azoto da nitrificare [kg N-NH<sub>3</sub>/d];

PARAMETRI	EQUAZIONE	VALORE	UNITÀ DI MISURA
<b>BOD<sub>IN</sub></b>	BOD <sub>IN</sub>	60,00	Kg/d
<b>Concentrazione BOD<sub>5</sub> in uscita</b>		25,00	mg/l
<b>BOD<sub>5</sub> in uscita BOD<sub>OUT</sub></b>	$C_{BOD} \cdot Q_d / 1000$	4,00	Kg/d
<b>Rendimento <math>\eta</math></b>	$(BOD_{IN} - BOD_{OUT}) / BOD_{IN}$	93,30	%
<b><math>\Delta B</math></b>	$\eta \cdot BOD_{IN}$	56,00	Kg/d
<b><math>F_0</math> max</b>		2,30	Kg O <sub>2</sub> /Kg BOD <sub>5</sub>
<b><math>F_0</math> medio</b>		1,30	Kg O <sub>2</sub> /Kg BOD <sub>5</sub>
<b><math>b</math></b>	Coefficiente di respirazione endogena	0,13	Kg O <sub>2</sub> /Kg SST
<b>Concentrazione Azoto tollerabile allo scarico <math>C_N</math></b>		10,00	mg/l
<b>Azoto tollerabile allo scarico come ammoniaca</b>	$C_N \cdot Q_d / 1000$	1,60	kg/d
<b>TKN giornaliero</b>		12,35	kg/d
<b><math>N_N</math></b>	TKN - Azoto tollerabile allo scarico come ammoniaca	10,75	kg/d
<b><math>V_N</math></b>		187,50	m <sup>3</sup>
<b><math>C_a</math></b>		4,00	Kg SS/m <sup>3</sup>

**Tabella 6: Dati di progetto per l'impianto di aerazione**

## **Consumo MEDIO di ossigeno**

### **Fase carboniosa**

$$O_2 = F_{0\text{medio}} \cdot \Delta B = 72,80 \text{ kgO}_2/d$$

### **Nitrificazione**

Per la nitrificazione assumendo pari a 4,6 parti di O<sub>2</sub> l'equivalente di una parte di (NH<sub>3</sub> - N) nitrificata e assumendo di voler trattare tutto il TKN giornaliero a vantaggio di sicurezza, risulta:

$$O_2 = 4,6 \cdot TKN_{\text{giorn}} = 56,81 \text{ kgO}_2/d$$

### **Respirazione endogena**

$$O_2 = b \cdot V_N \cdot C_a = 97,50 \text{ kgO}_2/d$$

<b>- Richiesta MEDIA giornaliera</b>	<b>227,1 kgO<sub>2</sub>/d</b>
<b>- Richiesta MEDIA oraria</b>	<b>9,5 kgO<sub>2</sub>/h</b>

## **Consumo MASSIMO di ossigeno**

### **Fase carboniosa**

$$O_2 = F_{0\text{max}} \cdot \Delta B = 128,8 \text{ kgO}_2/d$$

### **Nitrificazione**

Per la nitrificazione assumendo pari a 4,6 parti di O<sub>2</sub> l'equivalente di una parte di (NH<sub>3</sub> - N) nitrificata, e assumendo di voler trattare tutto il TKN giornaliero a vantaggio di sicurezza e il coefficiente di punta uguale a 2, risulta:

$$O_2 = 2 \cdot 4,6 \cdot TKN_{\text{giorn}} = 113,62 \text{ kgO}_2/d$$

### **Respirazione endogena**

$$O_2 = b \cdot V_N \cdot C_a = 97,50 \text{ kgO}_2/d$$

<b>- Richiesta MASSIMA giornaliera di Ossigeno</b>	<b>339,9 kgO<sub>2</sub>/d</b>
--	--------------------------------

**- Richiesta MASSIMA oraria di Ossigeno            14,2 kg O<sub>2</sub>/h**

### **6.2.2 Capacità di ossigenazione**

Si definisce come capacità di ossigenazione, di un sistema di aerazione, la massa di ossigeno che essa è in grado di solubilizzare in un tempo unitario e nelle reali condizioni operative. È chiaro che per uno stesso sistema di aerazione questa capacità varia in funzione di diverse condizioni. Per questo motivo è opportuno riferire la capacità di ossigenazione a condizioni standard che prevedono:

- acqua pulita di acquedotto
- temperatura di 20 °C
- pressione di 1 atm
- concentrazione di ossigeno disciolto nulla.

