



COMUNE di COLLE di Val d'ELSA Provincia di SIENA



Adeguamento dell'Impianto di Depurazione in Loc. "Molino del Sasso" Campiglia dei Foci

n°PdI: MI_FOG-DEP03_06_0120	ID Progetto: LA2 20 021	Elaborato: S T I 02
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Emissione: Settembre 2020
		Scala:

<i>Responsabile Unità Sviluppo Infrastrutture :</i> Dott. Arch. Sergio ROSSI	<i>Responsabile Unità Progetti Fognatura e Depurazione:</i> Dott. Ing. Monica MERCURI
<i>Responsabile del procedimento fase progettazione:</i> Dott. Arch. Sergio ROSSI	<i>Progettista :</i> Dott. Ing. Monica MERCURI
<i>Referente :</i> Dott. Ing. Giuseppe BISOGNO	
<i>Collaboratori interni :</i> Geom. Diego CARATELLI	<i>Collaboratori esterni:</i>

Revisione	Data revisione	Oggetto	Redatto	Rivisto	Approvato
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

Sommario

1. Introduzione	3
2. Finalità degli interventi	3
3. Demolizione e bonifica di tutte le strutture e volumi obsoleti e non utili ai fini del trattamento dei liquami	4
4. Adeguamento dell'impianto di depurazione.....	10
4.1 Dati di input per la verifica e il progetto dell'impianto di depurazione	11
4.2 Realizzazione dei nuovi pretrattamenti	13
4.3 Realizzazione della nuova stazione di sollevamento	16
4.4 Nitrificazione – Ossidazione.....	17
4.4.1 <i>Fabbisogno di Ossigeno</i>	18
4.4.2 <i>Capacità di ossigenazione</i>	21
4.4.3 <i>Interventi di adeguamento del comparto di ossidazione</i>	22
4.5 Sedimentazione secondaria	24
4.5.1 <i>Verifica del carico idraulico superficiale (CIS)</i>	25
4.5.2 <i>Verifica del tempo di detenzione (HRT)</i>	26
4.5.3 <i>Verifica apporto di solidi</i>	26
4.5.4 <i>Verifica carico allo stramazzo</i>	27
4.5.5 <i>Interventi di adeguamento del comparto di sedimentazione</i>	27
4.6 Accumulo e stabilizzazione fanghi	29
4.7 Interventi accessori necessari per l'adeguamento	30
4.7.1 <i>Ricircoli</i>	30
4.7.2 <i>Vasca di confluenza</i>	31
4.7.3 <i>Pozzetti di uscita</i>	32
4.7.4 <i>Sistemazione dei piazzali</i>	32
5. Impianto ed apparecchiature elettriche.....	32
5.1 Funzionamento dell'impianto.....	33
6. Caratteristiche dei materiali	34
6.1 Tubazioni PVC	35
6.2 Tubazioni PEAD	35
6.3 Saracinesca cuneo gommato.....	36
6.4 Valvola di ritegno	37
6.5 Raccordo di transizione	37
6.6 Pozzetti prefabbricati	37

1. Introduzione

Con la presente relazione si riporta il la verifica preliminare dell'impianto di depurazione della frazione di Campiglia dei Foci nel comune di Colle di Val d'Elsa (SI) e delle opere accessorie al fine di adeguare la linea di trattamento esistente.

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".

Si prevede l'adeguamento dell'impianto di depurazione a fanghi attivi esistente con l'obiettivo di incrementare la capacità e di migliorare l'efficienza del processo depurativo.

2. Finalità degli interventi

La rete fognaria del centro abitato di Campiglia dei Foci è di tipo misto. I reflui sono convogliati ad un depuratore esistente a fanghi attivi che è in grado di trattare portate per circa 910 ab.eq.

Lo studio si prefigge di adeguare il depuratore attuale al fine di arrivare ad una potenzialità depurativa di 1300 ab.eq., migliorandone le efficienze depurative e il controllo nelle varie fasi del processo di trattamento.

Per tragguardare questi obiettivi sarà necessaria la nuova realizzazione dei pretrattamenti e della stazione di sollevamento, che sarà dotata di troppo pieno al fine di permettere lo sfioro della portata eccedente, in tempo di pioggia.

Sarà, poi, previsto l'adeguamento di trattamenti secondari, che saranno suddivisi in due linee separate, con funzionamento in parallelo, in modo da rendere l'impianto versatile e flessibile, facilitando gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria e garantendo maggior controllo sulla resa e sulle efficienze depurative, anche in base ai carichi variabili in arrivo.

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.

Per consentire la realizzazione di quanto descritto si prevede di smantellare e demolire tutte le opere fatiscenti ed obsolete che insistono sull'area di intervento, ricavando spazi per la movimentazione, per la viabilità interna di impianto e per la realizzazione di nuove opere, raggiungendo, così, anche l'obiettivo della messa in sicurezza.

L'intervento consiste, pertanto, in due fasi, dettagliate nei capitoli successivi:

- Demolizione e bonifica di tutte le strutture e volumi obsoleti e non utili ai fini del trattamento dei liquami;
- Adeguamento funzionale dell'impianto di depurazione

3. Demolizione e bonifica di tutte le strutture e volumi obsoleti e non utili ai fini del trattamento dei liquami

Gli interventi proposti sono:

a. *Demolizione della vasca Imhoff a monte dell'impianto di depurazione.*

Questa vasca, posta a circa 700 m prima del depuratore, raccoglie un singolo ramo di una zona limitata dell'abitato di Campiglia. L'obiettivo è quello di intercettare questo ramo collegandolo al collettore principale in arrivo al depuratore, by-passando in tal modo la Imhoff che sarà svuotata e demolita.

b. *Smantellamento piccolo magazzino in disuso.*

Questo fabbricato, posizionato adiacente alla rete di confine in prossimità del cancello carrabile risulta essere molto piccolo, di dimensioni 2,4x1,90m con una superficie di 5mq, costruito con murature precarie e di sicuro non utile al futuro impianto, quindi può essere demolito. Il lavoro consisterà nello smontaggio e smaltimento della copertura in eternit, seguito dalla demolizione delle murature e del basamento.



