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/36-01
REVAMPING DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI SULMONA S. RUFINA E INNOVAZIONE DEL TRATTAMENTO DEI FANGHI IN ECONOMIA CIRCOLARE
CUP D55G20000120008

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
3.6	**854APD03060000_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 Obiettivi da Raggiungere 15
2.2 STATO DI PROGETTO 16
3 GESTIONE IN FUNZIONAMENTO ORDINARIO – MISURE E CONTROLLI 19
3.1 MISURE E CONTROLLI 19
3.1.1 Generalità 19
3.1.2 Misure di controllo in ingresso 19
3.1.3 Misure di controllo nei comparti di trattamento 19
3.2 RETI DI FOGNATURA 20
3.2.1 Tipologia 20
3.2.2 Avviamento 20
3.2.3 Manutenzione ordinaria 20
3.2.4 Attrezzatura di spurgo e blocco 20
3.2.5 Opere accessorie 21
3.2.6 Incidenti di esercizio 21
3.3 COMPARTO DI SOLLEVAMENTO 21
3.3.1 Tipologia 21
3.3.2 Avviamento 21
3.3.3 Manutenzione Ordinaria 22
3.3.4 Incidenti di Esercizio 22
3.4 TRATTAMENTI DI GRIGLIATURA 23
3.4.1 Tipologia 23
3.4.2 Avviamento 23
3.4.3 Manutenzione ordinaria 23
3.4.4 Incidenti di esercizio 23
3.5 BACINI DI DISOLEAZIONE 24
3.5.1 Tipologia 24
3.5.2 Eliminazione dei grassi 24
3.5.3 Avviamento 24
3.5.4 Manutenzione ordinaria 24
3.5.5 Incidenti di esercizio 24
3.5.6 Rimedi possibili 24
3.6 BACINI DI DISSABBIATURA 25
3.6.1 Avviamento 25
3.6.2 Manutenzione ordinaria 25
3.6.3 Classificatore delle sabbie-lavaggio 26

3.7 EQUALIZZAZIONE E OMOGENERIZZAZIONE 27
3.7.1 Avviamento e conduzione 27
3.7.2 Disfunzioni e correzioni 28
3.7.3 Manutenzione 28
3.8 TRATTAMENTI DI SEDIMENTAZIONE 28
3.8.1 Tipologia 28
3.8.2 Avviamento 28
3.8.3 Manutenzione ordinaria 30
3.8.4 Incidenti di servizio - decantatore secondario 30
3.8.5 Apparecchiature 30
3.9 TRATTAMENTI BIOLOGICI DELLE ACQUE 30
3.9.1 Generalità 30
3.9.2 Trasformazione biologica della sostanza organica 30
3.9.3 Tipologia 31
3.9.4 Avviamento 31
3.9.5 Manutenzione ordinaria 32
3.9.6 Conduzione 32
3.9.7 Incidenti di esercizio 33
3.10 DISINFEZIONE DELLE ACQUE 33
3.10.1 Avviamento 33
3.10.2 Conduzione 34
3.10.3 Incidenti di esercizio 34
3.11 TRATTAMENTO DEI FANGHI 35
3.11.1 Generalità 35
3.11.2 Ispessimento a gravità 35
3.11.3 Digestione Anaerobica 38
3.11.4 Disidratazione meccanica 43
3.11.5 Essiccamento termico 48
4 GESTIONE DELL'IMPIANTO IN CASO DI PIOGGIA 50
5 GESTIONE DELL'IMPIANTO IN CASO DI EMERGENZA O FORTI FLUTTUAZIONI DI CARICO 51
6 GESTIONE DELL'IMPIANTO IN CASO DI ANOMALI ARRIVI DI COMPOSTI DI FOSFORO 52
7 SEZIONE CHIMICA DELL'ACQUA DEPURATA 54
7.1 AVVIAMENTO 55
7.2 MANUTENZIONE ORDINARIA 55
7.3 CONDUZIONE 55

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'impianto di depurazione di Sulmona, localizzato in contrada Santa Rufina, è stato dimensionato in modo tale da garantire una potenzialità di trattamento pari a 35.000 AE; la determinazione di tale potenzialità è frutto di un'analisi specifica effettuata in accordo con il gestore del ciclo idrico integrato.

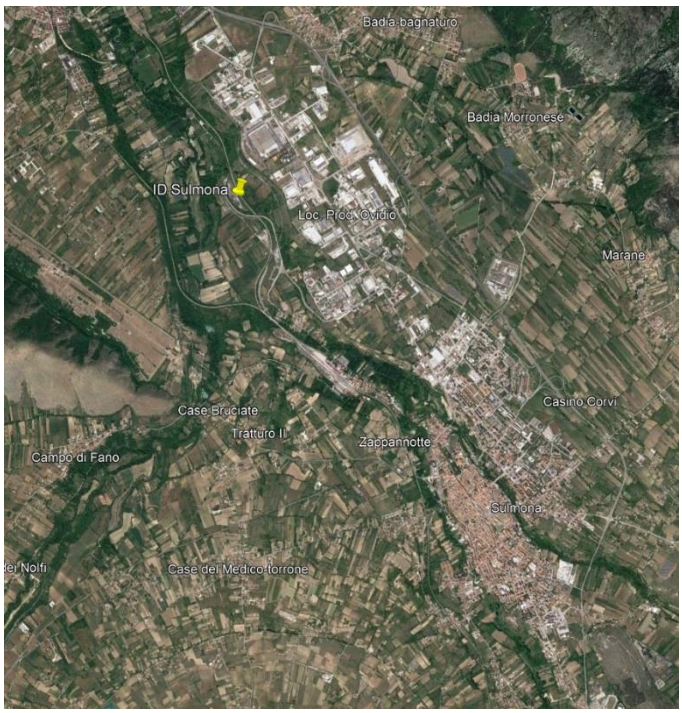

Figura 1-1 - Localizzazione dell'intervento

L'impianto di depurazione fa riferimento all'agglomerato di Sulmona (IT1366098A01) e nello specifico risulta essere a servizio della città di Sulmona e della Zona industriale. Nello specifico, come riportato nello stralcio sottostante, ha un carico in ingresso pari a 34.646 AE di cui 8.178 AE derivanti dal collettore industriale. La restante parte risulta essere di tipo prettamente civile derivante dalla città di Sulmona e da alcune case sparse.

