ERSI ABRUZZO

Ente Regionale per il Servizio Idrico Integrato

SERVIZI DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA, PROGETTAZIONE DEFINITIVA E PROGETTAZIONE ESECUTIVA, CON COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE, DIREZIONE E CONTABILITA' LAVORI E COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE PER I LAVORI DI ADEGUAMENTO DELLE INFRASTRUTTURE DEL SERVIZIO DI FOGNATURA E DEPURAZIONE IN ALCUNI SUB AMBITI DELL'E.R.S.I. ABRUZZO

Masterplan per l'Abruzzo – Patto per il Sud – Codice Intervento PSRA/36

PSRA/36-02
ADEGUAMENTO E AMPLIAMENTO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI AVEZZANO (AQ)

CUP D39B16000030002

Progettista: R.T.P. tra

(Mandataria)

C.& S. Di Giuseppe Ingegneri Associati Srl

Mandanti)

ETATEC STUDIO PAOLETTI

ISOLA BOASSO STUDIO DI INGEGNERIA

Ing. Eleonora Sablone, Ing. Flavio Odorisio,

Geologo Dott. Domenico Pellicciotta,

Archeologo Dott.ssa Martina Pantaleo

Ente Appaltante:

Ersi Abruzzo - Ente Regionale per il Servizio Idrico Integrato

Responsabile Unico del Procedimento:

Ing. Alessandro Antonacci

Responsabile di Contratto
Ing. Conny Di Giuseppe

Responsabile Integrazione delle prestazioni specialistiche
Ing. Berardo Giangiulio

Responsabili Progettazione Opere impiantistiche IA.01
Ing. Riccardo Isola
Ing. Evandro Serafini

Responsabili Progettazione Opere strutturali S.03
Ing. Paolo Boasso
Ing. Simone Sciarra

Responsabili Progettazione Opere idrauliche D.04
Ing. Vincenzo Ciccarelli
Ing. Giovanni Peduzzi

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATI SPECIALISTICI
RELAZIONE GESTIONALE DELL'IMPIANTO

Elaborato n°:	Codice elaborato:	Scala
3.5	**854BPD03050000_00**	**-**

Rev.	DATA	DESCRIZIONE/MODIFICA	REDATTO DA:	VERIFICATO DA:	APPROVATO DA:
00	Luglio 2022	PRIMA EMISSIONE	Ing. Evandro Serafini	Ing. Riccardo Isola	Ing. Berardo Giangiulio

1 PREMESSA 5
1 DATI DI PROGETTO 6
1.1 POTENZIALITÀ DI PROGETTO 6
1.1.1 Dati Base Progetto 8
1.2 LIMITI ALLO SCARICO E TEMPERATURE DI PROGETTO 9
2 FILIERA DI TRATTAMENTO DELL'IMPIANTO 11
2.1 STATO ATTUALE 11
2.1.1 Criticità rilevate 13
2.1.2 Obiettivi da Raggiungere 13
2.2 STATO DI PROGETTO 14
3 GESTIONE IN FUNZIONAMENTO ORDINARIO – MISURE E CONTROLLI 15
3.1 MISURE E CONTROLLI 15
3.1.1 Generalità 15
3.1.2 Misure di controllo in ingresso 15
3.1.3 Misure di controllo nei comparti di trattamento 15
3.2 RETI DI FOGNATURA 16
3.2.1 Tipologia 16
3.2.2 Avviamento 16
3.2.3 Manutenzione ordinaria 16
3.2.4 Attrezzatura di spurgo e blocco 16
3.2.5 Opere accessorie 16
3.2.6 Incidenti di esercizio 17
3.3 COMPARTO DI SOLLEVAMENTO 17
3.3.1 Tipologia 17
3.3.2 Avviamento 17
3.3.3 Manutenzione Ordinaria 17
3.3.4 Incidenti di Esercizio 18
3.4 TRATTAMENTI DI GRIGLIATURA 19
3.4.1 Tipologia 19
3.4.2 Avviamento 19
3.4.3 Manutenzione ordinaria 19
3.4.4 Incidenti di esercizio 19
3.5 BACINI DI DISOLEAZIONE 20
3.5.1 Tipologia 20
3.5.2 Eliminazione dei grassi 20
3.5.3 Avviamento 20
3.5.4 Manutenzione ordinaria 20
3.5.5 Incidenti di esercizio 20
3.5.6 Rimedi possibili 20
3.6 BACINI DI DISSABBIATURA 21
3.6.1 Avviamento 21
3.6.2 Manutenzione ordinaria 21
3.6.3 Classificatore delle sabbie-lavaggio 22
3.7 EQUALIZZAZIONE E OMOGENERIZZAZIONE 23

3.7.1 Avviamento e conduzione *23*
3.7.2 Disfunzioni e correzioni *23*
3.7.3 Manutenzione *24*
3.8 TRATTAMENTI DI SEDIMENTAZIONE *24*
3.8.1 Tipologia *24*
3.8.2 Avviamento *24*
3.8.3 Manutenzione ordinaria *25*
3.8.4 Incidenti di servizio - decantatore secondario *26*
3.8.5 Apparecchiature *26*
3.9 TRATTAMENTI BIOLOGICI DELLE ACQUE *26*
3.9.1 Generalità *26*
3.9.2 Trasformazione biologica della sostanza organica *26*
3.9.3 Tipologia *27*
3.9.4 Avviamento *27*
3.9.5 Manutenzione ordinaria *27*
3.9.6 Conduzione *28*
3.9.7 Incidenti di esercizio *28*
3.10 DISINFEZIONE DELLE ACQUE *29*
3.10.1 Avviamento *29*
3.10.2 Conduzione *29*
3.10.3 Incidenti di esercizio *30*
3.11 TRATTAMENTO DEI FANGHI *31*
3.11.1 Generalità *31*
3.11.2 Ispessimento dinamico *31*
3.11.3 Digestione Aerobica *33*
3.11.4 Ispessimento a gravità *36*
3.11.5 Disidratazione meccanica *39*
4 GESTIONE DELL'IMPIANTO IN CASO DI PIOGGIA 45
5 GESTIONE DELL'IMPIANTO IN CASO DI EMERGENZA O FORTI FLUTTUAZIONI DI CARICO 46
6 GESTIONE DELL'IMPIANTO IN CASO DI ANOMALI ARRIVI DI COMPOSTI DI FOSFORO 47
7 SEZIONE DISINFEZIONE DELL'ACQUA DEPURATA 49
7.1 DISINFEZIONE UV *49*
7.2 DISINFEZIONE PAA *53*
7.2.1 Avviamento *54*
7.2.2 Manutenzione ordinaria *54*
7.2.3 Conduzione *54*

1 PREMESSA

Il Raggruppamento Temporaneo di Professionisti (di seguito RTP), ha ricevuto E.R.S.I. Abruzzo – Ente Regionale per il Servizio Idrico Integrato l'affidamento per la progettazione dei lavori di *"Adeguamento delle infrastrutture del servizio di fognatura e depurazione in alcuni sub-ambiti dell'E.R.S.I. Abruzzo"*.

La presente relazione gestionale è redatta ai sensi di quanto riportate all'Allegato come parte integrante alla deliberazione n.227 del 28 marzo 2013 e illustra le modalità dell'impianto in condizioni di funzionamento ordinario e in situazioni straordinaria costituite da:

- Aumento di portata dovuto a piogge abbondanti;
- Forti fluttuazioni stagionali;
- Situazioni di rischio sanitario.

1 DATI DI PROGETTO

La definizione del quadro dei dati di progetto assunti alla base delle verifiche di dimensionamento di processo e delle verifiche idrauliche è basato su indicazioni fornite dalla committente.

1.1 *Potenzialità di progetto*

L'agglomerato oggetto di intervento come riportato nell'elaborato "R.1.1 – Schede monografiche agglomerati maggiori di 2.000 AE" redatta da C.A.M. S.p.A. presenta un carico generato pari a 70.941 AE.

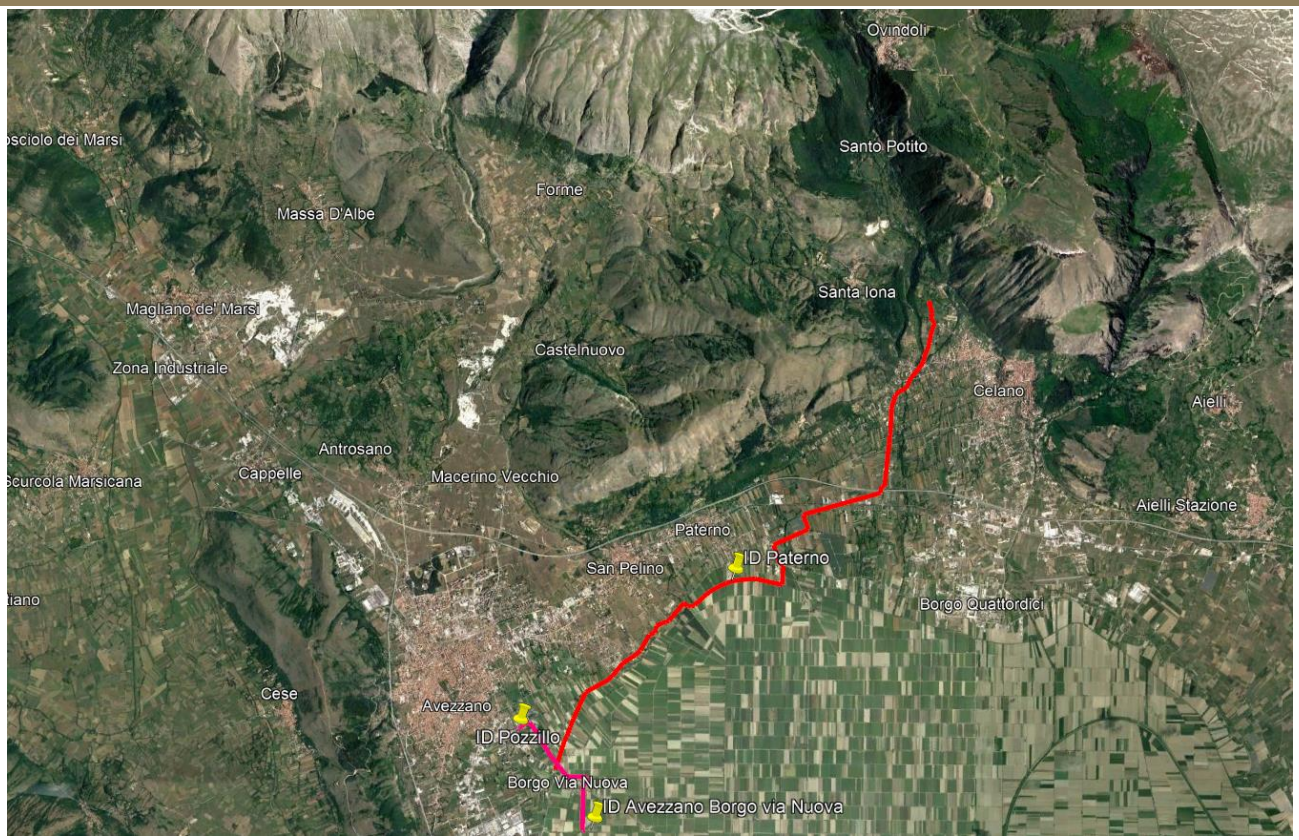
AGGLOMERATO AVEZZANO POZZILLO PATERNO - OVINDOLI

Comune e località afferenti	Res.	Pre.	Pen.	Alb.	Tur.	Ris.	M.I.	A.E.T.U.
Avezzano capoluogo	36 058,4	133,6	1 866,6	214,2	4 177,1	1 233,5	7 818,5	51 502
Madonna Pietracquaria								
Maiorana								
Case incile								
Faenza								
Borgo via nuova								
San Pelino e Paterno	2811,3	10,4	198,2	16,7	931,5	96,2	25,4	4 090
Macerino vecchio								
Olmetto								
Pozzone								
Nucleo Industriale								7 000
Parte di Celano	collettato al 100%							397
Ovindoli	1 190,0	-84,0	-37,0	577,0	5 550,9	103,2	652,5	7 953
Totale	40 059,7	60,0	2 027,8	807,9	10 659,5	1 432,9	8 496,4	**70 941**

In tale agglomerato risultano essere presenti 3 impianti di depurazione: il depuratore di Paterno, il depuratore di loc. Pozzillo, che presenta una serie di criticità che ne hanno compromesso la funzionalità. Nell'ottica di un miglioramento gestionale del sistema depurativo, è prevista la dismissione di tali impianti, con realizzazione di un nuovo collettore destinato a convogliare tali acque all'impianto di Borgo Via Nuova.

Oltre a tali località, come anticipato in precedenza è previsto il collettamento di Ovindoli e parte di Celano.

L'obiettivo è quello di potenziare l'impianto di depurazione esistente garantendo un nuovo assetto impiantistico in grado di rispondere ai requisiti richiesti dal PTA della Regione Abruzzo n.227 del 28 marzo 2013 e successive modifiche ed integrazioni.



1-1 - Localizzazione dell'intervento

PERCENTUALE DI CARICO COLLETTATO ALLA RETE FOGNARIA

Codice agglomerato	Codice impianto	Nome Impianto	Coll. (%)	C.G. (%)	C.I. (AE)
IT1366006A01	IT1366006A02C03	Paterno	98,0	98,0	69 530
	IT1366006A01C01	Pozzillo			
	IT1366006A01C02	Nucleo industriale			

1-2 - Percentuale di Carico collettato alla rete fognaria negli impianti esistenti

Sulla scorta di tali valutazioni, il nuovo impianto sarà dimensionato per una capacità di trattamento pari a 74.000 AE.

1.1.1 Dati Base Progetto

Di seguito si riportano le portate assunte come riferimento alla base della progettazione. Gli sfioratori delle reti fognarie di tipo unitario devono lasciar defluire all'impianto di trattamento una portata con coefficiente pari a 4 volte la portata media oraria. Quest'ultima risulta calcolata considerando una dotazione idrica pro-capite di 300 l/AE d e un coefficiente di afflusso in fognatura pari a 0,80.

