

Sfruttamento energetico dei fanghi di depurazione

Ing. A. Isoppo

2009



Saceccav Depurazioni Sacede s.p.a.

**La gestione dei sistemi fognari e depurativi:
sostenibilità ambientale, aspetti giuridici ed
economici" - Genova, 6 novembre 2009
Sfruttamento energetico dei fanghi di
depurazione**

Sommario

Premessa.....	3
Il processo chimico	4
Il pilota	5
L'applicazione industriale.....	6

Premessa

La depurazione delle acque reflue ha avuto in Italia la punta di massima applicazione, a seguito delle Legge Merli, negli anni 70-80 ed ancora oggi, a seguito di successive modifiche sui limiti consentiti allo scarico, si stanno avendo applicazioni anche sui depuratori già costruiti e naturalmente su quelli di nuova concezione.

Inizialmente la ricerca di metodologie di trattamento era incentrata sulla conoscenza dei fenomeni chimici e biologici alla base del processo depurativo dei reflui, non avendo il problema dei fanghi una rilevanza tecnica né tanto meno economica di fronte ad una offerta di messa a dimora dei fanghi largamente superiore alla richiesta, stante il numero dei depuratori e conseguentemente il volume dei fanghi prodotti.

Da almeno un decennio invece il problema dei fanghi è divenuto centrale, vuoi per la sempre più stringente legislazione in materia, vuoi per la progressiva riduzione della offerta di siti per la messa a dimora del fango.

La legislazione più stringente poi, con l'introduzione di una filtrazione spinta in uscita dall'impianto aumenta i volumi di fango prodotto laddove il contributo in grammi per abitante passa da un valore teorico intorno ai 32-40 gr/g/ab. Ad un valore di 50-55 gr/g/ab.

La Società che rappresento, la SACECCAV DEPURAZIONI SACEDE S.p.A., presente sul mercato da più di 50 anni in qualità di progettista, costruttore e gestore di impianti di depurazione si è posta il problema dei fanghi proprio per la ragione di trovarsi questo problema ogni giorno con costi di smaltimento del fango non più stabili nel tempo e con andamenti difficilmente prevedibili, con conseguenze economiche rilevanti.

Ricordo a titolo di esempio che fatto 100 il costo di gestione di un impianto di depurazione mediamente questo costo può suddividersi in parti uguali tra costo del personale, costo dell'energia elettrica e dei prodotti chimici e costo di smaltimento dei fanghi; dunque niente affatto trascurabile.

Attualmente le metodologie più in uso per il trattamento dei fanghi provenienti da impianti di trattamento scarichi civili sono:

- a) spargimento sul terreno come amendante (fertilizzante);
- b) compostaggio per la produzione di compost per uso in agricoltura e floricoltura;
- c) essiccamento
- d) pirolisi o gassificazione
- e) Nella successiva trattazione, anche per motivi di tempo, non intendo descrivere i processi sopra richiamati, ad eccezione dell'essiccamento che ha qualche punto in comune con il processo che intendo illustrare.

Il processo chimico

Le reazioni chiave trovano il loro fondamento nei processi di pirolisi e di gassificazione.

Con pirolisi si intende la decomposizione termochimica, in assenza di ossigeno, di materiale organico in gas di pirolisi e carbone. La gassificazione a sua volta è la conversione termica in scarsa presenza di ossigeno di materiale ricco di carbonio per la produzione di gas di sintesi.

La reazione di pirolisi avviene direttamente sul materiale essiccato in entrata al reattore ed è in grado di produrre del carbone di pirolisi, dall'aspetto e composizione uniforme. La fase di gassificazione viene applicata unicamente al carbone generato dalla pirolisi, semplificando la gestione del processo.

Ci siamo posti pertanto il problema di utilizzare questo processo per la degradazione del fango disidratato (con un contenuto di solidi intorno al 22-25% massimo), cercando di ottenere i seguenti risultati:

- a) riduzione in volume la più alta possibile
- b) consumi energetici contenuti
- c) costo del trattamento contenuto
- d) sicurezza del trattamento
- e) possibilità di produzione di energia

Tanto per considerare il problema nella giusta proporzione diamo alcune indicazioni sulla produzione di fango di diverse realtà cittadine come ad esempio 30.000 ab. (una tipica cittadina medio grande di periferia), una popolazione di circa 120-130.000 abitanti (tipico capoluogo di provincia di una qualunque regione italiana) e una popolazione superiore ai 600.000 abitanti (un capoluogo di regione come Genova, Firenze etc...).

I volumi annui considerando una base di 50 gr/giorno/ab. sono rispettivamente.