Codice agglomerato	Agglomerato / Comune	Località	Carico Generato (a.e.)	Popolazione residente	Popolazione presente non residente	Popolazione in case sparse	Lavoratori e studenti pendolari	Posti letto alberghi, campeggi e alloggi per turisti	Abitanti in seconde case (non destinate a turisti)	Ristoranti e bar	Micro industria	Piccola, media e grande industria	Abitanti equivalenti totali urbani (Aetu)	Abitanti equivalenti totali (Aet)
IT13066098A01	SULMONA		38 088											
	INTRODACQUA	VILLAGGIO GEMMA	30	23		- 4	- 2		10	2	1		30	30
	SULMONA	SULMONA	34 646	23 241	260	- 541	907	672	965	964	2 319	5 859	28 787	34 646
		VIA DEI PRETI	-										-	-
		ZAPPANNOTTE	48	32		- 1	1	1	11	1	3		48	48
	PRATOLA PELIGNA	VILLA GIOVINA	566	354	9	- 12	- 13	1	87	53	71	16	550	566
		BADIA - BAGNATURO	690	432	11	- 14	- 16	1	104	65	87	20	670	690
	SULMONA	BADIA - BAGNATURO	1 066	715	8	- 17	28	21	210	30	71		1 066	1 066
		FONTE D'AMORE	241	162	2	- 4	6	5	47	7	16		241	241
		MARANE	741	497	6	- 12	19	14	146	21	50		741	741
		SANTA LUCIA	60	41		- 1	2	1	11	2	4		60	60

L'impianto di depurazione, allo stato attuale risulta avere una capacità organica di progetto pari a 35.000 AE pertanto risulta essere adeguato al carico organico in ingresso impianto.

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 250 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***	***35.000***
Portata Idraulica media giornaliera	Q_{mg}	mc/g	7.000,00
Portata Idraulica media oraria 24h	Qmn	mc/h	291,67
		l/s	81,02
Coefficiente di punta oraria in tempo secco	Cpn	-	2,50
Portata Idraulica di punta secca	Qpn	mc/h	729,16
		l/s	202,55
Coefficiente di punta oraria in tempo di pioggia	Cpp	-	4,00
Portata Massima ammessa all'Impianto (pretrattamenti e disinfezione)	Qpp	mc/h	1.166,67
		l/s	324,07
Coefficiente di punta oraria ammessa al biologico	Cpb	-	2,00
Portata massima al biologico	Qmaxbio	mc/h	583,33
		l/s	162,04
Inquinamento specifico BOD_5	BOD	gr/ab d	60,00
Inquinamento totale giornaliero	BOD	KgBOD/d	2.100,00
Concentrazione di BOD_5 in ingresso	BOD	mgBOD/l	300,00
Inquinamento specifico COD	COD	gr/ab d	120,00
Inquinamento totale giornaliero	COD	KgCOD/d	4.200,00
Concentrazione di COD in ingresso	COD	mgCOD/l	600,00
Inquinamento specifico SST	SST	gr/ab d	90,00
Inquinamento totale giornaliero	SST	KgSST/d	3.150,00
Concentrazione di SST in ingresso	SST	mgSST/l	450,00
Inquinamento specifico TKN	TKN	gr/ab d	12,00
Inquinamento totale giornaliero	TKN	KgTKN/d	420,00
Concentrazione di TKN in ingresso	TKN	mgTKN/l	60,00
Inquinamento specifico P	P	gr/ab d	2,00

Inquinamento totale giornaliero	P	KgP/d	70,00
Concentrazione di P in ingresso	P	mgP/l	10,00

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	< 2,00

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 nel fiume Sagittario.

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	1,60

2 FILIERA DI TRATTAMENTO DELL'IMPIANTO

2.1 *Stato attuale*

Il depuratore consortile di Sulmona Santa Rufina è stato realizzato nei primi anni '90 del secolo scorso ed è stato oggetto, rispetto alla configurazione iniziale, di successivi interventi di completamento, alcuni eseguiti solo in parte; nel tempo sono state realizzate le seguenti nuove opere: una terza vasca di ossidazione, una vasca di equalizzazione, un comparto per la denitrificazione e per il trattamento bottini e un digestore anaerobico, con relativi gasometro e torcia.

Figura 2-1 - Area di Intervento

Inoltre, con il programma APQ punto 3.1.1. - tramite fondi di cui alle Delibere CIPE 84/2000 e n. 138/2000 – è stata realizzata la sezione chimico fisica dedicata al trattamento dei rifiuti liquidi; tale sezione, parte integrante dell'impianto, non è ad oggi funzionante.

Rispetto a detta sezione dell'impianto era in corso un procedimento di VIA tendente ad ottenere l'autorizzazione al potenziamento fino a 130 t/giorno di rifiuti liquidi ma lo stesso è stato sospeso su richiesta di ARAP.

Sostanzialmente i due impianti – quello chimico-fisico e quello biologico - sono strutturalmente separati ma risultano collegati idraulicamente in quanto, come affermato da ARAP *"...la sezione chimico-fisica costituisce pretrattamento dei reflui liquidi ed il biologico ne completa la depurazione..."*; i due impianti, pertanto, ancorché fisicamente separati, allo stato attuale costituiscono un unicum impiantistico, nel senso che il biologico funziona autonomamente ma la sezione chimico-fisica da sola non può funzionare.

All'impianto i reflui vengono addotti mediante due collettori, il primo proveniente dall'abitato di Sulmona e il secondo proveniente dall'area industriale; i due collettori confluiscono al di là della

linea ferroviaria Pescara – Roma e giungono all'impianto tramite una condotta che attraversa la linea ferroviaria.

