

	NOZIONI DI POTABILIZZAZIONE <i>trattamento fanghi</i>	Settore Complesso Potabilizzazione
		MODULO VII
		Pag. 1 a 13

NOZIONI DI POTABILIZZAZIONE **PER ADDETTI ALLA CONDUZIONE:** **trattamento fanghi**

MODULO 7

	NOZIONI DI POTABILIZZAZIONE <i>trattamento fanghi</i>	Settore Complesso Potabilizzazione
		MODULO VII
		Pag. 2 a 13

Indice

1	Ispessimento dei fanghi – generalità	3
1.1	Premesse	3
1.1.1	La produzione del fango di supero	3
1.2	Tecniche di ispessimento	4
1.2.1	Ispessitori a picchetti/gravità	4
1.2.2	Flottatori	7
1.2.3	Ispessimenti meccanici	10
2	Verifica di funzionalità delle fasi di trattamento dei fanghi	12
2.1	Monitoraggio e bilanci di massa	12
2.2	Prove sperimentali	12
2.3	PROBLEMATICHE	13

	NOZIONI DI POTABILIZZAZIONE <i>trattamento fanghi</i>	Settore Complesso Potabilizzazione
		MODULO VII
		Pag. 3 a 13

1 Ispessimento dei fanghi – generalità

1.1 Premesse

Dai moduli sin'ora trattati abbiamo visto che nel trattamento di potabilizzazione, perlomeno negli impianti completi, è fondamentale e sempre presente la sezione di chiari flocculazione, e che in questa fase viene prodotto "il fango di supero".

Con l'impiego dei flocculanti, minerali ed organici si ottiene la "torbida di processo", che deve essere mantenuta in condizioni ottimali di concentrazione di sostanza secca, e pertanto, essendo il dosaggio di flocculanti continuo, si avrà una produzione continua di "torbida" che va a costituire quella frazione di "fango" che deve essere opportunamente trattata per essere smaltita secondo le regole definite dal Decreto Legislativo 152/06.

Le modalità di trattamento di questo prodotto di rifiuto del nostro impianto è l'oggetto di questa sezione del corso, nel quale riprendendo alcuni concetti base già esaminati, affrontiamo gli aspetti generali dei sistemi di ispessimento.

Nei moduli successivi verrà completata la trattazione del destino della torbida/fango ispessito, affrontando i temi della disidratazione.

1.1.1 La produzione del fango di supero

Nei moduli precedenti si sono affrontati gli argomenti relativi alla coagulazione e flocculazione, con una disamina dei sistemi esistenti. È stato visto che la sezione di processo nella quale si produce il fango è la chiari flocculazione, nella quale il fango, definito ancora "torbida di processo" è di fatto una componente essenziale del processo di potabilizzazione, e che deve avere proprietà definite per poter ottenere rese adeguate.

È importante, in pratica, avere ben chiari i valori di sostanza secca ottimale per il nostro sistema, e saper valutare le proprietà che il nostro fango deve avere in quel definito impianto.

Il dosaggio continuo di flocculante, e la sua azione nei confronti delle sostanze (definite o meno) contenute nell'acqua, produrrà quindi ulteriore "fango" che deve essere estratto per mantenere condizioni ottimali del sistema. Un sistema a regime viene mantenuto in condizioni stazionarie: dobbiamo essere in grado di valutare quanto "fango" dobbiamo estrarre per avere nel tempo concentrazioni e caratteristiche costanti.

In condizioni stazionarie la produzione di fango è determinata con le procedure presentate nei moduli precedenti. Nel presente modulo affrontiamo il primo stadio del trattamento del fango di supero: l'ispessimento.