Figura 1 - Magazzino in disuso

c. Demolizione locale stazione di sollevamento

Il corpo in oggetto è un piccolo annesso di dimensioni 2x2m con una superficie di 4mq. Tale fabbricato è in elevazione sul sottostante pozzetto di arrivo e sollevamento liquami ed è posto lungo la recinzione che delimita l'impianto sul lato sud con accesso dall'esterno. Ha la struttura portante in muratura con copertura ad una sola falda realizzata con tavelloni e tegole marsigliesi. Attualmente ospita l'impianto di sollevamento in uso. Il volume fuori terra sarà smantellato, mentre il pozzetto sottostante sarà adeguato e rappresenterà il punto di arrivo dei liquami in ingresso. La pompa attualmente presente sarà rimossa.



Figura 2 - Locale ingresso sollevamento in uso

d. Smantellamento del muro di confine piazzale in ingresso impianto.

E' presente una sorta di recinzione realizzata con elementi prefabbricati a sezione variabile dell'altezza di mt. 2,70, struttura che di fatto impedisce di posizionare altre strutture o di muoversi correttamente all'interno dell'impianto con i mezzi necessari che dovranno raggiungere i nuovi elementi. Inoltre esiste una struttura in acciaio sopraelevata in adiacenza

totalmente inutile. Tali strutture vanno rimosse. La demolizione è necessaria al fine di liberare gli spazi per i futuri fabbricati, nonché l'accesso alla nuova linea fanghi (vedi anche punto c).



Figura 3 - Demolizione muro

e. Smantellamento dell'edificio ex Nastropressa.

Questo volume con superficie di 67mq è stato ricavato poggiando la copertura a cavallo dei muri di due vasche pre-esistenti alla sua costruzione e tamponando con varie tipologie di mattoni i vuoti rimanenti al fine di chiudere l'ambiente. La copertura è sostenuta da travature in acciaio appoggiate con selle alle stesse murature. Inoltre dentro al fabbricato sono presenti tutti i macchinari legati alla nastropressa, inclusa una coclea obliqua che trasportava il fango essiccato all'esterno del fabbricato. La demolizione di questo edificio è necessaria anche per creare l'accesso alla linea fanghi, in quanto l'attuale ingresso non sarà più utilizzabile perché nella proprietà non acquisita da ADF.



Figura 4 - Edificio ex Nastropressa in disuso

f. Demolizione locale compressori.

Il corpo in oggetto è un locale compressori di dimensioni 3,4x4m con una superficie di 13mq; ha la struttura portante in muratura con copertura a capanna realizzata con travetti precompressi, impalcato di tavelloni e manto di copertura in tegole marsigliesi. La demolizione sarà necessaria per consentire il posizionamento dei pretrattamenti, del sollevamento e della zona di manovra all'ingresso delle vasche di ossidazione.



Figura 5 - Locale compressori in uso

g. Demolizione vasca di pretrattamento obsoleta.

I corpi in oggetto sono vecchie vasche in disuso in cemento armato aventi la funzione di raccolta e di decantazione delle acque reflue e hanno una

capacità di 610mc. La demolizione è necessaria per ricavare spazio utile per la costruzione dei nuovi pretrattamenti e del sollevamento.



Figura 6 – Vasche di pretrattamento in disuso

- h.** *Svuotamento e smaltimento dei fanghi presenti nei volumi di impianto.*
Esistono diversi volumi dell'impianto che contengono fanghi o altri prodotti dalle precedenti lavorazioni che dovranno essere smaltiti al fine di poter bonificare e/o riutilizzare anche parte di questi volumi. Si è previsto quindi il noleggio di una centrifuga mobile con appropriati accessori di pompaggio e smaltimento dei materiali di risulta. Incluso anche il costo per le analisi per la classificazione dei materiali da smaltire.



Figura 7 - Fanghi da rimuovere e smaltire

- i.** *Sistemazione area interna e recinzione.*
Si dovrà provvedere alla posa di una nuova recinzione di impianto, in quanto quella attuale è in pessime condizioni e fuori norma. Si dovrà posare anche un nuovo cancello, pulire tutta la superficie e ripianare

tramite il riporto di terreno esterno, le aree in cui si sono formati pericolosi avvallamenti che spesso vengono nascosti dalla vegetazione.



Figura 8 - Rifacimento recinzione esterna

j. Messa in sicurezza frana Versante Ovest.

Sul versante Ovest della proprietà esiste un muro di contenimento che contribuisce a sostenere i manufatti subito sovrastanti, oltre che il terreno all'interno dell'Impianto.

Ai piedi di questo manufatto passa sia la condotta di scarico, sia l'unica via di accesso esistente per arrivare al punto di scarico, che deve essere sempre accessibile all'ispezione sia di ADF che degli Enti di controllo. Tuttavia le condizioni di conservazione e statiche del manufatto risultano pessime e compromesse, tale da rendere pericoloso il passaggio. La struttura appare anche scavata alla base in più punti. Al fine di mettere in sicurezza sia la strada, ma anche la tubazione e l'area di impianto si dovrà provvedere alla sistemazione del manufatto rifacendolo completamente tramite gabbionate o altro sistema di ritenuta che dovrà essere valutato più in specifico durante le successive fasi progettuali.



Figura 9 - Frana

4. Adeguamento dell'impianto di depurazione

Come già descritto nell'elaborato "STI01-Relazione illustrativa", il *revamping* del depuratore ha comportato una verifica funzionale preliminare per l'adattamento delle opere esistenti alla nuova linea di trattamento pensata.

Gli interventi necessari a seguito di questo studio di fattibilità, che saranno meglio dettagliati nei paragrafi successivi, sono di seguito elencati:

- Realizzazione di nuovi pretrattamenti
- Realizzazione di una nuova stazione di sollevamento dei liquami in arrivo
- Ristrutturazione e separazione della vasca di ossidazione in due linee di trattamento in parallelo
- Separazione del comparto di sedimentazione secondaria in due linee di trattamento in parallelo
- Realizzazione di una vasca di confluenza finale del chiarificato
- Adeguamento della vasca di accumulo fanghi
- Rifacimento del *piping* di impianto
- Realizzazione di un nuovo edificio servizi e dell'impianto elettrico
- Sistemazioni esterne, dei piazzali interni e delle linee di drenaggio

L'impianto sarà, quindi, costituito dalle seguenti sezioni di trattamento:

LINEA ACQUE

- Grigliatura automatica
- Nitrificazione/ossidazione
- Sedimentazione secondaria
- Disinfezione di emergenza

LINEA FANGHI

- Accumulo in vasche aerate e trasferimento presso altro impianto

La tipologia di trattamento depurativo sarà, quindi, sempre a fanghi attivi a schema semplificato con aerazione prolungata.