Riferendosi alle sopracitate condizioni normalizzate la capacità di ossigenazione richiesta al sistema di aerazione SOTR (Standard Oxygen Transfer Rate) è ricavabile mediante la relazione:

$$SOTR = \frac{O_2}{K}$$

dove  $O_2$  è il fabbisogno di ossigeno in condizioni medie o di punta (kgO<sub>2</sub>/h) già precedentemente ricavato, K è un coefficiente correttivo valutabile mediante la relazione:

$$K = \alpha \cdot 1,024^{(T-20)} \cdot \left( \frac{\beta C_S^* - C}{C^*} \right)$$

Dove:

$\alpha$  = Coefficiente che tiene conto del fatto che il trasferimento dell'ossigeno non avviene in acqua pulita ma in presenza della biomassa sospesa;

$\beta$  = Rapporto tra la solubilità dell'ossigeno in presenza di sali e quella in acqua distillata;

T = Temperatura operativa;

C = Concentrazione dell'ossigeno nella vasca di ossidazione nelle condizioni operative;

C\* = Concentrazione dell'ossigeno relativa ad acqua pulita alla temperatura di 20°C ed alla pressione di 1 Bar;

$C_S^*$  = Concentrazione dell'ossigeno a saturazione relativa ad acqua pulita nelle condizioni operative ( $0,95 \cdot C^*$ ).

Con i seguenti parametri operativi:

Coefficiente tipo acqua	$\alpha = 0,80$
Temperatura operativa	$T = 20^\circ\text{C}$
Coefficiente per presenza Sali	$\beta = 1$
Concentrazione di saturazione $O_2$ a $20^\circ\text{C}$	$C^* = 9,17 \text{ mg/l}$
Conc. saturazione $O_2$ alle condizioni operative	$C_S^* = 8,6 \text{ mg/l}$
Concentrazione ossigeno disciolto in vasca	$C = 2,00 \text{ mg/l}$

### **Ossigeno reale richiesto per l'ossidazione**

K (Rendimento alle condizioni STD)	0,58
<b>SOTR<sub>m</sub></b>	16,20 KgO <sub>2</sub> /h
<b>SOTR<sub>max</sub></b>	24,20 KgO <sub>2</sub> /h

### **6.3 Sedimentazione secondaria**

Di seguito alla fase di aerazione il liquame passa nella vasca di sedimentazione finale entro la quale ha luogo la separazione dei fanghi attivi dal liquido depurato. Di tutte le fasi dell'impianto di depurazione la sedimentazione secondaria è fondamentale per assicurare la separazione dei fanghi attivi dal liquido depurato. Essa costituisce lo stadio finale nella produzione di un effluente ben chiarificato e depurato e d'altra parte rappresenta anche un anello critico nel funzionamento dell'intero processo depurativo. Il dimensionamento della superficie del sedimentatore è funzione del carico idraulico limite ammissibile (o velocità terminale) che potrà essere applicato e che è funzione delle caratteristiche del fiocco del fango attivo.

È preferibile non superare un valore di 0,9 m/h con la portata massima e avere un valore di 0,3-0,4 m/h con la portata media.

La superficie necessaria per garantire la separazione richiesta si determina dal valore maggiore delle due espressioni:

$$S_S = \frac{Q_m}{CI_{med}} \quad S_S = \frac{Q_{max}}{CI_{max}}$$

dove:

$CI_{med}$  = Carico idraulico ammissibile alla portata media

$CI_{max}$  = Carico idraulico ammissibile alla portata di punta

Occorre inoltre assicurare che:

- il carico di solidi sospesi per unità di superficie sia inferiore a  $6 \text{ kg SS/m}^2\text{h}$ , sotto la portata massima più il ricircolo;
- il carico specifico allo stramazzo sia inferiore  $15 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{h}$