L'ispessimento è l'operazione mediante la quale si elimina l'eccesso di acqua, si riducono i volumi e si omogeneizza la fase solida dei fanghi

	NOZIONI DI POTABILIZZAZIONE <i>trattamento fanghi</i>	Settore Complesso Potabilizzazione
		MODULO VII
		Pag. 4 a 13

Come vedremo nel modulo specifico. Per poter smaltire il fango prodotto, questo deve avere un valore di sostanza secca non inferiore al 25% (p/p), e per poter raggiungere questo valore dobbiamo necessariamente procedere per stadi in quanto non abbiamo tecnologie di trattamento in grado di portare con un solo passaggio, a costi ragionevoli, il fango di supero che ha normalmente una concentrazione in sostanza secca inferiore all'1% ai valori richiesti per lo smaltimento.

Quanto vedremo nel presente modulo, con opportuni aggiustamenti, è valido sia per il fango dell'impianto di potabilizzazione che per i fanghi prodotti negli impianti di depurazione.

1.2 Tecniche di ispessimento

Per quanto riguarda l'ispessimento dei fanghi, le più recenti innovazioni tecnologiche riguardano l'adattamento di macchine originariamente progettate per la disidratazione meccanica. Tra gli esempi che possono essere citati si riportano i seguenti:

- centrifuga decantatrice: si tratta di un'apparecchiatura del tutto analoga alla centrifuga utilizzata per la disidratazione, ma con alcuni accorgimenti tecnici che ne consentono l'impiego per l'addensamento del fango sedimentato;
- tavola gravitazionale: consiste, sostanzialmente, in una nastropressa semplificata, ovvero ridotta alla sola sezione iniziale di drenaggio;
- setacci cilindrici: questo sistema è costituito da una serie progressiva di setacci cilindrici rotanti. La maglia dei setacci diviene sempre più grossolana man mano che si procede dall'alimentazione verso l'uscita della macchina (e quindi man mano che aumenta la concentrazione di sostanza secca nel fango). Il fango rimane all'interno dei cilindri mentre l'acqua viene eliminata attraverso i fori.

L'ispessimento "tradizionale" si basa sempre su sistemi che sfruttano tecnologie di chiarificazione adattate per tener conto del diverso obiettivo da raggiungere: non è primario l'obiettivo della chiarificazione, ma quello di ottenere un fango ispessito con concentrazione di sostanza secca che abbia almeno un secco del 3-4%.

Si rappresentano le diverse tecnologie attualmente disponibili, affrontando nell'ultima parte le problematiche gestionali.

1.2.1 Ispessitori a picchetti/gravità

Una sospensione di solidi di concentrazione superiore a 500 ppm posta in una vasca sedimenta stratificandosi nel tempo. Si possono distinguere 4 zone a diversa concentrazione.

- 1) La prima zona è costituita dall'acqua chiarificata.
- 2) La seconda zona è caratterizzata dalla presenza di particelle che sedimentano liberamente senza ostacoli.

	NOZIONI DI POTABILIZZAZIONE <i>trattamento fanghi</i>	Settore Complesso Potabilizzazione
		MODULO VII
		Pag. 5 a 13

- 3) La terza zona è quella in cui la concentrazione dei solidi è uguale a quella della sospensione originaria. In questa zona le particelle di fango durante la sedimentazione si ostacolano a vicenda. In queste condizioni il movimento di una particella è legato a quello delle particelle adiacenti, si ha quindi un movimento di massa che porta alla formazione di grossi fiocchi di fango.
- 4) Nella quarta zona la concentrazione dei solidi è particolarmente alta e le particelle si trovano a contatto tra loro. In queste condizioni l'ispessimento è provocato dalla compressione esercitata dal peso delle particelle che provengono dall'alto.

Scopo dell'ispessimento è l'addensamento del fango la cui concentrazione viene incrementata tipicamente dallo 0,5-1 % al 3-6%, a seconda delle qualità del fango trattato.

Un ispessitore tradizionale è dimensionato tenendo conto del flusso di solido FS espresso in kgSS /(m² x g) Il valore medio di FS è 80 kgSS /(m² x g)

Ad esempio se dobbiamo ispessire 1000 m³/g di fango al 1% e cioè 10.000 Kg SS /g Applicando il valore di FS è 80 kgSS /(m² x g) ottengo:

$$10000/80 = 125 \text{ m}^2$$

Da cui ricaviamo il diametro del bacino: 12,6 m.