4.1 Dati di input per la verifica e il progetto dell'impianto di depurazione

Le portate di progetto, alla base dei calcoli per la verifica dell'impianto attuale e per il dimensionamento dell'adeguamento, sono riassunte nelle tabelle seguenti:

	Q_m (m ³ /h)	Q_{max} (m ³ /h)	Q_{max} (l/s)
Portate	8,67	26,00	7,22

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 [m³/h];
- N = Numero di abitanti equivalenti;
- $D_{idr.}$ = Dotazione Idrica [l/(ab·d)];
- ϕ = Coefficiente di afflusso in fognatura.

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

dove:

- Q_{max} = Portata massima oraria [m³/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 Campiglia dei Foci e tenendo conto degli sviluppi futuri con la previsione di collettamento degli scarichi delle numerose abitazioni isolate (circa il 20% del totale) attualmente non servite dalla rete fognaria.

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 la verifica dell'impianto attuale e 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			1300
Tipo liquame			civile
Tipo fognatura			mista
Carico idraulico			
Portata nera giornaliera Q_d	$Q_d = (Q_m \cdot 24)$	m ³ /g	208,00
Portata nera oraria Q_m		m ³ /h	8,67
Portata di punta al biologico $3Q_{max}$	$Q_{max} = 3Q_m$	m ³ /h	26,00
Carico organico in tempo secco			
BOD ingresso		gr/ab*d	60
Carico organico totale		Kg/d	78,00
BOD ₅ specifico		mg/l	375,00
Carico dell'azoto in tempo secco			
Azoto specifico ingresso		gr/ab*d	13
Azoto totale	Azoto specifico·ab.eq/1000	Kg/g	16,90
Concentrazione azoto specifico		mg/l	81,30
TKN specifico ingresso		gr/ab*d	12,4
TKN totale	TKN specifico·ab.eq/1000	Kg/g	16,06
Concentrazione azoto specifico		mg/l	77,20

Fc (fattore di carico organico)		KgBOD5/(KgSST*d)	0,046
Ca (concentrazione miscela aerata)		kgSS/m ³	4

Tabella 2: Parametri di progetto

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:

SST in concentrazione [mg/l]	≤ 80
BOD₅ [mg/l]	≤ 40
COD [mg/l]	≤ 160
N - NH₄ [mg/l]	≤ 15
N - NO₂ [mg/l]	≤ 0,6
N - NO₃ [mg/l]	≤ 20

Tabella 3: Limiti da rispettare

4.2 Realizzazione dei nuovi pretrattamenti

Il refluo in arrivo all'impianto sarà raccolto nel pozzetto attualmente utilizzato per il sollevamento, che dovrà essere adeguato. Successivamente sarà convogliato, per gravità, nel comparto di pretrattamento, che consisterà in una grigliatura di tipo medio.

Per garantire il funzionamento a gravità, vista la quota vincolante di arrivo a circa - 2.90m sotto la quota media del piano campagna del depuratore, occorrerà provvedere ad uno sbancamento dell'attuale rilevato in terra, per ricavare i volumi interrati necessari per la grigliatura e il successivo sollevamento. La quota sommitale del manufatto grigliatura-sollevamento sarà corrispondente al piano campagna.

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.

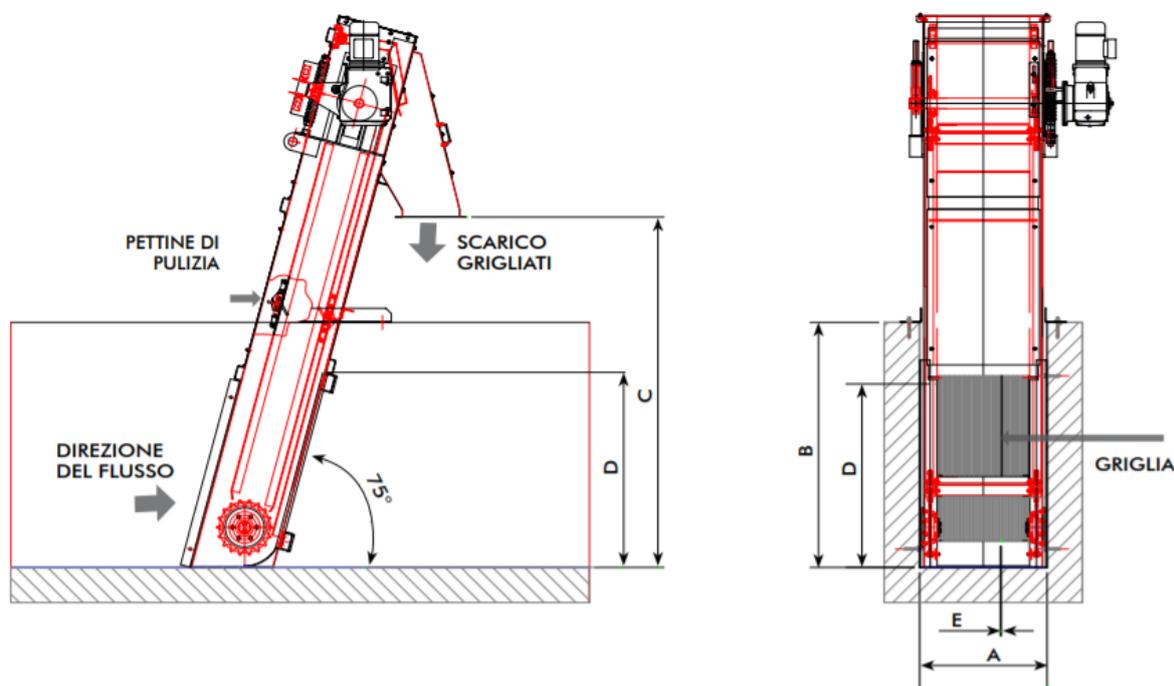
Collocato a monte dei processi di depurazione veri e propri, permette la rimozione di materiali e sostanze che, per loro natura e dimensione, rischiano di danneggiare le attrezzature e di compromettere l'efficienza dei successivi stadi di trattamento.

