

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI “FEDERICO II”



FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Geotecnica ed Ambientale

Tesi di Laurea Specialistica in Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio

*Valorizzazione Energetica di Biogas da Discarica mediante
Gestione a Bioreattore
Un Caso di Studio: Discarica di Chiaiano*

Relatore
Ch.mo Prof. Ing. Massimiliano Fabbricino

Correlatore
Ch.mo Prof. Ing. Giovanni Perillo

Candidato
Giuseppe Barisciano
Matr. 324/212

ABSTRACT

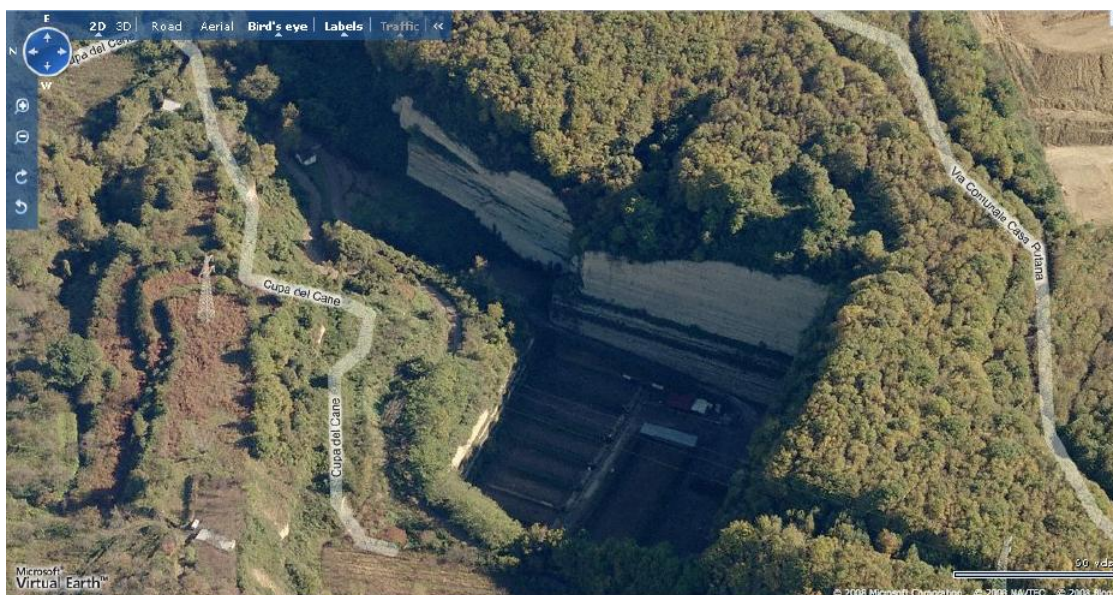
Scopo della tesi è quello di studiare la produzione del biogas prodotto dalla decomposizione dei rifiuti urbani conferiti in discarica controllata ed i possibili sistemi atti a valorizzarne il potere calorifico per la produzione di energia elettrica.

Molto spesso nel passato la “pericolosità” di una discarica controllata è stata correlata alla emissione di sottoprodotti liquidi (percolato), lasciando in secondo ordine l’effetto delle emissioni di biogas: solo nei tempi più recenti si è approfondita la tematica della captazione e trattamento di quest’ultimo sulla spinta di differenti stimoli. Da un lato, infatti, alcuni incidenti, anche molto gravi, hanno evidenziato la pericolosità del biogas, dall’altro si è valutato il potere energetico dello stesso identificandolo come fonte energetica rinnovabile. Infine i meccanismi introdotti dal protocollo di Kyoto hanno stimolato le iniziative di riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra tra le quali assume una importanza rilevante l’emissione di metano dalle discariche.

Tali differenti e svariati stimoli hanno incrementato l’interesse nei confronti delle problematiche della captazione del biogas ed hanno conseguentemente sviluppato Normative indirizzate alla riduzione e controllo delle emissioni.

Si è quindi incominciato a formare una diversa concezione progettuale delle discariche atta al maggiore controllo del fenomeno produttivo del biogas ed alla massimizzazione della captazione.

Lo studio è stato condotto presso il sito di discarica per rifiuti non pericolosi ubicata nel comune di Chiaiano (Na).



Tale impianto di stoccaggio definitivo di rifiuti urbani residuali (RUR), previsto dalla legge 123/2008, è stato realizzato dalla struttura del Sottosegretario di Stato all’emergenza rifiuti nella Regione Campania. Allo stato attuale risultano abbancate circa 600.000 ton di rifiuti.