Calcolo del volume:

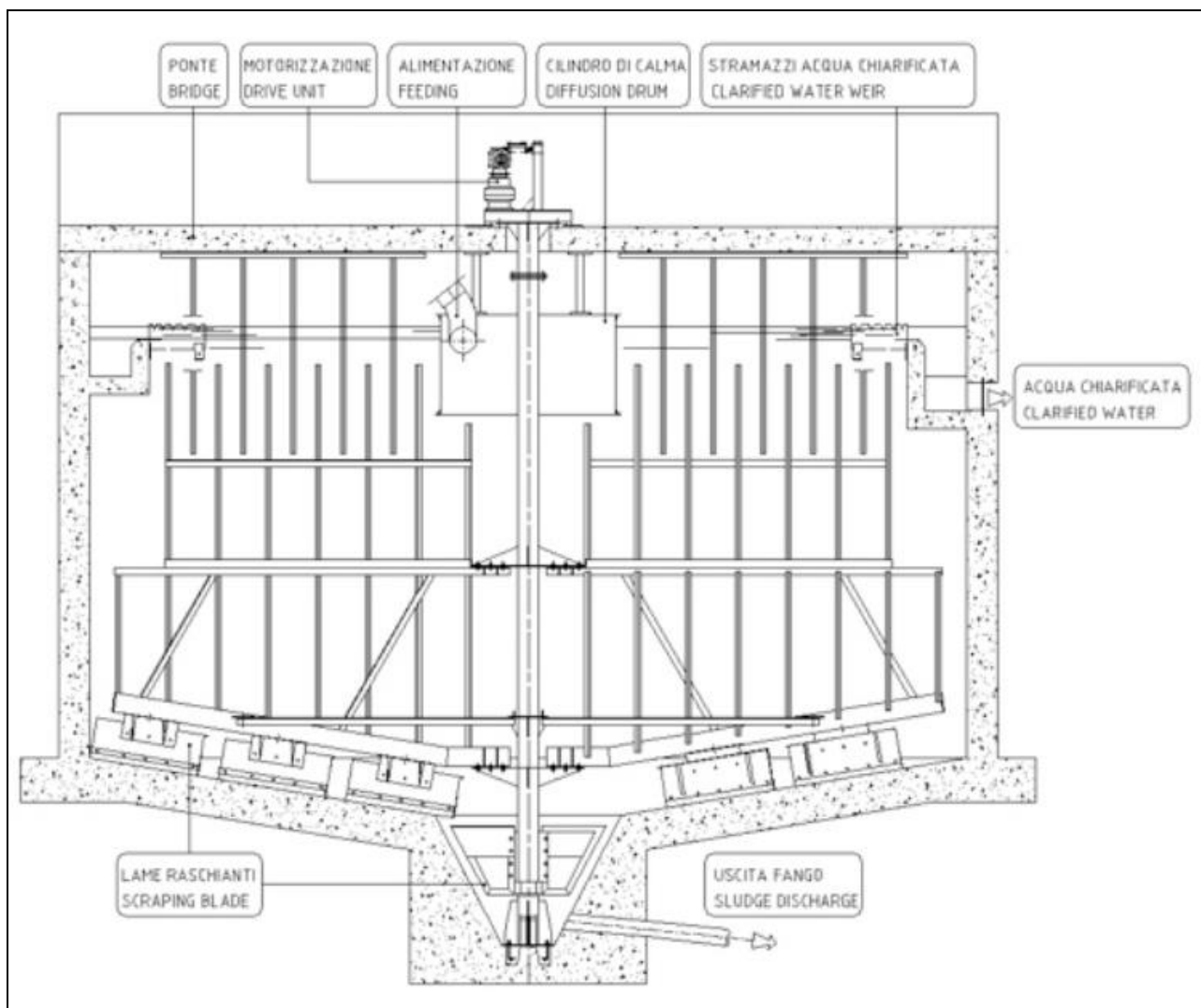
Ipotizziamo un'altezza utile di 3 m.

