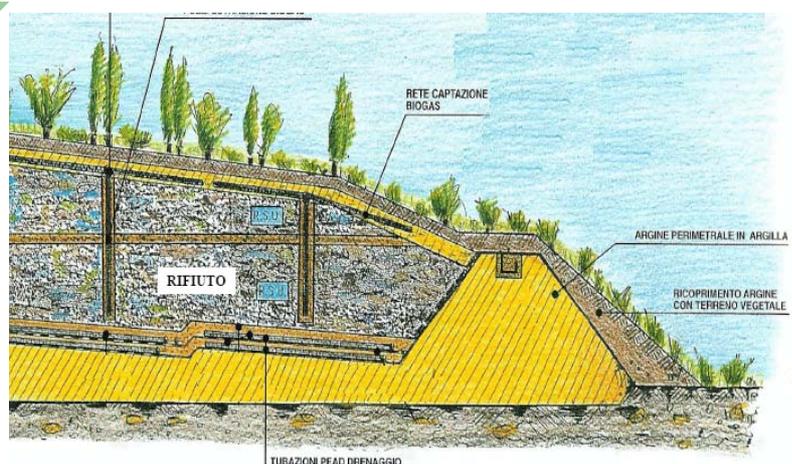


LINEE GUIDA PER IL MONITORAGGIO DELLE EMISSIONI GASSOSE E DELLA QUALITA' DELL'ARIA NELLE DISCARICHE AI SENSI DEL D.I.vo 36/2003



Realizzato da:

dott. Franco De Riso

Responsabile del Settore
Chimico Ambientale
ARTA CHIETI

dott. Fabrizio Gentile

Dirigente Sezione
Inquinamento atmosferico e
qualità dell'aria
ARTA TERAMO

Elaborato da:

dott. ing. Angela delli Paoli

Coll. Tecnico Prof.le
ARTA CHIETI

PREMESSA

Il presente lavoro si prefigge lo scopo di fornire linee guida per il monitoraggio delle emissioni gassose (convogliate e diffuse) provenienti dal corpo delle discariche di rifiuti urbani.

Nell'Allegato II del D.L.vo 36/2003, relativo ai piani di sorveglianza e controllo, al punto 5.4 è precisato che " *deve essere previsto un monitoraggio delle emissioni gassose, convogliate e diffuse, della discarica stessa, in grado di individuare anche eventuali fughe di gas esterne al corpo della discarica*".

E' necessario quindi che il monitoraggio del biogas, oltre a riguardare gli impianti di captazione, sia esteso alle emissioni diffuse che esalano dalla copertura della discarica verso l'atmosfera e dalle superfici di interfaccia con il sottosuolo.

La valutazione della produzione delle emissioni, ed in particolare del biogas, prodotto in discarica, ricopre un ruolo estremamente importante sia per valutare l'impatto ambientale che può comportare un sito per lo smaltimento di RSU, sia per quanto riguarda la progettazione dei sistemi di estrazione che per quanto riguarda le valutazioni tecnico-economiche in merito all'opportunità di una valorizzazione energetica del biogas stesso.

1 Introduzione

L'obiettivo prioritario nella gestione delle discariche è di minimizzare l'impatto ambientale che deriva dallo smaltimento dei rifiuti.

La gestione del biogas, in virtù dell'elevato potenziale che può avere in termini di impatto ambientale, è una delle attività più importanti del ciclo di smaltimento.

Captare e gestire il biogas richiede però un'azione sinergica tra diverse attività d'impianto al fine di realizzare la massima captazione ed ottenere in tal modo la migliore prestazione sia economica che ambientale; un risultato che impone la necessità di adottare soluzioni tecnologiche all'avanguardia plasmate e calate nella specifica realtà d'impianto.

Il corpo della discarica è in effetti un gigantesco **digestore anaerobico** capace di divenire, a tutti gli effetti, una risorsa, contribuendo alla copertura degli imponenti costi di gestione

2 Definizioni

GAS DI DISCARICA: il biogas prodotto dalla fermentazione anaerobica metanogenica di rifiuti a matrice organica presenti nelle discariche.

EMISSIONE CONVOGLIATA: emissione gassosa introdotta nell'atmosfera attraverso un sistema di captazione (camino).