La grigliatura 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 griglia verticale a funzionamento meccanico automatico avente le seguenti caratteristiche:

Portata massima da smaltire: 26,00 m³/h

Luce di filtrazione: 6 mm



MODELLO (*)	LARGHEZZA CANALE A mm	ALTEZZA CANALE B m	ALTEZZA DI SCARICO DA FONDO CANALE C mm	ALTEZZA STANADRD ZONA DI FILTRAZIONE D mm (**)	SPAZIATURA BARRE mm	POTENZA INSTALLATA kW
GVF 400	400	1 ÷ 6	fino a 7 m ***	1.000	6 - 8 - 10	0,55
GVF 500	500	1 ÷ 6	fino a 7 m ***	1.000	6 - 8 - 10	0,55
GVF 600	600	1 ÷ 6	fino a 7 m ***	1.000	6 - 8 - 10	0,55
GVF 700	700	1 ÷ 6	fino a 7 m ***	1.000	6 - 8 - 10	0,55
GVF 800	800	1 ÷ 6	fino a 7 m ***	1.000	6 - 8 - 10	0,55
GVF 1000	1.000	1 ÷ 6	fino a 7 m ***	1.000	6 - 8 - 10	0,75
GVF 1200	1.200	1 ÷ 6	fino a 7 m ***	1.000	6 - 8 - 10	0,75
GVF 1400	1.400	1 ÷ 6	fino a 7 m ***	1.000	6 - 8 - 10	0,75

Figura 10 - Modello di griglia verticale

La griglia verticale, completamente realizzata in acciaio inox, scaricherà il materiale raccolto all'interno di una coclea compattatrice, anch'essa in acciaio inox, che trasporterà il tutto in un "big bag" di raccolta. Il big-bag sarà caricato su autogru che avrà accesso dal cancello principale di accesso al depuratore.

Per movimentare questo "big bag", sul lato est del manufatto, verrà realizzata una platea in cemento armato dotata di apposite guide, con griglia di scolo posizionata sotto al saccone stesso e che scaricherà all'interno del sollevamento.

La griglia sarà posta immediatamente prima dell'impianto di sollevamento e 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.

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 la verifica e il dimensionamento delle sezioni successive.

4.3 Realizzazione della nuova stazione di sollevamento

La nuova stazione di sollevamento sarà parte integrante del nuovo impianto e sarà dimensionata al fine di garantire l'apporto di refluo in ingresso alle vasche di ossidazione. La vasca di alloggiamento delle pompe sarà adiacente al comparto di grigliatura, in depressione per favorire la caduta per gravità del refluo.

Per il dimensionamento del sollevamento si prevede il funzionamento di due pompe, ciascuna con una portata di sollevamento pari a $1,5Q_m$, con avviamento in sequenza all'aumentare del livello.

La terza, di riserva e sempre con la stessa capacità di portata, resterà in scorta attiva in modo da permettere il funzionamento anche in caso di guasto di una delle due pompe e contemporaneo arrivo della portata di punta ($3Q_m$).

Da una verifica preliminare le pompe di sollevamento dovranno vincere una prevalenza di circa **8 m**.

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

Il troppo pieno entrerà in funzione nel caso di avaria contemporanea di tutte e tre le pompe o di mancanza di energia elettrica, questo unitamente al malfunzionamento del nuovo gruppo elettrogeno. Detto troppo pieno fungerà quindi da ulteriore bypass in caso

di emergenza.

Si interverrà inoltre anche sulla condotta di mandata delle pompe modificandola per il collegamento con il nuovo comparto di ossidazione.

Sul nuovo muro di contenimento, a livello con il piano campagna dell'impianto, potrà essere installata una gru a bandiera, affacciante sul pozzetto di sollevamento che sarà utile per l'estrazione delle pompe in caso di manutenzione

4.4 Nitrificazione – Ossidazione

L'attuale vasca di ossidazione consiste in un unico bacino aerato con volume pari a **460mc**. Si è pensato, quindi, di ricavare due volumi, suddividendo la vasca con un setto centrale, in modo da garantire un funzionamento separato su due linee parallele.

Il volume totale di partenza sul quale è stata effettuata la verifica tiene conto della realizzazione della camera di manovra di volume 38mc, descritta nel paragrafo 4.4.3, per cui il suo valore netto è pari a **422mc**.

La verifica della soluzione proposta con doppia vasca di ossidazione viene condotta 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 BOD₅, 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 BOD₅, 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 fattore di carico organico che si ottiene con il volume della singola vasca per la ossidazione si determina dalla:

$$F_{cv} = \frac{BOD_{IN}}{V * C_a} = \frac{78,00}{211 \cdot 4} = 0,046 \frac{KgBOD5}{KgSST * d}$$

In cui:

PARAMETRI	EQUAZIONE	VALORE	UNITÀ DI MISURA
BOD_{IN}		78,00	Kg/d
Volume vasca singola	$V_1=V/2$	211	m ³
Concentrazione di SST Ca		4,00	Kg SS/m ³

Tabella 4: Dati di verifica per la vasca di ossidazione

Pertanto, rientrando il valore del Fattore di carico organico pienamente nei valori di letteratura previsti per il sistema di ossidazione ad aerazione prolungata il volume della sezione di ossidazione/nitrificazione risulta idoneo per un trattamento su linea separata.

Si prevede, quindi, la realizzazione di due vasche di nitrificazione/ossidazione con le seguenti dimensioni:

VOLUME UTILE SEZIONE NITRIFICAZIONE/OSSIDAZIONE SINGOLA VASCA: **211 m³**

LUNGHEZZA: 16,50 m

LARGHEZZA: 3,90 m

ALTEZZA utile: 3,30 m

ALTEZZA totale: 3,80 m

4.4.1 Fabbisogno di Ossigeno

Il calcolo del Fabbisogno di ossigeno è stato effettuato sul volume totale trattato.

