COORDINAMENTO E PROGETTAZIONE:

ambiente S.p.A.

CONSULENZA GEOTECNICA E AMBIENTALE:

SGI

STUDIO GEOTECNICO ITALIANO s.r.l.

ingegneria geotecnicaingegneria ambientaleingegneria sismica
geologia applicata

Iscrizione Albo degli Ingegneri
Provincia di Alessandria-N. 1054
Dott. Ing. STEFANO VEGGI
STUDIO GEOTECNICO ITALIANO

COMUNE DI BORGHETTO VARA (SP)

DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI IN LOCALITA' LA MANGINA

PROGETTO DEFINITIVO

REV. Rev.	DATA Date	DESCRIZIONE Description	REDATTO (IP/RP) Edited	CONTROLLATO (RP) Checked	APPROVATO (DTR) Authorized
E01	29.07.2013	EMISSIONE	VIRNA SPADINI	STEFANO VEGGI	GIULIO MAGGI
E02					
E03					
E04					

ambiente S.p.A.

CONTRATTO N. Contract Nr.

IDENTIFICAZIONE SGI
SGI identification

COMMESSA	CODICE ARCHIVIO	ELABORATO	EMISSIONE
08562	006	R07	E01

TITOLO Title

RELAZIONE TECNICA BIOGAS

NOME FILE File name	SCALA Scale	SCALA GRAFICA Graphic scale

E' VIETATA LA RIPRODUZIONE DI QUESTO DOCUMENTO SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE SCRITTA SGI Reproduction of this document is forbidden without prior written permission by SGI

INDICE

1. Introduzione 1

2. Descrizione dell'impianto 2

3. Produzione di biogas 3

3.1 Modelli previsionali 3

3.1.1 Modello stechiometrico 4

3.1.2 Modello cinetico 6

3.2 DATI DI INPUT 7

3.2.1 Applicazione del modello stechiometrico 8

3.2.2 Applicazione del modello cinetico 9

3.2.3 Portata media estraibile 11

4. Sistema di trattamento del biogas 13

4.1 Stazione di regolazione 13

4.2 Requisiti qualitativi del gas da trattare 14

5. Determinazione del numero e dell'ubicazione dei pozzi 16

5.1 Caratteristiche dei pozzi 17

Elenco delle <u>figure</u> contenute nel testo

Figura 3.1 - Stima della produzione di biogas dal rifiuto tal quale 10

Figura 4.1 – Caratteristiche di "combustibilità" del biogas 15

Figura 5.1 - Rappresentazione grafica della relazione funzionale teorica tra il raggio di influenza di un pozzo di captazione del biogas e i valori di depressione applicati 16

Elenco delle <u>tabelle</u> contenute nel testo

Tabella 3.1 - Percentuali per la determinazione della sostanza organica effettivamente degradabile a partire dal peso di ciascuna frazione merceologica 5

Tabella 3.2 - Percentuali per la determinazione dei diversi componenti chimici a partire dalla sostanza organica effettivamente degradabile 5

Tabella 3.3 – Merceologia del rifiuto conferito in discarica..... 8
Tabella 3.4 – Percentuali per la determinazione dei diversi componenti chimici a partire dalla sostanza organica effettivamente degradabile..... 9
Tabella 3.5 – Stima della produzione di biogas dal rifiuto tal quale..... 11

1. INTRODUZIONE

Nel presente elaborato vengono riportate le stime effettuate per la valutazione della produzione di biogas della discarica.

Sulla base di tali stime sono state effettuate le scelte progettuali riportate nella Relazione tecnica generale (rif. SGI: 08562-006R02E01).

Nella presente relazione sono inoltre riportate le ipotesi ed i calcoli effettuati per la determinazione del numero di camini di estrazione da installare in discarica ed alcune considerazioni riguardanti i sistemi di trattamento del biogas.

2. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

Per la captazione del biogas prodotto in discarica si prevede la realizzazione di camini di captazione sin dalle prime fasi di coltivazione della discarica, aventi altresì la funzione di consentire il monitoraggio degli eventuali gas di discarica e di evitare la formazione di eventuali falde sospese di percolato.

Tali camini di estrazione saranno quindi progressivamente collegati al sistema di estrazione e trattamento in relazione alla produzione di gas monitorata.

A seconda della concentrazione di biogas rilevata durante le campagne di monitoraggio e del quantitativo complessivo estraibile dall'intero corpo rifiuti, il trattamento del gas avverrà tramite combustore conforme al D.Lgs. 36/03 (temperature di combustione superiori a 850°C e tempo di residenza della fiamma superiore a 0,3 secondi).

Per funzionare regolarmente il combustore necessita, infatti, di biogas con concentrazione di almeno il 25% di metano ed una portata minima (a tale concentrazione) di almeno 50 Nm^3/h. Al di sotto di tali limiti la combustione non avviene.

In casi di necessità si prevede, infine, l'utilizzo di torce statiche montate sui singoli camini.