EMISSIONE DIFFUSA: emissione gassosa introdotta nell'atmosfera per la quale non è tecnicamente possibile il convogliamento.

3 Produzione e captazione del biogas

Il biogas rappresenta il prodotto fondamentale del processo degradativo che coinvolge la componente organica del rifiuto.

Il metano e l'anidride carbonica sono i costituenti principali del "biogas" (LFG, "landfill gas") e sono prodotti durante la decomposizione anaerobica della sostanza organica e delle proteine, presenti nei rifiuti smaltiti in discarica, che vengono inizialmente trasformati in zuccheri, successivamente in acido acetico ed, infine, in CH₄ e CO₂.

Oltre a queste sostanze nel biogas sono presenti numerosi altri composti organici e non, tra cui H₂, O₂, N₂, CO, NH₃, H₂S, vapore acqueo e altri composti in tracce.

La decomposizione anaerobica ha luogo in assenza di ossigeno ed è un processo complesso nel quale le condizioni ambientali e non, giocano un ruolo fondamentale.

Tra i fattori **ambientali** più importanti sono da considerare:

- ⇒ il contenuto d'acqua del rifiuto;
- ⇒ la presenza e distribuzione dei microrganismi;
- ⇒ la concentrazione di nutrienti;
- ⇒ la composizione merceologica e la pezzatura media dei rifiuti;
- ⇒ il pH e la temperatura all'interno del cumulo di rifiuti;
- ⇒ l'eventuale infiltrazione di acqua.

Tra i fattori non **ambientali**:

- ⇒ profondità dello scarico controllato;
- ⇒ modalità di deposito dei rifiuti;
- ⇒ materiali di copertura.

Inoltre la componente putrescibile del rifiuto è incrementata dallo smaltimento in discarica di quantitativi sempre crescenti di fanghi derivanti dalla depurazione di liquami urbani e trattati anaerobicamente: essi contengono nutrienti, e microrganismi che influiscono positivamente sulla capacità riproduttiva dell'impianto.

FRAZIONE MERCEOLOGICA	% BIODEGRADABILITA'
CARTA	65
CARTONE	50
ALTRI CELLULOSICI	45
PLASTICHE	0
TESSILI	50
GOMMA	0
ORGANICO GRANDI UTENZE	65
SFALCI E POTATURE	60
LEGNO	65
VETRO	0
METALLI	0
SOTTOVAGLIO	20

Tabella 1: Percentuale di biodegradabilità usata nei calcoli

Diversi sono i modelli di *biocinetica* studiati per un calcolo della produzione relativa di biogas (ovvero i mc/anno), ma è evidente che l'estrema variabilità dovuta ai fattori sopra elencati e la difficoltà di avere dati esatti di partenza per la elaborazione, è tale da rendere questi modelli molto imprecisi .

In linea di massima si può affermare che un modello previsionale della produzione di biogas in discarica sia normalmente costituito da una parte di carattere stechiometrico e da un'altra a

carattere biochimico-cinetico. Il sottomodello stechiometrico ha come input principale la composizione merceologica dei rifiuti posti in discarica controllata e, come output, la quantità di carbonio organico gassificabile, dalla quale è possibile poi calcolare la quantità massima di biogas producibile dalla degradazione dell'unità di massa di rifiuto.

Il sottomodello biochimico, descrive invece l'evoluzione temporale del processo di massificazione del carbonio organico disponibile tramite le costanti di degradabilità, tenendo conto di alcuni parametri quali il contenuto di acqua, la pezzatura media e la temperatura.