Ricaviamo il volume totale del bacino: $125 \times 3 = 375 \text{ m}^3$

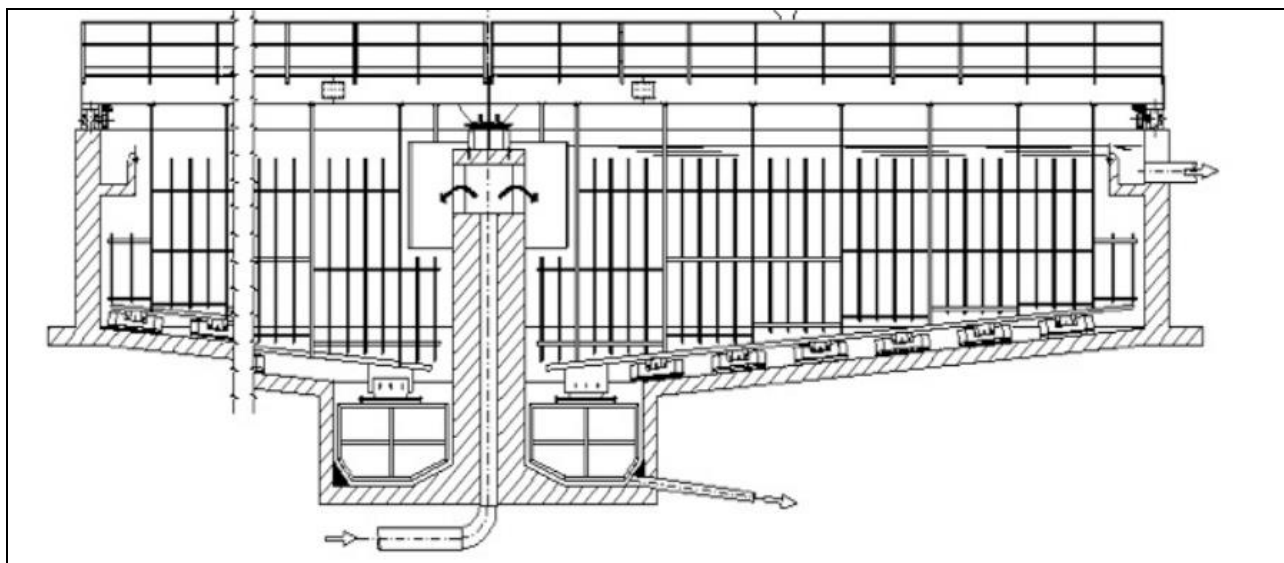
Verifichiamo il tempo di permanenza del fango nel bacino:

$$\text{Tempo} = \text{volume} / \text{portata} = (375/1000) \times 24 = 9 \text{ ore}$$

L'importanza del tempo è legata soprattutto al rischio di insorgenza di attività biologiche anaerobiche con conseguente emissione di odori molesti. Per contenere questo rischio è bene che il tempo di permanenza sia inferiore alle 24÷30 ore.



La figura seguente rappresenta una variante costruttiva, applicata su ispessitori di maggiori dimensioni, dove il ponte è a trazione periferica



1.2.2 Flottatori

Nella parte relativa alla chiarificazione è stata presentata la tecnologia di flottazione come alternativa alla decantazione. Anche per l'ispessimento dei fanghi, che nei fatti è un processo di decantazione con parametri operativi molto più spinti (velocità ascensionali più basse e tempi di permanenza più elevati) può essere utilizzata la flottazione.

Esempi pratici ne abbiamo già diversi, ed in particolare:

- impianto di Villacidro;
- impianto di Alghero;
- impianto del Liscia;
- impianto del Bidighinzu;
- impianto di Pedra Majore;
- impianto di Truncu Reale.

