

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI “FEDERICO II”



FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di laurea in Ingegneria per l'ambiente ed il territorio

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA IDRAULICA, GEOTECNICA ED AMBIENTALE

ABSTRACT

ANALISI SPERIMENTALE DELLA FASE DI START-UP E GESTIONE DI UN
PROCESSO DI DIGESTIONE ANAEROBICA IN PRESENZA DI SOSTANZA
ORGANICA AD ALTA BIODEGRADABILITA'

RELATORE

Ch.mo Prof. Massimiliano Fabbricino

CANDIDATO

Claudio Casalino matr. 324/202

CORRELATORE

Ing. Luigi Frunzo

Anno Accademico 2010/2011

La digestione anaerobica è un processo biologico di degradazione della sostanza organica finalizzato alla produzione di energia tramite la generazione di biogas; garantendo al tempo stesso un efficace controllo delle emissioni maleodoranti e la stabilizzazione delle biomasse alimentate.

L'avviamento di un digestore anaerobico comporta numerosi problemi in quanto la messa a regime di un reattore richiede tempi relativamente lunghi e molti sono i parametri da dover monitorare per ottenere condizioni ottimali di funzionamento.

Ogni impianto di digestione anaerobica raggiunge una condizione di equilibrio che è funzione del tipo di biomassa utilizzata e delle condizioni di funzionamento adottate (carico organico volumetrico, tempo di ritenzione idraulica, temperatura di processo, tipo di riscaldamento e miscelazione, ecc.).

Per far sì che la catena di reazione abbia inizio è necessario che nel substrato si creino le condizioni ottimali per la riproduzione di un numero sufficientemente alto di batteri metanigeni, tali da garantire poi la semicontinuità del processo; nella matrice in ingresso infatti non si ha una concentrazione di batteri sufficiente a gassificare la sostanza organica. Al fine di raggiungere l'optimum di processo, è necessario attendere un tempo sufficiente a garantire una forte crescita batterica con conseguente raggiungimento delle condizioni ambientali favorevoli allo svolgersi del processo.

All'inizio del processo le fasi idrolitica e acida, delle quali sono responsabili i batteri acidogeni, sono molto più veloci della fase metanigena; per tale motivo si registra una maggiore produzione di acidi rispetto a quella del biogas. Gli acidogeni sono infatti molto resistenti ad alte concentrazioni di acidi volatili e a basso pH, mentre i metanigeni ne sono inibiti e riducono, perciò, la propria velocità di crescita. A causa dell'esigua concentrazione di batteri metano produttori e quindi della bassa velocità di reazione, la fase di metanogenesi è stadio limitante per l'intero processo e porta all'accumulo di acidi volatili, in particolare di acido propionico, come risulta evidente anche dalla sperimentazione condotta. Una volta che il processo si è avviato le velocità di reazione di tutte le fasi tendono ad uguagliarsi, instaurando così un equilibrio dinamico. In questa ottica si pone il presente lavoro di tesi che ha avuto come scopo l'avviamento e quindi la messa in regime di un impianto per la digestione anaerobica in scala laboratorio alimentato con un substrato altamente biodegradabile.

Per tale attività è stato utilizzato, per un periodo di 115 giorni, nel "LARA" (laboratorio di analisi e ricerca ambientale) del dipartimento di ingegneria idraulica, geotecnica ed ambientale della facoltà di ingegneria dell'Università degli studi di Napoli "Federico II", un reattore CSTR in scala laboratorio avente un volume di lavoro di 1,7 litri, alimentato in modalità semi-continua; grazie al quale si sono potuti valutare i principali fattori che influenzano la fase di start-up di un reattore alimentato a glucosio e le possibili cause di fallimento del processo.

Durante l'intero periodo di sperimentazione sono state eseguite una serie di analisi giornaliere, volte alla determinazione dei principali parametri che garantiscono la stabilità del processo. Tali analisi hanno riguardato la determinazione di: pH, alcalinità, COD, produzione di biogas, concentrazione degli acidi grassi volatili (VFA), azoto ammoniacale e azoto totale, nel mezzo di reazione. Inoltre, al fine di garantire un regime mesofilo, è stata mantenuta, per tutta la durata della sperimentazione, una temperatura di 37°C.