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 O₂/d];

F_0 = Coefficiente di respirazione attiva che tiene conto del consumo dei batteri nelle

reazioni di sintesi cellulare [Kg O₂/Kg BOD₅ rimosso];

ΔB = BOD₅ rimosso in vasca di ossidazione (BOD_{IN} - BOD_{OUT}) [kg BOD₅/d];

b = Coefficiente che tiene conto della respirazione endogena [Kg O₂/kg SSV•d];

V_N = Volume utile della vasca di aerazione [m³];

C_a = Concentrazione di fanghi attivi mantenuta nella vasca [Kg SST/m³];

N_N = Carico di azoto da nitrificare [kg N-NH₃/d];

PARAMETRI	EQUAZIONE	VALORE	UNITÀ DI MISURA
BOD_{IN}	BOD _{IN}	78,00	Kg/d
Concentrazione BOD₅ in uscita	C_{BODout}	25,00	mg/l
BOD₅ in uscita BOD_{OUT}	$C_{BODout} \cdot Q_d / 1000$	5,20	Kg/d
Rendimento η	$(BOD_{IN} - BOD_{OUT}) / BOD_{IN}$	93,30	%
ΔB	$\eta \cdot BOD_{IN}$	72,80	Kg/d
F_0 max		2,30	Kg O ₂ /Kg BOD ₅
F_0 medio		1,30	Kg O ₂ /Kg BOD ₅
b	Coefficiente di respirazione endogena	0,13	Kg O ₂ /Kg SST
Concentrazione Azoto tollerabile allo scarico	C_N	15,00	mg/l
Azoto tollerabile allo scarico come ammoniaca	$C_N \cdot Q_d / 1000$	3,12	kg/d
TKN giornaliero		16,06	kg/d
N_N	TKN - Azoto tollerabile allo scarico come ammoniaca	12,94	kg/d
V_N		211	m ³
C_a		4,00	Kg SS/m ³

Tabella 5: Dati di progetto per l'impianto di aerazione

Consumo MEDIO di ossigeno

Fase carboniosa

$$O_2 = F_{0\text{medio}} \cdot \Delta B = 94,64 \text{ kgO}_2/\text{d}$$

Nitrificazione

Per la nitrificazione assumendo pari a 4,6 parti di O_2 l'equivalente di una parte di ($NH_3 - N$) nitrificata e assumendo di voler trattare tutto il TKN giornaliero a vantaggio di sicurezza, risulta:

$$O_2 = 4,6 \cdot TKN_{\text{giorn}} = 73,85 \text{ kgO}_2/\text{d}$$

Respirazione endogena

$$O_2 = b \cdot V_N \cdot C_a = 219,43 \text{ kgO}_2/\text{d}$$

- Richiesta MEDIA giornaliera **387,9 kgO₂/d**

- Richiesta MEDIA oraria **16,2 kgO₂/h**

Consumo MASSIMO di ossigeno**Fase carboniosa**

$$O_2 = F_{0\text{max}} \cdot \Delta B = 167,44 \text{ kgO}_2/\text{d}$$

Nitrificazione

Per la nitrificazione assumendo pari a 4,6 parti di O_2 l'equivalente di una parte di ($NH_3 - N$) nitrificata, e assumendo di voler trattare tutto il TKN giornaliero a vantaggio di sicurezza e il coefficiente di punta uguale a 2, risulta:

$$O_2 = 2 \cdot 4,6 \cdot TKN_{\text{giorn}} = 147,70 \text{ kgO}_2/\text{d}$$

Respirazione endogena

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

- Richiesta MASSIMA giornaliera di Ossigeno **534,57 kgO₂/d**

- Richiesta MASSIMA oraria di Ossigeno **22,3 kg O₂/h**

4.4.2 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_2/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:

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

β = 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°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
SOTR_m	27,70 KgO ₂ /h
SOTR_{max}	38,10 KgO ₂ /h

Questi dati rappresentano l'input per il dimensionamento del sistema di aerazione di entrambe le vasche che vedrà la diffusione dell'aria mediante piattelli.

4.4.3 Interventi di adeguamento del comparto di ossidazione

Per consentire il *revamping* del comparto di ossidazione/nitrificazione occorreranno i seguenti interventi:

- *by-pass impianto*: si provvederà tramite le pompe attualmente in funzione e tubazioni provvisorie a deviare il flusso dei liquami dall'attuale pozzetto di raccolta e sollevamento verso un volume secondario, in questo momento non in uso, in cui sarà effettuato un trattamento ossidativo transitorio tramite sistema di diffusione dell'aria a noleggio (es. flowjet).
- *Rimozione vecchio sistema di aerazione*: verrà svuotata la vasca di ossidazione esistente per procedere alla rimozione dell'attuale sistema di diffusione.
- *Realizzazione setto divisorio*: si provvederà a creare il setto divisorio al fine di dividere la vasca in due linee parallele ma separate, al fine di favorire gli interventi manutentivi futuri ed evitare disservizi.
- *Installazione nuovo sistema di diffusione aria*: verrà installato un nuovo sistema

a piatti.