Se ben condotti, già nella fase di chiarificazione, i flottatori permettono di ottenere un fango ispessito e trattabile nella fase di disidratazione.

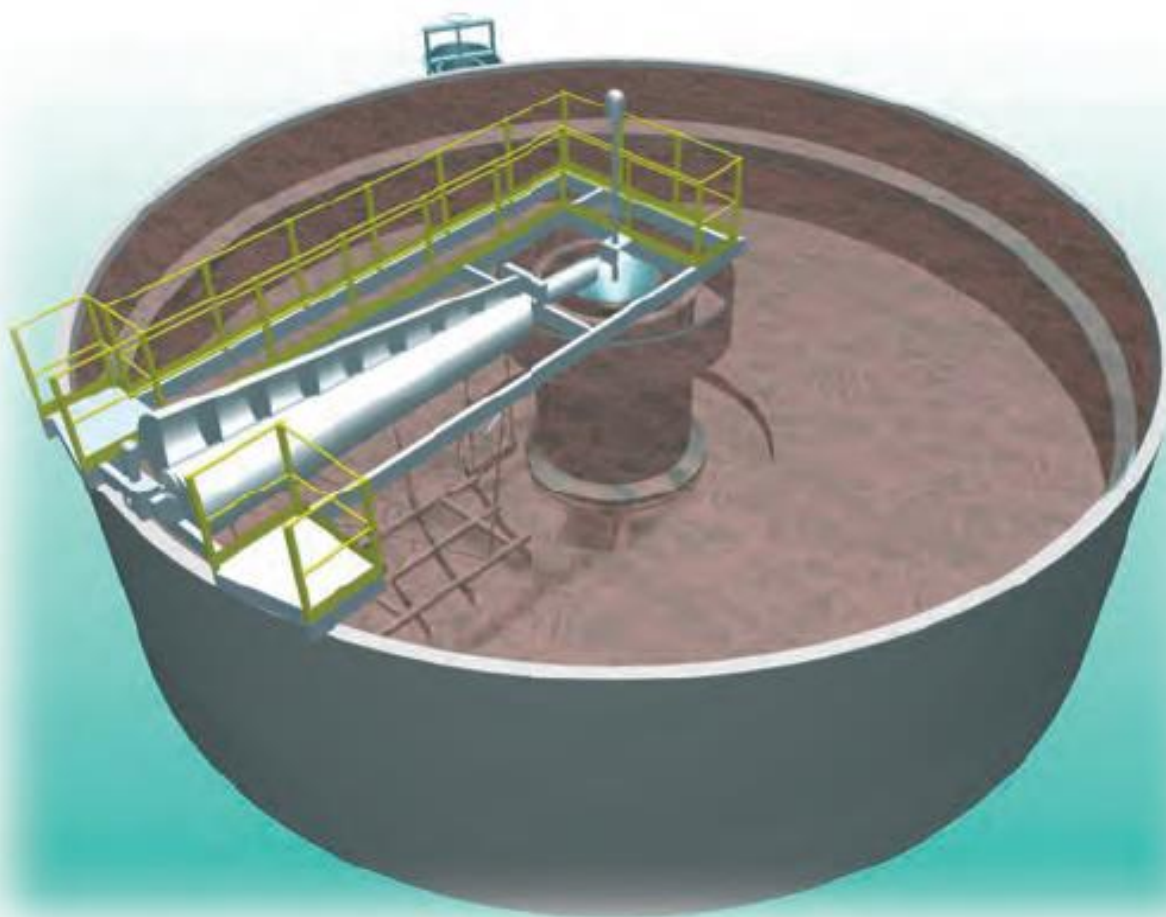
Quando vengono dimensionati per l'ispessimento dei fanghi si devono ovviamente utilizzare parametri operativi più cautelativi e verificare che l'aria immessa con il risicolo sia in rapporto ottimale con i solidi sospesi contenuti nella torbida.