Dal collettore civile confluiscono in impianto acque reflue urbane e meteoriche mentre da quello industriale (proveniente dai due lati dell'impianto e confluente in un pozzetto a monte dell'impianto) 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 acque

- *Stazione di grigliatura primaria automatica con compattatore dei succedanei;*
- *Stazione di sollevamento liquami, a 4 elettropompe sommergibili, priva di misuratori della portata in ingresso;*
- *Unità di grigliatura medio-fine a due griglie automatiche sub-verticali;*
- *Unità di dissabbiatura e flottazione, con ponte pulitore per l'estrazione delle sabbie;*
- *Bacino di omogeneizzazione delle acque in ingresso, della capacità di m^3 2.560;*
- *Bacino di sedimentazione primaria, della capacità di m^3 1.473;*
- *Reattori biologici di pre-denitrificazione (2 vani da 1.200 m^3) con un volume utile disponibile di m^3 2.400;*
- *Reattori biologici di ossi-nitrificazione (2 vani da 1.300 m^3) con un volume complessivo di 2.600 m^3;*
- *Unità di sedimentazione secondaria a flusso radiale (2 bacini da 785 m^3) con un volume complessivo di 1.570 m^3;*
- *Unità di ricircolo dei fanghi attivi a 3 pompe sommergibili, alloggiate in apposito manufatto isolato e posto in prossimità dei reattori biologici di ossidazione;*
- *Unità di disinfezione chimica, con bacino provvisto di setti a labirinto, della capacità di 206,78 m^3; il mezzo sterilizzante impiegato è l'acido peracetico.*

Linea fanghi

- *Unità biologica di digestione aerobica dei fanghi di supero, della capacità utile di m^3 1.300;*
- *Unità di pre-ispessimento dinamo-gravimetrico dei fanghi di supero, tipo Thorpey, della capacità di mc. 150,80 ed una superficie del fondo di m^2 50,26;*

- *Unità di digestione anaerobica dei fanghi di supero, della capacità di 640 m^3 (attualmente non in funzione);*
- *Unità di stoccaggio del Biogas (gasometro inattivo), del tipo a campana flottante, della capacità di $m^3$275;*
- *Edificio di servizio per l'alloggiamento di tutte le apparecchiature complementari del sistema di digestione anaerobica;*
- *Unità di post-ispessimento dinamo-gravimetrico dei fanghi digeriti anaerobicamente, tipo Thorpey, della capacità di m^3 150,80 ed una superficie del fondo di m^2 50,26;*
- *Unità di disidratazione meccanica dei fanghi digeriti, costituita da n. 2 nastropresse a due teli confluenti e 7 rulli di strizzaggio con larghezza di telo di mm. 2.000, nonché n. 2 centraline automatiche di preparazione e dosaggio del flocculante.*

È altresì presente una sezione per il ricevimento bottini, attualmente non in esercizio, costituita da una vasca di carico, nella quale confluisce anche la premente proveniente dalla sezione chimico-fisica dell'impianto (ARAP) e da una griglia fine a coclea, oltre che da una pompa di sollevamento per il dosaggio dei rifiuti liquidi in impianto.

Criticità rilevate

L'impianto non è attualmente in grado di pretrattare una portata pari a 4·Qm, così come richiesto dal DRA n. 227 del 28-03-2013 - linee guida. Ne consegue che l'impianto di pretrattamento (grigliatura fine, dissabbiatura e flottazione) non è attualmente in grado di sopportare il carico idraulico sopra indicato.

La esistente unità di disinfezione chimica ha un volume inadeguato anche per il carico idraulico limitato a 2·Qm che rappresenta la portata massima trattabile dalla filiera biologica. Emerge la necessità di adeguare la struttura alle nuove esigenze tecnologiche e normative.

Le due esistenti unità di sedimentazione presentano una superficie complessiva utile di m^2 628 ed un volume complessivo utile di m^3 1.570. Le caratteristiche dimensionali sono: diametro interno di m. 20 ed un'altezza media della lama d'acqua di m. 2,20. Alla massima portata ammessa, pari a $2 \cdot Q_m + Q_r$, la velocità di Hazen è di 2,09 m/h, mentre la ritenzione risulta di 1 ora e 12 minuti. Tali valori appaiono decisamente elevati e dunque, generano forte criticità. Si consideri che in condizioni standard di $Q_m + Q_r$, la velocità di Hazen è di 1,39 m/h, mentre la ritenzione risulta di 1 ora e 48 minuti, dunque valori inaccettabili. In concreto risulta necessario integrare le unità di sedimentazione esistenti, mediante la realizzazione di un III sedimentatore sempre a flusso radiale ma di maggiori prestazioni.

L'impianto di ricircolo interno (mixed liquor) presenta indubbie discrepanze, non solo per l'improprio punto di prelievo, situato all'interno dei bacini di nitrificazione, in zona coincidente con l'ingresso del flusso proveniente dalla fase di denitrificazione, ma anche per il punto di restituzione presso i due vani di pre-denitrificazione. In questi ultimi, infatti, il flusso di ritorno perviene in un solo vano di denitro, anche a causa della non corretta esecuzione del canale di distribuzione, che

presenta una pendenza del fondo errata. Si palesa chiara la necessità di spostare, in completa opposizione, le apparecchiature di pompaggio del mixed liquor e riconfigurare le relative condotte di mandata. Andrà opportunamente realizzato un adeguato vano di riunione dei due ricircoli (vano anossico di bioselezione) con funzione di ripartitore dei flussi ai due vani di denitrificazione, nonché la ristrutturazione del canale di alimentazione di questi ultimi.

I vani di ossidazione biologica sono dotati di diffusori di fondo a piattello di vecchia generazione, con un modesto grado di trasferimento dell'ossigeno, dalla fase gassosa alla interfaccia liquida. Anche se la dotazione di compressori appare congrua, per le oggettive esigenze di nitrificazione, appare tuttavia necessario provvedere alla sostituzione dei sistemi di aerazione, con diffusori cilindrici con membrana in elastomero microforato, aventi caratteristica di alto rendimento e, per la loro speciale realizzazione.

Il fango generato dalla depurazione dei reflui viene trattato e disidratato all'interno di un manufatto coperto, In questo trattamento, il fango viene steso in continuo su un telo filtrante scorrevole che lascia passare l'acqua durante l'avanzata. In seguito, passa sul telo inferiore, dove viene compresso contro il telo superiore, perdendo un notevole quantitativo di acqua che gocciola e quindi si allontana per gravità. In questo modo il fango arriva in fondo alla macchina semisolido, riuscendo a raggiungere una percentuale di secco di circa 18 - 20%. Per aumentare la resa del processo viene talvolta aggiunta del polielettrolita. Le nastropresse utilizzate sono vetuste e oggetto di frequenti riparazioni, inoltre necessitano di lavori di opere di adeguamento alle norme di sicurezza, pertanto si ritiene conveniente la sostituzione delle stesse con estrattori centrifughi di nuova generazione.