3. PRODUZIONE DI BIOGAS

3.1 Modelli previsionali

I gas biologici (o biogas) prodotti in una discarica controllata per effetto della digestione anaerobica della componente organica dei rifiuti abbancati sono principalmente i seguenti:

- ammoniaca (NH_3),
- acido solfidrico (H_2S),
- anidride carbonica (CO_2),
- azoto (N_2),
- idrogeno (H_2),
- metano (CH_4),
- monossido di carbonio (CO),
- ossigeno (O_2).

Di questi la quasi totalità (90-100%) è rappresentata da metano ed anidride carbonica.

La degradazione viene operata da una flora batterica che prolifera entro l'ammasso dei rifiuti nei quali il contenuto di ossigeno è quasi nullo. Essendo la degradazione aerobica molto più rapida, l'ossigeno presente al momento della deposizione viene consumato nel giro di poche ore permettendo la proliferazione dei microrganismi metanigeni.

La reazione chimica che regola la digestione anaerobica dei rifiuti solidi urbani può essere schematizzata come segue:

$$\text{Materia organica (rifiuto)} + H_2O \longrightarrow \text{Materia organica biodegradata} + CH_4 + CO_2 + \text{altri gas}$$

La stima del volume del biogas prodotto in discariche controllate può essere effettuato utilizzando appositi modelli di calcolo[1] e software dedicati (ad esempio LandGEM di US-EPA).

---

[1] "*Integrated Solid Waste management*"; Tchobanoglous, Theisen, Vigil; Mc Graw Hill, 1993;

"Modello matematico di produzione del biogas in uno scarico controllato": G. Andreottola, R. Cossu; R. S. n. 6, Novembre- Dicembre 1988.

I modelli teorici sono generalmente strutturati in due sottomodelli:

- modello stechiometrico,
- cinetica di degradazione.

I dati di progetto necessari alla stima sono:

- caratteristiche merceologiche dei rifiuti,
- quantità di rifiuto già smaltiti e da smaltire.

3.1.1 Modello stechiometrico

Il modello stechiometrico permette di determinare la quantità di biogas producibile sulla base della merceologia dei rifiuti ma trascurando i fenomeni dinamici.

I componenti organici individuali presenti nei rifiuti solidi urbani possono essere rappresentati, una volta note le caratteristiche merceologiche e chimiche, da una formula chimica della forma seguente: $\mathbf{C_aH_bO_cN_d}$.

Da qui, utilizzando l'equazione seguente, si può poi stimare, assumendo una completa conversione della materia organica in CH_4 e CO_2, il volume specifico (m^3 di gas / kg di rifiuto umido) o totale (m^3) di gas prodotto.

Il processo di decomposizione anaerobica generale della sostanza organica contenuta nel rifiuto può essere rappresentato attraverso la seguente equazione:

$$C_aH_bO_cN_d + \frac{4a-b-2c+3d}{4}H_2O \rightarrow \frac{4a+b-2c+3d}{8}CH_4 + \frac{4a-b+2c+3d}{4}CO_2 + d\cdot NH_3 \quad (1.)$$

dove $\mathbf{C_aH_bO_cN_d}$ rappresenta il materiale organico decomponibile su base secca ottenibile in base alla merceologia ed alla composizione chimica dei rifiuti.

Prima di valutare la composizione chimica di ciascuna frazione merceologica del rifiuto è necessario tenere conto di una serie di considerazioni che permettano di individuare l'effettiva quantità di sostanza che si degrada:

- il contenuto organico rappresenta solo una parte della frazione secca considerata;

- non tutto il materiale organico si decompone complessivamente in un periodo ragionevole di tempo;
- il 5% della sostanza organica sottoposta a degradazione microbica è da considerare residuo inerte.

FRAZIONE	CONTENUTO ORGANICO	PERCENTUALE DECOMPONIBILE	PERCENTUALE SOTTOPOSTA A DEGRADAZIONE MICROBICA
Sottovaglio	50%	100%	95%
Materiale cellulosico	100%	75%	95%
Materiale plastico	30%	50%	95%
Inerti	0%	-	-
Metallo e vetro	0%	-	-
Sostanze organiche	100%	100%	95%

Tabella 3.1 - Percentuali per la determinazione della sostanza organica effettivamente degradabile a partire dal peso di ciascuna frazione merceologica

A partire dal contenuto organico effettivamente degradabile per ciascuna frazione, è possibile determinare il contenuto di ciascun componente chimico attraverso la Tabella 3.2:

FRAZIONE	C [%]	H [%]	O [%]	N [%]	ALTRI [%]
Sottovaglio	32	4.5	20	1	42.5
Materiale cellulosico	45	6	44	0.3	4.7
Materiale plastico	65	8	22	1	4
Sostanze organiche	48	6.5	38	3	4.5

Tabella 3.2 - Percentuali per la determinazione dei diversi componenti chimici a partire dalla sostanza organica effettivamente degradabile[1]

Grazie ai dati così ottenuti ed al peso molare delle singole componenti è possibile scrivere l'equazione stechiometrica (in moli) specifica del rifiuto considerato rapportando tutto ad una mole di azoto (si veda equazione 1).