- a) 30.000 cui corrispondono ca. 2.500 ton/anno al 22%
- b) 130.000 cui corrispondono ca. 11.000 ton/anno al 22%
- c) 600.000 cui corrispondono ca. 50.000 ton/anno al 22%

Come si può vedere sono quantitativi da movimentare e smaltire niente affatto trascurabili; pensate che si passa nel primo caso da un viaggio grosso modo alla settimana a più di tre viaggi al giorno nell'ultimo caso passando per un viaggio circa al giorno nel caso intermedio (considerando una capacità di trasporto pari a ca. 40 ton/camion).

Ridurre pertanto i volumi diventa una necessità imprescindibile e la pirolisi al momento sembra essere quella che più si avvicina alla necessità.

Il processo pertanto che la ns. Società sta mettendo a punto, in collaborazione con Gestione Acque, parte d'acquisizione in impianto del fango disidratato, seguito da una fase di essiccamento del fango fino ad un valore intorno all'80%. Da qui si introduce il fango con elevato valore di secco in un pirolizzatore dove il fango portato con apporto esterno di energia termica alla temperatura di circa 400 °C, si degrada formando una miscela di gas (syngas) e

lasciando sul fondo un residuo carbonioso (char) con contenuto calorifico ancora interessante che viene successivamente bruciato per ottenere un ulteriore apporto termico per l'essiccamento dei fanghi.

Il syngas così formato viene depurato dei trascinamenti e può essere utilizzato ulteriormente mentre il residuo carbonioso bruciato lascia sul fondo un residuo inerte che deve essere allontanato.

Questo processo descritto nelle sue fasi salienti trova poi applicazione in un pilota che viene descritto successivamente.

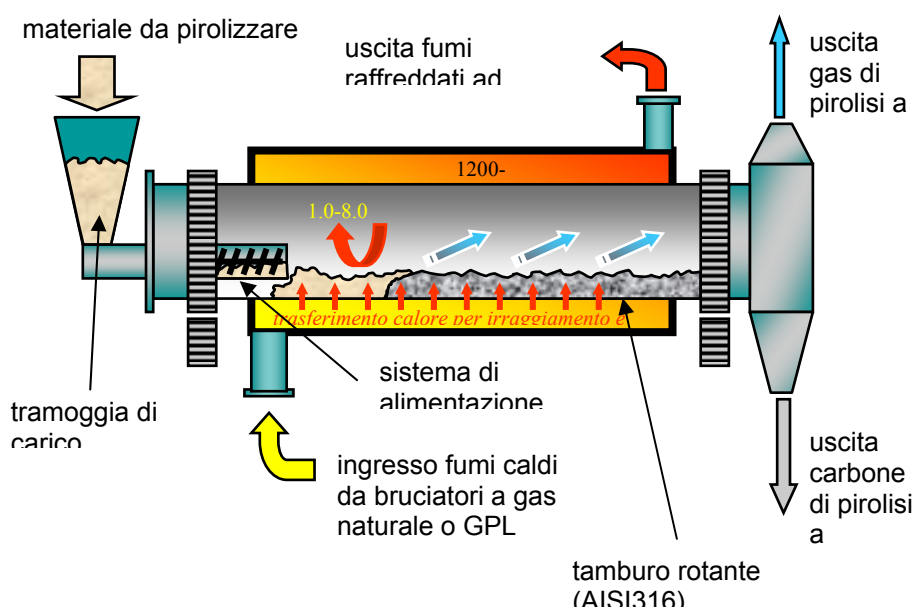
Il pilota

Nella tabella che viene indicata una analisi tipica di un fango proveniente da un impianto di trattamento reflui civili, a cui segue la rappresentazione schematica dell'impianto:

Tabella 2. Caratterizzazione dei fanghi di depurazione

(su base umida)	Fango		
	A	B	C
Umidità (%)	10,60	5,00	80,00
Ceneri (%)	32,20	34,20	7,20
C (%)	29,90	31,80	6,80
H (%)	4,20	4,40	0,90
O (%)	17,60	18,70	3,90
N (%)	4,00	4,30	0,90
PCI_F [kJ kg ⁻¹]*10 ³	13,0	13,4	4,0

Il fango entra nel pirolizzatore attraverso una coclea di alimentazione, nella intercapedine viene insufflato il gas di combustione di una centralina a metano che porta la temperatura di parete del pirolizzatore a circa 600 °C, favorendo la produzione del syngas che viene poi



successivamente bruciato in torcia

Questo impianto permette di realizzare la pirolisi in atmosfera inerte, con tempi di residenza e temperature di processo del tutto simili agli impianti in scala industriale.

Esso è preposto al test in scala ridotta per creare banche dati che forniscano le indicazioni necessarie alla simulazione e dimensionamento di impianti in scala industriale.