Nella stazione di disidratazione dei fanghi non esiste alcun sistema di trattamento dell'aria all'interno del locale di alloggiamento delle macchine. Si appalesa la necessità di adeguare l'impianto a quanto stabilito nell'allegato IVal D.Lgs. 152 del 2006. Tale adeguamento comporta però l'estensione del trattamento dell'aria anche ad altre unità tecnologiche, come ad esempio la sezione di grigliatura primaria e quelle di addensamento dei fanghi. Dal momento che l'impianto ha una potenzialità superiore a 10.000 abitanti, il sistema di trattamento dell'aria andrà strutturato in modo centralizzato.

La linea fanghi si completa con un comparto di digestione anaerobica che rappresenta il processo biologico in cui il fango di depurazione viene stabilizzato trasformando la sostanza organica, presente in forma concentrata, in biogas.

La linea di digestione anaerobica dell'impianto è costituita da un digestore, da un post ispessitore di fanghi e da un contenitore di gas (gasometro), oltre ad una centrale termica per la produzione di acqua calda a servizio del processo del digestore anaerobico.

Il digestore anaerobico è costituito da un manufatto anch'esso di forma circolare con diametro alla base di 14 m e altezza utile di oltre 12 m. Nell'ambito delle tecniche per la gestione dei rifiuti, il processo di digestione anaerobica è una tecnica che permette:

- *abbattimento ecologico del carico inquinante e stabilizzazione del rifiuto: la parte biodegradabile subisce una riduzione della frazione volatile, del contenuto di carbonio, e del rapporto Carbonio/Azoto;*

- *valorizzazione energetica: il processo, che viene condotto in appositi reattori, produce biogas, costituito principalmente da metano (50-80%) e anidride carbonica, utilizzabile qui come combustibile.*

Attraverso la digestione anaerobica a caldo, si ottiene, oltre al biogas anche l'abbattimento del carico inquinante, in quanto la flora microbica selezionata è in grado di utilizzare le sostanze organiche e inorganiche presenti e trasformarle in biomasse microbiche controllate.

La centrale termica garantisce l'afflusso di acqua calda necessaria al processo nel digestore anaerobico, detta centrale è stata oggetto in passato di sottrazione dei cavi e di parte della componentistica elettrica, pertanto oggi non utilizzabile. Infine, il biogas prodotto viene accumulato nel gasometro e bruciato con una torcia.

Il post ispessitore di fanghi è costituito da un manufatto di forma circolare delle dimensioni in pianta di 8.50 m e altezza di 4.30m, con volume utile pari a circa 200 mc;

Tutto il sistema, oltre a non essere adeguato alle norme vigenti in materia, necessita di un generale aggiornamento tecnologico delle apparecchiature.

L'impianto inoltre deve essere adeguato alle norme antincendio relativamente alla sezione di digestione anaerobica, al gruppo elettrogeno ed alla sezione di disidratazione fanghi, inoltre vanno pavimentate le parti di impianto sensibili di inquinamento del suolo secondo le previsioni della LR 31/2010 e ss.mm.ii. della DGR 227/2013 e ss.mm.ii. nonché alle altre norme nazionali e regionali cogenti.

Ulteriori sistemazioni da realizzare sono la rimessa in funzione del sistema di videosorveglianza nonché la realizzazione di un sistema di telecontrollo delle varie sezioni di impianto nonché la realizzazione di un sistema di controllo attraverso sonde rilevatrici.

2.1.1 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.

Infine, vista la notevole produzione di fanghi dell'impianto ed i conseguenti costi ambientali, si vuole progettare un sistema che riduca la quantità di fango da smaltire tramite una tecnologia innovativa, possibilmente autosostenuta dal punto di vista energetico, mediante la quale i rifiuti biodegradabili dell'impianto, unitamente ai fanghi prodotti su altri impianti in gestione SACA, possano essere essiccati e trattati, con riduzione dell'umidità e del peso complessivo.

Riepilogando, gli obiettivi da raggiungere possono essere così elencati:

- adeguamento dell'impianto sia al carico generato dall'agglomerato servito - in tutte le sue fasi - colmando anche il deficit della sedimentazione secondaria oggi compensato con la

precipitazione chimica attraverso il dosaggio di chemicals in sedimentazione primaria che all'ulteriore carico in ingresso proveniente dall'impianto chimico-fisico, oggi non trattabile a causa del deficit della fase di sedimentazione secondaria;

- trattamento in maniera conforme ai dettami del PTA delle acque meteoriche di dilavamento secondo dettami dell'art. 40 delle Norme Tecniche del PTA;
- revamping generale di tutti i comparti dell'impianto, di tutte le strutture e di tutti i macchinari esistenti con sostituzione di quelli obsoleti ed ammalorati attraverso una serie di operazioni che, in generale, possono essere sintetizzate come segue:
- incrementare l'efficienza della fase di ossidazione riducendo i costi energetici per l'ossidazione della sostanza carboniosa e abbattimento delle forme di azoto;
- recuperare la sezione di digestione anaerobica fanghi, mai entrata in funzione, con verifica della fattibilità della possibilità di utilizzo della linea fanghi del depuratore di S. Rufina come hub per il trattamento dell'intera produzione dei fanghi di SACA Spa, con evidente risparmio dei costi di trattamento;
- efficientamento del sistema di disidratazione fanghi mediante la sostituzione di una nastropressa con una centrifuga, che consentirà, oltre all'incremento di % di secco, la possibilità di funzionamento autonomo;
- installazione sistemi innovativi ed ecosostenibili di riduzione della quantità di fango e valorizzazione dello stesso. Il sistema dovrà ridurre la quantità di solido prodotta riducendo conseguentemente le emissioni di carbonio in atmosfera e l'inquinamento derivante dal trasporto dei fanghi da smaltire;
- adeguamento impianti elettrici alle norme vigenti incrementando il grado di sicurezza per gli operatori;
- miglioramento delle condizioni di sicurezza sui luoghi di lavoro;
- riduzione degli impatti odorigeni dell'impianto;
- incremento della sicurezza di funzionamento del depuratore anche in caso di malfunzionamenti delle singole fasi e di mancanza di energia elettrica;
- riduzione sensibile dei costi di esercizio e del personale impiegato;