Attraverso le opportune trasformazioni di unità di misura, è possibile quindi determinare il volume di biogas teoricamente producibile per ciascun chilogrammo di rifiuto tal quale.

[1] "*Solid waste*"; Tchobanoglous, Theisen, Eliassen; Mc Graw Hill, 1977;

3.1.2 Modello cinetico

Calcolata la produzione teorica complessiva di biogas è importante descrivere l'evoluzione della produzione nel tempo.
Osservazioni di laboratorio ed in scala reale evidenziano come la produzione di biogas da un volume unitario di rifiuti inizi alcuni mesi dopo lo smaltimento, raggiunga il massimo dopo 3-5 anni, per poi decrescere nel tempo con produzioni trascurabili dopo 15- 20 anni.

Il fenomeno è descritto da diversi autori attraverso il modello cinetico rappresentato dalla equazione differenziale del primo ordine:

$$\frac{dC}{dt} = -kC \qquad (2.)$$

La soluzione di tale equazione è:

$$C_r = C_o \cdot e^{-kt} \qquad (3.)$$

dove C_r = quantità di carbonio organico residuo, gassificabile, al tempo t.
C_o = quantità di carbonio organico gassificabile al tempo t = 0.
t = tempo in anni
k = costante di degradazione.

Data la quantità di carbonio gassificabile al tempo t (C_r), si ottiene che la quantità di carbonio gassificata è $C_t = C_o - C_r = C_o (1 - e^{-kt})$. Questa equazione può essere vista analogamente in termini di gas prodotto e gas inizialmente disponibile e diventare

$$G = G_o (1 - e^{-kt}) \qquad (4.)$$

dove G e G_o sono la quantità di gas prodotta al tempo t e la quantità prodotta al tempo t = 0 rispettivamente.
La costante di degradazione è considerata uguale al logaritmo naturale di $t_{1/2}$, dove $t_{1/2}$ è il semiperiodo di decomposizione della sostanza organica.
Il valore della costante di degradazione dipende dalle caratteristiche del rifiuto, dalla pezzatura, dall'umidità, dalla temperatura, dal pH.

In prima approssimazione è possibile determinare il valore di **k** in relazione alle diverse degradabilità delle componenti organiche[1].

$k_1 = 0{,}693$ anni^{-1} per sostanze vegetali

$k_2 = 0{,}139$ anni^{-1} per la cellulosa

$k_3 = 0{,}046$ anni^{-1} per la plastica

Dall'equazione (4) è possibile determinare il valore del rapporto G/G_0 per ogni anno dall'inizio del conferimento.

Tale tempistica è valida solo nel caso in cui non si abbia un aumento dei rifiuti presenti dopo l'istante t = 0.

La schematizzazione più precisa della dinamica del fenomeno può essere sviluppata conoscendo in termini quantitativi:

- sequenza di riempimento della discarica (conferimento annuo);
- effettiva biodegradabilità del rifiuto (rappresentata analiticamente dal coefficiente k);
- l'influenza nella discarica in esame dei parametri significativi del processo di decomposizione anaerobica (pH, temperatura, umidità).

Oltre alle ipotesi suddette, bisogna tenere conto del fatto che la produzione reale di biogas è solitamente inferiore rispetto a quella teorica. I dati di letteratura riportano, infatti, valori del rapporto biogas realmente producibile / biogas teoricamente producibile del 40 – 60%.

Inoltre occorre evidenziare che non tutto il biogas prodotto possa essere estratto in quanto il gradiente di pressione applicabile per l'estrazione deve essere sufficientemente ridotto in modo tale da evitare filtrazioni di aria in discarica.

3.2 DATI DI INPUT

La determinazione della produzione di biogas, come detto, dipende strettamente dalla tipologia di rifiuti che verranno conferiti presso la discarica.

---

[1] "Modello matematico di produzione del biogas in uno scarico controllato"; Andreottola, Cossu; R.S. n.6 - Novembre- Dicembre 1988;

Nel caso specifico si prevede un conferimento annuo di circa 25.000 m^3 di rifiuti che daranno luogo alla produzione di biogas, fino al completamento della volumetria utile della discarica di 350.000 m^3 in circa 14 anni.
Di tale quantità, circa l'80% sarà di natura organica mentre la parte rimanente sarà sostituita per circa il 5% da materiale plastico e per il 15% del totale da materiali biologicamente inerti. In particolare i rifiuti conferiti in discarica saranno costituiti da:

- Frazione Organica Stabilizzata (FOS) derivante dall'impianto di produzione del CDR (Combustibile da Rifiuto) prodotto presso l'impianto sito in località "Saliceti", nel Comune di Vezzano Ligure (SP), gestito da ACAM Ambiente S.p.A.;
- R.S.U. biostabilizzato presso l'impianto di Saliceti e/o presso impianti esterni e/o in sito durante le fermate per Manutenzione straordinaria/rotture improvvise dell'impianto di produzione CDR (costituito anche da materiale plastico) ;
- compost fuori specifica;
- residui non recuperabili dalla selezione dei rifiuti ingombranti;
- rifiuti da spazzamento stradale.