Il suo impiego è inoltre molto utile per la formazione di personale specializzato eseguendo un tirocinio su un impianto non vincolato a prestazioni o ore di funzionamento.

Il corretto dimensionamento dell'impianto industriale viene sempre supportato dalle prove in campo con l'impianto pilota. I test svolti in sito, congiuntamente ad analisi svolte in laboratorio, permettono di stabilire e verificare:

- il bilancio di massa ed energia del materiale soggetto a pirolisi (rapporto tra i prodotti di processo e relative energie); tali bilanci permettono le simulazioni di impianto e il relativo dimensionamento;
- eventuali anomalie o particolarità di comportamento del materiale soggetto a pirolisi;
- comportamento fisico del materiale nel reattore; ad esempio la tendenza all'agglomerazione o alla frantumazione e polverizzazione, le velocità di attraversamento del reattore, le temperature e i calori necessari alle reazioni di pirolisi (processo endotermico) e il tempo di permanenza richiesto;
- determinazione della composizione del carbone di pirolisi, dei catrami e del gas prodotti dalla pirolisi (potere calorifico, tenore in ceneri, analisi chimica elementare, ...);
- determinazione della variazione di morfologia del materiale fresco trasformati in carbone (diminuzione o aumento della pezzatura e massa volumetrica del carbone, granulometria e distribuzione granulometrica in ingresso e uscita dal reattore).

L'applicazione industriale

Facciamo qui brevemente un cenno all'applicazione industriale che troverà spazio una volta accertati i risultati del pilota che prevediamo di utilizzare per una campagna di prove della durata di un mese (sarà posizionato a Siracusa dove la ns. Società gestisce l'intero ATO).

L'applicazione industriale prevede dopo il conferimento in impianto una fase di essiccamento del tipo a contatto indiretto attraverso un essiccatore a olio diatermico per aumentare il contenuto in secco del fango biologico.

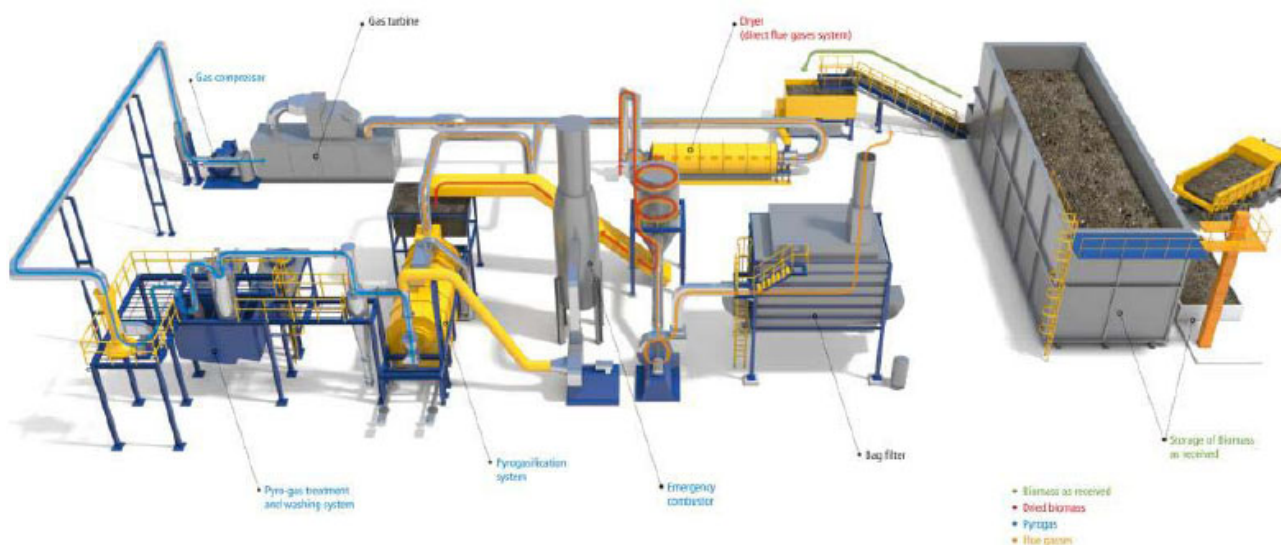
I principali componenti di impianto sono i seguenti:

- area di ricezione del materiale;
- essiccatore;
- sistema di aspirazione e depolverazione dei fumi in uscita dall'essiccatore, successivo scarico all'uscita impianto;
- eventuale sistema di stoccaggio e dosaggio del combustibile essiccato;

- reattore di pirogassificazione;
- sistemi di raccolta ceneri;
- sistema di trattamento del pyrogas;
- sistema di trattamento delle acque di lavaggio;
- dissipatori termici (aerotermini);
- gruppo di compressione del pyrogas, e gruppo di cogenerazione;
- quadri elettrici strumentali e di potenza montati in container precablati e preassemblati.