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

2.2 *Stato di Progetto*

Gli interventi in progetto previsti in impianto consentiranno di adeguare lo stesso ai carichi idraulici e organici in ingresso attraverso la realizzazione di una serie di interventi a monte dell'impianto (con suddivisione della portata civile e industriale). Tali interventi consistono nella realizzazione di un nuovo sollevamento fognario (da attivare successivamente in quanto in tale fase saranno realizzate le sole opere civili e le predisposizioni per poter separare le acque industriali da inviare al depuratore

industriale) e nella realizzazione di un nuovo ramo fognario che consenta di separare la linea civile da quella industriale. A tal proposito, si rimanda alla tavola di comparto allegata al 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). Va comunque considerata la presenza di una vasca di accumulo (vasca di equalizzazione) che consente di stoccare, in tempo di secco, gli eventuali picchi idraulici al fine di evitare l'immissione di refluo non trattato in assenza di pioggia. Per le portate superiori a 2,50 Q_{mn} è stata prevista la disinfezione con acido peracetico prima dell'immissione in corpo idrico superficiale, in quanto tale prodotto risulta particolarmente efficace anche su reflui grezzi e non comporta problemi derivanti dalla formazione di sottoprodotti del cloro. Per quanto riguarda la linea fanghi, data la potenzialità dell'impianto e l'elevata età del fango in uscita dal biologico, si è ritenuta plausibile la digestione anaerobica rispetto alla digestione aerobica. Per il monitoraggio dell'impianto, sono previsti 2 campionatori automatici fissi, uno sul pozzetto in ingresso e l'altro sul pozzetto fiscale di uscita dall'impianto nonché l'installazione in ingresso all'impianto di misuratore di portata.

La filiera depurativa prevista per l'impianto di Sulmona Santa Rufina risulta essere:

- *Linea liquami*

Grigliatura grossolana automatica della portata massima avviata a trattamento mediante griglie meccaniche sub-verticale a barre (n.1 unità a monte del sollevamento iniziale);

Sollevamento Iniziale;

Grigliatura fine automatica su filtro a cestello con installazione in canale della portata massima avviata a trattamento (n.3 unità);

Dissabbiatura/disoleatura aerata della portata massima avviata a trattamento su n.2 unità;

Sedimentazione primaria: n.1 linea esistente

Vasca di equalizzazione dotata di:

- *Sollevamento intermedio e miscelazione;*
- *Dosaggio di emergenza di chemicals;*

Comparto biologico:

- *Pre-Denitrificazione: n.2 linee;*
- *Ossi-Nitrificazione: n.3 linee.*

Sedimentazione secondaria su 3 linee (di cui una di nuova realizzazione);

Trattamento terziario di disinfezione chimica con acido peracetico.

- *Linea fanghi*

Pre-ispessimento dei fanghi misti;

Digestione Anaerobica;

Post-Ispessimento fanghi;

Disidratazione meccanica dei fanghi;

Sistema di essiccamento fanghi al fine di ridurre notevolmente i fanghi prodotti.

Tutti i comparti saranno confinati all'interno di idonee strutture al fine di limitare le emissioni odorigene affinché le stesse non possano generare impatti negativi sui ricettori circostanti.

Sarà, inoltre, migliorato l'edificio servizi contenente all'interno:

- *Locale trasformatori e generatore di emergenza;*
- *Locale quadri;*
- *Spogliatoi/servizi;*
- *Uffici;*
- *Autofficina.*

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. Trattasi infatti della rete acque nere dell'area industriale e la rete delle acque miste provenienti dalla città di Sulmona.

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;

<u>Parametri da controllare in campo</u>

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);

<u>Parametri da controllare con analisi in laboratorio</u>

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 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.

3.11.2.1 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.

3.11.2.2 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.

3.11.2.3 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.

o 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:

o 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.

o 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

o 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.

3.11.3 Digestione Anaerobica

La digestione anaerobica è un complesso processo biochimico nel quale numerosi gruppi di microrganismi anaerobici e facoltativi assimilano e degradano la materia organica. Esso può essere rappresentato come un processo a due fasi: nella prima si ha la conversione dei composti organici complessi ad acidi organici semplici (fermentazione acida ad opera di batteri anaerobici e facoltativi, detti acidificanti); nella seconda si ha la conversione degli acidi organici a metano ed anidride carbonica (fermentazione alcalina ad opera di batteri anaerobici detti metanigeni). Per ottenere un trattamento anaerobico efficiente è necessario che i due tipi di batteri siano in uno stato di equilibrio dinamico, che può essere stabilito e mantenuto nel digestore se si verificano le seguenti condizioni:

- assenza completa di ossigeno;
- concentrazioni di sostanze inibenti, quali metalli pesanti e solfuri, inferiori a determinate soglie;
- pH mantenuto tra 6,6 e 7 ,6; se il p H scende al di sotto di 6 la fermentazione alcalina non può più avere luogo.

Deve inoltre essere disponibile una sufficiente quantità di nutrienti, azoto e fosforo, per assicurare lo sviluppo della comunità microbica. Un parametro molto importante è la temperatura alla quale avviene il processo: per i batteri mesofili l'optimum di temperatura è tra i 30 ed i 40 °C, mentre per i batteri termofili l'optimum è tra SO e 60 °C. In questi intervalli di temperatura si ha l'optimum per la velocità di reazione, ma poiché nell'intervallo tra 40 e 50 °C subentra l'azione di batteri termofili facoltativi, in pratica la temperatura di esercizio può essere scelta in tutto l'intervallo tra 30 e 60 °C.

I digestori sono costituiti da grossi serbatoi cilindrici realizzati in cemento armato o in muratura, con fondo a forma conica e sommità a cupola o anche a forma conica. I massimi diametri e le massime altezze realizzate non superano rispettivamente i 50 ed i 20 m. La copertura può anche essere realizzata con un tetto flottante in acciaio, simile a quelli utilizzati nei gasometri, in modo che la parte superiore del digestore possa essere utilizzata per la raccolta del gas biologico sviluppato.