Di seguito si presenta l'applicazione del modello di stima della produzione del biogas dalla merceologia sopra descritta. Si precisa che il conferimento annuo in termini di peso è stato determinato considerando la densità media dei rifiuti al momento del conferimento (~1.0 t/m^3), ossia prima che avvengano i cedimenti per autocompattazione e quindi l'addensamento del rifiuto stesso.

3.2.1 Applicazione del modello stechiometrico

La merceologia risultante, considerata per la definizione della formula chimica che rappresenta il rifiuto ($C_aH_bO_cN_d$), è quella riportata in Tabella 3.3.

FRAZIONE MERCEOLOGICA	PERCENTUALE IN PESO SUL TAL QUALE	PERCENTUALE IN PESO SUL SECCO
Inerti	14.29 %	13.86 %
Plastica	5.71	5.49 %
Sostanze organiche	85.71 %	20.00 %
Umidità		63.51 %

Tabella 3.3 – Merceologia del rifiuto conferito in discarica

A partire quindi dal contenuto organico effettivamente degradabile per ciascuna frazione, è possibile determinare il contenuto di ciascun componente chimico attraverso la Tabella 3.4:

Frazione	C [%]	H [%]	O [%]	N [%]	altri [%]
Materiale inerte	0	0	0	0	0
Materiale plastico	65	8	22	1	4
Sostanze organiche	48	6.5	38	3	4.5

Tabella 3.4 – Percentuali per la determinazione dei diversi componenti chimici a partire dalla sostanza organica effettivamente degradabile[1]

Grazie ai dati così ottenuti ed al peso molare delle singole componenti è possibile scrivere l'equazione stechiometrica (in moli) specifica del rifiuto considerato che, rapportando tutto ad una mole di azoto, nel caso in esame è la seguante:

$$C_{19.56}H_{31.39}O_{11.22}N + 6.85 \cdot H_2O \rightarrow 11.27 \cdot CH_4 + 9.04 \cdot CO_2 + NH_3$$

Attraverso le opportune trasformazioni di unità di misura, è possibile quindi determinare il volume di biogas teoricamente producibile per ciascun chilogrammo di rifiuto tal quale:

CH_4 0.090 Nm^3/kg_{RSU}

CO_2 0.072 Nm^3/kg_{RSU}

biogas 0.161 Nm^3/kg_{RSU}

3.2.2 Applicazione del modello cinetico

Una volta nota la produzione specifica di biogas viene applicato il modello cinetico al fine di descrivere l'evoluzione della produzione nel tempo utilizzando una cinetica del primo ordine che si traduce nell'equazione:

$$G = G_o (1 - e^{-kt})$$

dove G e G_o sono la quantità di gas prodotta al tempo t e la quantità prodotta al tempo t = 0 rispettivamente e k è la costante di degradazione (pari al logaritmo naturale di $t_{1/2}$, dove $t_{1/2}$ è il semiperiodo di decomposizione della sostanza organica).

---

[1] "*Solid waste*"; Tchobanoglous, Theisen, Eliassen; Mc Graw Hill, 1977;

In prima approssimazione è possibile determinare il valore di **k** in relazione alle diverse degradabilità delle componenti organiche[1]:

$k_1 = 0{,}693$ anni^{-1} per sostanze vegetali

$k_2 = 0{,}139$ anni^{-1} per la cellulosa

$k_3 = 0{,}046$ anni^{-1} per la plastica

ottenendo, nel caso specifico, il valore k = 0.663 anni^{-1}.

I risultati dell'applicazione delle ipotesi suddette sono riportati in Figura 3.1 ed in Tabella 3.5.