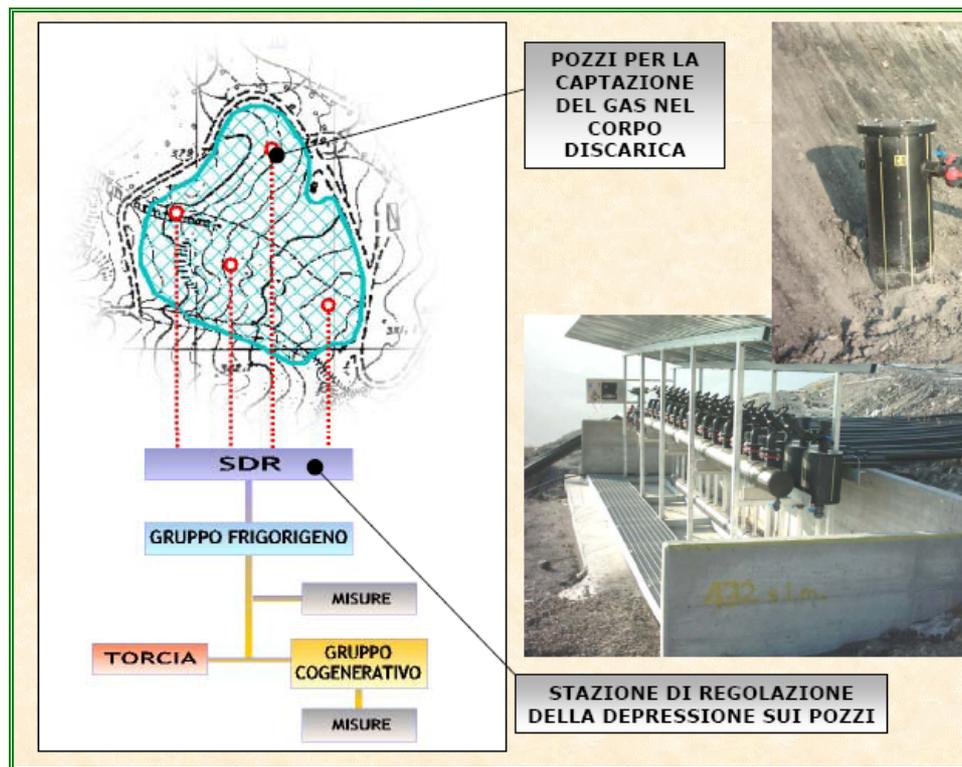
La struttura appena descritta caratterizza la maggior parte dei modelli più diffusi, tra cui:

- ⇒ **PALOS VERDES Model;**
- ⇒ **SCHOLL CANYON Model;**
- ⇒ **SHELDON-ARLETA Model;**
- ⇒ **MGM EMCOM Model;**
- ⇒ **EPA Model;**
- ⇒ **BIO 5**

In estrema sintesi è tuttavia possibile individuare alcuni parametri fondamentali che sono alla base di un modello previsionale per la produzione di biogas:

1. Contenuto di carbonio organico e sua frazione gassificabile;
2. Cinetica di degradazione della frazione organica
3. Umidità;
4. Tempo di generazione;
5. Tempo di ritardo iniziale.

Da considerare inoltre che risulta praticamente impossibile replicare in una discarica le condizioni di "*bioreattore ideale*", quale quello considerato dai modelli.



Per questo motivo i modelli più attendibili sono quelli di tipo misto che riuniscono informazioni sia di carattere teorico che pratico. Tali modelli pur partendo da un algoritmo matematico vengono testati direttamente sulle discariche e in base ai dati ottenuti vengono continuamente aggiornati e "tarati".

3.1 La captazione e i parametri da monitorare

I criteri e le tecniche di estrazione del biogas assumono particolare importanza e sottostanno al principio di applicare la corretta depressione su tutto il corpo discarica disponibile e quindi, di massimizzare l'efficienza di captazione riducendo al minimo la quota di biogas dispersa in atmosfera (emissione diffusa).

A tal proposito, il gestore deve fornire una stima del biogas che può prodursi sulla base della tipologia e dei quantitativi dei rifiuti ammessi in discarica, nonché tenendo conto di tutti i fattori elencati al paragrafo 3 e servendosi dei modelli matematici preferibilmente di quelli di tipo teorico-pratico.

Al fine di ottenere una valutazione attendibile del sistema di captazione è però necessario procedere a misurazioni periodiche mensili del gas di discarica presente nel collettore di captazione del biogas.

Considerata una composizione tipo del gas di discarica

	CH4	CO2	O2	N2	CO	(MERCAPTANI) C2H5SH	H2	H2S	NH3
Concentrazione %	50-60	30-50	0-20	0-80	tacce	tracce	0-20	tracce	tracce

Tabella 2: Composizione tipica di biogas aspirato.