Il reattore di pirogassificazione, cuore dell'impianto, mantiene l'ottimo del suo funzionamento qualora il materiale in entrata abbia un basso tenore di umidità. Per ridurre al minimo il valore dell'umidità del materiale, è solitamente prevista come anticipato l'integrazione di una fase di essiccazione in entrata all'impianto. Di fatto l'essiccatore permette di rendere il reattore, e dunque il processo, estremamente adattabili alle variazioni di umidità del materiale in entrata all'impianto. Riducendo l'umidità relativa del materiale in entrata al processo fino a valori del 10-15% è possibile raggiungere le condizioni di funzionamento per ottimizzare il funzionamento del reattore di pirolisi come pure incrementare i rendimenti dello stesso. Un impianto, completo della fase di essiccazione, può ammettere materiali in ingresso con umidità elevate, in alcuni casi superiori al 60%.

Viene di seguito schematizzato l'impianto in scala industriale, con le sue varie fasi di processo (nota: lo schema seguente e' da intendersi come indicativo).

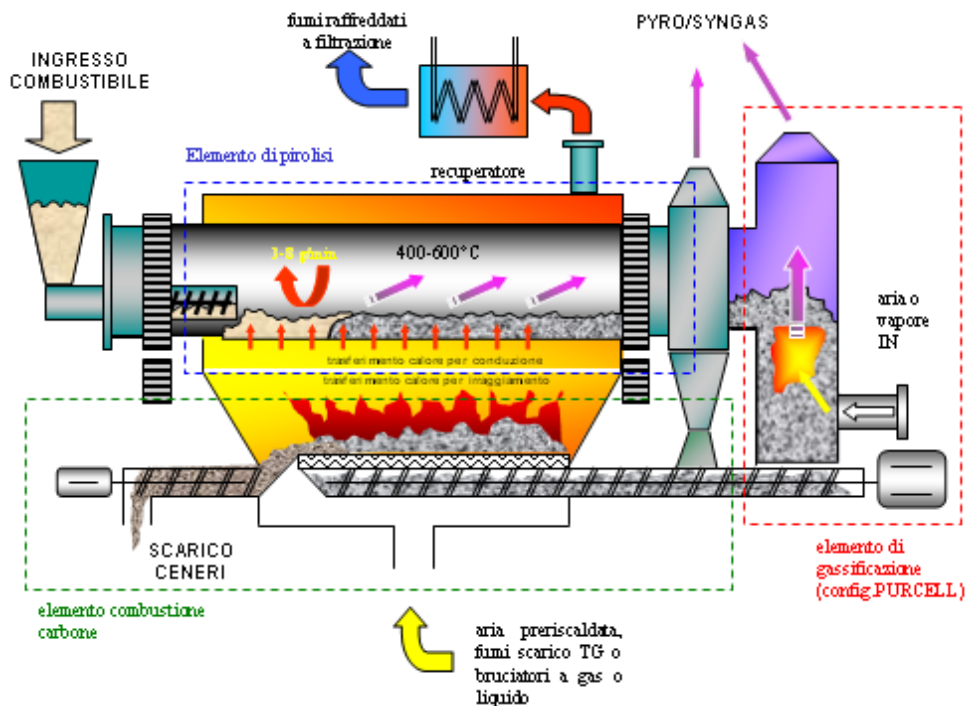


Il reattore di pirogassificazione, cuore dell'impianto, realizza le seguenti funzioni fondamentali:

- la conversione in assenza di ossigeno del materiale in ingresso ottenendo come prodotti il carbone e il gas di pirolisi grezzo;

- la parziale gassificazione del carbone di pirolisi per ulteriore produzione di gas di sintesi;
- la combustione del carbone residuo per l'apporto di calore utile per le reazioni di pirolisi, di fatto endotermiche, e di calore utile per altri processi

Di seguito viene schematizzato il reattore di pirogassificazione:



La valorizzazione energetica dei fanghi permette di generare il calore necessario per far avvenire la reazione di pirolisi stessa e mette inoltre a disposizione un quantitativo di calore utilizzabile per coprire una parte della fase di essiccamento del materiale in entrata all'impianto, difatti la potenza necessaria per essiccare e pirolizzare il fango e' superiore all'energia estraibile dal fango stesso. Per poter chiudere il ciclo termico, vale a dire attuare il processo di pirolisi e di essiccazione, bisogna utilizzare il potere calorico dei gas di pirolisi, dei catrami e dei carboni ed e' inoltre necessario un apporto di calore dall'esterno. Questa chiusura del ciclo termico permette di ottenere un rendimento ottimale dell'impianto.