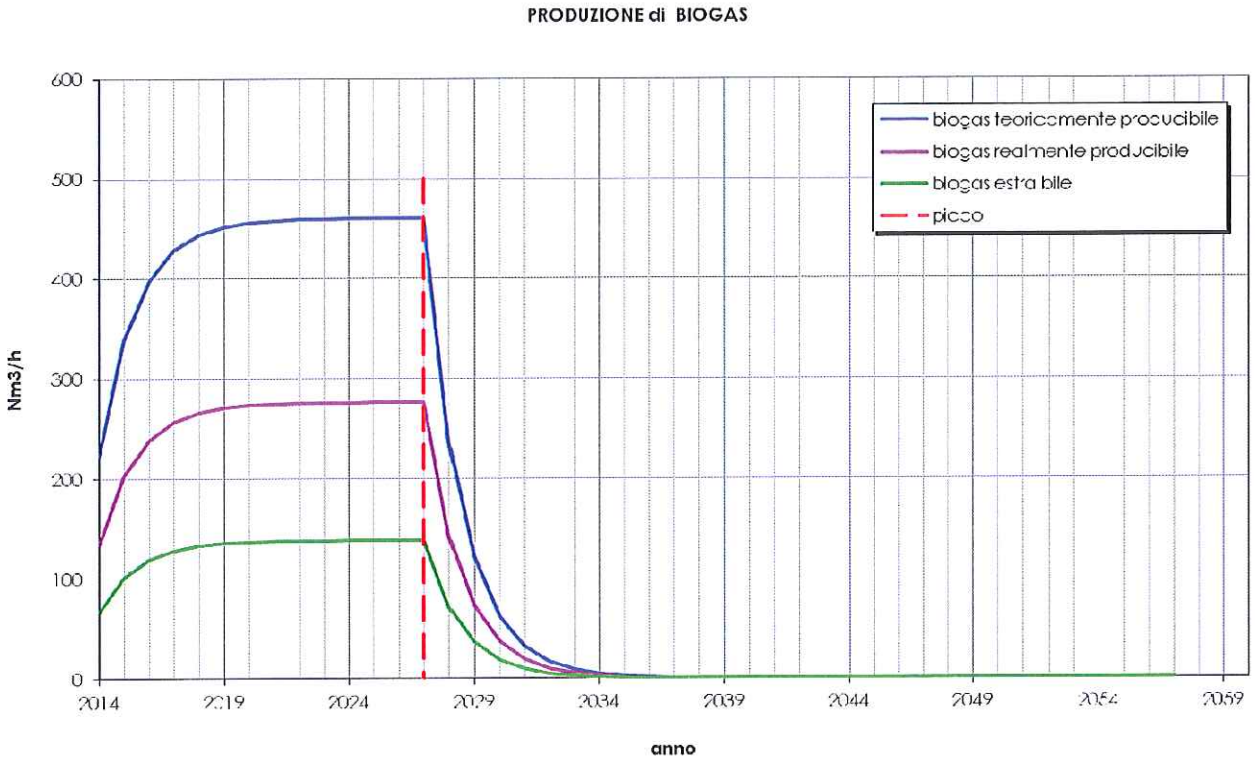


Figura 3.1 - Stima della produzione di biogas dal rifiuto tal quale

In sintesi, i dati caratterizzanti la quantità di biogas estraibile risultanti dal modello appena esposto sono i seguenti:

[1] "Modello matematico di produzione del biogas in uno scarico controllato"; Andreottola, Cossu; R.S. n.6 - Novembre- Dicembre 1988;

anno	smalti-mento annuo di rifiuti	$G/G_0 = 1 - \exp(-kt)$	G produz specifica	G produz specifica annua	G produz annua	G produz media oraria	biogas realm. produ-cibile	biogas estraibile
	[kg/anno]		[Nmc/kg]	[Nmc/kg]	[Nmc/anno]	[Nmc/h]	[Nmc/h]	[Nmc/h]
2014	25.000.000,0	48,49%	0,0782	0,0782	1.955.665	223	134	67
2015	25.000.000,0	73,47%	0,1185	0,0403	2.963.056	338	203	101
2016	25.000.000,0	86,33%	0,1393	0,0208	3.481.978	397	238	119
2017	25.000.000,0	92,96%	0,1500	0,0107	3.749.282	428	257	128
2018	25.000.000,0	96,37%	0,1555	0,0055	3.886.974	444	266	133
2019	25.000.000,0	98,13%	0,1583	0,0028	3.957.901	452	271	136
2020	25.000.000,0	99,04%	0,1598	0,0015	3.994.436	456	274	137
2021	25.000.000,0	99,50%	0,1605	0,0008	4.013.256	458	275	137
2022	25.000.000,0	99,74%	0,1609	0,0004	4.022.951	459	276	138
2023	25.000.000,0	99,87%	0,1611	0,0002	4.027.945	460	276	138
2024	25.000.000,0	99,93%	0,1612	0,0001	4.030.517	460	276	138
2025	25.000.000,0	99,97%	0,1613	0,0001	4.031.842	460	276	138
2026	25.000.000,0	99,98%	0,1613	0,0000	4.032.525	460	276	138
2027	25.000.000,0	99,99%	0,1613	0,0000	4.032.876	460	276	**138**
2028	0	100,00%	0,1613	0,0000	2.077.392	237	142	71
2029	0	100,00%	0,1613	0,0000	1.070.095	122	73	37
2030	0	100,00%	0,1613	0,0000	551.221	63	38	19
2031	0	100,00%	0,1613	0,0000	283.942	32	19	10
2032	0	100,00%	0,1613	0,0000	146.263	17	10	5
2033	0	100,00%	0,1613	0,0000	75.342	9	5	3
2034	0	100,00%	0,1613	0,0000	38.810	4	3	1
2035	0	100,00%	0,1613	0,0000	19.991	2	1	1
2036	0	100,00%	0,1613	0,0000	10.298	1	1	0
2037	0	100,00%	0,1613	0,0000	5.305	1	0	0
2038	0	100,00%	0,1613	0,0000	2.732	0	0	0
2039	0	100,00%	0,1613	0,0000	1.408	0	0	0
2040	0	100,00%	0,1613	0,0000	725	0	0	0
2041	0	100,00%	0,1613	0,0000	373	0	0	0
2042	0	100,00%	0,1613	0,0000	192	0	0	0
2043	0	100,00%	0,1613	0,0000	99	0	0	0
2044	0	100,00%	0,1613	0,0000	51	0	0	0
2045	0	100,00%	0,1613	0,0000	26	0	0	0
2046	0	100,00%	0,1613	0,0000	14	0	0	0
2047	0	100,00%	0,1613	0,0000	7	0	0	0
2048	0	100,00%	0,1613	0,0000	4	0	0	0
2049	0	100,00%	0,1613	0,0000	2	0	0	0
2050	0	100,00%	0,1613	0,0000	1	0	0	0