L'impianto di trattamento del biogas presente presso il sito, è composto da una serie di torce che fungono semplicemente da bruciatori con funzione di salvaguardia delle matrici ambientali secondo quanto previsto dal D.lgs. 36/2003.

Lo studio riportato nel presente lavoro di tesi prevede l'implementazione dell'impiantistica presente, utilizzando un impianto di trattamento del biogas che consenta di valorizzarne le caratteristiche e provvedere al recupero energetico mediante un apposito impianto.

La progettazione dell'intera opera considera di applicare il concetto di gestione a "Bioreattore".

Esso prevede modalità realizzative e gestionali conformi ai criteri dettati dal D.lgs. 36 del 13 gennaio 2003, che costituisce il riferimento nazionale di settore per l'individuazione delle Migliori Tecnologie Disponibili (MTD) per le discariche di rifiuti non pericolosi. L'impianto in oggetto è, infatti, in grado di raggiungere il più elevato livello di prevenzione e riduzione integrata dell'inquinamento oggi realizzabile per le discariche controllate di rifiuti non pericolosi.

Grazie alla modalità di gestione che lo caratterizza, il bioreattore nella sua piena applicazione va però oltre gli obiettivi di minimizzazione degli impatti ambientali fissati dalla normativa di settore, essendo finalizzato a:

- massimizzare la produzione, la captazione ed ottimizzare il recupero energetico del biogas dai rifiuti: la produzione di biogas viene concentrata in pochi anni e non diluita in un lungo periodo (30 anni per le discariche tradizionali) consentendo così un'efficiente valorizzazione energetica del biogas, come previsto dal D.lgs. del 13 gennaio 2003 n.36 che nell'allegato 1 par. 2.5 cita " *il biogas da discarica deve di norma essere utilizzato per la produzione di energia...*";
- ottenere una mineralizzazione veloce e completa della frazione organica, favorendo la produzione di sostanze umiche che fissano il carbonio organico e immobilizzano i metalli pesanti;
- consentire tramite il ricircolo del percolato un'attivazione controllata del processo di fermentazione e garantire il massimo controllo sullo stesso durante tutte le fasi di gestione;
- ottenere un significativo assestamento della massa in breve tempo con conseguente riduzione dei volumi occupati; si prevede infatti un assestamento significativo della discarica già durante la fase di coltivazione (da cui consegue la possibilità di abbancare maggiori quantità di rifiuti per un periodo ulteriore rispetto ai tempi previsti originariamente).

La produzione di biogas è variabile nel tempo, con un massimo, in genere, dopo alcuni anni dal deposito.

I fenomeni che danno luogo alla produzione di biogas sono caratterizzati da una elevata complessità dovuta alle tantissime reazioni che avvengono simultaneamente e che sono tra loro variamente dipendenti.

Il metodo di calcolo utilizzato per la stima delle produzioni di biogas attendibili nel corso della vita utile dell'impianto è L'Environmental Protection Agency degli Stati Uniti che ha sviluppato un modello matematico chiamato "Landfill Gas Emission Model" (LandGEM).

Le informazioni richieste dal modello sono combinazioni di parametri specifici del sito oggetto di studio:

- capacità della discarica;
- il numero di anni di attività della discarica;
- l'eventuale presenza di rifiuti pericolosi (codisposal);
- il tasso di generazione "k" del metano [1/anno];
- la generazione potenziale "L₀" di metano per tonnellata di rifiuto [m³/t].

Il software propone due set di dati di default per k e L₀, ma nel caso in studio il calcolo del valore k è stato effettuato sulla base dei dati specifici della discarica, e per L₀ sono stati considerati i dati di letteratura più rispondenti alla realtà considerata (generalmente L₀ è una funzione della frazione organica del rifiuto e della sua umidità e varia tra 100 m³/t e 170 m³/t).

Il tasso di generazione del metano, k, dipende da vari fattori, in particolare da:

- quantità di acqua presente nel rifiuto;
- pH, temperatura ed altri parametri ambientali;
- condizioni operative della discarica e condizioni del rifiuto trattato.