Per gli aspetti puramente costruttivi rimandiamo al capitolo già presentato, limitando in questa fase a riportare alcune immagini di realizzazioni tipiche dei principali costruttori di sistemi di flottazione.

L'immagine seguente rappresenta un flottatore KWI nella fase di ispessimento di un fango biologico (concettualmente abbiamo visto che non è differente dal fango chimico).



Sono impianti costruttivamente semplici che permettono il raggiungimento di rese anche notevoli su torbide ben condizionate.



	NOZIONI DI POTABILIZZAZIONE <i>trattamento fanghi</i>	Settore Complesso Potabilizzazione
		MODULO VII
		Pag. 10 a 13

1.2.3 Ispessimenti meccanici

Il comportamento dei **fanghi primari** nelle fasi di trattamento meccanico di **addensamento, disidratazione e post - disidratazione** è variabile in funzione delle caratteristiche del fango stesso; dopo una opportuna caratterizzazione dei parametri più significativi si può identificare la miglior tecnologia applicabile.

Una delle componenti che in genere condiziona la trattabilità e quindi i risultati del secco finale è la presenza più o meno elevata di ceneri.

SISTEMI PER ADDENSARE I FANGHI

- A tavola piana
- A tamburo rotativo

Essendo richiesto l'utilizzo di polielettroliti, è buona norma verificarne periodicamente la idoneità. Nei casi in cui, per qualsiasi ragione, si dovessero verificare condizioni di estrema variabilità qualitativa dei fanghi da trattare, è consigliabile installare a monte del trattamento un'adeguata vasca di bilanciamento.

ACCORGIMENTI SPECIFICI NELLA GESTIONE OPERATIVA

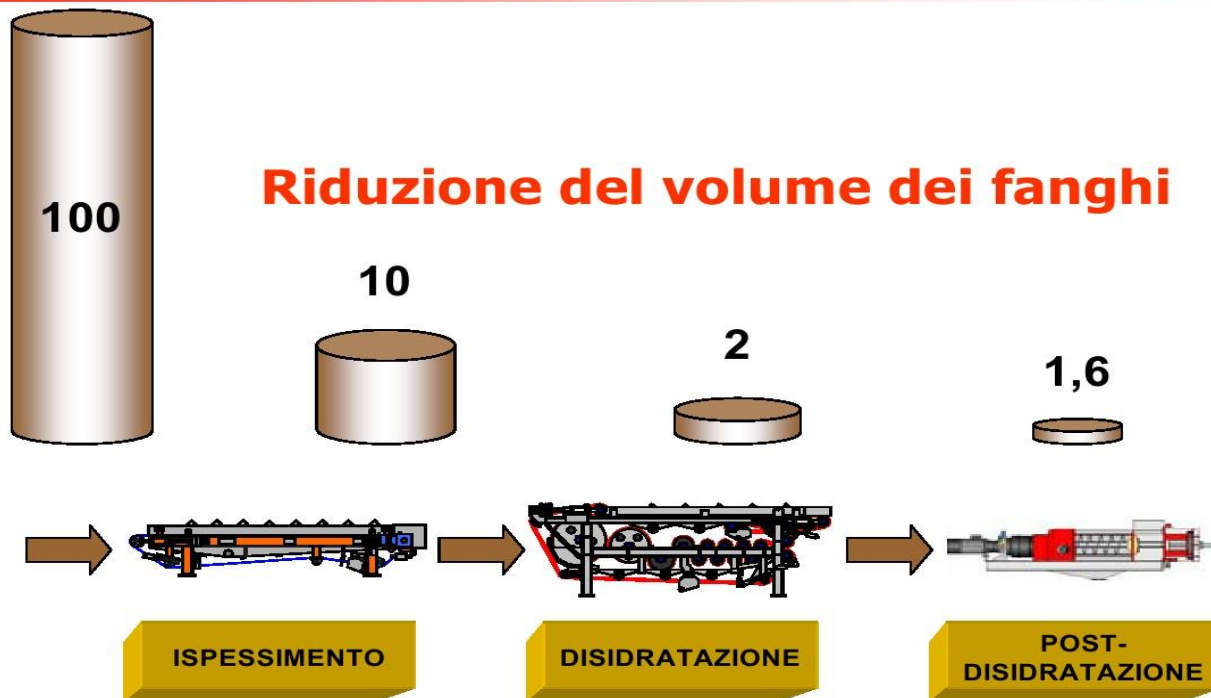
L'Operatore, oltre a seguire le indicazioni del manuale d'istruzione di ogni singola apparecchiatura, dovrà anche verificare con una certa periodicità le eventuali variazioni di alcune caratteristiche dei fanghi in ingresso ai vari sistemi di trattamento.