Tabella 3.5 – Stima della produzione di biogas dal rifiuto tal quale

3.2.3 Portata media estraibile

Per il dimensionamento degli impianti di captazione si valuta la produzione di biogas secondo quanto ipotizzato al paragrafo precedente.

In particolare il dimensionamento degli impianti si basa sulle seguenti ipotesi di calcolo:

a) quantità di rifiuto da smaltire = volume netto stoccabile × peso specifico dei rifiuti (~1.0 t_{RSU}/m^3_{RSU});

b) volume teorico cumulato totale di biogas producibile = quantità di rifiuto da smaltire x produzione specifica di biogas;
c) periodo di produzione del biogas = 22 anni, tenendo conto della durata della discarica, della produzione residua a discarica esaurita e del coefficiente k in precedenza calcolato;
d) periodo di produzione significativa di biogas = 14 anni;
e) biogas realmente producibile pari al 60% del biogas teoricamente producibile;
f) biogas estraibile pari al 70% del biogas realmente producibile.

In base ai dati di progetto in esame risulta quanto segue:

- volume teorico cumulato totale di biogas producibile

  56.424.266 Nm^3

- quantità media annua di biogas estraibile nell'ipotesi c):

  56.424.266 x 60% x 50% / 22 = 769.984 Nm^3/anno

- produzione media oraria (su 24 ore/giorno per 365 giorni/anno)

  ~ 88 m^3/ora

- quantità media annua di biogas estraibile, considerando un periodo significativo per la produzione di biogas pari a 10 (ipotesi d):

  56.424.266 x 60% x 50% / 14 = 1.209.975 Nm^3/anno

- produzione media oraria (su 24 ore/giorno per 365 giorni/anno)

  ~ 138 m^3/ora

4. SISTEMA DI TRATTAMENTO DEL BIOGAS

Come precedentemente accennato, la discarica sarà dotata di camini di estrazione del biogas, che verranno elevati durante la coltivazione dell'impianto e che avranno anche la funzione di monitoraggio delle emissioni reali in atmosfera.
Quando le caratteristiche del gas monitorato nelle teste pozzo avranno le caratteristiche qualitative e quantitative idonee alla combustione, essi verranno collegati al sistema di trattamento, costituito da una torcia di combustione di potenzialità pari a 150 – 200 Nm^3/h (taglia minima in commercio 150 Nm^3/h).
L'impianto di combustione dovrà inoltre rispettare i requisiti minimi del D.Lgs. 36/03, ovvero temperatura di combustione maggiore di 850°C e tempo di residenza della fiamma di almeno 0.3 s.
La torcia sarà disposta in un'apposita area posta in corrispondenza dell'argine di contenimento di valle, sul lato Nord – Ovest della discarica. Per l'ubicazione esatta si veda la tavola "Planimetria e particolari rete di captazione e comustione biogas" (rif. SGI: 08562-006D10E01).
In base alla produzione stimata non si ritiene sia possibile l'installazione di un gruppo per la produzione di energia elettrica. Qualora fosse possibile sarà interesse dell'azienda proponente procedere all'installazione.

4.1 Stazione di regolazione

Nella stazione di regolazione arriveranno le linee di trasporto del biogas; qui saranno collocati i separatori e gli scaricatori di condensa contenuta nel biogas. Essi saranno realizzati interamente in HDPE e materiale plastico e saranno dotati delle relative valvole di regolazione per lo scarico delle condense formatesi nelle tubazioni. Le condense verranno raccolte da una canalina, stoccate in un pozzetto e pompate ai serbatoi di stoccaggio del percolato.
Sempre all'interno della stazione verranno inseriti gli organi di controllo e modulazione comprendenti i pannelli di controllo pressione ed il collettore principale della stazione di regolazione che convoglierà il biogas all'impianto di combustione.

Sono previste due stazioni di regolazione da 11 ingressi ciascuna. In tali stazioni vengono anche collegati i pozzi di estrazione del percolato addossati all'argine di valle.

4.2 Requisiti qualitativi del gas da trattare

E' importante sottolineare che gli impianti di termodistruzione presentano delle limitazioni anche in relazione alla qualità del biogas, ovvero in relazione alla composizione del gas in ingresso.