Tabella 1 - Caratteristiche refluo in ingresso impianto

PARAMETRI	Indici	Unità di Misura	Valore
Abitanti Equivalenti Totali:	***A.E.***	***Abitanti***	***74.000***
Dotazione Idrica	DI	l/AE d	300,00
Coefficiente di afflusso in fognatura	α	-	0,80
Portata Idraulica media giornaliera	Q_{mg}	mc/g	17.760,00
Portata Idraulica media oraria 24h	Qmn	mc/h	740,00
		l/s	205,56
Coefficiente di punta oraria in tempo secco	Cpn	-	1,80
Portata Idraulica di punta secca	Qpn	mc/h	1.332,00
		l/s	370,00
Coefficiente di punta oraria in tempo di pioggia	Cpp	-	4,00
Portata Massima ammessa all'Impianto (pretrattamenti e disinfezione)	Qpp	mc/h	2.960,00
		l/s	822,22
Coefficiente di punta oraria ammessa al biologico	Cpb	-	2,00
Portata massima al biologico	Qmaxbio	mc/h	1.480,00
		l/s	411,11
Inquinamento specifico BOD_5	BOD	gr/ab d	60,00
Inquinamento totale giornaliero	BOD	KgBOD/d	4.440,00
Concentrazione di BOD_5 in ingresso	BOD	mgBOD/l	250,00
Inquinamento specifico COD	COD	gr/ab d	120,00
Inquinamento totale giornaliero	COD	KgCOD/d	8.880,00
Concentrazione di COD in ingresso	COD	mgCOD/l	500,00
Inquinamento specifico SST	SST	gr/ab d	90,00
Inquinamento totale giornaliero	SST	KgSST/d	6.660,00
Concentrazione di SST in ingresso	SST	mgSST/l	375,00
Inquinamento specifico TKN	TKN	gr/ab d	12,00
Inquinamento totale giornaliero	TKN	KgTKN/d	888,00
Concentrazione di TKN in ingresso	TKN	mgTKN/l	50,00

Inquinamento specifico P	P	gr/ab d	2,00
Inquinamento totale giornaliero	P	KgP/d	148,00
Concentrazione di P in ingresso	P	mgP/l	8,33

1.2 *Limiti allo scarico e Temperature di Progetto*

L'impianto di depurazione, così come descritto e verificato, consentirà di restituire in acque superficiali le acque depurate con caratteristiche in linea con quanto disposto dalle Direttive Europee per lo scarico di acque urbane e, in particolare, con quanto disposto dal TUA D. Lgs.152/06 e ss.mm.ii. I dati caratteristici dello scarico garantiti sono contenuti nella tabella di seguito riportata:

Tabella 2 – Valori limiti di emissione per scarichi di acque reflue urbane su corpo idrico superficiale secondo quanto previsto dalla Tabella 1 dell'allegato 5 alla parte III del D.Lgs. n.152 del 03.04.06

Parametri previsti per l'effluente depurato	**Indici**	**U.M.**	**Valore**
BOD_5	BOD_5	mg/l	< 25,00
COD	COD	mg/l	< 125,00
Solidi Sospesi	SST	mg/l	< 35,00
Azoto totale	Ntot	mg/l	< 35,00
Azoto ammoniacale:	NH_4	mg/l	< 15,00
Azoto Nitrico	NO_3	mg/l	< 20,00
Azoto Nitroso	NO_2	mg/l	< 0,60
Fosforo	Ptot	mg/l	< 10,00

L'impianto dovrà essere in grado, inoltre, di rispettare i limiti previsti dalla Tabella 3 dell'allegato 5 alla parte III del D. Lgs. 152/2006.

Ovviamente, anche per Escherichia Coli e saggio di tossicità acuta, si farà riferimento alla succitata Tabella 3 dell'allegato 5 alla parte III del D. Lgs. 152/2006 (si veda la Tabella 3).

Tabella 3 - Valori limite di emissione in acque superficiali previsti dalla Tabella 3 dell'Allegato 5 alla Parte III del T.U.A. 152/06

Parametri previsti per l'effluente depurato	**Indici**	**Un/Mis**	**Valore**
Escherichia coli		UFC/100 ml	< 5.000
Saggio di tossicità acuta			Il campione non è accettabile quando dopo 24 ore il numero degli organismi immobili è uguale o maggiore del 50% del totale

Le acque depurate saranno immesse nell'adiacente Fosso 2.

Al fine di garantire il rispetto dei limiti è previsto il dimensionamento dell'impianto considerando l'80% dei limiti da normativa. Nello specifico:

Tabella 4 – Valori limiti di emissione di progetto

Parametri previsti per l'effluente depurato	Indici	U.M.	Valore
BOD_5	BOD_5	mg/l	20,00
COD	COD	mg/l	100,00
Solidi Sospesi	SST	mg/l	28,00
Azoto totale	Ntot	mg/l	28,00
Azoto ammoniacale:	NH_4	mg/l	12,00
Azoto Nitrico	NO_3	mg/l	16,00
Fosforo	Ptot	mg/l	8,00

Dal momento che le cinetiche di crescita batteriche risultano rallentate al decrescere della temperatura in vasca, il dimensionamento delle volumetrie dei processi biologici è stato effettuato con riferimento alle condizioni di temperatura di progetto invernale, assunta pari a 12 °C. La temperatura massima estiva di 25 °C è stata invece considerata per le verifiche di dimensionamento dei sistemi di aerazione, dato che la solubilità dell'ossigeno si riduce all'aumentare della temperatura del liquame.

I principi assunti alla base della progettazione sono:

- *Massimizzazione della semplicità gestionale, in modo da non richiedere il presidio dell'impianto e limitare la presenza del personale ai soli interventi di manutenzione ordinaria e straordinari;*
- *Minimizzazione dei costi di gestione associati ai consumi energetici e di reagenti chimici, allo smaltimento dei fanghi e alle attività di manutenzione;*
- *Identificare e predisporre, già in questa fase, aree e layout per consentire che il potenziamento sia localizzato all'interno dell'area esistente;*
- *Linea acque disposta su almeno due linee* per consentire la massima flessibilità gestionale;
- Linea fanghi con inserimento di una adeguata stabilizzazione;
- *Potenziamento dei pretrattamenti* alla portata massima di impianto per ogni linea;
- Controllo delle emissioni odorigene nei locali più soggetti alla formazione di odori molesti (pretrattamenti e linea fanghi);
- *Riutilizzo dei manufatti e dell'attuale impiantistica*. L'ampliamento è progettato per sfruttare al massimo l'infrastruttura esistente

2 FILIERA DI TRATTAMENTO DELL'IMPIANTO

2.1 *Stato attuale*

Il depuratore consortile di Avezzano Borgo Via Nuova è stato oggetto, rispetto alla configurazione iniziale, di successivi interventi di completamento, alcuni eseguiti solo in parte; nel tempo, infatti, sono state realizzate varie opere fino al raggiungimento della configurazione attuale.

L'impianto di depurazione presenta una capacità di trattamento, in termini di portata idraulica, di 461 m^3/h ed una portata di punta massima di 661 m^3/h; ad esso risultano essere collegati circa 47.000 abitanti equivalenti provenienti dalla rete fognaria comunale di Avezzano, con un carico organico stimato di 2.400 kgBOD/d.

Vanno aggiunti gli scarichi di tipo industriale provenienti dai vari insediamenti produttivi dell'area industriale della Marsica, i cui valori mediati, possono essere stimati in 7.000 A.E.

Figura 2-1 - Area di Intervento

All'impianto i reflui vengono addotti mediante due collettori, il primo proveniente da parte dall'abitato di Avezzano e il secondo proveniente dall'area industriale. Quest'ultimo risulta essere trattato in una linea dedicata.

Dal collettore civile confluiscono in impianto acque reflue urbane e meteoriche mentre da quello industriale solo acque reflue industriali ed assimilabili alle urbane, in quanto la zona è dotata di rete fognante separata.

L'impianto è assoggettato al rispetto dei limiti per le acque di scarico in acque superficiali urbane domestiche e industriali: Tab.1 e Tab.3 del D.Lgs. 152/06.

L'impianto esistente è costituito dalle unità di processo d'appresso riportate.

Linea liquami - civili

- *Stazione di grigliatura primaria automatica con compattatore dei succedanei;*
- *Stazione di sollevamento liquami dotata di 5 elettropompe sommergibili;*
- *Unità di grigliatura medio-fine con griglia sub-verticale;*
- *Unità di dissabbiatura e flottazione, con ponte pulitore per l'estrazione delle sabbie;*
- *Vano di ripartizione ed alimentazione alle unità biologiche;*
- *Reattore biologico di pre-denitrificazione con un volume utile disponibile di m^3 1.568;*
- *Reattori biologici di ossi-nitrificazione (2 vani da 2.000 m^3) con un volume complessivo di 4.000 m^3;*
- *Unità di sedimentazione secondaria a flusso radiale (3 bacini da 314 m^2) con un volume complessivo di 2.826 m^3;*
- *Unità di ricircolo dei fanghi attivi con pompe sommergibili, alloggiate in apposito manufatto isolato e posto in prossimità dei reattori biologici di ossidazione;*
- *Unità di microfiltrazione a massa adesa su due linee*
- *Unità di disinfezione chimica, su due linee; il mezzo sterilizzante impiegato è l'acido peracetico.*
- *Opera di Scarico sul Fosso 2 e rilancio delle acque depurate al Fosso 3 (non in funzione).*

Linea liquami - industriali

- *Unità di sollevamento dei liquami;*
- *Unità di pretrattamento e microstacciatura;*
- *Bacino di accumulo e bilanciamento;*
- *Unità di flocculazione e chiarificazione a pacchi lamellari;*
- *Disidratazione dei fanghi.*

Linea fanghi

- *Unità di digestione aerobica dei fanghi di supero, (2 vani da 784 m^3) con un volume utile disponibile di m^3 1.568;*
- *Unità di post-ispessimento dinamo-gravimetrico dei fanghi digeriti aerobicamente, tipo Thorpey, della capacità di m^3 94,98 ed una superficie del fondo di m^2 23,74;*
- *Unità di disidratazione meccanica dei fanghi digeriti, costituita da nastropresse a due teli confluenti e 7 rulli di strizzaggio con larghezza di telo di mm. 2.000, nonché centraline automatiche di preparazione e dosaggio del flocculante;*
- *Impianto di trattamento termico dei fanghi attualmente non in funzione.*

2.1.1 Criticità rilevate

Dal momento che il nuovo assetto dell'impianto dovrà essere in grado di rispondere ai requisiti riportati nel PTA della Regione Abruzzo, redatto sulla base del D. Lgs. 3 Aprile 2006, n. 152, ed alle linee-guida contenute nella delibera della Regione Abruzzo n. 227 del 28 marzo 2013, risulta necessario ricorrere a soluzioni progettuali adeguate alla risoluzione dei problemi derivanti da tali necessità.

Attualmente, le criticità che non permettono di garantire il rispetto dei requisiti di cui sopra risultano riguardare:

- L'unità esistente di sollevamento e pretrattamento che non è in grado di sopportare l'intero carico idraulico corrispondente a 4 volte la portata media nera (così come impone l'attuale legislazione). Risulta pertanto necessario realizzare una nuova unità di sollevamento-pretrattamento, capace di smaltire la differenza di flusso emergente tra la portata totale ammessa all'impianto (4·Qm derivante dal flusso idraulico generato dai 74.000 abitanti equivalenti) e quella massima ammissibile all'esistente impianto, pari a 661 mc/h.
- L'impianto biologico esistente, costituito da sistema di processo a predenitrificazione con fase separata di ossi-nitrificazione, non è in grado di garantire rendimenti sufficienti ad essere compatibili con i futuri carichi in ingresso impianto. Risulta pertanto necessaria nuova volumetria in grado di garantire i rendimenti richiesti.
- L'attuale sistema di trattamento terziario (filtrazione e disinfezione PAA) non è in grado di sostenere il nuovo carico idraulico;
- La linea fanghi andrebbe adeguata alla nuova potenzialità;

2.1.2 Obiettivi da Raggiungere

Rispetto alle criticità evidenziate nel precedente paragrafo, il primo obiettivo da raggiungere deve essere quello di stabilire idonei valori a base di calcolo, sia per quanto riguarda le portate da sottoporre al ciclo biologico che per quanto attiene i valori delle acque di pioggia, e riprogrammare il funzionamento dell'impianto sulla base di detti valori, adeguando i comparti non idonei; parallelamente il progetto si pone l'obiettivo di effettuare un completo revamping di tutto quanto esistente, tramite la sostituzione di tutti gli elementi obsoleti ed ammalorati, non più utilizzabili.

Le soluzioni previste per il superamento di tali criticità vengono di seguito riportate:

- *Realizzazione di un nuovo pretrattamento a sostegno di quello esistente;*
- *Realizzazione di una nuova sezione biologica costituita da predenitrificazione/nitrificazione (per la rimozione del carico organico e di quello azotato) tramite la tecnologia del bioreattore a membrana (MBR). Tale scelta permette di evitare la realizzazione di nuovi sedimentatori finali che, vista l'assenza di aree disponibili, dovrebbero essere realizzati sul terreno adiacente all'impianto previo esproprio. L'installazione di tale sistema, inoltre, garantirebbe un refluo con caratteristiche allo scarico di gran lunga migliori rispetto ad un impianto a fanghi attivi convenzionale;*

- *Realizzazione di un nuovo comparto di disinfezione UV dimensionato per la portata massima trattabile al biologico;*
- *Adeguamento della linea fanghi.*

Il tutto viene meglio esplicitato nel seguente paragrafo sui contenuti del progetto.

2.2 *Stato di Progetto*

L'impianto sarà dimensionato per il trattamento completo di 2,00 Q_{mn} (ovvero due volte la portata media nera) mentre verranno sottoposte ai trattamenti preliminari e trattamenti di disinfezione le portate fino a 4 Q_{mn} (ovvero 4 volte la portata media nera).

Gli interventi descritti in maniera più esaustiva nella Relazione tecnica di processo saranno realizzati in aree disponibili, di cui non risulta necessaria la procedura di esproprio. Motivo principale alla base di tale scelta è la garanzia di continuità di funzionamento dell'impianto nel transitorio, in quanto vengono sostanzialmente evitate le interferenze tra i nuovi comparti di trattamento e l'impiantistica esistente che potrà essere mantenuta in funzione durante tutta la durata dei lavori di realizzazione delle nuove opere.

Gli interventi di progetto saranno realizzati nell'area disponibile all'interno dei confini attualmente esistenti in impianto. In particolare, in tale area si prevede la realizzazione delle seguenti nuove unità:

- *Sollevamento iniziale adeguato nelle elettromeccaniche mediante l'installazione di ulteriori N.2 elettropompe sommergibili;*
- *Miglioramento della fase di grigliatura grossolana iniziale attraverso l'installazione di due nuove griglie;*
- *Nuovo sistema di grigliatura fine con interspazi di mm.2,00. A servizio di tale sistema è prevista una coclea di trasporto ed una compattatrice del materiale grigliato*
- *Nuovo sistema di dissabbiatura/disoleatura su tre linee (considerando il revamping della linea esistente);*
- *Nuovo comparto biologico denitrificazione/nitrificazione con tecnologia MBR (su due linee) a supporto del comparto biologico esistente;*
- *Ripristino della funzionalità dei ponti a trazione periferica previsti per la linea CAS;*
- *Ripristino della funzionalità del comparto di filtrazione a massa adesa (attualmente non in funzione);*
- *Realizzazione di una nuova sezione di debatterizzazione mediante tecnologia UV;*
- *Ripristino della funzionalità della sezione di digestione aerobica esistente e nuovo comparto di preispessimento dinamico dei fanghi.*
- *Revamping della fase di disidratazione dei fanghi.*

3 GESTIONE IN FUNZIONAMENTO ORDINARIO – MISURE E CONTROLLI

3.1 *Misure e controlli*

3.1.1 Generalità

In un impianto di depurazione si dimostra indispensabile avere la possibilità di rilevare in tempo reale e con l'ausilio di semplici strumentazioni alcune grandezze fondamentali per la funzionalità dei processi biologici. A tal proposito, i parametri più importanti da assoggettare ad un assiduo controllo risultano essere generalmente:

- Portata
- pH
- Temperatura
- Carico inquinante a livello di BOD, COD, TKN
- Carico di biomassa attiva
- Potenziale redox.

