

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



FACOLTÀ DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA IN

INGEGNERIA PER L'AMBIENTE ED IL TERRITORIO

(CLASSE DELLE LAUREE SPECIALISTICHE 38S - INGEGNERIA PER L'AMBIENTE ED IL TERRITORIO)

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA IDRAULICA, GEOTECNICA ED AMBIENTALE

ELABORATO DI LAUREA

**OTTIMIZZAZIONE DELLE PRESTAZIONI DEL PROCESSO DI
DIGESTIONE ANAEROBICA PER MEZZO DI PRETRATTAMENTI
FISICI E TERMINI DELLA BIOMASSA E DEL SUBSTRATO**

RELATORE

CH.MO Prof. Ing. Francesco Pirozzi

CORRELATORE

Ing. Luigi FRUNZO

CANDIDATO

Giuseppe Attanasio

Matr. 324/217

ANNO ACCADEMICO 2011/2012

ABSTRACT

Il concetto di sviluppo sostenibile è orientato al miglioramento della qualità della vita per tutti i cittadini senza incrementare l'uso delle risorse naturali oltre la capacità che l'ambiente ha di fornirle.

Alla base di ogni strategia per limitare gli effetti e la portata dell'inquinamento ambientale sta l'adozione di tecnologie produttive pulite, che consentano di:

- impiegare nel modo più razionale ed economico possibile le risorse (materie prime ed energia);
- di minimizzare la quantità di rifiuti e residui (gassosi, liquidi e solidi) connessi alla fabbricazione e all'uso dei prodotti.

Nel contesto energetico l'uso sempre maggiore e massiccio di combustibili fossili ha creato molti problemi sociali e ambientali. Il problema non è solo la reperibilità delle risorse energetiche, ma anche gli effetti sull'ambiente di un loro uso incontrollato.

Sviluppo energetico sostenibile a livello ambientale significa incrementare il risparmio energetico, promuovendo lo sfruttamento delle energie rinnovabili di pari passo con lo sviluppo di tecnologie di conversione più efficienti.

Un cospicuo contributo per la valorizzazione del rifiuto può pervenire dalla tecnica della DIGESTIONE ANAEROBICA. Si tratta di uno dei processi più promettenti per il trattamento della frazione organica dei rifiuti solidi urbani e di biomasse con il beneficio aggiuntivo di produzione di energia da fonti rinnovabili.

Questo tipo di processo risulta applicabile a numerosi substrati organici in particolare ai reflui zootecnici e permette di produrre biogas costituito per circa il 50% 70% da metano (Vismara, 2008), utilizzabile per la produzione di energia elettrica e termica. Difatti in un contesto di estrema e continua necessità energetica e di elevato rischio ambientale, il settore zootecnico, può rappresentare la forza motrice per lo sviluppo su larga scala della digestione anaerobica, come già sta avvenendo in Germania, Austria e Danimarca.

Con i reflui zootecnici si intendono le deiezioni animali da allevamento (feci e urina), eventualmente misti ad acqua e a materiale solido usato come lettiera (paglia, sabbia, segatura, ecc). Rappresentano un costo per l'azienda agricola a causa del loro alto contenuto di azoto, spesso superiore al limite consentito di distribuzione sui terreni aziendali stabilito dalla direttiva

sui nitrati in quanto le aziende zootecniche spesso hanno più animali di quanto i terreni aziendali possano sopportare.