Come si vede dal grafico riportato in Figura 4.1, l'ossidazione del biogas è fortemente condizionata dalla presenza di gas inerti che elevano notevolmente i limiti minimi di combustibilità. Una condizione di non combustibilità del biogas potrebbe verificarsi ad esempio durante le fasi iniziali del periodo di post gestione della discarica in cui, a fronte dei massimi livelli teorici di produzione di biogas, si possono avere anche delle concentrazioni di gas inerti (per esempio CO_2) tali da rendere la miscela estratta non combustibile.

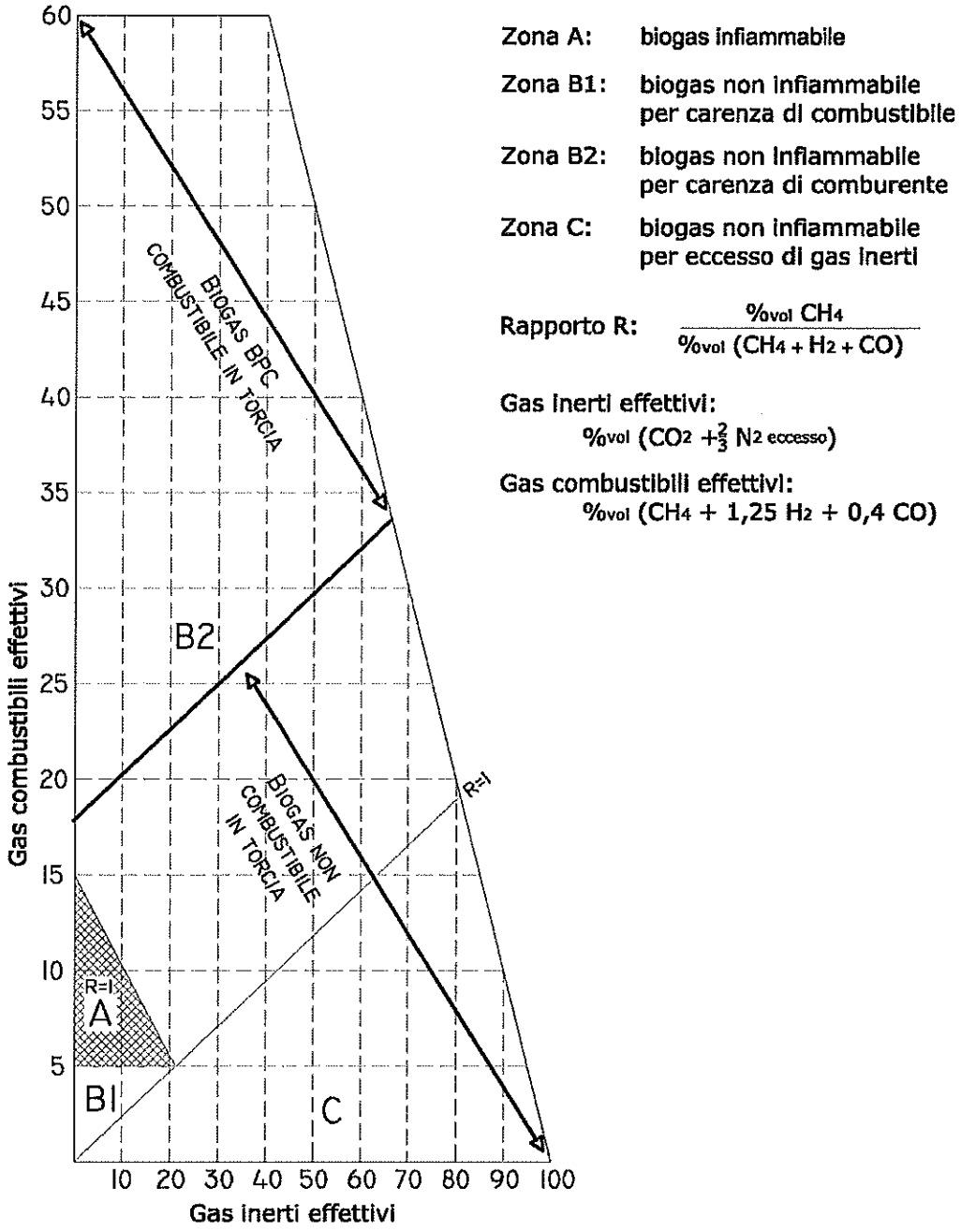


Figura 4.1 – Caratteristiche di "combustibilità" del biogas

L'effettiva composizione del biogas prodotto potrà essere determinata solo attraverso le attività di monitoraggio previste. Pertanto fino ad allora, indipendentemente dalle quantità, non sarà possibile verificare che almeno le caratteristiche qualitative del gas prodotto siano compatibili con la combustione in torcia.

5. DETERMINAZIONE DEL NUMERO E DELL'UBICAZIONE DEI POZZI

Parametro essenziale nella definizione del numero di pozzi è la determinazione del raggio di influenza degli stessi.

Il raggio di influenza dipende dalla permeabilità dei rifiuti messi a dimora e compattati, da quella degli infrastrati e degli strati di copertura finale, dai valori di depressione applicati per l'eventuale aspirazione del biogas e dalla morfologia della discarica.