Gli impianti di trattamento vengono sempre realizzati con un buon livello di automazione e di sicurezze. Per poter massimizzare e ottenere sempre le massime prestazioni si rende necessario intervenire su alcune regolazioni nei casi in cui si verificano variazioni delle caratteristiche dei fanghi da trattare: ad esempio, variazioni nella concentrazione dei solidi sospesi comportano la regolazione della portata idraulica in ingresso al trattamento.

Le rese ottenibili nei processi di ispessimento, e nelle fasi successive sono rappresentate nell'immagine successiva che evidenzia come nell'ispessimento sia possibile raggiungere diminuzioni di volume del 90%, dipendenti comunque dal tipo di fango e dalla qualità del condizionamento.

Fanghi primari

SERNAGIOTTO



I produttori di queste tipologie di macchine sono diversi, e l'immagine successiva riporta alcuni esempi di una primaria ditta nel campo.

Tecnologie di ispessimento dei fanghi

SERNAGIOTTO

L'ispessimento dei fanghi sedimentati primari e/o biologici, ha lo scopo di ridurre il volume sino ad ottenere un incremento di concentrazione di sostanza secca da **4 a 10** volte il valore iniziale.

Sernagiotto produce, in alternativa ai sistemi classici di ispessimento statico, gli ispessitori meccanici

a tamburo rotante Rototik



a tavola piana Gravity Table



Fanghi biologici
Fanghi primari
Fanghi misti
Fanghi da rejects
Fanghi da deinking

Portata
< 50 m³/h



Fanghi biologici: 4-5 %



Fanghi primari: 10-12 %




Fanghi biologici: 4-5 %



Fanghi primari: 10-12 %

Portata
> 50 m³/h

	CORSO FORMAZIONE	Formazione risorse
		Revisione Maggio 2009 – Ver.1.0
		Cap. II – Trattamento fanghi

2 Verifica di funzionalità delle fasi di trattamento dei fanghi

2.1 Monitoraggio e bilanci di massa

L'effettuazione di un monitoraggio a livello delle diverse sezioni dello schema di trattamento consente di calcolare l'efficienza del processo. I punti di campionamento e le relative frequenze devono essere scelti in funzione del comparto in esame (per esempio, ispessimento e la disidratazione) e della dimensione dell'impianto. I parametri da considerare sono, nella maggior parte dei casi, la portata e la concentrazione dei solidi sospesi volatili e totali (SST), poiché il rendimento viene calcolato in termini di perdita di sostanza secca e/o di umidità (bilancio di massa).

I parametri di processo devono essere parimenti misurati (per esempio, la temperatura, il pH, ecc.) o calcolati (per esempio, il tempo di ritenzione idraulica), a seconda del comparto considerato, al fine di correlare l'efficienza dell'impianto alle condizioni di funzionamento.

Infine, l'analisi dei dati relativi al surnatante può fornire importanti informazioni circa l'efficienza del trattamento dei fanghi e il carico ricircolato in testa all'impianto.

Il calcolo del bilancio di massa è necessario anche ai fini di una verifica dei parametri di progetto, così da valutare eventuali sovraccarichi dell'impianto.