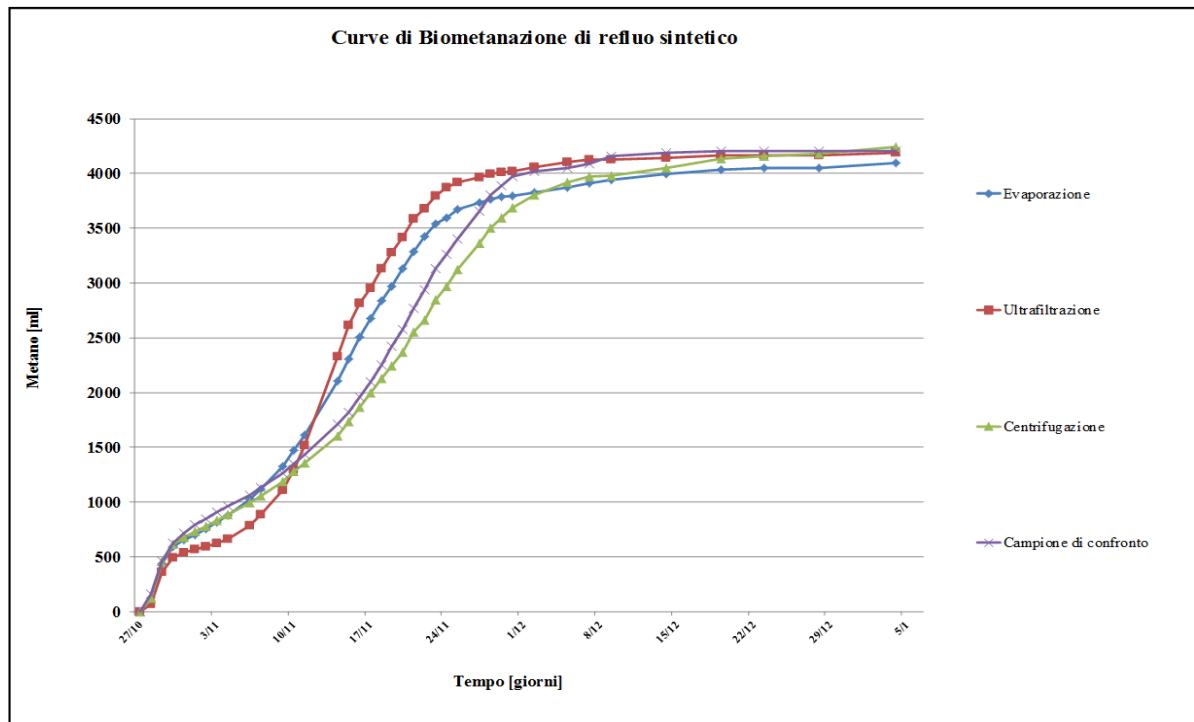
Le prospettive per il mondo agricolo si sono notevolmente ampliate, poiché nella produzione di biogas possono entrare convenientemente in gioco anche biomasse vegetali appositamente coltivate allo scopo.

Il trattamento anaerobico dei liquami con recupero del biogas prodotto risulta oggi un sistema di grande interesse, in grado di offrire molteplici vantaggi:

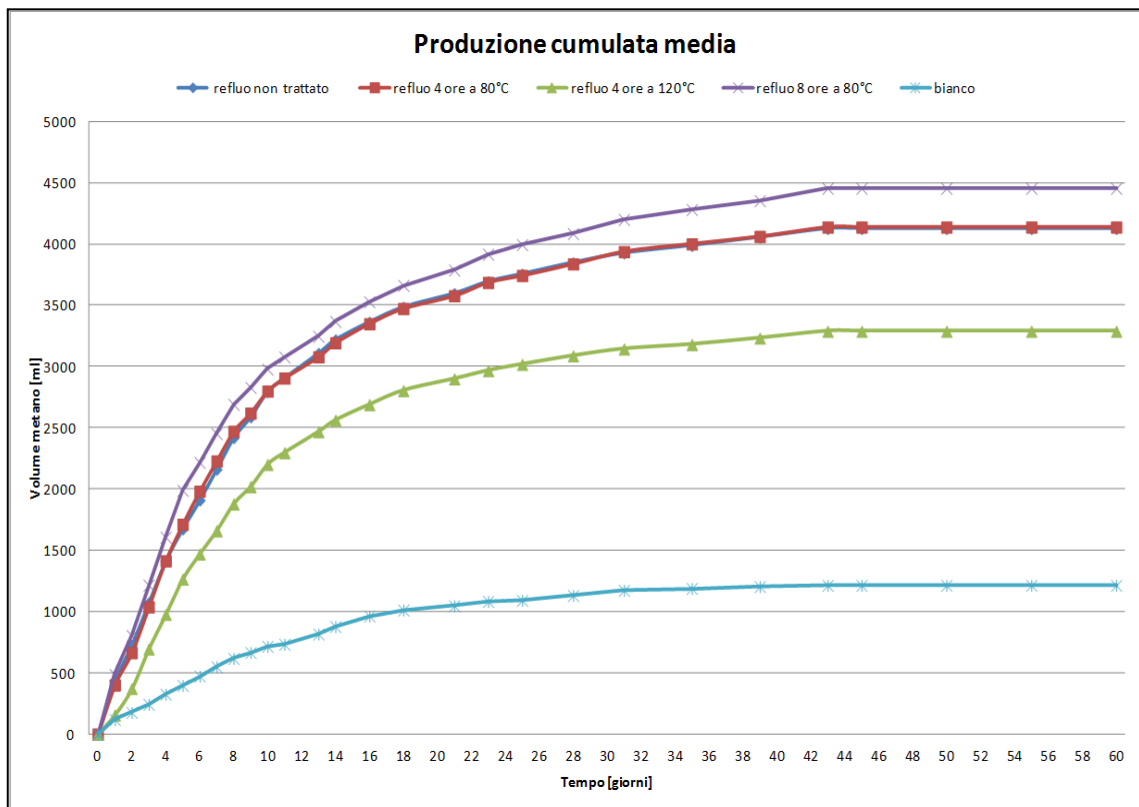
- produzione di energia;
- abbattimento del carico inquinante (COD);
- abbattimento odori ed emissioni inquinanti (NH₃ e CH₄);
- riduzione della carica patogena;