Il sistema proposto e le condizioni di funzionamento sono qui di seguito riportati:

### PARAMETRI DI FUNZIONALITA'

Velocità terminale alla $Q_m$	0,40 m/h
Velocità terminale alla $Q_{max}$	0,90 m/h
Superficie occorrente alla $Q_m$	17,00 $\text{m}^2$
Superficie occorrente alla $Q_{max}$	22,22 $\text{m}^2$

Fissata un'altezza utile del sedimentatore di 3,20 m otteniamo un volume utile totale di  $71,11 \text{ m}^3$ ; è necessario calcolare il tempo di residenza idraulico (HRT) alla portata massima che risulta essere di circa 3,5 ore.

Tali valori risultano in linea con i valori proposti dalla letteratura tecnica (il limite minimo è 3-4 ore).

#### 6.3.1 Sistema di vasche adottato

Tipo vasca	sezione circolare
N.ro vasche	1
Raggio utile	2,7 m
Altezza utile	3,20 m
Superficie utile	22,22 $\text{m}^2$
Volume utile	71,11 $\text{m}^3$

In adiacenza a tale sezione sarà realizzato un pozzetto di ricircolo dei fanghi in cui

saranno installate due pompe, una in scorta attiva all'altra; queste, tramite un sistema di valvole, garantiranno normalmente il ricircolo del fango in vasca di ossidazione e quando necessario la spillatura del fango di supero nella vasca di ispessimento fanghi.

### **6.3.2 Verifica apporto di solidi**

Calcolo del carico superficiale dei solidi sospesi in tempo secco:

$$P_{SS} = \frac{(Q_m + Q_r)C_a}{A} = \frac{(6,67 + 6,67)4}{22,22} = 2,40 \frac{kg}{m^2h}$$

Calcolo del carico superficiale dei solidi sospesi in tempo di pioggia:

$$P_{SS} = \frac{(Q_{max} + Q_r)C_a}{A} = \frac{(20 + 6,67)4}{22,22} = 4,80 \frac{kg}{m^2h}$$

In cui:

$P_{SS}$  = Carico superficiale dei solidi sospesi [kgSS/m<sup>2</sup>h];

$Q_m$  = Portata media oraria [m<sup>3</sup>/h];

$Q_r$  = Portata di ricircolo assunta pari alla portata media oraria [m<sup>3</sup>/h];

$Q_{max}$  = Portata massima oraria [m<sup>3</sup>/h];

$C_a$  = concentrazione del fango nella miscela areata [kgSS/m<sup>3</sup>];

$A$  = superficie della vasca di sedimentazione [m<sup>2</sup>]

Le verifiche risultano soddisfatte in quanto il  $P_{SS}$  in tempo secco è minore di 3-7 kg/(m<sup>2</sup>h) mentre in tempo di pioggia è inferiore a 9 kg/(m<sup>2</sup>h).

### **6.3.3 Verifica carico allo stramazzo**

Il perimetro del sedimentatore coincide con la lunghezza dello stramazzo Thomson, pari a 16,95 m. È stata effettuata inoltre la verifica relativa alla portata specifica allo stramazzo, che per evitare effetti di trascinarsi dei solidi nell'effluente chiarificato dovrà essere inferiore a 4 m<sup>2</sup>/h:

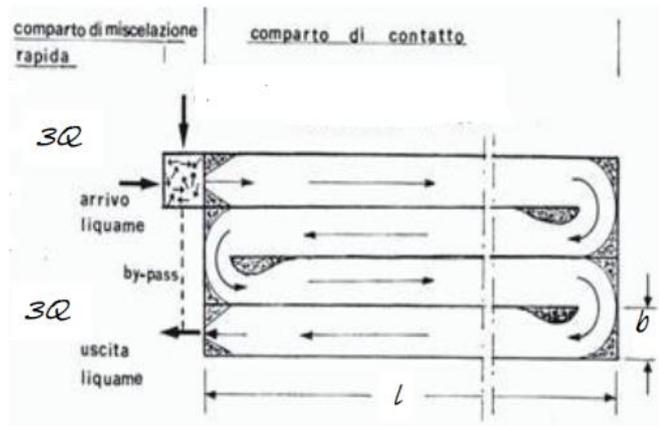
$$C_{str} = \frac{Q_{max}}{L_{str}} = \frac{20}{16,95} = 1,18 \text{ m}^2/h$$

La verifica risulta soddisfatta.