La determinazione del numero di pozzi è stata effettuata ipotizzando che i valori di depressione da applicare eventualmente al pozzo non superino 10- 15 mm di colonna d'acqua. Tale cautela viene generalmente adottata onde evitare infiltrazioni d'aria nel corpo della discarica.

Adottando tali valori di depressione, ne deriva un raggio di influenza di circa 25 m (si veda Figura 5.1). Il calcolo del raggio di influenza è stato condotto secondo uno schema alternativo proposto dalla letteratura[1] che ha fornito risultati analoghi.

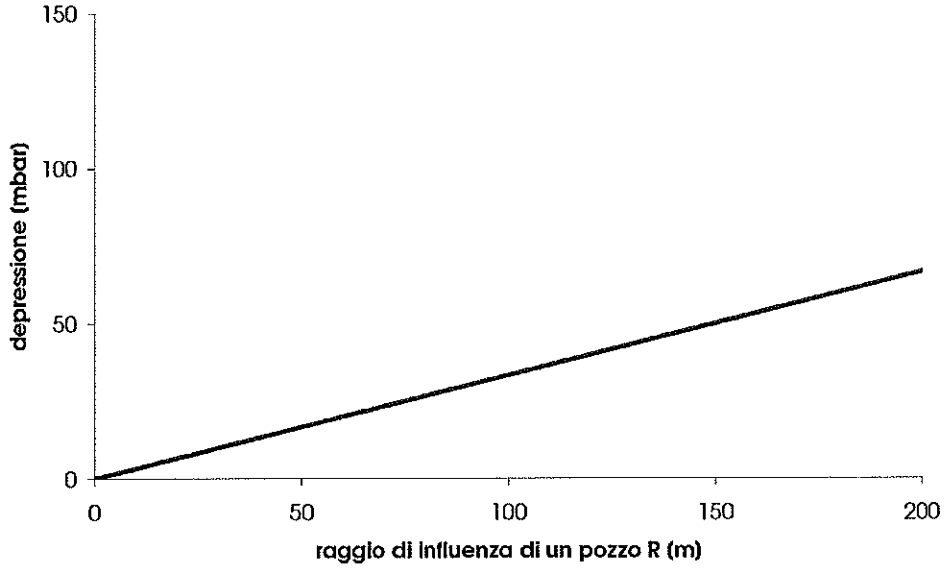


Figura 5.1 - Rappresentazione grafica della relazione funzionale teorica tra il raggio di influenza di un pozzo di captazione del biogas e i valori di depressione applicati[2]

---

[1] Aavv. ***Landfilling.*** Hogland, W., Swedish Geotechnical Institute, SGI, and Swedish Environmental Protection Agency, SEPA. AFR Kompendium 6. 1997. Swedish Geotechnical Institute. Ref Type: Report

[2] "Ueberlengungen zur Gasentsorgung und pratkishe hinweize zur zwangsentgasung"; Ryser W.; ISWA journal n.26/27, Dicembre 1978/ Gennaio 1979)

Il numero di pozzi previsti tiene altresì conto del particolare assetto planoaltimetrico del corpo di discarica: sono pertanto previsti 23 pozzi che avranno profondità variabile in relazione allo spessore di rifiuti nel punto di installazione.
Per la disposizione planimetrica di pozzi si veda la tavola "Impianto Biogas" (rif. SGI: 08562-006D17E01).

5.1 Caratteristiche dei pozzi

I pozzi o meglio i camini per l'estrazione del biogas saranno realizzati su basi messe in opera mediante la realizzazione, al di sopra di un basamento in cls R_{ck} ≥250 kg/cm² armato con rete elettrosaldata ϕ 8 mm, maglia 150x150 mm, di accumuli in materiale inerte grossolano (granulometria 15-100 mm) protetto da rete metallica (diametro 2m) all'interno delle quali è presente una tubazione macrofessurata in HDPE PN 10 DE 200 mm. La tubazione sarà sostenuta da una struttura costituita da tre tondini in acciaio da un lato ancorati ad un anello di sostegno della tubazione e dall'altro annegati nel basamento in calcestruzzo del pozzo.

In fase di coltivazione si procederà al progressivo prolungamento dei camini sino al raggiungimento delle quote finali previste per l'abbancamento del lotto. La sopraelevazione sarà effettuata con tratti di lunghezza pari a 2 m ciascuno, prolungando la tubazione in HDPE PN 10 DE 200 mm macrofessurata mediante raccordi a manicotto non saldato e mettendo in opera la protezione ϕ2,00 m di rete metallica e profilati contenente il materiale inerte drenante.
Si dovrà fare in modo di ottenere una sfasatura di 1 m tra la testa dei tubi in HDPE e la sommità della rete e del drenaggio di protezione.
Una volta raggiunta la quota di abbancamento definitiva, all'estremità della tubazione verrà applicata la testa del pozzo definitiva in HDPE.
Sulle teste dei camini biogas, in caso di necessità, si ritiene sia possibile montare una campana con torcia statica per la combustione del biogas prodotto.