Accanto al monitoraggio e all'analisi dei dati, si rivela talvolta necessaria l'effettuazione di prove sperimentali specifiche: per esempio qualora i dati non siano sufficienti a spiegare i fenomeni osservati o le condizioni operative debbano essere modificate.

2.2 Prove sperimentali

Numerose prove possono essere effettuate in funzione della specifica fase del processo e degli obiettivi di volta in volta prefissati (Gorini, 1997). Si riportano, di seguito, alcuni esempi al proposito, ricordando che solo alcune di queste possono essere effettuate come controllo ordinario. In genere, a parte le prove con cono o cilindro, sono effettuate durante le verifiche per l'ottimizzazione del processo e quindi demandate al capo impianto ed ai processisti.

Caratteristiche di sedimentabilità dei fanghi. La prova (generalmente effettuate con cilindri o coni Imhoff) è finalizzata a studiare il comportamento del fango, in termini di caratteristiche di sedimentabilità e di efficienza di rimozione dei solidi sospesi.

Caratteristiche di ispessimento dei fanghi. Le prove in cilindro consentono di evidenziare la capacità d'ispessimento del fango in condizioni controllate di laboratorio fornendo indicazioni, per esempio, circa il ruolo del tempo di ritenzione, della miscelazione lenta, del dosaggio di reagenti ecc.

	CORSO FORMAZIONE	Formazione risorse
		Revisione Maggio 2009 – Ver.1.0
		Cap. II – Trattamento fanghi

Comportamento idrodinamico. Il comportamento idrodinamico di un reattore assume un ruolo fondamentale nell'ambito dell'efficienza del processo. L'effettuazione di prove sperimentali basate sulla determinazione della curva RTD (distribuzione dei tempi di ritenzione) (Collivignarelli *et al*, 1995) consente di definire lo schema di flusso (per esempio, flusso a pistone o miscelazione completa), di evidenziare eventuali by-pass, volumi morti ecc. (Collivignarelli *et al.*, 1997).

Disidratazione dei fanghi. Un esempio di prova di laboratorio, basata sulla filtrazione a vuoto e finalizzata alla definizione delle condizioni di trattamento ottimali, è riportato nei paragrafi successivi. Al medesimo fine può essere eseguita anche la centrifugazione (Acaia e Ragazzi, 1990). Per verificare i risultati ottenuti durante le prove di laboratorio, può rivelarsi necessario ripetere le stesse a scala reale.

2.3 PROBLEMATICHE

Durante le verifiche di processo occorre aver presenti i problemi che possono insorgere in funzione del tipo di ispessimento statico o meccanico. Da un esame sommario delle tecnologie appare evidente che negli ispessitori tradizionali a picchetto i parametri funzionali più importanti che possono portare a problemi sono il tempo di residenza e l'età del fango. I motivi sono legati al fatto che i fanghi, anche derivanti dalla potabilizzazione contengono sostanze organiche che, una volta immessi in vasche dove stazionano per tempi prolungati, possono essere oggetto di reazioni biologiche che portano a condizioni di assenza di ossigeno. L'assenza di ossigeno ci porta ad avere condizioni riducenti: queste condizioni possono ridurre il ferro ed il manganese presenti nel fango che, essendo solubili, possono essere reimmessi in processo creando problemi nella fase di preossidazione (questo argomento può essere trattato nei quiz). Appare quindi evidente che è importante con questo tipo di ispessimento è fondamentale gestire con continuità l'estrazione del fango per evitare un eccessivo invecchiamento e favorire l'innesco di reazioni che portano verso problemi gestionali di altre sezioni di impianto. Nel caso dell'ispessimento meccanico, dove è fondamentale verificare i dosaggi di polielettrolita (flottatori e filtri coclea), i problemi sono legati alle rese, ed alla possibilità che un inadeguato condizionamento porti al ricircolo di eccessive quantità di fango non ispessito con sovraccarico idraulico della disidratazione ed al ricircolo in testa di fanghi.