#### 6.4 Disinfezione liquami

La disinfezione delle acque residue ha lo scopo di eliminare, o almeno ridurre sensibilmente, i pericoli di infezione connessi con la presenza di microorganismi patogeni, che possono essere contenuti nei liquami. Tra gli elementi disinfettanti è stato scelto l'ipoclorito di sodio che esercita una potente azione battericida. Il prodotto di assai facile reperimento e con pochi problemi connessi con il suo utilizzo e stoccaggio. Lo stoccaggio della soluzione di ipoclorito di sodio è realizzato in un serbatoio in vetroresina avente un volume tale da consentire un'autonomia media adeguata. Il dosaggio del reattivo viene assicurato da pompe dosatrici aventi un'unità predisposta per la riserva e soccorso e funzionanti a portata variabile. All'inizio del canale è installato un miscelatore che garantisce un'intima miscelazione e permette di ridurre il tempo di contatto aumentando in modo notevole l'efficienza della sterilizzazione.

Agente disinfettante	Sodio ipoclorito
Tempo contatto alla $Q_{max}$	20,00 min
Dose cloro attivo	5 mg/l
Cloro residuo da garantire	0,2 mg/l
Dose cloro totale	5,2 mg/l
Portata Cloro attivo max	$(Cl_{tot} \cdot Q_{max})$ 104 g/h
Concentrazione ipoclorito di sodio	12%
Quantità soluzione da immettere	$(Q_{Clattivo}/0,12/1000)$ 0,9 l/h



### **Vasca di Clorazione - comparto di contatto**

Tempo di detenzione	20	min
Volume vasca miscelazione	7	m <sup>3</sup>
Battente ipotizzato	0,7	m
Superficie	9,5	m <sup>2</sup>
Rapporto lungh./largh. setto	8,8	
Numero setti	3	
Larghezza setto b	0,6	m
Lunghezza vasca l	5,3	m

Le acque depurate saranno scaricate nel corpo idrico recettore che costeggia Strada dei Mulini, il torrente denominato Fossalto.

### **6.5 Accumulo ed ispessimento fanghi**

In ingresso a questa unità si avranno i fanghi di supero prodotti dall'impianto di depurazione. L'unità d'ispessimento ha la duplice funzione di rappresentare un volume di accumulo del fango e contemporaneamente una significativa riduzione volumetrica dello stesso. Questa si realizza per ispessimento a gravità del fango sul fondo con perdita di acqua estratta superficialmente come surnatante e inviata in testa all'impianto. Il dimensionamento dell'ispessitore avviene scegliendo un tempo di residenza idraulico e calcolando conseguentemente il volume dell'unità. Nel caso di progetto in esame si è scelto un HRT di  $t=7$  giorni.

- Fango da allontanare 36,40 Kg/d;
- Volume fango da ispessire 3,64 m<sup>3</sup>/d;
- Volume utile 25,48 m<sup>3</sup>;

### **Sistema di vasca adottato**

Tipo vasca	sezione quadrata
N.ro vasche	1
Lato	2,5 m
Altezza utile	4,00 m
Volume totale	25,00 m <sup>3</sup>

## **7. Impianto ed apparecchiature elettriche**

Tutti gli impianti saranno eseguiti con la massima cura ed a perfetta regola d'arte nel rispetto delle vigenti normative. Gli impianti garantiscono, sia nel loro insieme che nei singoli componenti, un grado di protezione minimo IP 54. I conduttori posti sotto intonaco o interrati saranno protetti e contenuti entro tubazioni isolanti in PEAD corrugato del tipo pesante, di sezioni sufficienti per contenere i conduttori con un margine del 50% con pozzetti di ispezione in c.a.v.. Nei tratti non incassati saranno previste tubazioni acciaio, di dimensioni proporzionali all'ingombro dei conduttori con il solito margine del 50%. Tutti i percorsi saranno facilmente individuabili con l'aiuto dei tracciati riportati nelle piante. I quadri elettrici interni al fabbricato servizi, saranno realizzati, con lamiera verniciata. Quelli installati all'esterno, saranno in policarbonato o lega leggera con accessori. Per ogni quadro saranno forniti gli schemi di principio e di montaggio con corrispondenti numeri e colori delle connessioni.