Le fasi di sperimentazione, hanno consentito di definire i principali fattori che influenzano il processo e le possibili cause di fallimento dello stesso. Come si evince dalle analisi e dal monitoraggio del reattore, un elevato carico organico può sbilanciare la crescita dei vari consorzi batterici a favore degli acidogenici e portare, quindi, ad un accumulo di VFA nel sistema con conseguente abbassamento o eventualmente interruzione delle attività biologiche dei microrganismi più sensibili ad esso, quali sono appunto i metanigeni.

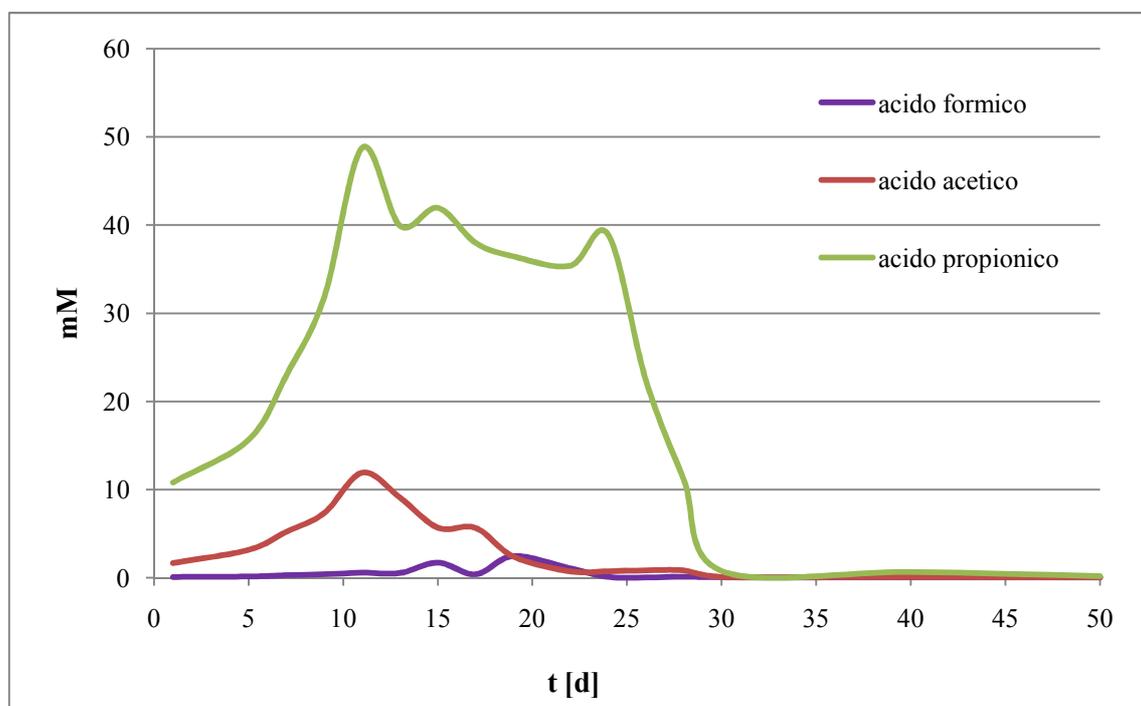


Figura 1 - Andamento VFA nei primi 50 giorni di sperimentazione

Per validare tale risultato è stata indotta una crisi nella fase finale della sperimentazione, alimentando un carico sovrabbondante di glucosio; ne è risultato un rapido accumulo di VFA ed in particolar modo di acido propionico, seguito da un brusco abbassamento nelle produzioni di biogas.

La elaborazione dei risultati ottenuti nel corso della campagna sperimentale, ha permesso di verificare che l'aumento di acido propionico individua condizioni di squilibrio nel funzionamento del reattore ancor prima di quanto non faccia il monitoraggio della sola produzione giornaliera di

metano, si è inoltre osservato che il solo monitoraggio del pH non consente di verificare la stabilità del processo e valutare la quantità di VFA presenti nel mezzo di reazione.