Il mescolamento dei fanghi in digestione può essere realizzato con mescolatori interni ad elica intubata, o con immissione in punti opportunamente scelti dei gas prodotti riciclati mediante compressori, o per circolazione forzata dei fanghi stessi tramite pompe esterne. Il riscaldamento alla temperatura ottimale di esercizio (compresa generalmente tra 30 e 40 °C) avviene utilizzando il gas biologico prodotto, che ha un potere calorifico inferiore normalmente compreso tra 4.000 e 6.000 kcal per Nm^3. La utilizzazione può essere diretta, ossia bruciando il gas biologico per produrre acqua calda o vapore, o indiretta, utilizzando il gas biologico in motori diesel per la produzione di energia elettrica e recuperando il calore dei gas di scarico e dell'acqua di raffreddamento delle camicie. La

seconda soluzione è preferita nei grandi impianti, dove la spesa di una stazione di generazione di energia elettrica è economicamente giustificata. Il riscaldamento del digestore può avvenire mediante serpentine o camicie interne o con scambiatori esterni nei quali viene fatto circolare il fango in digestione. La quantità di calore che è necessario fornire per mantenere il digestore alla temperatura di esercizio deve essere pari alla somma di quella dispersa attraverso le pareti, il fondo e la copertura e di quella necessaria per riscaldare l'alimentazione alla temperatura di esercizio.

3.11.3.1 Disfunzioni

Le disfunzioni che più comunemente si incontrano, le cause principali che le provocano, le rilevazioni e le analisi da effettuare per precisare la natura della disfunzione sono di seguito riportate:

- Formazione di schiume nel digestore
    - Cause principali: Squilibrio tra quantità di fango alimentato e quantità di fango in digestione. Scarsa quantità di fango in digestione. Agitazione insufficiente. Temperatura troppo bassa. Eccessiva estrazione di fango digerito. Accumulo di materiale galleggiante o sedimentato tanto da ridurre il volume utile. Portata d'alimentazione variabile in quantità o in concentrazione.
    - Rilevazioni e analisi: Rilevare portata e concentrazione dei solidi totali e volatili nell'alimentazione. Misurare, almeno una volta al giorno, il pH e la temperatura nel digestore. Misurare la portata dei fanghi digeriti estratti. Controllare la eventuale presenza e misurare gli spessori degli strati di materiale galleggiante o sedimentato. Verificare l'efficacia dell'agitazione.
    - Interventi correttivi: Ridurre o, se possibile, interrompere l'alimentazione. Mantenere il pH tra 6,8 e 7,2 ed il rapporto acidi volatili/alcalinità minore di 0,2 mediante aggiunta di calce. Mantenere costante la temperatura del digestore e possibilmente non farla abbassare sotto i 35 °C. Rimuovere il materiale galleggiante o sedimentato per ripristinare il volume utile. Aggiungere fango digerito, estratto da un digestore funzionante correttamente. Rompere gli strati di materiale galleggiante ed eventualmente pulire le superfici interne. Migliorare l'agitazione in modo da effettuare un mescolamento più efficiente.
- Diminuzione o assenza di produzione di gas
    - Cause principali: Riduzione del volume utile del digestore per accumulo di materiale galleggiante o sedimento sul fondo, o sovraccarico del medesimo. Instaurarsi di ambiente acido (pH 6,5, concentrazione degli acidi volatili > 500 mg $\cdot$ L^{-1}) che dipende da vari motivi, quali sovraccarico, presenza di scarichi acidi o presenza di sostanze tossiche. Carico organico troppo basso.
    - Rilevazioni e analisi: Rilevare la concentrazione di acidi volatili, l'alcalinità ed il pH e l'andamento nel tempo di tali parametri. Rilevare le portate, i solidi totali, i solidi volatili ed il pH dell'alimentazione. Rilevare le temperature nel digestore. Valutare gli

spessori degli strati galleggianti e del sedimentato. Misurare la percentuale di riduzione delle sostanze volatili. Controllare l'eventuale presenza di sostanze tossiche.

- Interventi correttivi: Aumentare il volume utile del digestore cercando di ridurre sia lo strato galleggiante sia i solidi sedimentati sul fondo. Si può sia aumentare il livello di agitazione che migliorare l'eliminazione degli inerti nelle apparecchiature a monte. Se il rapporto acidi volatili/alcalinità è maggiore di 0,2, dosare calce. Se il pH è minore di 6,5, riportarlo a valori compresi tra 6,8 e 7,2 mediante dosaggio di calce. Se il p H continua a restare basso interrompere l'alimentazione fino al regolarizzarsi della situazione. Se la % di riduzione di sostanze volatili si abbassa al di sotto del 40 %, è utile interrompere l'alimentazione. Se possibile, svuotare parzialmente il digestore e riempirlo poi con fango proveniente da un digestore efficiente (rapporto acidi volatili/alcalinità pari circa a O_2). Mantenere costante ed alta la temperatura (rv 35 + 36 °C).

- Alta percentuale di solidi nel supernatante:
  - Cause principali: Le cause sono simili a quelle descritte per le disfunzioni precedenti.
  - Rilevazioni e analisi: effettuare le analisi e le rilevazioni indicate per le precedenti disfunzioni. Misurare la concentrazione dei solidi nel supernatante estratto a livelli diversi.
  - Interventi correttivi: Effettuare gli stessi interventi consigliati per precedenti disfunzioni. Effettuare l'estrazione del supernatante nei periodi in cui non viene effettuata l'agitazione. Estrarre il supernatante dal livello dal quale si rileva la minore concentrazione in solidi.
- Aumento del rapporto acidi volatili/alcalinità:
  - Cause principali: Le cause sono simili a quelle descritte per le disfunzioni precedenti.
  - Rilevazioni e analisi: Misurare ad intervalli di 2 giorni il pH, l'alcalinità e la concentrazione di acidi volatili nel fango digerito. Controllare la temperatura nel digestore. Controllare il grado di mescolamento.
  - Interventi correttivi: Se il pH scende, diminuire o interrompere l'alimentazione; se scende al di sotto di 6,5, dosare calce. Analoghi interventi sono necessari se il rapporto acidi volatili/alcalinità è maggiore di 0,4. Mantenere la temperatura del digestore al di sopra di 32 °C. Mantenere un alto livello di agitazione. Se possibile, aggiungere fanghi provenienti da un altro digestore con rapporto acidi volatili/alcalinità più basso.
- Bassa percentuale di riduzione dei solidi volatili:
  - Cause principali: Sovraccarico dovuto o ad una portata di alimentazione maggiore o ad una riduzione del volume utile di digestione. Bassa temperatura. Rapporto acidi volatili/alcalinità elevato e basso pH.