### **7.1 Funzionamento dell'impianto**

Nelle fasi progettuali successive sarà richiesto l'allaccio elettrico sia per il nuovo

impianto di sollevamento sia per il nuovo depuratore.

Dal contatore ENEL sarà raggiunto un quadro B.T. tramite cavi elettrici alloggiati entro tubazioni in PEAD corrugato del tipo pesante. Da detto quadro di comando sarà possibile comandare tutte le utenze elettriche dell'impianto e riceverne indicazioni di funzionamento e di misura da tutti gli strumenti installati (o di anomalie). Sul quadro vengono montati gli strumenti di controllo, gli interruttori e le lampade spia e nella parte superiore il pannello sinottico, voltmetro ed amperometri di linea.

Entrambi gli impianti saranno telecontrollati in modo da essere controllati 24 ore su 24 dal personale di Acquedotto del Fiora.

## 8. Caratteristiche dei materiali

I collegamenti idraulici tra le vasche con percorso fuori terra, saranno realizzate con tubi in acciaio Inox AISI 304, prodotti da aziende certificate, fornito in barre da 6 m, con spessori e diametri come indicato nella tabella seguente:

Diametro esterno (mm)	Spessore (mm)	Peso (kg/m)
48.3	3	3.385
60.3	3	4.330
76.1	3	5.500
88.9	3	6.480
114.3	3	8.400
139.7	3	10.320
168.3	3	12.470

**Tabella 7 - Dimensioni tubi INOX AISI 304**

Le curve a 90° (con raggio di curvatura  $\geq 1.5 D$ ) e le riduzioni troncoconiche dovranno avere dimensioni conformi alle norme ANSI B 16.9. Il collegamento fra tubazioni e pezzi speciali in acciaio inox potrà avvenire tramite saldatura o giunzioni a flange. La giunzione saldata potrà essere eseguita tanto all'arco elettrico che ossiacetilenica per diametri minori di 100 mm, mentre dovrà essere solamente all'arco elettrico per diametri superiori a 100 mm. La giuntura dei tubi, a saldatura autogena con barrette di acciaio dolce cotto, dovrà essere eseguita da operatori particolarmente esperti ed in modo da evitare irregolarità e sbavature del metallo di riporto. Il cordone di saldatura deve avere uno spessore almeno uguale a quello del tubo, di larghezza costante, senza porosità ed altri difetti. I cordoni di saldatura devono essere eseguiti in modo da compenetrarsi completamente nel metallo base lungo tutta la superficie di unione; la superficie di ogni passata, prima che sia eseguita la successiva, deve essere ben pulita e liberata da scorie mediante leggero martellamento ed accurata spazzolatura. I saldatori dovranno essere patentati per saldature su acciaio inox con Enti riconosciuti a livello europeo (Lloyd Register's, RINA, Istituto Italiano Saldatura). I processi di saldatura e le qualifiche del saldatore dovranno comunque essere conformi alle norme UNI previste. L'esecuzione della giunzione a flange dovrà avvenire mediante interposizione di guarnizioni in gomma telata o amiantite a forma di corona circolare di spessore non inferiore a 3 mm. La guarnizione sarà di dimensioni tali da risultare, una volta stretti i bulloni, delle stesse dimensioni delle facce di contatto delle flange senza che la guarnizione abbia a sporgere nel lume del tubo. Nei riguardi della tecnica operativa, si procederà a pulire le facce delle flange e la guarnizione in modo da asportare ogni traccia di ossido, grassi o sostanze estranee. Si provvederà quindi al serraggio dei bulloni per coppie opposte. Salvo diverse indicazioni i fori delle flange dovranno essere sfalsati. I tipi di flange da impiegarsi sono: flange cieche; flange da saldare a sovrapposizione, circolari secondo; flange da saldare di testa. Le flange saranno in acciaio tipo Aq 34 con un carico di rottura a trazione minimo 33 Kg/mm<sup>2</sup>. La superficie di tenuta sarà: a gradino secondo; a faccia piana secondo. Tutte le flange indicate dovranno rispettare le norme UNI previste.