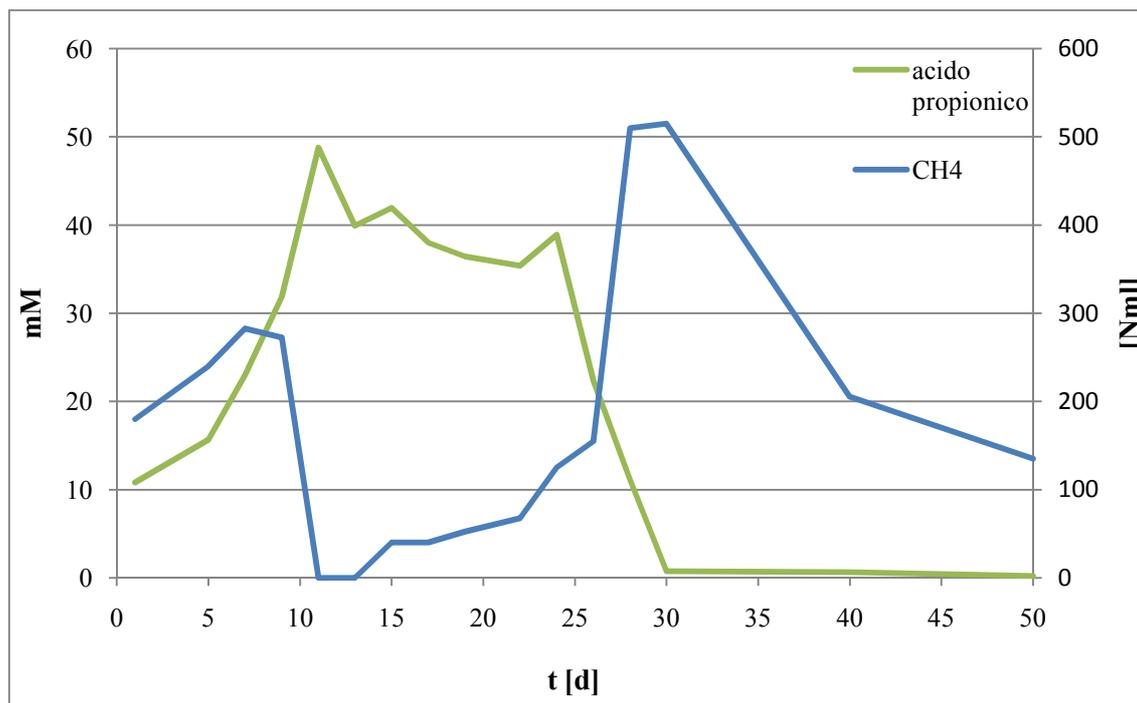


Figura 2 - Confronto degli andamenti di acido propionico e della produzione giornaliera di metano nei primi 50 giorni di sperimentazione

Nel corso della sperimentazione, sono stati investigati anche gli effetti dell'agitazione meccanica al fine di ottimizzare l'utilizzo del volume del reattore; è stato riscontrato che velocità elevate, provocano la rottura dei fiocchi e di conseguenza l'insorgere di condizioni di stress per la biomassa.

Le attività condotte, inoltre, hanno permesso di individuare le condizioni operative ideali da adottare ai fini della ottimizzazione della fase di start-up ed anche della successiva fase di regime; tali condizioni possono essere raggiunte unicamente attraverso lo studio di tutti i fattori che influenzano positivamente o negativamente il processo.

A tal fine si propongono come sviluppi futuri di tale attività:

- l'installazione di una sonda per H_2 disciolto nel mezzo di reazione, al fine di monitorarne gli andamenti;
- passare da un substrato sintetico quale il glucosio ad uno reale come può essere la FORSU (ovviamente nell'ottica di una co-digestione);
- Studio sulla biochimica del processo;
- Individuare altri metaboliti al fine di individuare nuovi parametri di controllo.