Il modello LandGEM è basato sulla equazione del primo ordine:

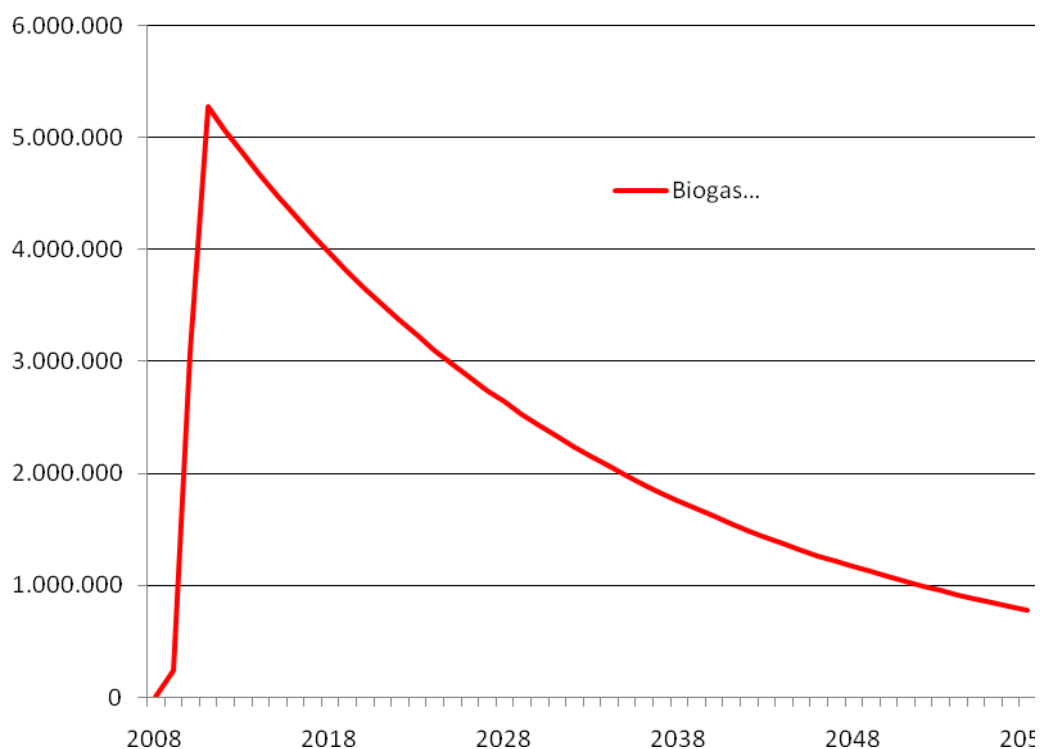
$$Q_{CH_4} = L_0 \cdot R \cdot (e^{kc} - e^{kt})$$

- Q_{CH_4} = generazione di metano al tempo t [m³/anno];
- L₀ = generazione potenziale di metano [m³ CH₄/ton di rifiuto];
- R = la quantità annuale media di rifiuti immessi in discarica [ton/anno];
- k = tasso di generazione di metano [1/anno];
- c = il numero di anni trascorsi dalla chiusura della discarica (c=0 se la discarica è ancora attiva);
- t = anni trascorsi dal primo deposito di rifiuti in discarica.

Si è inoltre considerato il confronto con i risultati ottenibili con l'applicazione del set di dati denominato AP42 e basato su rilevazioni statistiche eseguite dall'EPA su discariche americane.

E l'insieme dei dati ottenuti porta ad una produzione di picco teorica di biogas pari a 5.856.000 Nm³ con il modello AP-42 e di 10.162.000 Nm³ con il modello appositamente sviluppato. In entrambi i casi i valori di picco si verificano nel periodo 2011-2012.

Tali valori, considerata l'efficienza del sistema di captazione, portano a stimare una portata aspirata pari a, rispettivamente, 347.6 e 603.2 Nm³ h⁻¹.



L'implementazione impiantistica presa in considerazione consiste nell'installazione di una apposita linea di alimentazione posta a valle della centrale di aspirazione che convoglia il biogas ad appositi motori per il recupero energetico. Solo in caso di emergenza o di malfunzionamento dei motori il biogas sarà inviato alle torce di combustione esistenti.

Con la suddetta implementazione impiantistica, effettuando una stima dei costi e benefici, tenendo in considerazione l'arco temporale della produzione di biogas e quindi la vita utile dell'impianto, i costi di installazione, gestione, manutenzione dell'impianto, compresi anche i costi di ammortamento, e i ricavi legati alla cessione dell'energia, si dimostra l'efficacia economica e finanziaria dell'investimento.