### 8.1 Tubazioni PVC

Le tubazioni in PVC (cloruro di polivinile) rigido non plastificato dovranno corrispondere alle caratteristiche ed ai requisiti di accettazione prescritti dalle Norme UNI EN ed alle Raccomandazioni I.I.P. Saranno conformi a relativa norma UNI EN di tipo SN8 per condotte di scarico interrate di acque civili e industriali, con giunto a bicchiere con anello in gomma.

### 8.2 Tubazioni PEAD

I tubi in PEAD ed i relativi raccordi in materiali termoplastici dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità I.I.P. che ne assicura la rispondenza alle Norme UNI, limitatamente alle dimensioni previste dalle norme stesse. Dovranno corrispondere alle caratteristiche ed ai requisiti di accettazione prescritti dalle norme UNI previste e dalle pr-EN ed alla Raccomandazioni I.I.P. I raccordi ed i pezzi speciali avranno le stesse caratteristiche chimico-fisiche dei tubi; potranno essere prodotti per stampaggio o ricavati direttamente da tubo diritto mediante opportuni tagli, sagomature ed operazioni a caldo (piegatura, saldature di testa o con apporto di materiale, ecc.). In ogni caso tali operazioni dovranno essere sempre eseguite da personale specializzato e con idonea attrezzatura presso l'officina del fornitore. Per le figure e le dimensioni non previste dalle norme UNI o UNIPLAST si possono usare raccordi e pezzi speciali di altri materiali purché siano idonei allo scopo.

Diametro esterno (mm)	Spessore (mm)	Peso (kg/m)
75	4,5	1,01
90	5,4	1,45
110	6,6	2,17
125	7,4	2,76
140	8,3	3,47
160	9,5	4,53
180	10,7	5,74
200	11,9	7,09
225	13,4	8,98

250	14,8	11,03
280	16,6	13,85
315	18,7	17,55
355	21,1	22,32
400	23,7	28,25
450	26,7	35,80

**Tabella 8 – Dimensioni tubi in PEAD**

### **8.3 Saracinesca cuneo gommato**

Le saracinesche saranno a cuneo gommato in ghisa sferoidale a corpo piatto e vite interna, corpo e coperchio in ghisa GS400 con rivestimento epossidico atossico (D.M. n° 174 del 06/04/2004), cuneo rivestito in elastometro EPDM, albero in acciaio inossidabile, madre vite in bronzo; flangiata e forata a norma UNI EN prevista, pressioni nominali di prova e esercizio a norma UNI. Pressione di esercizio PFA 16.

### **8.4 Valvola di ritegno**

Le valvole di ritegno saranno a fera mobile, per liquami fognari e viscosi: corpo e coperchio di ispezione in ghisa GG25, sfera in alluminio rivestita in elastometro NR, guarnizione in elastometro NBR, bulloni in acciaio zincato, flangiata e forata a norme UNI EN previste, pressione massima di esercizio 10 bar.

### **8.5 Raccordo di transizione**

Il passaggio tra la tubazione in acciaio e quella in pead sarà realizzato, in accordo alle norme UNI EN previste, con un raccordo di transizione diritto in acciaio, polietilene. Pressione di esercizio 16 bar (1,6 MPa).

### **8.6 Pozzetti prefabbricati**

I pozzetti dovranno risultare prodotti e controllati, in ogni fase della produzione, secondo quanto indicato nella norma UNI EN 1917, e provvisti di marcatura CE e piani della qualità, opportunamente approntati da Aziende in possesso di certificazione di Sistema Qualità Aziendale UNI EN ISO 9001:2008.

## 9. Opere accessorie

Al fine di mitigare l'impatto visivo delle nuove opere, l'impianto di depurazione sarà dotato di schermatura vegetale tramite piantumazione di essenze. Lo stesso sarà parzialmente interrato; l'effettivo interramento sarà definito dopo gli studi approfonditi sulla geologia delle aree occupate, previsto in fase di progetto definitivo.