- Ripristino calcestruzzi: verranno ripristinati i calcestruzzi nei punti in cui sono logorati superficialmente e sostituite tutte le carpenterie in acciaio. Verrà innalzato il franco della vasca di circa 20 cm portando il bordo a filo con le attuali traverse in calcestruzzo.
- Realizzazione passerella di camminamento: sarà prevista una passerella di camminamento in grigliato, corrente sul setto centrale di nuova realizzazione. La passerella avrà il compito, oltre di dare accesso alla camera di manovra, anche di alloggio per le linee aria del sistema di aerazione. I tubi saranno staffati sotto la passerella ai lati del setto centrale, in modo da servire entrambe le vasche. L'accesso alla passerella sarà previsto dal lato sud-ovest delle vasche mediante scaletta in acciaio zincato.
- Realizzazione camera di manovra uscita: la configurazione attuale prevede le vasche di sedimentazione secondaria praticamente adiacenti alla vasca di ossidazione per cui non c'è modo per ispezionare e verificare il sistema di uscita dall'ossidazione del liquame, così come il suo ingresso nei sedimentatori. Per tale motivo si è pensato di ricavare un volume asciutto da interporre tra vasca di ossidazione e sedimentatori, per consentire l'alloggiamento delle valvole poste sul *piping* in uscita e di agire in modo relativamente agevole e sicuro in fase di manovra. Per fare ciò sarà arretrata di 1,5m la parete corta del lato nord della vasca di ossidazione. La regolazione/chiusura/apertura delle valvole avverrà mediante aste di manovra con accesso ad un grigliato sovrastante al quale si avrà accesso dalla passerella centrale della vasca. Per garantire la manutenzione delle valvole sarà installata una scaletta marinara alla quale si accederà dal grigliato removibile del volume di manovra. Il fondo del volume tecnico dovrà avere idonea pendenza, con una cunetta per l'allontanamento dell'acqua piovana che andrà convogliata nella linea di drenaggio del piazzale.
- Realizzazione zona di manovra ingresso: l'area di manovra delle valvole che regoleranno il flusso di liquame in ingresso alle due vasche di ossidazione sarà ricavata dallo smantellamento del locale soffiante attuale, ovvero sul basamento in cemento antistante le vasche. Il *piping*, collegato alle pompe di sollevamento,

dovrà essere pensato in modo da consentire di alimentare le vasche in tutte le combinazioni di funzionamento sia delle pompe che delle linee di ossidazione.

- Installazione nuove soffianti: come detto, il locale soffianti attuali sarà demolito e le soffianti obsolete saranno rimosse. Le due nuove soffianti, una per ciascuna vasca, saranno installate nella zona sud-est delle vasche e dovranno essere poste sotto inverter. In caso di guasto, dovrà essere possibile alimentare entrambe le vasche con ciascuna soffiante, per cui il piping aria dovrà prevedere anche le valvole per consentire questa operazione.
- Installazione nuova sensoristica: dovrà essere prevista l'installazione della nuova sensoristica e della strumentazione necessaria per la regolazione ed il controllo del processo (misuratori ossigeno disciolto, misuratori di portata aria ecc.).

4.5 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.

Attualmente, i due sedimentatori statici a pianta quadrata prevedono un funzionamento in serie. Il liquame in uscita dall'unico volume di ossidazione viene convogliato nel primo sedimentatore e da questo, successivamente, passa nel secondo da cui esce il chiarificato.

Con la nuova configurazione impiantistica ci si propone di separare le linee di trattamento facendo afferire a ciascuna vasca di ossidazione la rispettiva vasca di sedimentazione.

La verifica, quindi, è stata svolta prevedendo in ingresso a ciascun sedimentatore la metà della portata totale e considerando le dimensioni delle vasche esistenti, come riportato nella seguente tabella:

Portata media singola vasca $Q_m=Q_{m_tot}/2$	4,33 m ³ /h
Portata massima singola vasca $Q_{max}=Q_{max_tot}/2$	13 m ³ /h
Lato vasca L	4 m
Lunghezza lato stramazzo Thomson	3,5 m
Superficie singola vasca S_s	16 m ²
Altezza utile liquida	3,2 m
Volume singola vasca	51,2 m ³

Le verifiche condotte sono di seguito elencate:

- Verifica del Carico Idraulico Superficiale
- Verifica del tempo di detenzione
- Verifica del Carico Superficiale dei Solidi Sospesi
- Verifica allo Stramazzo

4.5.1 Verifica del carico idraulico superficiale (CIS)

Il carico idraulico limite ammissibile (o velocità terminale) che potrà essere applicato e che è funzione delle caratteristiche del fiocco del fango attivo è funzione della portata e della superficie del sedimentatore.

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.

Il carico idraulico superficiale calcolato sulla portata media e sulla portata massima si determina dal valore delle due espressioni:

$$CIS_{med} = \frac{Q_m}{S_s} \qquad CIS_{max} = \frac{Q_{max}}{S_s}$$

Dai calcoli:

$$CIS_{med} = \mathbf{0,27} \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$$

$$CIS_{max} = \mathbf{0,81} \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$$

Entrambi i valori risultano nei limiti riportati in letteratura per cui la verifica si ritiene pienamente soddisfatta.

4.5.2 Verifica del tempo di detenzione (HRT)

Conoscendo il volume utile del singolo sedimentatore; è possibile calcolare il tempo di residenza idraulico (HRT) alla portata massima che risulta essere:

$$HRT = \frac{Q_{max}}{V_s} = \mathbf{3,9 \text{ h}}$$

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

Per il ricircolo dei fanghi saranno installate due pompe, una per sedimentatore che, 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. Sarà prevista una terza pompa in scorta passiva alle prime due.

4.5.3 Verifica apporto di solidi

Occorre inoltre assicurare che il carico di solidi sospesi per unità di superficie non sia elevato.

Calcolo del carico superficiale dei solidi sospesi in tempo secco:

$$P_{SS} = \frac{(Q_m + Q_r)C_a}{A} = \frac{(4,33 + 4,33)4}{16} = 2,89 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2\text{h}}$$

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

$$P_{SS} = \frac{(Q_{max} + Q_r)C_a}{A} = \frac{(13 + 4,33)4}{16} = 5,78 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2\text{h}}$$

In cui:

P_{SS} = Carico superficiale dei solidi sospesi [kgSS/m²h];

Q_m = Portata media oraria [m³/h];

Q_r = Portata di ricircolo assunta pari alla portata media oraria [m³/h];

Q_{max} = Portata massima oraria [m³/h];

C_a = concentrazione del fango nella miscela areata [kgSS/m^3];

A = superficie della vasca di sedimentazione [m^2]

Le verifiche risultano soddisfatte in quanto il P_{SS} in tempo secco è minore di 1-5 $\text{kg}/(\text{m}^2\text{h})$ mentre in tempo di pioggia è inferiore a 7 $\text{kg}/(\text{m}^2\text{h})$, secondo dati di letteratura (*Metcalf&Eddy*).