3.1.2 Misure di controllo in ingresso

Si deduce strumentalmente attraverso l'impiego di un misuratore elettromagnetico montato sulla condotta di mandata dell'impianto di sollevamento ed alimentazione.

Il pH è determinato strumentalmente mediante l'impiego di uno strumento portatile posto in dotazione al personale di conduzione. La determinazione del valore del pH dà indicazioni sulla probabile presenza di scarichi industriali o comunque anomali, con inquinamento chimico. Per il carico inquinante, ove non si disponga di campionatore automatico, si fa un campione istantaneo, ovvero medio della giornata, e si analizzano le grandezze di più immediata determinazione;

Periodicamente è necessario procedere alla effettuazione di analisi complete per tutti i parametri afferenti al processo biologico, come: COD - BOD - pH - Ammoniaca - Nitriti - Nitrati - Fosforo - Sostanze in Sospensione - Grassi e Oli - Tensioattivi - Solidi Sedimentabili. La sedimentabilità della biomassa viene determinata con prova in cono Imhoff a 30 minuti di ritenzione.

Al fine di garantire un maggiore controllo dell'impianto e dei liquami in ingresso, anche in considerazione della presenza di numerose aziende produttive è prevista l'installazione di un analizzatore TOC che consente di determinare il carico organico attraverso la misura del carbonio.

3.1.3 Misure di controllo nei comparti di trattamento

L'ossigeno disciolto è modulato attraverso l'impiego di una centralina di misura e regolazione on-line, dotata di sonda di rilevamento ottico. Controlli vengono effettuati con strumenti portatili nelle vasche di ossidazione e sull'effluente finale.

Il Potenziale Redox, nella zona anossica, è controllato mediante l'impiego di una centralina di misura con installazione fissa. Il controllo viene altresì effettuato attraverso l'impiego di strumenti portatili, posti in dotazione al personale di conduzione.

La sedimentabilità del fango estratto dal bacino di ossidazione (Mixed Liquor) e dalla unità di ricircolo del fango attivo, è determinata mediante l'impiego del cono Imhoff a 30'. La determinazione del valore di Foaming viene sempre determinata mediante impiego del cono Imhoff a 120 minuti.

Materie secche M.S.: allo scopo di valutare la biomassa presente nel bacino di ossidazione;

Materie volatili M.V.S.: si esegue per valutare la biomassa attiva, tra il 60 e 1'80% delle M.S.

Indice di Mohlman, cm3/g: rappresenta il rapporto tra la percentuale in volume, espressa in cm^3, di fango decantato per 30 minuti e quella in peso delle materie in sospensione contenute nel campione, espressa in grammi.

3.2 *Reti di fognatura*

3.2.1 Tipologia

L'impianto come anticipato risulta essere assoggettato al trattamento di acque cloacali miste provenienti da collettori differenti.

3.2.2 Avviamento

Controllo della rispondenza delle opere alle prescrizioni di capitolato; Controllo accurato della pulizia dei pozzetti, delle derivazioni, degli scaricatori di piena; Verifica delle cunette; Controllo delle pendenze; Eventuale operazione di prelievo in condizioni di portata elevata, con il preventivo impiego di griglie provvisorie per il blocco delle sostanze estranee.

3.2.3 Manutenzione ordinaria

È necessario eseguire una pulizia periodica, anche in canalizzazioni realizzate a regola d'arte, per i depositi di sostanze grossolane in regime di basse portate; ciò soprattutto ha valenza per le reti miste. Una particolare cura va dedicata ai sifoni, agli innesti dei rami secondari, agli sfioratori di piena.

3.2.4 Attrezzatura di spurgo e blocco

È necessario l'impiego di uno scovolino fatto scorrere tra due pozzetti a mezzo di due cavi trainati da arganelli nelle situazioni più onerose; scovolini elettrici (RDGID) nei casi di pozzetti molto vicini e in reti minori. Le attrezzature idrodinamiche sono in dotazione agli autospurgo. Quando occorre otturare la condotta per le operazioni di pulizia e/o manutenzione, il mezzo più semplice è costituito da un pallone gonfiabile di gomma di diametro opportuno, che si inserisce sgonfio nella condotta, e una volta gonfiato aderisce perfettamente alle pareti. Di recente realizzazione sono le attrezzature robotizzate, dotate di telecamera che vengono inserite direttamente nelle condotte di diametro superiore a DN 300.

3.2.5 Opere accessorie

È sempre opportuno dotare gli scaricatori di piena di griglie a maglie larghe. Esse vanno sempre ispezionate dopo le piogge di una certa entità e, comunque, assoggettate a controllo e pulizia settimanalmente.

3.2.6 Incidenti di esercizio

Normalmente si configurano in ostruzione parziale o totale dei collettori; Depositi calcarei con riduzione della sezione delle condotte e limitazione della funzionalità dei serbatoi di cacciata, ove esistenti; Sedimenti di grassi e detersivi che ostruiscono le condotte; Assestamenti con riduzioni di pendenza e contropendenza e conseguenti ristagni con cattivi odori, ma in questi casi va ricostruito il tronco deformato, dopo opportuno consolidamento del terreno sottostante.

3.3 *Comparto di sollevamento*

3.3.1 Tipologia

Sollevamento e/o pompaggio forzato, con pompe sommergibili o pompe ad asse verticale con installazione a secco.

3.3.2 Avviamento

Le operazioni preliminari da eseguire sono così rappresentate:

- *Controllo e pulizia del vano di alloggiamento pompe o del vano di carico;*
- *Controllo della funzionalità a vuoto delle pompe, secondo le prescrizioni dei manuali d'uso e manutenzione forniti dal costruttore; Verifica della tensione di alimentazione;*
- *Verifica del livello dell'olio all'interno della "camera di sbarramento" delle pompe sommergibili; Verifica senso di rotazione;*
- *Verifica dello stato della guarnizione a doppio labbro, posta sulla bocca di mandata della pompa;*
- *Controllo valvole di parzializzazione/esclusione e di non ritorno, con eventuale loro smontaggio e pulizia;*
- *Eventuale adescamento delle pompe.*

Con l'unità in marcia andranno verificate le seguenti circostanze:

- *Tenuta delle tubazioni di mandata e relativi innesti;*
- *Controllo della tenuta degli attacchi rapidi per pompe sommergibili;*
- *Verifica degli assorbimenti elettrici, in base alla curva caratteristica della pompa ed alle prescrizioni di progetto;*
- *Regolazione e pulizia delle sonde piezoelettriche, per la gestione delle pompe;*
- *Controllo delle valvole di sfiato e di spurgo, delle valvole di ritegno e delle valvole parzializzatrici.*

3.3.3 Manutenzione Ordinaria

Andranno verificate le saracinesche e valvole, con verifica periodica della funzionalità e soprattutto della manovrabilità degli apparecchi, con attrezzatura idonea. Nei casi di difficile agibilità, sarà necessario predisporre quanto possibile per assicurare la sicurezza e l'incolumità degli operatori. Sarà eseguito il controllo periodico delle macchine ed apparecchi, secondo i dettami dei manuali all'uopo forniti dalle Ditte fornitrici (Direttiva Macchine). Per le installazioni già presenti va reperita la documentazione di uso e manutenzione, inoltre risulta tassativo l'adeguamento delle installazioni e delle singole apparecchiature di precedente installazione, alle norme di sicurezza per la tutela e prevenzione dagli incidenti sul lavoro. Controllo della funzionalità del quadro elettrico, con frequenza maggiore rispetto agli altri componenti.

Pulizia e controllo funzionale dei sistemi automatici di regolazione dei livelli di marcia ed arresto delle macchine.

Vano di carico del sollevamento

Per questo vano è prevista la pulizia periodica, programmata secondo le prescrizioni del progetto definitivo di conduzione, redatto dopo il primo anno di funzionamento sulla base delle necessità consolidate con l'uso.

3.3.4 Incidenti di Esercizio

Normalmente si evidenziano con un mancato avviamento. In tal caso sarà necessario provvedere al controllo dei componenti d'appresso indicati, giacché le cause potrebbero essere le seguenti:

Protezione termica inserita o fusibili saltati; Sensori di protezione macchina, come livello olio, assorbimento di potenza eccessivo all'asse, sovraccarico termico, ecc.

Le ulteriori cause potrebbero essere un motore in corto o bruciato; una girante bloccata; un comando di livello non funzionante;

Nel caso di diminuzione della portata

Dovrà essere accertato che la girante della pompa possa essere parzialmente ostruita. Altre cause che possono determinare la diminuzione della portata, possono essere così rappresentate:

- Il senso di rotazione della pompa può essere non corretto;
- la bocca di aspirazione può presentare delle ostruzioni;
- la tubazione di mandata può essere ostruita, sia pure parzialmente;
- le saracinesche possono risultare parzialmente chiuse;
- la girante può risultare abrasa e presentare larghe luci rispetto al corpo pompa;
- si può essere in presenza di cavitazione a causa del gas prodotto dai liquami;
- può presentarsi un malfunzionamento delle valvole di ritegno od anche presenza di emboli (gas nelle condotte prementi).

Nel caso di un eccessivo assorbimento energetico (in fase di avviamento)

Si può ipotizzare una minore altezza manometrica rispetto a quella prevista; una eccessiva velocità di rotazione della girante in marcia; girante parzialmente ostruita con corpi di attrito con la chiocciola

della pompa; aumento di densità o viscosità del liquame; abbassamento della tensione sulla linea elettrica di alimentazione;

Nel caso di un'eccessiva rumorosità

Le cause vanno ricercate in un fenomeno di cavitazione, ma anche nelle situazioni seguenti: cuscinetti con gabbia rotta o con irregolare superficie di rotolamento; Disassamento dell'albero motore; mancanza di lubrificazione; presenza di corpi estranei; eccessiva resistenza nella condotta premente, con vibrazioni trasmesse all'attacco rapido delle pompe sommergibili;

In caso di presenza di cattivi odori

Si dovrà provvedere alla pulizia del vano di carico e di alloggiamento delle pompe; dovranno essere eliminati i ristagni, ove possibile e provvedere alla installazione di adeguati sistemi di deodorizzazione.

3.4 *Trattamenti di grigliatura*

Elettromeccanica di tipo meccanico per la separazione delle sostanze grossolane dalle acque di scarico.

3.4.1 Tipologia

Si distinguono in Griglie grossolane a pulizia manuale; Griglie medie e fini per installazione a canale, con compattazione del grigliato a coclea od a pressa idraulica;

3.4.2 Avviamento

Andrà effettuato il controllo del livello dei liquidi lubrificanti e ingrassaggio degli organi di moto, nonché delle tolleranze meccaniche delle parti in movimento, dei pettini e raschietti sgrigliatori. Dovrà essere verificato il senso di rotazione del gruppo riduttore, con eventuale intervento di inversione delle fasi di corrente di corrente elettrica sulla alimentazione del motore;

3.4.3 Manutenzione ordinaria

Dovranno essere eseguite le seguenti manovre:

Evacuazione del grigliato con periodicità che impedisca l'innesco di fenomeni putrefattivi, generanti disturbi olfattivi; Lavaggio periodico della macchina; Osservanza delle prescrizioni del manuale d'uso e manutenzione; Scrupoloso rispetto delle norme di sicurezza nelle operazioni di intervento sulle macchine.

3.4.4 Incidenti di esercizio

Normalmente si evidenziano con un mancato avviamento od un blocco durante l'esercizio. In tal caso sarà necessario provvedere al controllo dei componenti d'appresso indicati, giacché le cause potrebbero essere le seguenti:

Corpi duri che bloccano le parti in movimento e gli organi sgrigliatori; Sollevamento delle lame nelle griglie a tamburo raschianti e conseguente inattività della grigliatura; Blocco del motore per sovraccarichi; Malfunzionamento dei dispositivi automatici di regolazione dei livelli.

3.5 *Bacini di disoleazione*

Questa fase serve a separare dall'acqua, mediante flottazione, grassi, oli e sostanze a peso specifico (densità) inferiore ad uno.

3.5.1 Tipologia

Statica nella sedimentazione primaria, dopo pre-condizionamento con fanghi attivi;

3.5.2 Eliminazione dei grassi

Può essere attuata mediante aspirazione superficiale, con canaletta a sfioro ed air-lift rovescio;

3.5.3 Avviamento

Questa fase non presenta particolari accorgimenti, trattandosi di apparecchiature comuni nell'impianto: semplici tubazioni per l'aria, dotate di elettrovalvole temporizzate.

3.5.4 Manutenzione ordinaria

Sarà necessario tenere costantemente pulite, efficienti e possibilmente sgombre da grassi, tutte le apparecchiature e le loro pertinenze, nonché le canalizzazioni di servizio.

3.5.5 Incidenti di esercizio

Difficoltà di esercizio possono emergere a causa di materiali pesanti accumulati sul fondo; questi causano il rallentamento della portata che favorisce la sedimentazione.

3.5.6 Rimedi possibili

In prima fase sarà opportuno insufflare aria sotto pressione a livello del fondo, utilizzando un adeguato mezzo autospurgo. Visti i problemi che comunque creano i grassi nei vari comparti degli impianti, si è evitata la realizzazione di questi comparti specifici; una certa flottazione avviene comunque nella fase di decantazione. Il surnatante viene quindi inviato alla fase di infittimento meccanico dei fanghi di supero, prima di procedere alla disidratazione dei fanghi stessi.

3.6 *Bacini di dissabbiatura*

Ha lo scopo di separare le sabbie dai liquami per evitare problemi di intasamento nelle successive tubazioni, diffusori, canalizzazioni ecc. e soprattutto evitare l'usura, per abrasione, delle macchine a valle del trattamento, come ad esempio le giranti dell'impianto di ricircolo dei fanghi, nonché le lame di trasporto fanghi sedimentati sul fondo dei bacini di sedimentazione secondaria.

L'unità di dissabbiatura è dotata di un apposito ponte dissabbiatore, elettromeccaniche realizzato in acciaio inox e/o zincato a caldo e dotato di gruppo motoriduttore per la traslazione longitudinale. Il ponte provvede alla estrazione delle sabbie depositate sul fondo attraverso un apposito sistema.

La tubazione di mandata della pompa recapita le sabbie emulsionate alla sommità del bacino, all'interno di una canaletta di raccolta, per l'alimentazione della torbida alla successiva fase di classificazione e lavaggio.

3.6.1 Avviamento

Non presenta nessun particolare accorgimento, trattandosi di apparecchiature prive di criticità all'interno di un impianto. Si tratta soltanto di verificare lo "spazio di tolleranza".

Andrà verificata l'efficienza ed il gradiente di compressione delle molle in dotazione ai ruotini di guida. Andrà verificata l'efficienza dei fine corsa posti sulle linee di scorrimento del ponte e del sensore di "reverse".

Andrà verificato il corretto funzionamento della lama disoleatrice e del sensore di prossimità, per la istantanea apertura della valvola di Skimmer della cassa di evacuazione. Andrà verificato l'esatto livello dell'olio di lubrificazione del motoriduttore per l'azionamento del ponte.

Andrà verificato il senso di rotazione della pompa di sollevamento delle sabbie e la corretta installazione di essa.