In tale contesto si inserisce il presente lavoro di tesi sperimentale. L'obiettivo del lavoro presentato è quello di valutare il potere di biometanazione (BMP) di refluo zootecnico, quale refluo bufalino, sottoposto a pre-trattamenti di tipo termico nonché valutare l'effetto della temperatura sugli intermedi di reazione fondamentali per una regolare e corretta evoluzione dell'intero processo, e in maniera duale valutare il potere di biometanazione di inoculo concentrato attraverso pre-trattamenti di tipo fisico. In particolare si è studiato in primis l'effetto di pre-trattamenti termici del substrato sullo sviluppo delle varie fasi, sulla produzione di biogas e sulla formazione degli intermedi di reazione, considerando un substrato derivante da refluo zootecnico quale refluo bufalino e successivamente si è studiato l'effetto di pre-trattamenti fisici dell'inoculo con il fine di monitorare la produzione di metano.

Dalle stime effettuate, per quanto riguarda i reattori alimentati con inoculo concentrato tramite pre-trattamenti fisici quali centrifugazione, filtrazione ed evaporazione si nota subito che le produzioni di metano relative ai diversi pre-trattamenti arrivano sia contemporaneamente che in egual misura allo stesso risultato ossia intorno ai 4200 ml di metano. Stesso risultato cui giunge la produzione del reattore "D" relativo all'inoculo tal quale questo si traduce positivamente sia in termini ingegneristici che economici in quanto sarà di gran lunga più conveniente stoccare e trasportare quantità di inoculo ridotti anche del 50%, e poi riportarli a volume con semplice acqua di rete che trasportare l'intero volume. Di seguito viene riportata l'andamento della produzione di metano dei vari reattori:



Per quanto riguarda la sperimentazione sul refluo bufalino pre-trattato termicamente a 80°C per 4 ore, 120°C per 4 ore e a 80°C per 8 ore ha dimostrato che la massima produzione di metano è relativa al reattore “D” contenente refluo bufalino pretrattato a 80°C per 8 ore, segue il reattore “B” contenente refluo bufalino pretrattato a 80°C per 4 ore, la cui produzione viene quasi eguagliata dal reattore “A” contenente refluo bufalino tal quale, mentre il reattore “C” refluo bufalino pretrattato a 120°C per 4 ore ha una produzione nettamente inferiore; da ciò si deduce che l’effetto del pretrattamento in termini di potenziale di biometanazione non è direttamente proporzionale alla temperatura; inoltre possiamo osservare come questo risultato sia molto interessante dal punto di vista economico, infatti: il refluo pretrattato a 80° gradi per 4 ore ha un aumento di produzione di circa il 10% rispetto al refluo bufalino tal quale ed addirittura di circa il 40% rispetto al refluo bufalino pretrattato a 120° che mostra una riduzione del 30% rispetto al refluo bufalino tal quale, mentre il refluo bufalino pretrattato a 80° per 4 ore sembra non risentire di nessun effetto inerente al trattamento termico essendo la sua produzione pressoché identica a quella del reattore “A”. Oltre all’interessante aspetto economico dobbiamo sottolineare anche l’importante risultato dal punto di vista ingegneristico in quanto la massima produzione si è avuta con refluo pretrattato a 80° ossia una temperatura facilmente ottenibile. Di seguito viene riportato l’andamento dei vari reattori:



Dall'analisi del COD si può notare come tutti i reattori hanno un andamento quasi simile; osserviamo, infatti, che nel momento in cui inizia la fase di metanogenesi in tutti e quattro i reattori si ha una netta diminuzione del COD solubile in maniera quasi speculare al metano prodotto passando da valori di circa 3000 mg/l a 1800 mg/l passando per un picco in corrispondenza del 27° giorno. Questo è in linea con la fisica del problema secondo la quale il COD solubile dovrebbe fornirci una misura indiretta della degradazione della sostanza organica degradata.

Infine dall'analisi degli intermedi di reazione è risultato che le concentrazioni degli acidi volatili esaminate sono quasi sempre state nulle, eccetto che nei primissimi giorni; Sebbene le produzioni di VFA si abbiano nei primi 5-6 giorni, si può comunque notare una differenza. Difatti gli acidi volatili vengono prodotti e smaltiti praticamente nell'arco di soli quattro giorni (quelli coincidenti con i picchi di produzione), e anche gli andamenti dei grafici si presentano regolarissimi, mostrando come i microrganismi siano perfettamente adattati alle condizioni interne ai reattori. Le concentrazioni massime di acidi volatili che vengono raggiunte in soluzione sono crescenti all'aumentare della temperatura: ciò conferma ancora una volta la dipendenza dell'intero processo dalla temperatura. Si osserva in particolare che per il reattore "C" contenente refluo bufalino pretrattato a 120° per 4 ore, ci siano elevate concentrazioni di acido propionico nell'ordine dei 4000 micromoli/litro che si mantiene pressoché costante per i primi 4 giorni per poi abbattersi del tutto il 5° giorno così come gli altri acidi che però sono

presenti in quantità molto minori rispetto al precedente, per quanto riguarda invece il reattore “A” contenente refluo bufalino tal quale, gli acidi volatili e in particolare l’acido propionico mostra concentrazioni molto più basse rispetto alle concentrazioni del reattore “C” mostrando valori nell’ordine dei 600-700 micromoli/litro con un andamento decrescente in maniera quasi lineare passando dal valore massimo del primo giorno al valore nullo del 5°; analogo discorso possiamo farlo per il reattore “B” relativo al refluo pre-trattato a 80° gradi per 4 ore, che mostra come concentrazioni più significative ancora una volta quella dell’acido propionico con valori dell’ordine dei 2500 micromoli/litro con l’analogo andamento decrescente in maniera quasi lineare mostrando una pendenza della curva delle concentrazioni maggiore rispetto al reattore “A” e quindi un abbattimento dell’acido più rapido, il quale si abbatte del tutto sempre il 5° giorno; infine il reattore “D” relativo al refluo bufalino pre trattato a 80° gradi per 8 ore presenta concentrazioni basse di VFA con esclusione sempre dell’acido propionico che esibisce concentrazioni che calano gradualmente fino al quinto giorno, dove si abbatte del tutto

Le concentrazioni degli acidi volatili esaminate sono quasi sempre state nulle, eccetto che nei primissimi giorni seguente l’alimentazioni. Questo risultato è praticamente in linea con il processo di digestione anaerobica difatti non appena l’acidogenesi trasforma i prodotti dell’idrolisi in VFA, questi vengono immediatamente convertiti in metano, confermando ancora una volta la non criticità della metano genesi;

In conclusione possiamo affermare che il processo ottimale, che ci permette di ottenere un aumento della produzione di biogas è il pre-trattamento termico su refluo bufalino trattato a 80°C per 8 ore e conseguentemente utilizzare un trattamento fisico sull’inoculo per ridurre il carico volumetrico ottimizzando i trasporti con relativi vantaggi economici.