4.5.4 Verifica carico allo stramazzo

È stata effettuata la verifica relativa alla portata specifica allo stramazzo, che per evitare effetti di trascinamento dei solidi nell'effluente chiarificato dovrà essere inferiore a

< 5,2 $\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{h}$ sulla portata media
< 10,4 $\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{h}$ sulla portata max

Il perimetro del sedimentatore coincide con la lunghezza dello stramazzo Thomson, pari a 14 m, per cui:

$$C_{\text{str_max}} = \frac{Q_{\text{max}}}{L_{\text{str}}} = \frac{13}{14} = \mathbf{0,9 \text{ m}^2/\text{h}}$$

$$C_{\text{str_med}} = \frac{Q_m}{L_{\text{str}}} = \frac{4,33}{14} = \mathbf{0,3 \text{ m}^2/\text{h}}$$

La verifica risulta soddisfatta.

4.5.5 Interventi di adeguamento del comparto di sedimentazione

Dalle verifiche sopra riportate emerge che il singolo sedimentatore può asservire perfettamente la singola linea di ossidazione. Per questo motivo il funzionamento dei sedimentatori secondari non sarà più previsto in serie ma ogni vasca riceverà la portata in uscita dalla relativa vasca di ossidazione.

Gli attuali sedimentatori sono in buone condizioni, ma in ogni caso gli interventi richiesti sono:

- Manutenzione ordinaria: sarà necessaria una pulizia delle vasche a seguito del loro svuotamento e una ripresa del calcestruzzo dove necessario.
- Sostituzione delle pompe di ricircolo fanghi.
- Realizzazione di nuove tubazioni di ricircolo: le tubazioni correranno sui due lati esterni delle vasche di ossidazione
- Ridefinizione del piping ingresso: come già riportato nel paragrafo 4.4.3 arretrando la parete nord della vasca di ossidazione si ricaverà un volume asciutto tra questa e le vasche di sedimentazione. All'interno di questo volume sarà previsto l'alloggiamento del piping che consentirà di deviare il liquame nei sedimentatori a seconda delle varie configurazioni di funzionamento. In particolare dovrà essere consentito l'arrivo del liquame a ciascun sedimentatore da entrambe le vasche di ossidazione, in modo da ottenere un sistema versatile in caso di manutenzioni o malfunzionamenti di una delle vasche. Nel seguente sketch è riportato un possibile schema della linea liquami tra vasche di ossidazione e sedimentatori da sistemare nel nuovo volume di manovra ricavato:

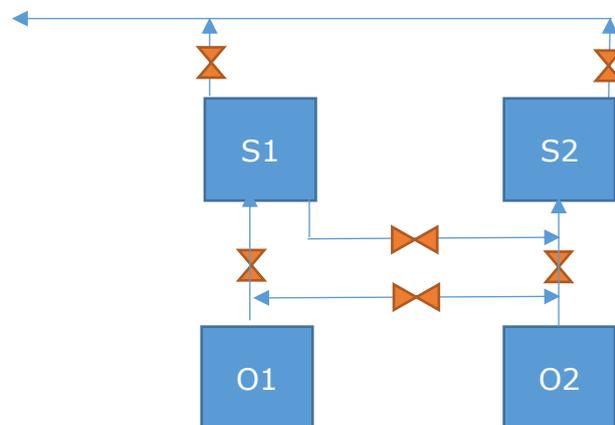


Figura 11 - Schema camera di manovra piping ossidazione-sedimentazione

E' già presente un collegamento idraulico tra le due vasche di sedimentazione poiché attualmente il loro funzionamento sta avvenendo in serie. Purtroppo, però, non si hanno sufficienti informazioni sulle modalità costruttive di questo collegamento perché, come detto, ADF ha acquisito solo in un secondo momento l'impianto. Per questo motivo solo nelle fasi successive, quando avverrà lo

svuotamento delle vasche, sarà possibile valutare un riutilizzo o una modifica del sistema di messa in serie dei sedimentatori. Molto probabilmente il piping di questo collegamento idraulico andrà adeguato e ridefinito.

- Ridefinizione piping uscita: dovrà essere rifatto il piping in uscita ed il relativo valvolame per consentire di agire nelle varie combinazioni previste. Il chiarificato uscente dai due sedimentatori dovrà essere convogliato in un'unica vasca di confluenza pensata con adeguati setti interni per trattenere le schiume eventualmente passanti e garantire un ulteriore trattamento di affinamento.

A seguito di questi accorgimenti si ribadisce che non è comunque pregiudicato un futuro processo di trattamento in serie dei sedimentatori, la cui verifica è stata comunque effettuata con esiti positivi, ad eccezione dell'apporto di soldi che risulterebbe leggermente superiore ai limiti di letteratura.

4.6 Accumulo e stabilizzazione fanghi

Il processo biologico darà origine ad una quantità di fanghi di supero che dovranno essere regolarmente estratti dal circuito depurativo al fine di mantenere il migliore equilibrio del processo con il minimo costo gestionale legato all'ossigeno da fornire alla massa biologica presente nelle vasche.

Il supero è quella quota parte di fango in eccedenza a quella che risulta necessario ricircolare per mantenere la concentrazione della biomassa nel reattore biologico ad un valore sufficiente a garantire il rendimento depurativo richiesto. I fanghi di supero saranno convogliati per pompaggio nella vasca di stabilizzazione dove verranno ossidati tramite insufflazione di aria dal fondo grazie ad una rete di diffusori a bolle grosse.

La linea fanghi, quindi, è rappresentata dalla sola stabilizzazione aerobica che funge da mero stoccaggio areato dei fanghi.

Nell'impianto attuale i fanghi di supero in uscita dai sedimentatori viene stoccato in un manufatto di circa 90 m³ per essere poi trasferiti presso altri impianti di depurazione.