3.6.2 Manutenzione ordinaria

La manutenzione ordinaria consisterà in:

- Tenere costantemente pulite, efficienti e il più possibile sgombre dai grassi tutte le apparecchiature installate e sue pertinenze;
- Tenere sempre sgombre da grassi ed incrostazioni la canalizzazione di raccolta delle sabbie estratte.
- Controllare settimanalmente lo stato dei cuscinetti di rotolamento dei carrelli e del motore elettrico di traslazione e dei Corteco (anelli paraolio).
- Provvedere al cambio dell'olio lubrificante (SAE-90W) all'interno del gruppo riduttore allo scadere delle 3.000 ore di lavoro, registrate sul sistema automatico di rilevamento SCADA.

3.6.3 Classificatore delle sabbie-lavaggio

L'acqua da trattare viene convogliata nella tramoggia di carico in cui avviene il processo di decantazione della sabbia e delle particelle solide affini. La coclea consente di sollevare il materiale sabbioso dalla tramoggia alla bocca di scarico. La sabbia dopo essere stata separata dall'acqua è lavata con acqua pulita per mezzo di un ugello spruzzatore; l'acqua sporca ricade nella vasca e la sabbia lavata continua ad essere sollevata dalla coclea.

Nella fase di primo avviamento, prima che la sabbia venga convogliata all'esterno della macchina, occorre attendere che si formi una stratificazione del materiale solido sul fondo del canale.

3.6.3.1 Descrizione dei principali componenti

L'unità è costruita da:

- tramoggia di alimentazione con tubo di sfioro per l'acqua chiarificata
- gruppo di comando con motoriduttore
- canale di convogliamento
- coclea di estrazione sabbia

3.6.3.2 Tramoggia di alimentazione

Realizzata in AISI , raccordata inferiormente al canale ove opera la coclea, superiormente dotata di canaletta connessa al tubo di scarico dell'acqua chiarificata. La tubazione di carico è dotata di un dispositivo distributore, in grado di effettuare un'uniforme distribuzione dell'acqua da dissabbiare.

3.6.3.3 Gruppo di comando motoriduttore

L'azionamento della coclea avviene mediante un motoriduttore lubrificato a bagno d'olio, collegato alla coclea estrattrice.

3.6.3.4 Canale di convogliamento

Realizzato in AISI con fondo circolare e due sponde piane sulla sommità delle quali vengono appoggiate le coperture. Il fondo del canale è rivestito da un letto in polizene antiusura.

3.6.3.5 Coclea estrazione sabbia

È costituita da una spirale in acciaio legato, passo quadro, di notevole spessore, rotante su di un letto in polizene antiusura. L'assenza dell'albero centrale e dei supporti intermedi favorisce il convogliamento della sabbia e consente, senza rischi di intasamento, il convogliamento di corpi estranei, quali stracci o simili.

3.6.3.6 Sistema di lavaggio della sabbia

Il sistema di lavaggio utilizza acqua pulita ed è munito di ugello spruzzatore, ed elettrovalvola di gestione.

3.6.3.7 Manutenzione ordinaria

- Tenere costantemente pulite, efficienti e il più possibile sgombre da grassi, tutte le apparecchiature del classificatore e sue pertinenze;
- Tenere sempre sgombre da grassi ed incrostazioni la canalizzazione di raccolta delle sabbie estratte.
- Controllare settimanalmente lo stato dei cuscinetti del motore elettrico e del riduttore di velocità, nonché degli anelli paraolio sul gruppo riduttore.
- Provvedere al cambio dell'olio lubrificante (SAE-90W) all'interno del gruppo riduttore allo scadere delle 3.000 ore di lavoro, registrate sul sistema automatico di rilevamento SCADA.

3.7 *Equalizzazione e omogenerizzazione*

L'equalizzazione e l'omogeneizzazione vengono effettuate in vasche di accumulo, normalmente agitate, di dimensioni tali da assicurare un tempo di residenza che consenta di smorzare le fluttuazioni di portata e di qualità dell'alimentazione dell'impianto. Il livello del liquido nelle vasche di equalizzazione è variabile e perciò l'agitazione viene realizzata per mezzo di insufflazione di aria o con turbine superficiali di tipo a galleggiante. Le vasche di equalizzazione sono realizzate in modo tale da evitare cortocircuiti del liquido tra ingresso e uscita.

Il volume delle vasche di equalizzazione è determinato in base alle caratteristiche dello scarico influente e al grado di smorzamento delle fluttuazioni che si intende realizzare. Nel caso che l'agitazione venga realizzata per mezzo di aerazione diffusa, la portata di aria deve essere dell'ordine di 1 – 2 Nm^3/h per m^3 di vasca e può essere modulata in funzione del livello del liquido. Nel caso di agitazione meccanica la potenza specifica erogata deve essere dell'ordine di 20 – 40 W per m^3 di vasca. Quando la corrente in arrivo all'impianto contiene sostanze facilmente biodegradabili occorre mantenere in vasca una concentrazione di ossigeno disciolto tale da evitare fenomeni di anaerobiosi; ciò viene ottenuto tenendo conto anche di questa esigenza nel dimensionamento delle apparecchiature necessarie per l'agitazione.

3.7.1 Avviamento e conduzione

L'avviamento e la conduzione delle vasche di accumulo non presentano difficoltà particolari. Per il funzionamento delle apparecchiature si debbono affrontare gli stessi problemi che si riscontrano in apparecchiature analoghe installate in altre unità operatrici, quindi le vasche di ossidazione.

Particolare cura deve essere esercitata nel rilevare, nella corrente entrante ed in quella uscente, a regolari intervalli di tempo o, al limite, per grandi impianti, in continuo, le principali caratteristiche in relazione alle quali si effettua il bilanciamento quali portata, pH, BOD_5, ecc. e nel controllare la potenza assorbita dal compressore dell'aria e dalle turbine. Tali dati debbono essere riportati sui fogli di marcia.

3.7.2 Disfunzioni e correzioni

Le principali disfunzioni che possono verificarsi nelle vasche di equalizzazione e omogeneizzazione sono connesse al funzionamento dei sistemi di agitazione. Se la vasca di equalizzazione è stata ben dimensionata, eventuali fluttuazioni nelle caratteristiche della corrente in uscita possono dipendere dall'instaurarsi di cortocircuiti o da un insufficiente grado di agitazione. Nel primo caso si può agire modificando i sistemi di ingresso e di uscita della corrente liquida, oppure installando diaframmi aventi la funzione di interrompere le correnti responsabili dei cortocircuiti. Nel secondo caso è necessario incrementare il grado di agitazione aumentando la quantità di aria o la potenza erogata dalle turbine.

3.7.3 Manutenzione

Le operazioni di manutenzione riguardano essenzialmente le apparecchiature necessaire per l'agitazione; per questo si rimanda a quanto detto per l'agitazione; per questo si rimanda a quanto detto per apparecchiature analoghe installate in altre unità operatrici.

3.8 *Trattamenti di sedimentazione*

Tramite la sedimentazione vengono separati dalla corrente liquida gran parte dei solidi sospesi mantenuti in sospensione dalla turbolenza. In tale unità vengono realizzate condizioni di relativa quiete in modo che in essa abbia luogo la sedimentazione dei materiali più densi dell'acqua, che depositati sul fondo, vengono raccolti ed inviati alla sezione di trattamento dei fanghi o, nel caso di sedimentazione secondaria, in parte ricircolati. L'operazione di sedimentazione può intervenire in diverse fasi del trattamento: nella maggioranza dei casi le unità di sedimentazione vengono installate all'inizio del processo di depurazione per rimuovere i solidi sedimentabili non trattenuti nelle operazioni precedenti di grigliatura e dissabbiatura (sedimentazione primaria) o dopo i processi biologici per separare il fango attivato (sedimentazione secondaria).

3.8.1 Tipologia

I sedimentatori sono costituiti da vasche circolari o rettangolari in calcestruzzo o acciaio, aventi il fondo leggermente inclinato verso una zona dove il fango sedimentato viene convogliato mediante opportuni meccanismi raschiafanghi. Generalmente:

- Con il Decantatore primario, si ha una separazione delle sostanze sedimentabili, nell'ordine del 60 ÷ 65% delle totali;
- Con il Decantatore secondario, si ha la separazione dei fanghi biologici ossidati, da estrarre con apposito impianto di ricircolazione.

3.8.2 Avviamento

La procedura di avviamento descritta si riferisce ai sedimentatori sia primari che secondari. Prima dell'avviamento vero e proprio è necessario effettuare una serie di controlli preliminari. In particolare, occorre:

- Pulire la vasca e le tubazioni da tutti i residui che possono essersi accumulati durante la costruzione o il periodo di fermata;
- Controllare il funzionamento ed il posizionamento di tutte le valvole;

- Verificare il grado di lubrificazione, gli allineamenti e i giochi del meccanismo raschiafanghi; anche il motore va controllato nei suoi allineamenti, giochi, dispositivi di sicurezza e nella lubrificazione;
- Controllare il livellamento e il grado di pulizia degli sfioratori delle canalette di raccolta e dei distributori di immissione;

L'avviamento comporta le seguenti operazioni principali:

- Prima di riempire la vasca far funzionare il meccanismo raschiafanghi per qualche ora; durante questa fase controllare i giochi dei raschiatori, eventuali surriscaldamenti, rumori e vibrazioni anormali del motore o della struttura di raccolta dei fanghi e misurare l'assorbimento di corrente;
- Riempire di acqua la vasca, mantenendo il meccanismo raschiafanghi in funzione e iniziare ad asportare il fango quando la sua consistenza è quella desiderata. Per effettuare questa verifica si determina la frazione ponderale dei solidi in un campione prelevato direttamente dal pozzetto di raccolta, o attraverso una linea di campionamento appositamente predisposta a monte della pompa di estrazione dei fanghi;
- Regolare l'eventuale temporizzazione dell'estrazione del fango: questa deve essere arrestata quando la percentuale di solidi contenuta nella corrente di scarico scende al di sotto di un valore stabilito;
- Controllare, nel campione di fango prelevato, il quantitativo di sabbia; nel caso che questa quantità sia eccessiva occorre controllare il funzionamento del dissabbiatore;
- Durante l'esercizio verificare il corretto funzionamento di tutto il sistema di raccolta ed estrazione del materiale galleggiante;
- Se gli intervalli di tempo tra una estrazione di fango e quella successiva non sono selezionati correttamente può aversi un fango troppo denso o troppo diluito. Nel primo caso è necessario aumentare la frequenza delle estrazioni, nel secondo diminuirla;
- Se i fanghi accumulati nel fondo del sedimentatore mostrano la tendenza a diventare settici, bisogna incrementare la frequenza di estrazione, allo scopo di abbreviare il tempo di permanenza dei fanghi nella vasca di sedimentazione. Una rapida verifica delle condizioni di setticità può essere effettuata tramite una misura del pH del fango prelevato dal fondo del sedimentatore; infatti ad un aumento delle condizioni di setticità corrisponde una diminuzione del pH;
- Durante l'avviamento controllare anche che l'acqua si sposti tra la sezione di ingresso e quella di uscita senza che si creino zone a velocità elevata, che possono risollevare il fango sedimentato. Questo inconveniente si può verificare facilmente nei sedimentatori circolari, se esistono disuniformità di livello negli sfiori di uscita dell'acqua o se il dispositivo di alimentazione non distribuisce uniformemente l'acqua lungo tutta la sezione di ingresso

3.8.3 Manutenzione ordinaria

Si prevedono interventi sulle parti meccaniche, come lubrificazione, controllo ed ingrassaggio degli organi di trasmissione del moto ecc. È altresì necessario provvedere ad una attenta pulizia delle canalette e condotte di sfioro, nonché al controllo periodico dei sistemi di raschiamento e movimentazione dei fanghi.

3.8.4 Incidenti di servizio - decantatore secondario

Si può avere una presenza di grassi in superficie, il che disfunzione della sgrassatura o emulsionamento anomalo dei grassi presenti nei liquami. Può presentarsi un deposito di grassi e formazione di alghe nelle canalette di scarico, e ciò è normalmente dovuto ad una velocità dell'effluente effluente troppo bassa. Può verificarsi una risalita del fango in superficie, il che denota una denitrificazione nel decantatore (Rising).

Può ancora verificarsi un trascinamento del fango leggero, e questo è sintomatico di una situazione di bulking in ossidazione o superamento della massima portata ammissibile al decantatore.

3.8.5 Apparecchiature

Può verificarsi un intasamento dell'air-lift o delle condotte di estrazione dei fanghi sedimentati: in tal caso si dovrà ripristinare la funzionalità aumentando i flussi idraulici.

Particolari precauzioni vanno prese per mantenere efficienti tutte le canalizzazioni e le apparecchiature di movimentazione dei fanghi, soprattutto con i decantatori in linea, dove uno squilibrio nella ripartizione delle portate dei fanghi di ricircolo, può pregiudicare la funzionalità di tutto il sistema.

3.9 *Trattamenti biologici delle acque*

3.9.1 Generalità

I fanghi attivi sono costituiti dall'insieme dei microrganismi aerobi, presenti in natura nei corpi idrici e nel terreno: batteri - microalghe - protozoi cigliati - miceti - metazoi - ecc., ma in grande concentrazione e in spazi ristretti e sono rigenerati dalla trasformazione biologica della sostanza organica presente negli scarichi.

3.9.2 Trasformazione biologica della sostanza organica

Fase di crescita rapida: proliferazione dei microrganismi a spese della sostanza organica; Fase stazionaria: calo di formazione di nuove cellule e del BOD; Fase endogena: diminuzione dei microrganismi e mineralizzazione della sostanza organica.

Le condizioni di base per l'attivazione del processo metabolico per la depurazione biologica sono d'appresso così rappresentate:

Nutrienti in quantità sufficiente di sostanza organica; equilibrio tra C:N:P = 100 : 5 : 1;

Fornitura Ossigeno disciolto in quantità proporzionale al carico inquinante;

Limitazione della proliferazione batterica, attraverso la evacuazione del fango attivo di supero;

3.9.3 Tipologia

Il processo biologico è quello a pre-denitrificazione, con successiva fase indipendente di ossi-nitrificazione. L'ossigeno di sintesi viene fornito attraverso diffusori d'aria a bolle fini (ø 2 ÷ 3 mm e con velocità di risalita delle microbolle di 28 ÷ 30 cm/sec.) in elastomero a struttura cilindrica. Si completano tutte le fasi del metabolismo biologico in bacino anossico con eliminazione del nutriente P (fosforo) che viene allontanato attraverso il fango di supero.

3.9.4 Avviamento

Prima di immettere il liquame è necessario procedere al controllo e perfetta pulizia dei bacini con rimozione di tutte le eventuali "residui" di lavorazione delle strutture;

Ove possibile va effettuato il primo riempimento con acqua pulita, specie per impianti ad alto carico. Nel caso di specie, tuttavia, si può omettere tale fase giacché trattasi di impianto a basso carico con fasi distinte di pre-denitrificazione e ossinitrificazione a seguire. Il processo di biostabilizzazione dei fanghi avviene in bacino separato mediante digestione aerobica finalizzata all'autolisi.

Si dovrà procedere al controllo funzionale delle apparecchiature di ossigenazione (Compressori, diffusori, valvole, calate ecc.), nonché alla regolazione della fornitura di ossigeno attraverso gli inverter dei motori dei compressori d'aria; inverter gestiti direttamente dalla centralina di rilevamento e regolazione dell'ossigeno disciolto in vasca. Appare necessario regolare il ricircolo dei fanghi con range del 80 ÷ 200% a seconda del caso verificato dal conduttore dell'impianto.