- Rilevazioni e analisi: Determinare i solidi totali e volatili nell'alimentazione, nel fango digerito e nel supernatante. Valutare il carico di solidi e la percentuale di riduzione dei solidi volatili. Controllare se la produzione di gas è inferiore al normale. Determinare il rapporto acidi volatili/alcalinità ed il pH dei fanghi digeriti. Verificare la presenza di strati di depositi sul fondo o di materiale galleggiante in superficie.
- Interventi correttivi: Ridurre il carico entrante. Se il sovraccarico dipende dalla riduzione di volume utile, provvedere a ripristinarne il valore iniziale. Mantenere la temperatura al di sopra di 32 °C. Abbassare il rapporto acidi volatili/alcalinità e portare il pH a valori superiori a 6,5-:-6,8 mediante dosaggio di calce. Se il supernatante ha un contenuto in solidi eccessivo e provoca inconvenienti nelle apparecchiature a monte, effettuare l'estrazione nei periodi in cui il digestore non è mescolato o modificare la presa portandola a pescare in una zona di calma.

3.11.3.2 Manutenzione

Una manutenzione accuratamente programmata è essenziale per assicurare condizioni di marcia sicura, minimizzare costosi interventi straordinari e mantenere il processo di digestione al livello di efficienza desiderato.

Prelievi

La presenza di solidi accumulati all'interno del digestore riduce l'efficienza del processo in quanto sottrae volume utile. Pertanto, prelievi eseguiti in vari punti del digestore per controllare l'eventuale presenza di solidi devono essere effettuati almeno due volte all'anno, normalmente in inverno ed in estate. In occasione dei prelievi possono essere ricavati dati di temperatura e di concentrazione di solidi utilizzabili per controllare la distribuzione dei valori di questi parametri nel volume del digestore e quindi l'efficienza di ciascuna parte di questo.

Sistemi di raccolta del gas

Il gas prodotto è normalmente inquinato da grassi sotto forma di aerosol e da trascinamenti vari che possono provocare l'occlusione delle tubazioni o accumularsi in particolari zone delle macchine che li trattano. È pertanto necessario ispezionare periodicamente i compressori e gli apparecchi di lavaggio del gas per determinare se è necessaria una operazione di pulitura. Inoltre, i lavori di equilibratura, riallineamento, lubrificazione, sostituzione delle tenute, ecc., devono essere effettuati con particolare cura a causa della presenza di questi inquinanti.

Sistema di riscaldamento

Nel sistema di riscaldamento devono essere sottoposti a manutenzione programmata le superfici di scambio, le apparecchiature di sicurezza del circuito e le apparecchiature di regolazione.

Superfici di scambio

Lo scambio di calore tra fluido riscaldante (generalmente acqua) e fanghi è condizionato dal grado di pulizia delle superfici metalliche. Queste vengono ricoperte da strati aderenti di depositi su ambedue i lati, strati il cui spessore aumenta col tempo. Occorre pertanto rimuovere accuratamente i depositi

formatisi e questa operazione deve essere fatta almeno una volta all'anno, e comunque sempre quando si nota una riduzione dello scambio di calore o del flusso o un aumento eccessivo delle perdite di carico.

Apparecchiature di sicurezza

A causa della presenza dei gas sviluppati, il processo di digestione è potenzialmente pericoloso, in quanto possono avvenire incendi o scoppi. Per ridurre al minimo questi rischi le apparecchiature di sicurezza, quali rompifiamma, trappole del condensato, valvole di sicurezza di sfogo della pressione,

bruciatori, allarmi, ecc., debbono essere ispezionati e revisionati con opportuna frequenza.

Apparecchiature di regolazione

Generalmente il liquido riscaldante è acqua calda fornita da una caldaia; la sua temperatura è mantenuta mediante termostati e relais che agiscono sul sistema di combustione e sul sistema di circolazione. Tutte queste apparecchiature debbono essere revisionate con l'opportuna frequenza, in modo da mantenere l'efficienza del sistema.

Strumentazione

La digestione anaerobica è solitamente usata in impianti di notevole capacità, nei quali abbondante uso di strumentazione è necessario per mantenere il personale di esercizio ad un numero accettabile. Inoltre, la digestione è uno dei processi più delicati e le apparecchiature relative sono tenute sotto stretto controllo strumentale. Un programma completo di ispezioni, pulizia, calibrazione e sostituzione delle parti di normale consumo è pertanto fondamentale.

Pulizia del digestore

Nel digestore si accumulano sabbia e altri inerti che sfuggono ai pretrattamenti in testa all'impianto: è pertanto inevitabile provvedere alla rimozione di tali materiali. L'operazione porta minori disturbi agli impianti in cui la digestione avviene suddivisa su più apparecchiature in parallelo, in quanto è possibile pulire un'apparecchiatura e proseguire la digestione dei fanghi sovraccaricando le apparecchiature rimaste in esercizio.

La messa fuori esercizio di un digestore richiede particolari attenzioni in quanto il metano provoca facilmente sacche di miscele infiammabili o esplosive.

Il succedersi delle operazioni deve essere il seguente:

- cessare l'alimentazione dei fanghi;
- dare tempo ai fanghi presenti di completare la digestione;
- controllare dalla produzione di gas quando la digestione è completata;
- fermare il riscaldamento;
- eliminare il metano ancora presente spurgando con azoto o anidride carbonica;
- quando la concentrazione del metano è ben minore del limite inferiore di esplosività (5,3% in volume), si può procedere allo svuotamento, estraendo i fanghi a gravità e per pompaggio;

- dopo un'abbondante aerazione, si può procedere alla pulizia del digestore ed alla manutenzione delle apparecchiature interne.

3.11.4 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.

3.11.4.1 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.

3.11.4.2 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.

3.11.4.3 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*

3.11.4.4 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.