La vasca attuale, sulla quale è stata svolta la verifica, ha le seguenti dimensioni:

- Altezza utile (stimata) 3,50 m
- Lato corto 4,60 m
- Lato lungo 5,50 m
- Superficie 25.30 m²
- Volume **88.55 m³**

In ingresso a questa unità, quindi, si avranno i fanghi di supero prodotti dall'impianto di depurazione:

- Fango secco giornaliero prodotto $M_{\text{fango}} = I_p * BOD_{\text{in}} * \eta = 40,00 \text{ KgSST/d}$
- Volume fango giornaliero (assumendo 1% secco) 4,00 m³/d;

dove

I_p : indice di produzione specifico di fango = 0.55 KgSST/KgBOD

BOD_{in} : BOD in ingresso alla vasca di ossidazione

η : rendimento in vasca di ossidazione

Per un tempo detenzione che sarà pari a:

$$\theta = \frac{V_{\text{vasca}}}{V_{\text{fango/d}}} = \frac{88,55}{4} = 22 \text{ d}$$

La vasca attuale, quindi, potrà essere sfruttata anche per il nuovo depuratore, prevedendo una soffiante dedicata per la distribuzione dell'aria dal sistema a piattelli da installare sul fondo. Successivamente i fanghi verranno prelevati con autospurgo da un apposito attacco da posizionare a 50 cm dal fondo e trasferiti presso altro impianto per idoneo trattamento. Il surnatante, invece, sarà convogliato al pozzetto dei pretrattamenti mediante una valvola telescopica.

4.7 Interventi accessori necessari per l'adeguamento

4.7.1 Ricircoli

Il sistema dei ricircoli andrà completamente rifatto:

- Ricircolo fanghi e surnatante: il ricircolo dei fanghi dai sedimentatori secondari dovrà consentire di alimentare entrambe le vasche di ossidazione secondo lo schema seguente:

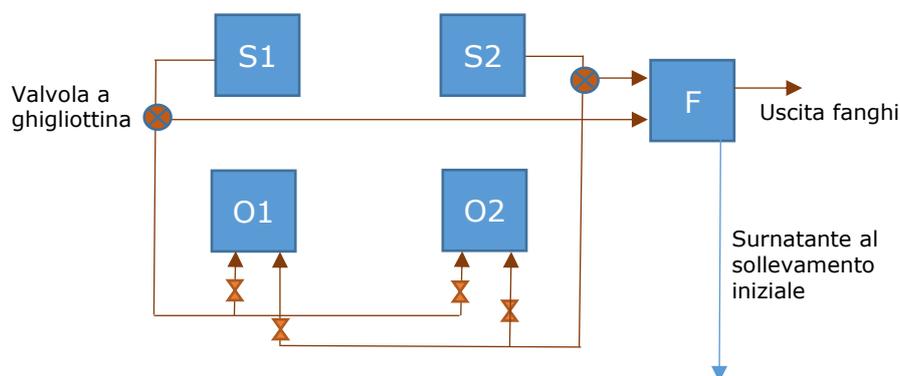


Figura 12 - Schema linea di ricircolo fanghi

Dovrà quindi essere garantito l'apporto di fango in tutte le combinazioni possibili in modo da poter far lavorare le varie vasche in alternanza durante le fasi di manutenzione.

Le due linee di ricircolo correranno sui due lati esterni delle vasche di ossidazione.

Per consentire il ricircolo saranno installate due pompe immerse nei sedimentatori (una per vasca). Una terza pompa sarà prevista in scorta passiva.

Da entrambe le linee uscenti dai sedimentatori sarà previsto uno stacco, con valvola a ghigliottina, per l'invio dei fanghi di supero nella vasca di accumulo aerato (F).

Per il ricircolo del surnatante dalla vasca di accumulo fanghi (F) ai pretrattamenti sarà utilizzata una valvola telescopica.

- Ricircolo del chiarificato: dovrà essere prevista una linea di ricircolo delle acque chiarificate a partire dal pozzetto di campionamento. Tale ricircolo sarà utile per garantire una fornitura di acque per usi interni all'impianto. Prima della pompa di ricircolo dovrà essere installato un filtro purificatore.

4.7.2 Vasca di confluenza

Il refluo chiarificato in uscita dai sedimentatori confluirà in un'unica vasca, dotata di appositi setti interni, avente la funzione di affinare il trattamento, trattenendo schiume ed ulteriori solidi eventualmente sfuggiti in sedimentazione. In tal modo il chiarificato

avrà un percorso obbligato all'interno della vasca che garantirà un idoneo tempo di residenza.

Fissando un tempo di residenza $t_r=5$ min si ricava il volume della vasca di confluenza:

$$V_c = t_r * Q_{max} = \frac{5}{60} * 26 = 2,17 \text{ m}^3$$

Ipotizzando una altezza del battente liquido $h_l=0,70$ m si ottiene la superficie della vasca:

$$S = \frac{V_c}{h_l} = \frac{2,17}{0,7} = 3,10 \text{ m}^2$$

La vasca di raccolta, all'evenienza, potrà essere anche utilizzata come stadio di disinfezione finale di emergenza mediante clorazione.

4.7.3 Pozzetti di uscita

A valle della vasca di confluenza di uscita dovrà essere installato il pozzetto di campionamento. In serie sarà installato un secondo pozzetto che riceverà il by-pass di impianto.

Occorre anche un adeguamento del pozzetto di uscita delle acque depurate presenti nei pressi del fosso di scarico che versa in uno stato di degrado.

4.7.4 Sistemazione dei piazzali

I piazzali interni dovranno essere provvisti di adeguata pendenza con sistema di raccolta ed allontanamento delle acque meteoriche che potranno essere convogliate in testa ai pretrattamenti. L'area di piazzale da sistemare ammonta a circa 900 metri quadri.

5. Impianto ed apparecchiature elettriche

Sarà necessario installare un nuovo edificio servizi al fine di avere un ambiente protetto per l'installazione dei nuovi quadri elettrici, nonché un punto di appoggio per l'operatore. Inoltre sarà necessario realizzare tutto il nuovo impianto elettrico e di telecontrollo. 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 i di principio e di montaggio con corrispondenti numeri e colori delle connessioni.

5.1 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.

6. 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 6 - 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/mm². La superficie di tenuta sarà: a gradino secondo; a faccia piana secondo. Tutte le flange indicate dovranno rispettare le norme UNI previste.

6.1 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.

6.2 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 7 – Dimensioni tubi in PEAD

6.3 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.

6.4 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.

6.5 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).

6.6 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.