Non bisogna eliminare i fanghi di supero, fino al raggiungimento della concentrazione media di funzionamento (Sm) prevista in fase di progettazione che, nel caso di specie si è fissata in 4.500 ppm.

La formazione di fango attivo all'avviamento comincia ad essere evidente dopo circa 10 gg. in condizioni di temperatura favorevoli, per i liquami civili, e si manifesta con la presenza di piccoli fiocchi.

L'estrazione del fango di supero si comincerà ad effettuare quando il volume del deposito in Cono Imhoff a 30' raggiungerà quello dato dalla formula d'appresso riportata.

$V = 1.000\ R /(1+R)$

dove R = rapporto di ricircolo;

Esempio: con R = 1 si ha, $V = (1.000 \times 1)/ (1+1) = 500$ cm3;

Questo è determinato in modo empirico, giacché il reale fattore di controllo è il peso di Solidi Sospesi in vasca di ossidazione. In generale tale peso, nel caso di specie e nei reattori previsti per liquami di tipo civile dovrebbe attestarsi su valori di 4 ÷ 6 kg SS/m3.

3.9.5 Manutenzione ordinaria

Le previste operazioni afferenti alla manutenzione ordinaria delle strutture e delle macchine dell'impianto consistono essenzialmente nel controllo periodico dello stato funzionale delle apparecchiature di ossigenazione; nella verifica dei flussi idraulici; nel controllo periodico della

funzionalità delle apparecchiature di pompaggio; nella pulizia dei bordi delle vasche, canalette di collegamento, pozzetti di linea ecc.

3.9.6 Conduzione

Controllo e adeguamento delle variabili funzionali, costituite essenzialmente da:

Erogazione dell'ossigeno (sotto forma di microbolle d'aria compressa);

Valore del rapporto di ricircolo dei fanghi attivi;

Allontanamento del fango di supero;

Parametri da controllare in campo

Valore del pH; Valore della temperatura in °C; Valore della portata entrante; L'ossigeno disciolto sia nei liquami in ingresso che in fase di ossidazione; Valore del potenziale Redox, sia nelle zone di denitrificazione che nei bacini di disinfezione; Valori del "ciclo dell'Azoto (TKN, NH4, NO2; NO3); Valore dello Sludge Volume Index, in cono Imhoff.

Parametri di controllo al microscopio

• Classificazione delle specie presenti;

• Protozoi cigliati (indicatori biologici);

• Rotiferi (Indicatori di buona ossigenazione);

• Nitrosomonas (indicatori biologici della nitrificazione);

• Batteri filamentosi (caratterizzazione biomassa);

Parametri da controllare con analisi in laboratorio

pH; BOD5; COD; Solidi sospesi totali (a 105°C); Solidi sedimentabili; Tensioattivi; Cloruri; Fosforo totale; Ciclo dell'azoto; Oli e grassi totali; Oli minerali; SVI - indice di volume o di Mohlman; SSV - sostanze organiche volatili; Carico di fango, in fase di ossidazione e nel ricircolo; SS/tenore di secco in ossidazione, in denitrificazione, in ricircolo, nel fango infittito ed in quello disidratato.

3.9.7 Incidenti di esercizio

Si possono osservare depositi di grasso nelle tubazioni di alimentazione ed in superficie all'interno del decantatore secondario. Ciò può verosimilmente derivare dalle condizioni d'appresso riportate.

- Malfunzionamento del separatore di grassi; Eccesso di grasso emulsionato; Possibile eccesso di tensioattivi; Scarico anomalo di sostanze sgrassanti (solventi clorurati con risalita di fango nel sedimentatore; Eccesso di portata idraulica; Bulking del fango; Carenza di 02 disciolto; Sovraccarico organico in ingresso; Denitrificazione in fase di sedimentazione; Avvelenamento da scarichi tossici; Presenza di biocidi.

- Calo o azzeramento della portata di ricircolo fanghi: ciò può essere dovuto ad un intasamento della tubazione di aspirazione dei fanghi; all'intasamento delle apparecchiature di pompaggio; ad un fenomeno di cavitazione delle pompe; ad una eccessiva presenza di limo e argille, specie dopo acquazzoni con reti fognarie miste;
- Colorazione giallastra dell'acqua del chiarificatore: ciò può essere dovuto ad un dilavamento delle strade, specie dopo acquazzoni; a scarichi anomali come acque vegetazione di oleifici, liquami di porcilaie, acque di processo, ecc.
- Formazione di schiume nelle vasche di ossigenazione: ciò può essere dovuto ad un eccesso di tensioattivi; a postumi di intossicazione della biomassa; ad una alcalinità eccessiva del liquame in ingresso.

3.10 *Disinfezione delle acque*

Gli agenti chimici utilizzabili per la disinfezione delle acque di scarico siano in grande numero, per motivi di praticità si fa pressocché generalmente ricorso al cloro. In Abruzzo, tale disinfettante è stato bandito per la disinfezione delle acque reflue preferendone l'utilizzo di acido peracetico.

I composti chimici, è opportuno ricordarlo, debbono essere utilizzati seguendo precauzioni da osservare quali:

- Prevedere negli ambienti di stoccaggio un adeguato ricambio di aria a livello del suolo;
- Localizzare serbatoi e dosatori in un punto isolato dell'impianto, entro un manufatto di caratteristiche tali da consentire il controllo e l'abbattimento di eventuali fughe di gas.

3.10.1 Avviamento

Considerata la pericolosità dei composti, all'avviamento e alla conduzione degli impianti di disinfezione deve essere addetto soltanto il personale esperto, al corrente delle vigenti norme di sicurezza.

Poiché un impianto può essere differente da un altro, in ciascun caso devono essere disponibili precise e dettagliate istruzioni della casa fornitrice, che non potranno essere mai totalmente sostituite dalle informazioni presentate in questo documento, che hanno carattere di assoluta genericità.

Controlli preliminari:

- Ispezionare accuratamente tutte le apparecchiature e in particolare gli strumenti di misura della pressione;
- Controllare il montaggio e il funzionamento di tutte le valvole e disporle in posizione di chiusura;
- Verificare il funzionamento dei dispositivi di allarme e di emergenza;
- Verificare il funzionamento e la taratura dello strumento di misura del disinfettante residuo (se presente).

3.10.2 Conduzione

I parametri operativi e di processo che devono essere rilevati durante la normale conduzione dell'impianto sono:

- Portata dell'acqua da trattare;
- Consumo;
- Tempo di contatto;
- Eventuali formazioni di componenti residue.

Il dosaggio varia in relazione alla portata e alla concentrazione del liquame.

3.10.3 Incidenti di esercizio

Per una buona riuscita della disinfezione con PAA restano validi i concetti legati a:

- Minore presenza possibile di solidi sospesi;
- Tempo di contatto non inferiore ai 20 minuti;
- Buona miscelazione del prodotto nell'acqua da trattare;
- Uso della minore quantità possibile di prodotto di reattivo chimico e controllo del peracetico residuo.

Un dosaggio eccessivo di acido peracetico porta con se la conseguenza di un incremento di COD poiché in acqua l'acido peracetico si decompone in poco tempo in acido acetico, acqua e ossigeno.

3.11 *Trattamento dei fanghi*

3.11.1 Generalità

I fanghi degli impianti di depurazione sono formati da biomassa separata dalle acque reflue nel ciclo di trattamento. Questi vengono normalmente classificati come:

- Fanghi primari o fanghi freschi, raccolti dalla sedimentazione primaria;
- Fanghi secondari di supero del processo biologico;
- Fanghi chimici, derivati dai processi di chiari-flocculazione chimica.

La composizione dei fanghi dipende dalla tipologia delle acque reflue trattate e sono comunque tutti caratterizzati da una elevata percentuale di acqua.

Per rendere possibile l'essiccamento, il trasporto e lo stoccaggio, si sottopongono generalmente a trattamenti di stabilizzazione o digestione aerobica/anaerobica: i componenti organici putrescibili vengono trasformati in composti inerti e stabili; risulta tra l'altro più facilmente separabile una parte dell'acqua, riducendo i volumi da trattare, con l'addensamento, sia esso idrostatico che meccanico.

Successivamente si attuano interventi di disidratazione /essiccamento.

Quando i fanghi hanno caratteristiche organolettiche idonee, possono essere utilizzati su terreno agricolo, secondo adeguato piano di spandimento, se non come concime, almeno come ammendante per la ricostituzione dello strato di humus.

3.11.2 Ispessimento dinamico

L'ispessimento dinamico viene utilizzato soprattutto con fanghi biologici diluiti, con lobiettivo di incrementarne la concentrazione fino a 5 – 10 volte (dallo 0,50 – 1,00% fino al 5,00 – 6,00%). Generalmente si ricorre a un precondizionamento chimico del fango a dosaggi di polielettrolita pari a 3 – 5 g per kg di solidi.

3.11.2.1 Caratteristiche di funzionamento

Il dosaggio di polielettrolita deve essere determinato in funzione delle caratteristiche del fango e della tecnologia adottata. In linea di massima le operazioni che comportano maggiori sforzi meccanici sui fiocchi di fango (ad es., centrifugazione) richiedono anche dosaggi superiori onde garantire che il fiocco formato non si sfaldi nel corso dell'operazione. Il parametro operativo più importante dell'ispessitore a tamburo rotante è la velocità di rotazione che, entro certi limiti, può essere aumentata onde garantire una maggiore potenzialità della macchina a spese di una concentrazione del fango ispessito più bassa. La velocità di avanzamento del nastro è la variabile operativa tipica dell'addensatore filtrante a nastro piano. Anche in questo caso l'intervento che consente di incrementare la portata di alimentazione (aumento della velocità) determina anche una diminuzione della concentrazione del fango ispessito. I parametri operativi di una centrifuga ispessitrìce sono gli stessi della centrifuga a coclea utilizzata per la disidratazione vera e propria.

3.11.2.2 Avviamento e conduzione

Prima dell'avviamento di una macchina di ispessimento dinamico di qualsiasi tipologia occorre eseguire i controlli e le operazioni seguenti:

- controllare la lubrificazione degli organi in movimento;
- controllare che il montaggio sia stato effettuato seguendo correttamente le istruzioni del fornitore;
- controllare l'assenza di rumori e vibrazioni anomale, avviando la macchina dando corrente ad impulsi;
- verificare che il sistema di allineamento della tela sia operante (solo per l'addensatore filtrante a nastro piano);
- verificare che il sistema di lavaggio sia efficiente e che garantisca la stessa portata di acqua a tutti gli ugelli (ad esclusione della centrifuga ispessitrice).

Eseguite queste operazioni preliminari si avvia il sistema e contemporaneamente la pompa dell'acqua di lavaggio (se esistente), alimentando il fango e la soluzione di polielettrolita ad un dosaggio intermedio a quelli indicati dai manuali operativi della macchina. Si verifica quindi che il condizionamento del fango sia tale da garantire una sufficiente limpidezza della corrente liquida separata, che deve essere riciclata in testa all'impianto di depurazione.

Si controlla quindi che il processo di ispessimento avvenga regolarmente e che in particolare non si verifichino intasamenti dovuti ad una scarsa efficienza del sistema di lavaggio o sversamenti di fango nell'ambiente dovuti ad una portata di alimentazione troppo elevata.

3.11.2.3 Disfunzioni e correzioni

Le disfunzioni degli addensatori a nastro e delle centrifughe ispessitnci sono simili a quelle indicate per le nastropresse e per le centrifughe a coclea rispettivamente.

3.11.2.4 Manutenzione

Le principali operazioni di manutenzione da effettuare giornalmente durante l'esercizio normale di un ispessitore dinamico sono:

- *provvedere allo spurgo e pulizia delle tubazioni e della macchina stessa alla fine di ogni turno giornaliero di lavoro;*
- *controllare l'efficienza del sistema di lavaggio;*
- *provvedere allo scarico della condensa del filtro dell'aria (addensatore a nastro);*
- *controllare l'allineamento della lama raschiafango (addensatore a nastro).*

Con frequenza settimanale è necessario:

- controllare la lubrificazione di tutti gli organi meccanici (riduttori, variatori, cuscinetti, ingranaggi);
- controllare il sistema di allineamento della tela (addensatore a nastro).

Con frequenza mensile è necessario:

- controllare lo stato di pulizia della rete del tamburo e dell'usura della spazzola di lavaggio (ispessitore a tamburo rotante).

Con frequenza semestrale è necessario:

- sostituire olio e lubrificante del variatore e del riduttore;
- controllare le parti più soggette ad usura meccanica e a corrosione (cuscinetti, cinghie di trasmissione del moto, serbatoi e cassoni di alimentazione e condizionamento dei fanghi e di raccolta delle acque di riciclo, bronzine della coclea, disco di regolazione dello spessore di anello liquido in centrifuga);
- controllare la tensione delle cinghie provvedendo all'eventuale regolazione (centrifuga ispessitrice).

Con frequenza annuale è necessario:

- *controllare l'usura dei rulli e della tela di lavaggio (addensatore a nastro);*
- *controllare lo stato di coclea e tamburo (centrifuga ispessitrice);*
- *controllare il gruppo di trasmissione della coclea (centrifuga ispessitrice).*

3.11.3 Digestione Aerobica

La digestione aerobica è un processo di stabilizzazione dei fanghi per ossidazione, impiegato di solito in impianti di limitata potenzialità. Il processo consiste nell'ossidazione mediante aerazione del materiale cellulare in assenza di substrato organico esterno; esso può essere condotto a temperatura

ambiente o, grazie allo sviluppo di calore dovuto alle reazioni di ossidazione, a temperature di 50 – 50 °C alle quali si ottiene una maggiore percentuale di abbattimento della carica microbica ed una riduzione del tempo di residenza a parità di stabilizzazione raggiunta.

I principali vantaggi del processo sono:

- semplicità di esercizio;
- costo di impianto limitato;
- assenza di odori molesti;
- buona efficacia nella riduzione dei patogeni;
- produzione di supernatante con BOD relativamente basso.

Gli svantaggi, per contro, risiedono principalmente nell'elevato costo di esercizio, collegato al consumo di energia elettrica per l'aerazione. Il processo a temperatura ambiente avviene con apparecchiature del tutto simili a quelle utilizzate per il processo a fanghi attivati; il processo in condizioni termofile richiede invece l'adozione di vasche chiuse e coibentate per il mantenimento della temperatura di esercizio.

3.11.3.1 Caratteristiche di funzionamento

Nella successiva tabella sono riportati i valori più comunemente adottati per i principali parametri di funzionamento nel caso si trattino scarichi urbani. Il tempo di residenza necessario per ottenere una sufficiente stabilizzazione è fortemente influenzato dalla temperatura; l'effetto della temperatura può essere trascurato per tempi di residenza molto lunghi, superiori al mese.