3.11.4.4.1 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.

3.11.4.4.2 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.

3.11.4.4.3 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;

3.11.4.4.4 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;

3.11.4.4.5 Motorizzazione coclea di estrazione fango, in blocco

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

3.11.4.4.6 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

3.11.4.4.7 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.

3.11.5 Essiccamento termico

L'essiccamento termico è un'operazione che comporta una riduzione del contenuto di acqua del fango per evaporazione forzata ad un livello che ne consenta una combustione autotermica nel caso di incenerimento finale, o una facilità di stoccaggio e trasporto ai fini di una possibile utilizzazione (come ammendante in agricoltura o combustibile nei forni per cemento, nelle centrali termoelettriche, negli inceneritori di rifiuti urbani o per processi di piro lisi e gassificazione); talvolta, anche quando il fango sia destinato in discarica, può risultare conveniente aumentarne il più possibile la concentrazione di secco, considerando gli elevati costi del trasporto e dello smaltimento. L'essiccamento consente infine di ottenere come ulteriore beneficio un'azione igienizzante che risulta utile soprattutto ai fini delle operazioni di manipolazione e stoccaggio. Il processo può avvenire in apparecchiature in cui il fango si trova a contatto diretto con il fluido riscaldante o in apparecchiature in cui lo scambio di calore avviene attraverso una superficie di scambio, con una successione di operazioni di cui le principali sono: alimentazione, miscelazione con prodotto essiccato che viene riciclato, essiccamento, raffreddamento, vagliatura ed eventuale pellettizzazione del prodotto essiccato, stoccaggio, generazione di calore, depurazione dei vapori attraverso depolverazione, condensazione e deodorizzazione. In funzione delle diverse tecnologie utilizzate alcune delle

suddette operazioni possono essere omesse. L'apparecchiatura più utilizzata per l'essiccamento a contatto diretto è il forno a tamburo rotante, costituito da un cilindro rotante leggermente inclinato rispetto all'orizzontale: i fanghi da essiccare vengono alimentati dalla estremità a maggiore elevazione e si spostano verso l'altra estremità in equicorrente con i gas caldi. I gas esausti prima di essere scaricati in atmosfera richiedono, dopo una prima separazione delle polveri in un ciclone o policiclone, un ulteriore trattamento consistente in una depolverazione più spinta (per esempio, in filtri a maniche) ed una deodorizzazione in camera di postcombustione o in filtri biologici.

Si possono distinguere i processi che avvengono in "ciclo aperto", senza cioè il riciclo dei gas, da quelli "in ciclo chiuso" che invece lo prevedono. I primi richiedono la depurazione di elevate quantità di gas (fino a 19 Nm^3/kg^{-1} di acqua evaporata se si opera a bassa temperatura) e comportano elevati consumi di energia se non viene operato alcun recupero termico, ad esempio preriscaldando l'aria di combustione a spese del calore sensibile dei fumi. Nei processi "in ciclo chiuso" la portata di gas prodotti risulta notevolmente inferiore (2-4 Nm^3 kg^{-1} di acqua evaporata). Le apparecchiature di essiccamento a contatto indiretto sono di tipologia diversa: un primo sistema si basa sull'utilizzazione di apparecchiature orizzontali a tamburo dove i fanghi vengono distribuiti con spessore sottile (in pratica spalmati) sulla superficie di scambio per mezzo di un rotore dotato di palette regolabili. Il sistema di palette è conformato in modo da consentire l'avanzamento del fango con un movimento a spirale: la distanza tra le palette e la superficie del tamburo è pari a 5-l0 mm. Il fluido riscaldante scorre in una camicia sul lato esterno del tamburo. Il tempo di residenza è di 3-5 minuti e la potenzialità di evaporazione può essere superiore a 100 kg/h m^2. Un secondo sistema è basato sull'utilizzazione di apparecchiature orizzontali a dischi nelle quali l'albero centrale cavo, al cui interno passa il fluido riscaldante, è dotato di una spirale che consente la movimentazione del fango. Nel caso che il fango venga avviato successivamente ad un processo di incenerimento non è richiesta una miscelazione con il prodotto già essiccato; se è invece necessario raggiungere concentrazioni più spinte si deve garantire una concentrazione minima in secco dell'alimentazione del 60 -70%.

Un terzo sistema di essiccamento a contatto indiretto è rappresentato dal processo Carver Greenfield a multipli effetti: esso consente di ridurre notevolmente il consumo energetico rispetto ai sistemi termici convenzionali, ma ha costi d'impianto molto più elevati. In questo processo i fanghi miscelati con olio pesante vengono fatti passare in una serie di evaporatori a fascio tubiero a film cadente nei quali viene evaporata solo l'acqua, che ha una temperatura di ebollizione inferiore a quella dell'olio. Dopo l'evaporazione, che avviene in più stadi mantenuti a pressione decrescente, rimane un prodotto finale costituito da una miscela di olio e fango secco i cui componenti vengono separati mediante centrifugazione: dall'olio, prima di essere riciclato, può essere separata la frazione leggera per stripping con vapore surriscaldato.

Per ulteriori dettagli sul funzionamento di tale elettromeccanica si rimanda alle caratteristiche fornite nel libretto di uso e manutenzione.

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 1.166,67 mc/h. Tutta la portata 4·Qm, sarà sollevata dalle pompe, previa grigliatura media, ed inviata alla grigliatura fine con luci di passaggio di 6 mm.

A valle della grigliatura vi sarà una doppia linea di dissabbiatura/disoleatura aerata. Il refluo pretrattato perverrà in tutta la sua portata nel comparto di equalizzazione dove attraverso un secondo sistema di sollevamento dotato di adeguati misuratori di portata sarà possibile inviare una portata pari a 2 Qm al comparto biologico mentre 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 2,50 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 $FePO_4$ e di $Fe(OH)_3$.

Ne consegue la necessità di adottare rapporti Fe/P superiori ad 1, ove si voglia ottenere una concentrazione di $P \leq 1$ 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 CHIMICA DELL'ACQUA DEPURATA

Si realizza una stazione di sterilizzazione chimica con un bacino di contatto, dimensionato per una portata massima pari a 4·Qm in caso di portata di pioggia. 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

7.1 *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 *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.

7.3 *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.