Parametri	I	II
Temperatura di esercizio (°C)	ambiente	40 ÷ 50
Tempo di ritenzione idraulico		
Fanghi attivati da soli (d)	10 ÷ 15	5 ÷ 8
Fanghi misti (attivati + primari) (d)	15 ÷ 20	8 ÷ 15
Fanghi attivati da impianti sprovvisti di sedimentazione primaria (d)	12 ÷ 18	4 ÷ 6
Carico in solidi volatili (kg VSS · m^{-3} · d^{-1})	1,5 ÷ 3,0	=
Richiesta di ossigeno (kg · kg^{-1})		
Per ossidazione del tessuto cellulare	~ 2,3	=
Per il BOD dei fanghi primari	1,6 ÷ 1,9	=
Energia di miscelazione		
Aeratori meccanici (W · m^{-3})	20 ÷ 40	=
Insufflazione d'aria (Nm^3 · min^{-1} per 1.000 m^3) (per fanghi attivati)	20 ÷ 35	=
Insufflazione d'aria (Nm^3 · min^{-1} per 1.000 m^3) (per fanghi misti)	60	=
Concentrazione in ossigeno disciolto (mg · L^{-1})	1 ÷ 2	=
Riduzione ottenibile sui solidi volatili (%)	35 ÷ 50	60 ÷ 70

3-1 – Parametri caratteristici della digestione aerobica

Anche le caratteristiche del fango stabilizzato sono fortemente dipendenti dal tempo di ritenzione: a temperatura ambiente dopo 5 giorni di aerazione si nota un notevole aumento dell'indice di volume dei fanghi, mentre la situazione migliora notevolmente dopo 10 giorni. L'energia di miscelazione che bisogna mantenere in vasca è in genere superiore a quella necessaria per il processo a fanghi attivati in quanto la concentrazione in solidi sospesi è notevolmente più elevata (20.000 + 40.000 contro 2.000 + 5.000 mg · L^{-1}). La riduzione di solidi volatili ottenibile è funzione del tempo di residenza e della temperatura: a temperatura ambiente si aggira intorno al 50% con tempi di residenza di 10 + 12 d; in condizioni termofile è sufficiente un tempo di residenza di 5 d per ottenere una riduzione dei solidi volatili del 60 + 70%. In questo caso però il surnatante risulta più carico di sostanza organica disciolta. Il processo termofilo è autostabilizzante in quanto se la temperatura si eleva troppo, diminuisce l'attività batterica e quindi la produzione di calore sino al ritorno della temperatura ottimale.

3.11.3.2 Avviamento e conduzione

Prima dell'avviamento occorre eseguire le operazioni ed i controlli seguenti:

ripulire la vasca di tutti i residui accumulatisi durante la costruzione ed il montaggio o durante la precedente fermata;

controllare il montaggio ed il funzionamento di tutte le valvole;

se si impiegano turbine di aerazione, verificarne l'allineamento ed il funzionamento, facendole ruotare a mano; controllare i collegamenti elettrici ed il senso di rotazione del motore, la lubrificazione delle parti in movimento, il fissaggio sulla struttura portante;

se si usano sistemi di aerazione diffusa, controllare la tenuta delle tubazioni, il funzionamento dei filtri dell'aria e delle trappole di condensa, la lubrificazione ed i giochi dei compressori, l'allineamento motore-compressore, il fissaggio dei gruppi motore-compressore, le prestazioni dei diffusori;

riempire la vasca con acqua di rete e verificare le perdite;

far funzionare la turbina o il compressore e controllare se si verificano vibrazioni, rumori o surriscaldamenti anomali e misurare gli assorbimenti di corrente;

far funzionare il sistema in queste condizioni per qualche ora e ripetere più volte i controlli.

Eseguite queste operazioni preliminari, si vuota la vasca, almeno parzialmente, e si inizia ad alimentare il fango ad una portata inferiore a quella di progetto, da un quinto ad un decimo di essa. Si controlla che la concentrazione di ossigeno disciolto non scenda al di sotto di 1 mg · L^{-1}, avendo cura che la aerazione non sia tanto forte da provocare la formazione di schiume eccessive.

L'alimentazione del fango deve essere la più regolare possibile e prolungata per un periodo di almeno otto ore al giorno. Si determina una volta al giorno la percentuale di solidi volatili e la velocità di respirazione dei fanghi.

Si scarica solo supernatante fintanto che la percentuale di solidi volatili non si è stabilizzata o la velocità di respirazione dei fanghi non è scesa al di sotto di 2 mg di O_2 all'ora per grammo di solido volatile; a questo punto può essere iniziato lo scarico del fango.

Il controllo della velocità di respirazione rappresenta un indice del grado di stabilizzazione del fango molto più sicuro della misura della riduzione percentuale di solidi volatili, che è molto variabile da fango a fango e, con il tempo, nello stesso fango.

Il raggiungimento di condizioni stazionarie richiede tempi più lunghi quanto più fango primario è presente nell'alimentazione. Giunti in condizioni stazionarie, la marcia deve essere controllata mediante la rilevazione dei principali parametri, operativi e di processo, che devono essere registrati nei fogli di marcia.

La frequenza di rilevazione deve essere giornaliera, fatta eccezione per il BOD_5 che può essere controllato settimanalmente; in nota devono essere riportate anche le modalità di alimentazione dei fanghi freschi e di estrazione di quelli stabilizzati.

3.11.3.3 Disfunzioni

Si possono osservare depositi di grasso nelle tubazioni di alimentazione ed in superficie all'interno del decantatore secondario. Ciò può verosimilmente derivare dalle condizioni d'appresso riportate.

- Malfunzionamento del separatore di grassi; Eccesso di grasso emulsionato; Possibile eccesso di tensioattivi; Scarico anomalo di sostanze sgrassanti (solventi clorurati con risalita di fango nel sedimentatore; Eccesso di portata idraulica; Bulking del fango; Carenza di 02 disciolto; Sovraccarico organico in ingresso; Denitrificazione in fase di sedimentazione; Avvelenamento da scarichi tossici; Presenza di biocidi.
- Calo o azzeramento della portata di ricircolo fanghi: ciò può essere dovuto ad un intasamento della tubazione di aspirazione dei fanghi; all'intasamento delle apparecchiature di pompaggio;

ad un fenomeno di cavitazione delle pompe; ad una eccessiva presenza di limo e argille, specie dopo acquazzoni con reti fognarie miste;

- Colorazione giallastra dell'acqua del chiarificatore: ciò può essere dovuto ad un dilavamento delle strade, specie dopo acquazzoni; a scarichi anomali come acque vegetazione di oleifici, liquami di porcilaie, acque di processo, ecc.
- Formazione di schiume nelle vasche di ossigenazione: ciò può essere dovuto ad un eccesso di tensioattivi; a postumi di intossicazione della biomassa; ad una alcalinità eccessiva del liquame in ingresso.

3.11.3.4 Manutenzione

Le previste operazioni afferenti alla manutenzione ordinaria delle strutture e delle macchine dell'impianto consistono essenzialmente nel controllo periodico dello stato funzionale delle apparecchiature di ossigenazione; nella verifica dei flussi idraulici; nel controllo periodico della funzionalità delle apparecchiature di pompaggio; nella pulizia dei bordi delle vasche, canalette di collegamento, pozzetti di linea ecc.

3.11.4 Ispessimento a gravità

Negli ispessitori a gravità il processo di separazione solido-liquido avviene per sedimentazione di massa in quanto ad elevata concentrazione i solidi sospesi sedimentano tutti contemporaneamente alla stessa velocità.

Gli ispessitori a gravità sono simili ai sedimentatori ma generalmente più profondi e con maggiore inclinazione del fondo, realizzati in cemento armato o ferro, a seconda delle dimensioni e dotati di meccanismi raschiafanghi e di picchetti verticali; questi ultimi hanno il compito di favorire la liberazione di bolle di gas e l'aggregazione dei fiocchi di fango, nonché quello di creare canali di passaggio per l'acqua che si separa. Il meccanismo raschiafanghi è dotato di appendici che rimescolano il pozzetto centrale di raccolta del fango per evitare intasamenti. Negli ispessitori di dimensioni minori il meccanismo raschiafanghi può mancare ed in tal caso la inclinazione del fondo deve essere sufficiente per permettere lo scorrimento del fango.

L'alimentazione è centrale, distribuita mediante una gonna coassiale all'albero del meccanismo raschiafanghi; il liquido separato è raccolto in canalette periferiche ed il fango ispessito viene estratto dal pozzetto centrale. Particolare attenzione deve essere rivolta alle tubazioni di estrazione che non devono presentare punti o zone in cui sia facilitato il ristagno del fango, e che devono prevedere punti di ispezione ai fini della manutenzione e per la predisposizione di lavaggi a pressione.

3.11.4.1 Caratteristiche di funzionamento

I parametri che maggiormente influiscono sul funzionamento di un ispessitore a gravità sono il carico idraulico, il carico di solidi ed il tempo di ritenzione riferito alla corrente di fango uscente dal fondo. Il tempo di ritenzione viene scelto in funzione del tipo di fango sottoposto a trattamento (grezzo, digerito, misto) e varia tra le 6 e le 24 ore, il valore minimo essendo adottato in climi caldi per fanghi non digeriti.

3.11.4.2 Avviamento e conduzione

Prima dell'avviamento di un ispessitore a gravità occorre eseguire i controlli e le operazioni seguenti:

- Liberare la vasca e le tubazioni da tutti i residui accumulatisi durante la costruzione;
- Verificare la libera rotazione del meccanismo ed il suo verso, l'allineamento, i giochi, i rumori e le vibrazioni anomale;
- Controllare che sia stata eseguita la lubrificazione, dove richiesto;
- Verificare il livellamento degli sfiori.

Eseguite queste operazioni preliminari, si inizia a inviare il fango nell'unità e si avvia il meccanismo ispessitore. Una volta iniziato a formarsi il letto di fango, si determina la concentrazione in solidi dell'ispessito e l'indice del volume del fango; il primo parametro è un indice dell'efficienza dell'operazione mentre il secondo denuncia eventuali fenomeni di rigonfiamento. L'alimentazione del fango da ispessire può essere continua o discontinua in funzione delle condizioni di lavoro prescelte per le unità operatrici a monte. Anche l'estrazione del fango ispessito può essere continua o discontinua, la seconda essendo la soluzione più frequentemente adottata soprattutto per gli impianti di potenzialità medio-piccola. Il fango deve essere estratto alla concentrazione di progetto; se si ottengono concentrazioni maggiori o minori si deve intervenire aumentando o riducendo la frequenza di estrazione o la portata di fango ispessito. I parametri che vanno controllati con frequenza giornaliera sono:

- la concentrazione in solidi del fango in entrata ed in uscita e del chiarificato;
- la portata del chiarificato e del fango in entrata.

3.11.4.3 Disfunzioni e correzioni

Le disfunzioni più comuni risultano essere:

- Emanazione di cattivi odori:
  - Cause principali:
    - Dovute a regolazione non corretta del sistema di estrazione dei fanghi;
    - Rotture o usura del sistema di estrazione dei fanghi.
  - Rilevazioni ed analisi:
    - Effettuare una serie di analisi del contenuto di solidi
    - Controllare la frequenza di servizio e la portata delle pompe di estrazione,

- Controllare il contenuto in solidi totali sui fanghi grezzi alimentati;
- Svuotare l'apparecchiatura e controllare le condizioni ed il funzionamento di tutto il sistema di raccolta e rimozione del fango;
- Determinare attraverso il campionamento il profilo di concentrazione lungo l'altezza.

- Interventi correttivi:
  - Modificare i cicli di pompaggio e regolare le portate delle pompe di estrazione in modo da estrarre i fanghi più frequentemente; contemporaneamente controllare che la concentrazione dei solidi nella corrente uscente non scenda al di sotto del 3%;
  - Riparare o sostituire le parti usurate o rotte;
  - Coprire l'ispessitore e provvedere alla captazione dei gas ed alla sua depurazione.

- Scarsa sedimentabilità dei fanghi:
  - Cause principali:
    - Ispessitore sottodimensionato o sovraccaricato;
    - Rimozione dei solidi effettuata in maniera non corretta, con creazione di zone settiche e formazione di bolle di gas
    - Usura o rottura di parte del sistema di raccolta fanghi;
    - Disfunzioni a monte che alterano le caratteristiche del fango.
  - Rilevazioni ed analisi:
    - Effettuare una serie di misure dei solidi nelle due correnti in uscita;
    - Misurare la portata e la concentrazione dei solidi in ingresso e confrontarla con i dati di dimensionamento;
    - Rilevare le caratteristiche di sedimentabilità del fango di alimentazione
  - Interventi correttivi:
    - Intervenire sul processo a monte per migliorare le caratteristiche del fango;
    - Riparare o sostituire le parti rotte o usurate delle apparecchiature di raccolta e rimozione dei fanghi; modificare, se necessario, i cicli di pompaggio;
    - Se il supernatante contiene un'alta concentrazione di solidi, e tale concentrazione è bassa nell'ispessito, dosare nella corrente entrante coagulanti e/o polielettroliti;
    - Se il carico inviato all'ispessitore è superiore di quello previsto, bypassare se possibile parzialmente l'ispessitore, riportando il carico entro i limiti previsti;

- Se la corrente entrante non ha buone caratteristiche di sedimentabilità effettuare un dosaggio di coagulanti.

3.11.5 Disidratazione meccanica

Per la disidratazione dei fanghi digeriti, l'impianto di che trattasi è dotato di un decanter (centrifuga), corredato di una serie di apparecchiature complementari costituite da pompa monovite per l'alimentazione della torbida di fango alla macchina, in modo proporzionale; un trasportatore a coclea per l'estrazione del fango disidratato dall'ambito del decanter; una centralina di preparazione e dosaggio della soluzione di polielettrolita per l'addensamento del fango nella fase preliminare di separazione. Le centrifughe, come si sa, sono macchine che utilizzano la forza centrifuga per l'ottenimento della separazione tra solido e liquido. In funzione della velocità di rotazione la forza applicata è migliaia di volte maggiore di quella di gravità e la velocità di separazione corrispondente è almeno 50 volte più grande di quella della sedimentazione naturale. Le normali centrifughe per torbide biologiche hanno un corpo cilindrico che ruota intorno ad un asse per sviluppare la forza centrifuga. Quando il fango viene introdotto nella macchina in movimento, esso aderisce alle pareti del cilindro, formando uno strato in cui si ha una separazione liquido / solido a causa della differente densità. Infatti, le particelle più pesanti si concentrano all'esterno dell'anello ed il liquido chiarificato forma lo strato interno. Tutte le centrifughe si basano su questo principio: I vari tipi si differenziano per i sistemi di alimentazione dei fanghi, di estrazione del liquido e di scarico della fase solida. Esse hanno il pregio di avere un funzionamento semplice e "pulito" e di poter essere usate in fasi diverse del ciclo di trattamento dei fanghi (ad esempio per l'ispessimento); per contro, esse richiedono un accurato condizionamento chimico del fango (attraverso l'addizionamento di particolare Polielettrolito) allo scopo di evitare che il liquido separato (acqua madre o concentrato) sia troppo ricco di solidi sospesi. I principali componenti di una centrifuga di tale tipo sono rappresentati dal tamburo e la coclea (interna). Il primo, cilindrico, ha una parte terminale troncoconica e ruota ad una velocità che può raggiungere anche i 6.500 g/1' in funzione del proprio diametro. All'interno del tamburo, la coclea ruota nello stesso senso del tamburo, ma rispetto ad esso ad una velocità normalmente minore (differenziale di giri =~ 10 ÷ 12 g/min-1) trasportando così i solidi verso l'estremità conica del tamburo. Qui subiscono una ulteriore disidratazione prima di giungere agli orifizi di scarico. La fase liquida invece, viene scaricata dalla parte opposta, attraverso delle luci regolabili in altezza, per la regolazione dello spessore dell'anello liquido all'interno del tamburo. Variando opportunamente il tempo di residenza della torbida all'interno della macchina (attraverso la riduzione della portata di alimento) si può opportunamente influire sulla qualità del liquido separato.

3.11.5.1 Caratteristiche di funzionamento

I principali parametri che influenzano le prestazioni di una centrifuga sono d'appresso riportati:

- Qualità del fango di alimento;
- Il carico del fango (portata di alimento in mc/h);
- La velocità di rotazione del tamburo;
- La velocità di rotazione della coclea interna;

- L'altezza degli orifizi di scarico della fase liquida;
- Le caratteristiche del flocculante (Cationico, fortemente cationico o anionico ecc.);
- La concentrazione del flocculante nella soluzione di alimento (~ 1 ÷ 2 ‰);
- La portata della soluzione di polielettrolito, in lt/min.

La qualità del fango e del chiarificato, infatti, può essere migliorata ricorrendo al condizionamento chimico con flocculanti, generalmente di tipo polimerico (come ad esempio, sali quaternari di Polivinilpiridinio) che aggregando le particelle in fiocchi generano una maggiore efficacia nel recupero dei solidi nella fase liquida.

3.11.5.2 Influenza del condizionamento chimico - Consumo di Polielettrolito

Per recupero di SS/, in primo luogo, si intende il rapporto tra il peso delle materie solide sospese nel fango disidratato, dopo la filtrazione, ed il peso delle materie solide nel fango umido, prima della filtrazione.

Tale rapporto viene generalmente espresso come una percentuale del recupero delle materie solide. Generalmente, il grado richiesto per il recupero delle materie solide è del 80 - 99,5%.

Tali valori comunque, possono essere raggiunti mediante la regolazione della quantità di flocculante introdotto e del tempo di deflusso attraverso il miscelatore ed il tamburo della macchina.

3.11.5.3 Influenza dei parametri caratteristici sulle prestazioni della centrifuga

Si riportano nella tabella che segue, gli elementi indicatori dell'influenza delle variabili dianzi esposte sulla efficienza del processo di disidratazione dei fanghi.

Tabella 5 - Sinottica della influenza dei parametri caratteristici del funzionamento del decanter

Variazioni del parametro	***Umidità del fango***	***Recupero dei solidi***
Aumento della portata di alimentazione	*Aumenta*	*Diminuisce*
Aumento della concentrazione di alimentazione	*Diminuisce*	*Aumenta*
Miglioramento del condizionamento chimico	*Diminuisce*	*Aumenta*
Aumento della velocità di rotazione del tamburo	*Diminuisce*	*Aumenta*
Aumento della velocità della coclea	*Aumenta*	*Diminuisce*
Aumento del livello del liquido	*Aumenta*	*Aumenta*

3.11.5.4 Avviamento e conduzione

Prima dell'avviamento della centrifuga vanno eseguiti i controlli e le operazioni d'appresso indicate. Controllo della esatta esecuzione del montaggio in conformità alle raccomandazioni del produttore; Controllo dell'esattezza dei giochi tra il tamburo e la coclea, sui valori raccomandati forniti dal produttore; Controllo dell'allineamento e collegamento dell'albero motore; Controllo dello stato di lubrificazione degli organi di movimento; Controllo del livello dell'olio nelle scatole dei riduttori di velocità. Ove vi fosse assenza di olio minerale lubrificante e se il livello di esso fosse carente,

bisognerà provvedere al rabbocco o riempimento della scatola fino al livello indicato di funzionamento.

Il tipo e la marca dell'olio dovranno essere rispondenti a quelle indicate nel manuale fornito dal costruttore. Controllo delle eventuali vibrazioni anomale, effettuando alcune rotazioni di prova della macchina, dando alimentazione ad impulsi al motore elettrico di dotazione. Una volta eseguite dette operazioni preliminari si provvede ad avviare la macchina a vuoto, iniziando poi ad alimentare la macchina con la torbida di fango, attraverso la pompa monovite di alimentazione a portata variabile.

Si provvederà quindi ad alimentare la centrifuga fino al raggiungimento della portata di progetto. In questo periodo di transizione si dovrà porre attenzione all'insorgere di eventuali vibrazioni eccessive. Le prestazioni, poi, saranno valutate in base alle differenze di umidità e di solidi nel fango separato, prima e dopo la centrifugazione.

3.11.5.4.1 Disfunzioni e correzioni

Le disfunzioni più comuni e gli interventi suggeriti da eseguire sono d'appresso indicate:
Disfunzione rilevata:

- Bassa percentuale di recupero solidi;
- Scarico discontinuo del fango;
- Vibrazioni eccessive;

Indicazioni

- La percentuale di recupero scende al di sotto del 60%;
- La concentrazione di solidi nel concentrato super il valore del 3%;
- Il concentrato ha un valore molto scuro;
- Il ricircolo del concentrato in testa all'impianto causa disfunzioni che riducono l'efficienza del trattamento;
- Il fango disidratato presenta maggiore umidità del normale;
- Il fango disidratato viene espulso dalla macchina ad intervalli e con violenza (sbuffi);
- La macchina vibra con intensità superiore al normale.
-

Cause principali

- Dosaggio errato del condizionamento chimico;
- Portata di alimentazione troppo elevata;
- La coclea interna può risultare danneggiata e/o consumata;
- Non corretta regolazione dei parametri di funzionamento (velocità del tamburo; Velocità della coclea; altezza degli orifizi.)
- Basso livello di liquido all'interno del tamburo;
- La coclea interna può essere oltremodo consumata;

- Il tubo scorrevole di alimentazioni interno risulta situato troppo vicino al punto di scarico;
- Eccessiva vibrazione della macchina;

Rilevazioni ed analisi

- Valutare l'efficienza di separazione;
- Rilevare la portata di alimentazione ed il suo contenuto di solidi in %;
- Rilevare il dosaggio del condizionamento chimico;
- Controllare la macchina per poter rilevare eventuali componenti usurati o rotti;
- Rilevare la velocità del tamburo e della coclea, nonché l'altezza degli orifizi;
- Controllare l'apertura degli orifizi ed il loro regolare profilo;
- Controllare lo stato interno della macchina e se vi sia uno strato compatto di fango fra l'esterno del tamburo ed il carter della macchina;
- Controllare il sistema di lubrificazione;
- Controllare l'allineamento dell'albero motore;

Interventi correttivi

- Diminuire la portata di alimentazione;
- Aumentare il dosaggio della soluzione di polielettrolito;
- Riparare o sostituire i componenti di macchina risultati consunti od in avaria.
- Se si nota una sensibile abrasione della coclea interna, ciò può dipendere dalla presenza di sabbia nel fango. Va pertanto migliorata l'efficienza del dissabbiatore nei pretrattamenti;
- Modificare i parametri di funzionamento aumentando il livello liquido interno agendo sugli orifizi ed aumentando il numero di giri del tamburo, riducendo, al pari, quelli della coclea;
- Sistemare il posizionamento del tubo di alimentazione al livello mediano dell'interno del tamburo;
- Pulire accuratamente la coclea con lavaggi a pressione e verificare lo strato di rivestimento al bordo, in Stellite, sia ancora efficiente. In caso contrario provvedere allo smontaggio della coclea ed al ripristino dello strato di usura in materiale ceramico duro, presso l'officina del costruttore od alla completa sostituzione del componente;
- Correggere gli eventuali disassamenti rilevati, seguendo le istruzioni del costruttore;
- Procedere al bilanciamento delle masse rotanti; in tal caso si rende necessario il trasporto della macchina presso la fabbrica per una opportuna revisione generale.

3.11.5.4.2 Operazioni di manutenzione ordinaria

Per la manutenzione della macchina (Decanter), oltre alle normali operazioni di lubrificazione, di sostituzione degli anelli di tenuta a labbro (paraoli) ecc. è necessario seguire scrupolosamente le

istruzioni fornite dal costruttore, riportate nell'apposito libretto Uso e manutenzione in dotazione alla macchina.

3.11.5.4.3 Blocchi e consensi

Pompa alimentazione fanghi, in blocco
Possibili cause:
Intervento del termico sui nastri trasportatori;
Intervento del termico sul buratto e/o Mixer;
Intervento del termico sulla pompa di dosaggio polielettrolito;
Intervento del termico sul motore di pompa;
Segnale di malfunzionamento del Decanter;

3.11.5.4.4 Pompa del polielettrolito in blocco

Possibili cause:
Intervento del termico sul buratto e/o Mixer;
Intervento del termico sul motore del Decanter;
Segnale di malfunzionamento del Decanter;

3.11.5.4.5 Motorizzazione coclea di estrazione fango, in blocco

Possibili cause:
Intervento del termico sul motore di bordo;
Intervento del termico sul motore del Decanter;

3.11.5.4.6 Allarmi - Scatto termico "generico"

Possibili cause:
Intervento del relè termico delle coclee di trasporto fango;
Intervento del relè termico del Buratto e/o Mixer;
Intervento del relè termico della pompa di alimentazione dei fanghi;
Intervento del relè termico della pompa di dosaggio del polielettrolito;
Intervento del relè termico sul motore del Decanter;
Conseguenza: Blocco macchina

3.11.5.4.7 Manutenzione ordinaria - Pompe dosaggio poly

Le pompe dosatrici installate sono di tipo volumetrico a vite eccentrica. Nella fase di avviamento evitare di far funzionare la pompa a secco: la mancanza di liquido può causare seri danni ai componenti interni della pompa. Prima dell'avviamento è sempre necessario provvedere al lavaggio con prodotti detergenti e sgrassanti, e successivo riempimento con acqua pulita. Prima di avviare la pompa al servizio continuo, aprire la saracinesca posta sulla mandata ed azionare per alcune volte l'interruttore Start/Stop per verificare le condizioni di funzionamento. In questa fase si dovrà controllare che il rumore, le vibrazioni e la alimentazione elettrica siano tutte contenute nella norma.

In caso di arresto (per fine lavoro) dovranno essere eseguite le seguenti operazioni:

- Chiudere la saracinesca posta sul collettore di alimentazione;

- Aprire la saracinesca secondaria posta in aspirazione a valle della valvola di alimentazione, predisposta per la effettuazione delle operazioni di lavaggio;
- Aprire la valvola di alimentazione dell'acqua di lavaggio e quella di scarico secondario sulla mandata, con la pompa in moto. Così operando l'acqua di lavaggio sarà recapitata alla rete di raccolta delle acque madri che vengono recapitate in ingresso all'impianto;
- Dopo qualche minuto, al termine di tale operazione si porterà l'interruttore elettrico nella posizione Off e si potrà così ripristinare la posizione di ciascuna valvola del sistema;
- Settimanalmente è consigliabile controllare lo stato dello statore della pompa in gomma nitrilica BUNA (elemento soggetto a maggiore usura). Per accedere all'interno dello statore è necessario procedere allo smontaggio di esso, provvedendo a svuotare accuratamente la pompa. In presenza di usura eclatante si dovrà procedere alla sostituzione dello statore.

Settimanalmente si dovrà provvedere alla lubrificazione delle tenute meccaniche ed al controllo dello stato dei cuscinetti (rumorosità). Se questa ha elevati valori si procederà alla sostituzione dei cuscinetti.

Provvedere alla lubrificazione dei cuscinetti del motore elettrico con grasso al solfuro di molibdeno (Molycote), ed ove il rumore sia elevato si dovrà procedere alla loro sostituzione, con altri aventi protezione stagna e lubrificazione a vita.

4 GESTIONE DELL'IMPIANTO IN CASO DI PIOGGIA

L'impianto sarà in grado di accettare una portata pari a 4 volte la portata nera media, cioè una portata pari a 2.960,00 mc/h. Tutta la portata 4·Qm, sarà sollevata dalle pompe, previa grigliatura media, ed inviata alla grigliatura fine con luci di passaggio di 2 mm.

A valle della grigliatura vi sarà una fase di dissabbiatura/disoleatura aerata. Il refluo pretrattato perverrà attraverso un sistema di ripartizione dotato di adeguati misuratori di portata fino a una portata pari a 2 Qm al comparto biologico. La parte eccedente sarà invece inviata allo stadio di disinfezione chimica realizzato con impiego di una soluzione al 15% di Acido Peracetico.

Tale portata, pertanto, viene inviata al corpo ricettore unitamente alla quota di scarico depurata attraverso il trattamento biologico.

5 GESTIONE DELL'IMPIANTO IN CASO DI EMERGENZA O FORTI FLUTTUAZIONI DI CARICO

In caso di forti fluttuazioni del carico idraulico in ingresso dovuti a situazioni eccezionali, l'impianto potrà accettare nella filiera biologica, una portata massima pari a circa 2,00 Qm_{24}, che può ritenersi un valore cautelativo per evitare scarichi fuori norma al ricettore, anche in situazioni eccezionali.

Se la situazione eccezionale dovesse perdurare (prolungato sovraccarico per un tempo stimabile intorno alle 4 ÷ 6 ore) sarà invece necessario ridurre la portata di alimentazione al biologico, almeno di 0,5 Qm24 agendo sul programmatore del misuratore - regolatore di portata elettromagnetico, riversando tale portata sulla linea di trattamento "acqua di pioggia". Va comunque considerato che il comparto di equalizzazione consente di garantire una migliore gestione di tali fluttuazioni di carico.

Tale soluzione d'emergenza è da ritenersi valida anche in caso di manutenzione straordinaria di una delle parti di impianto, con l'obiettivo di garantire la continuità di trattamento dei liquami.

6 GESTIONE DELL'IMPIANTO IN CASO DI ANOMALI ARRIVI DI COMPOSTI DI FOSFORO

Allo scopo di rendere possibile una drastica riduzione dei composti del fosforo, nella eventualità di picchi improvvisi ed indesiderati, provenienti da scarichi di altra natura, od anche per combattere il possibile Rising in fase di sedimentazione secondaria, l'impianto può usufruire, in emergenza di un sistema di trattamento di tipo chimico che, oltre a consentire la precipitazione del fosforo (sotto forma sia di $FePO_4$ che di $Fe(OH)_3$) consegue anche la riduzione dell'azoto ammonico e dell'organico + ammonico [TKN], entro valori del 90 ÷ 98%. Ciò mediante il ricorso al dosaggio, in punti strategici dell'impianto, di una soluzione di Cloro-solfato ferrico.

Si ottiene così una riduzione media del 95% del TKN entrante nell'impianto, e del 90÷95% del fosforo in ingresso. Va tenuto in conto l'effetto positivo, prodotto dalla presenza di precipitato inorganico nel fango biologico, sulla sedimentabilità di quest'ultimo. Questo aspetto è quindi, molto importante per gli impianti urbani in generale, giacché soggetti spesso a disfunzioni dovute al rigonfiamento del fango (Bulking).

Oltre ad un apprezzabile beneficio per gli effetti riduttivi che il trattamento consegue nei confronti degli ioni metallici, le caratteristiche della parte biologica, nella miscela di fanghi (biologico ed inorganico), non subiscono sostanziali mutazioni.

Il sistema opera per via chimica, mediante precipitazione simultanea nella fase di ossidazione, con l'impiego di sali di ferro. Il coagulante è costituito da una soluzione di cloro-solfatoferrico, in rapporto equimolecolare, avente le seguenti caratteristiche:

- Contenuto di Fe_2O_3 : 18% in peso
- Densità specifica γ : 1,45 Kg/l
- Contenuto in Fe^{+++} : 12,2 % [1 Kg di GbrC = 125 gr. Fe^{+++}]

La tecnica della precipitazione simultanea consente in pratica la quasi totale defosfatazione dell'effluente e, nel medesimo tempo, conseguire una riduzione sensibile dell'azoto ammonico ed organico (TKN) in entrante, dell'ordine del 90÷98 %.

I parametri biologici (COD - BOD - N - SS ecc.) non vengono influenzati dal trattamento con precipitante inorganico. Si migliora sensibilmente la qualità del fango (in quanto a sedimentabilità) aumentandone il peso ed eliminando tutte quelle disfunzioni dovute al rigonfiamento del fango in condizioni di anossia.

Possono conseguirsi riduzioni dello SVI (Sludge Volume Index) fino a 35 ÷ 40 cc/g con miglioramento del rapporto SSV/SS per l'inglobamento dei composti del ferro nei fiocchi di fango biologico.

L'abbassamento del pH a valori di 4,6 ÷ 6,6 (valori favorevoli per la precipitazione del fosfato), ha solo andamento temporaneo, giacché, come la pratica ha ampiamente dimostrato, allo scarico il valore risale a 7 ÷ 7,3.

All'aggiunta di sali di Fe+++ in una soluzione di ortofosfato, consegue un precipitato amorfo di FePO4 e di Fe(OH)3.

Ne consegue la necessità di adottare rapporti Fe/P superiori ad 1, ove si voglia ottenere una concentrazione di P ≤ 1 ppm nell'effluente.

Detto impianto, composto essenzialmente da un gruppo di pompe dosatrici di elevata precisione, e misuratore/regolatore di pH, viene previsto per essere convenientemente attivato a seconda delle necessità di conduzione, anche per brevi periodi, limitati alla risoluzione delle eventuali problematiche, che possono emergere durante le fasi di conduzione.

7 SEZIONE DISINFEZIONE DELL'ACQUA DEPURATA

L'impianto è dotato di una sezione di debatterizzazione costituita da sistema UV e da una sezione di emergenza di sterilizzazione chimica con bacino di contatto esistente.

La sezione UV è prevista su n.2 canali in c.a. di nuova realizzazione di apposite dimensioni attraverso cui passa il liquido da trattare. L'acqua, all'interno del canale, viene mantenuta ad un'altezza predeterminata tramite uno stramazzo fisso. Le lampade forniranno l'irraggiamento necessario per l'ottenimento della disinfezione richiesta.

7.1 *Disinfezione UV*

Di seguito, si descrivono in maniera più dettagliata i componenti previsti per il sistema di disinfezione UV.

Modulo

Il modulo è costituito da una struttura in acciaio INOX AISI 316 L che sorreggere i quarzi di contenimento delle lampade disposte su file sfalsate ed inclinate rispetto al fondo.

Ciascun modulo è costituito da 14 lampade disposte inclinate e sfalsate rispetto alla direzione del flusso. L'inclinazione del sistema, sviluppata attraverso modelli idrodinamici, consente di massimizzare il tempo di contatto e minimizzare le perdite di carico nel reattore.

Ciascun modulo pesa circa 40 kg ed è dotato di un proprio sistema di alimentazione e di un sistema di pulizia automatico in canale, in grado di garantire la perfetta funzionalità durante il normale esercizio e senza dover essere estratto dalla propria sede. L'insieme dei moduli costituisce l'unità funzionale detta banco.

Sistema di pulizia automatico

Il sistema di pulizia è di tipo meccanico e automatico in quanto gestito dal PLC di controllo, non necessita dell'utilizzo di sostanze acide pericolose per l'ambiente e per gli operatori ed è movimentato elettricamente. Ha le seguenti caratteristiche:

- Efficacia di pulizia pari al 99% del quarzo nuovo;
- Anelli raschiatori di teflon autoregolanti;
- Ciclo di pulizia impostabile fino a 24 sequenze giornaliere;
- Movimentazione individuale per modulo;
- Motore bassa tensione 24 V, indipendente per modulo, comandato da PLC, albero e cuscinetto in acciaio inox, verniciatura epossidica, classe IP65.

Non sono ammessi sistemi di pulizia automatici a movimentazione pneumatica.

Lampade UV

Le lampade, prodotte da primarie case internazionali tecnologicamente all'avanguardia, hanno le seguenti caratteristiche:

- Tipo Amalgama solido mercurio, a bassa pressione e alta intensità UVC;

- Potenza Nominale 320 W;
- Alimentazione con ballasts elettronici ad output variabile;
- Durata vita garantita 14.000 ore;
- Filamento anti-shock e vibrazioni;
- Nessuna produzione di ozono;
- Isolamento dielettrico di 2500 V.

Connettori lampade

I connettori delle lampade sono costituiti da un corpo esterno in acciaio inox AISI 316, frutto interno in ceramica, con tripla guarnizione di tenuta e sono testati a 7 bar di pressione. Garantiscono perfettamente la tenuta per immersione continua in quanto sono classificati con una classe di protezione IP68.

Quarzi di protezione

Le lampade sono protette dal contatto con l'acqua da una guaina di quarzo purissimo con trasparenza minima del 92% alla radiazione UV a 254 nm. I quarzi sono sigillati da un capo e non hanno parti in materiale plastico e sono ancorati alla struttura e al pulitore mediante clips in acciaio inox rivestite in polietilene HD che ne consentono lo smontaggio senza ausilio di attrezzi e strumenti manuali.

Sensore UV

Ogni banco è dotato di un sensore della radiazione ultravioletta tipo DSL, D-SLS con le seguenti caratteristiche:

- Diodo di rilevamento SiC;
- Materiale del corpo: acciaio INOX;
- Campo di sensibilità tra 210 e 380 nm;
- Angolo di misurazione 110°;
- Posizionato tra quattro lampade e completamente immerso;
- Protocollo di comunicazione RS485 – MODBUS RTU;
- Alimentazione 24V;
- Temperatura di funzionamento 0-40°C;
- Quarzo di protezione a cuvetta con manicotto di collegamento in Acciaio inox AISI 316;
- Classe di protezione dell'insieme manicotto-quarzo IP68 per immersione continua;
- Non sono ammessi sensori esterni all'acqua.

Quadro di controllo

Il Quadro contiene il PLC di controllo e tutti i componenti necessari e potrà essere posizionato in posizione remota rispetto al canale, protetto dagli agenti atmosferici da apposita tettoia, o in apposito locale.

Le principali caratteristiche sono le seguenti:

- Dimensioni 1.900 x 1.200 x 500;
- Materiale Acciaio verniciato antigraffio;
- Classe IP54;
- Peso 200 kg;
- Montaggio a parete/su struttura di sostegno con copertura;
- Alimentazione:
  - 400 V;
  - 50 Hz
  - Potenza 20,80 Kw.

Il quadro sarà dotato di:

- PLC di controllo;
- Pannello interfaccia operatore;
- Interruttore magnetotermico e differenziale;
- Relè e teleruttori di controllo;
- Spie luminose di segnalazione stato del sistema, allarmi e anomalie;
- Chiave di sicurezza rossa per attivazione della funzione di ripristino automatico del sistema nel caso di spegnimento dovuto a Black-out o assenza di tensione di alimentazione;
- Targhette di indicazione;
- Termoresistenza anticondensa.

Programma di controllo FDS

Il controllo completo del sistema UV è ottenuto da un programma dedicato, appositamente studiato per utilizzo nei sistemi UV, mediante un PLC Schneider HMI SCU 8B5.

Ogni funzione e parametro gestionale viene monitorato dal programma che trasferisce i dati sul pannello di interfaccia con l'operatore fornendo le seguenti indicazioni:

- Stato del sistema: principali parametri di funzionamento;
- Allarmi in evidenza con storico fino a 99 segnalazioni;
- Stato delle lampade, degli alimentatori e dei pulitori per banco e per modulo;
- Cicli di pulizia;

- Portata influente ed allarmi per basse portate;
- Funzione di Modulazione della potenza per l'adattamento della portata in funzione di un segnale di portata in ingresso;
- Percentuale di potenza alle lampade.

Lo schermo touch-screen grafico a colori da 7" permette, tramite un menu con finestra di messaggi automatici, le seguenti operazioni:

- L'accensione/spegnimento del sistema e dei banchi;
- La regolazione della potenza in manuale;
- L'esecuzione di cicli di pulizia;
- Lo spostamento del carrello pulitore;
- La verifica degli allarmi.

Gli allarmi segnaleranno agli operatori condizioni di attenzione, oppure estreme condizioni di allarme che compromettono la garanzia di disinfezione, indicando:

- Rottura delle lampade, nello specifico ogni lampada attiverà l'allarme singolarmente;
- Bassa intensità UV, questo allarme sarà posizionato su un valore dell'80% dell'intensità a 100 ore di funzionamento delle lampade;
- Alta temperatura nel quadro;
- Basso livello idrico;
- Anomalia dei pulitori;
- L'indirizzo del sistema difettoso (banco, modulo, lampada).

È possibile implementare il controllo in remoto con le seguenti modalità:

- Controllo parziale di parametri mediante contatti secchi;
- Controllo presenza tensione di rete;
- Stato del sistema;
- Stato delle lampade;
- Anomalia generale.

<u>Modulazione della potenza</u>

Il sistema è dotato di E-Power Saving per la modulazione della potenza alle lampade per il risparmio energetico. Il PLC di controllo è in grado di adattare la potenza in uscita delle lampade alla portata influente nel canale lasciando costante la dose di progetto. La variazione di potenza è applicabile in un *"range"* variabile dal 50% al 100% della potenza specifica. La modulazione della potenza avviene senza l'ausilio di segnali esterni di portata.

<u>Quadro di potenza e alimentazione</u>

Posto a bordo canale, ha la funzione di disconnettere elettricamente i moduli.

Le principali caratteristiche sono le seguenti:

- Armadio su piedini da fissare a bordo canale di adeguate dimensioni (600 x 450 x 120 mm);
- Materiale Acciaio Inox AISI 304
- Connettori multipolari per i moduli (ILME);
- Pulsante di emergenza.

Sensore di livello

Ogni canale è dotato di un sensore di livello ad ultrasuoni che rileva l'altezza idrica e trasferisce un segnale 4-20 Ma al PLC che lo elabora per le funzioni di modulazione della potenza. Il sensore di livello fornisce anche il segnale di allarme per "minimo livello idrico" e spegne le lampade per impedirne il funzionamento in aria.

Stramazzo regolazione livello

Il canale è dotato di una soglia fissa per il controllo del livello idrico. La soglia fissa è composta da una serie di canalette a fondo inclinato rese solidali da una flangia di ancoraggio di testa e viene assicurata alle pareti del canale da traverse di sostegno e staffe a muro.

- Lunghezza totale del filo stramazzante atto a garantire un battente sovrasoglia massimo di 5 cm alla portata di progetto;
- Materiale acciaio inox AISI 304;
- Posizionamento a fondo canale di disinfezione.

7.2 *Disinfezione PAA*

È inoltre presente una sezione di sterilizzazione chimica con un bacino di contatto, dimensionato per una portata massima pari a 2·Qm pertanto per il trattamento delle acque di pioggia (comprese tra 2 e 4 Qm) In corrispondenza di tale portata la ritenzione è pari a 15 minuti.

La caratteristica di questa unità è che il contatto, tra acqua depurata e soluzione sterilizzante, avviene mezzo di un sistema a chicane che consente una miscelazione forzata a velocità idonee a tale scopo.

Il sistema di dosaggio è costituito da 2 pompe dosatrici peristaltiche di identiche prestazioni, dotate di elettronica a bordo per la variazione della portata, in funzione dei dati del valore del Redox in vasca. Questo viene misurato dalla apposita centralina elettronica di rilevamento del valore di Redox installata presso il bacino di contatto.

La sonda RX di rilevamento, alloggiata in apposito porta-elettrodo in PVC, è collocata a bordo vasca, con idonei sopporti a staffa regolabili, per consentire la corretta immersione dell'elettrodo in acqua.

La centralina elettronica di rilevamento è alloggiata in un appropriato contenitore in ABS, per montaggio a parete, delle dimensioni di mm. 144 x 144 x 122,5 e con grado di protezione IP 66. Un apposito nodo Ethernet permette il collegamento della centralina al software di gestione dell'impianto di telecontrollo SCADA.

Nel bacino il contatto avviene per miscelazione forzata a mezzo di un elettromiscelatore ad asse verticale. Il flusso generato durante la miscelazione è di tipo idrodinamico, molto intenso e in direzione radiale.

Ciò garantisce la completa miscelazione dei liquami con il mezzo sterilizzante all'interno della vasca.

Le scelte effettuate sul processo tecnologico e sui parametri ad esso relativi, consentono

una ottima affidabilità ed elasticità di funzionamento di questa unità, tale da adattarsi alle varie condizioni di esercizio, con elevato rendimento depurativo.

Va ricordato che l'acido acetico, sostanza rapidamente biodegradabile, comporta comunque un incremento del COD di circa 2,8 mg/mg PAA.

I dosaggi possono essere effettuati normalmente in un range di 1 ppm e 6 ppm, a cui corrispondono abbattimenti dell'Escherichia Coli, rispettivamente del 78,6% e 99,9%.

Tabella dei dosaggi

Dosaggio del PAA in ppm.	% Abbattimento dell'*Escherichia Coli*
3,2	80,6
4,7	98,4
5,6	99.6
5,8	99.7
6,0	99,9

7.2.1 Avviamento

Prima di immettere il liquame è necessario procedere al controllo e perfetta pulizia dei bacini con rimozione di tutte le eventuali "residui" di lavorazione delle strutture; Ove possibile va effettuato il primo riempimento con acqua pulita.

7.2.2 Manutenzione ordinaria

Le previste operazioni afferenti alla manutenzione ordinaria delle strutture e delle macchine dell'impianto consistono essenzialmente nel controllo periodico dello stato funzionale delle apparecchiature di dosaggio e di miscelazione; nella verifica dei flussi idraulici sugli stramazzi; nel controllo periodico della funzionalità delle apparecchiature elettroniche di misura della portata; nella pulizia dei bordi delle vasche, stramazzi di uscita, pozzetti di scarico ecc.

7.2.3 Conduzione

Controllo e adeguamento delle variabili funzionali, costituite essenzialmente da:

- *Erogazione della soluzione al 15% di PAA*

- *Valore del Redox in vasca;*
- *Valore del pH, Temperatura e del PAA residuo;*

Parametri da controllare in campo

Valore del pH; Valore della temperatura in °C; Valore della portata trattata, in m3/h; Valore dell'ossigeno disciolto dell'acqua allo scarico; Valore del potenziale Redox; Valori del "ciclo dell'Azoto (TKN, NH4, NO2; NO3).

Parametri da controllare con analisi in laboratorio

Analisi batteriologica completa, per la determinazione dei patogeni più comuni, d'appresso riportati.

Coliformi fecali; Coliformi totali, Streptococchi, Escherichia Coli, Salmonella Typhi, Shigella spp.