I parametri da monitorare **mensilmente**, con l'indicazione delle metodiche analitiche da adoperare, sono riportati nella tabella sottostante:

TIPO DI SOSTANZA	METODO ANALITICO DI RIFERIMENTO ¹
CH4	INFRAROSSO
CO2	INFRAROSSO
O2	ELETTROCHIMICO
H2	ELETTROCHIMICO
H2S	ELETTROCHIMICO
NH3	ELETTROCHIMICO/UNICHIM 268-89
MERCAPTANI	FIALE COLORIMETRICHE Istantanee /GASCROMAT.
EVENTUALI COV	GASCROMATOLOGRAFICO UNI 10493/96

Tabella 3: Captazione del biogas: Parametri da monitorare mensilmente e metodiche analitiche

Ai valori di concentrazione rilevati con le metodiche analitiche, è necessario associare il valore di portata di flusso di biogas captato, misurato mediante apposito contatore presente sull'impianto di recupero o di termodistruzione.

Sulla base dei calcoli teorici e dei controlli analitici descritti è possibile stimare l'**efficienza di captazione**, definita come il rapporto fra la capacità di captazione della rete (valori reali riscontrati) e produzione teorica prevista di biogas.

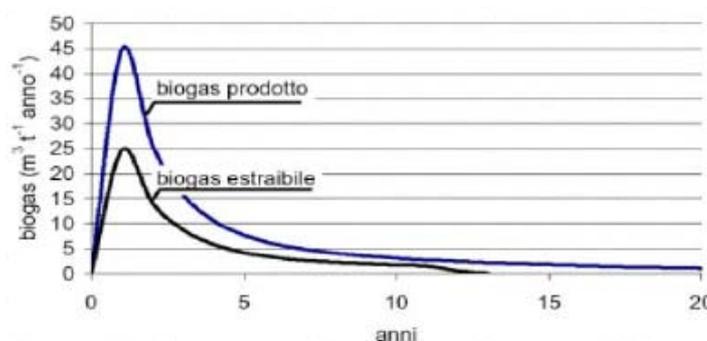


Figura 1 1 ton RSU può produrre 150-250 mc biogas nell'arco di 10 anni

Secondo i dati reperiti in letteratura l'efficienza media risulta di circa il 60% in fase operativa e può arrivare fino all'80% dopo la chiusura.

¹ o altre metodiche equivalenti

La massima produzione di biogas si ha dopo circa 1 anno dalla chiusura e tende a ridursi drasticamente dopo circa 8 anni, quando la componente organica a rapida biodegradazione tende ad esaurirsi

4 Emissioni convogliate provenienti dall'utilizzo di Biogas

Gli impianti di trattamento del biogas, sia per termodistruzione che per recupero energetico (motori endotermici, turbine a gas), sono basati sull'ossidazione di metano mediante combustione, ne consegue una trasformazione del metano in CO₂ e H₂O.

4.1 Recupero energetico

Qualora il gestore decida di utilizzare il biogas per il recupero energetico di qualunque natura (calore, energia elettrica, ecc.), l'impianto è sottoposto alle procedure semplificate di cui alla Parte IV CAPO V art. 214 (procedure semplificate, ex artt. 31-33 del D.l.vo 22/97).

Dal punto di vista dell'autorizzazione alle emissioni in atmosfera bisogna operare una distinzione:

- Se l'impianto ha una POTENZA TERMICA NOMINALE inferiore a 3 MW non è sottoposto ad autorizzazione alle emissioni in atmosfera (Parte V Titolo I punto 14, art 269 del D.l.vo 152 del 2006), in quanto considerato poco significativo.
- Se l'impianto ha una POTENZA TERMICA NOMINALE superiore a 3 MW è necessaria l'autorizzazione alle emissioni in atmosfera (Parte V Titolo I art 269 del D.l.vo 152 del 2006). In tal caso i limiti alle emissioni saranno quelli del **D.M. 05/02/1998 Allegato II Suballegato I pto 2.**

4.2 Termodistruzione mediante torcia

Poiché nell'Allegato I al punto 2.5 del D.l.vo 36 del 2003 è previsto sempre l'utilizzo energetico del gas di scarica, solo in caso di reale impraticabilità del recupero (da confermare da parte dell'autorità competente), può essere consentita la termodistruzione del gas in conformità alle norme del citato punto 2.5. Allegato I.

In tal caso le emissioni convogliate in atmosfera, derivanti dalla termodistruzione, andranno autorizzate ai sensi del D.l.vo 133/2005 e i limiti da rispettare saranno quelli ivi riportati.

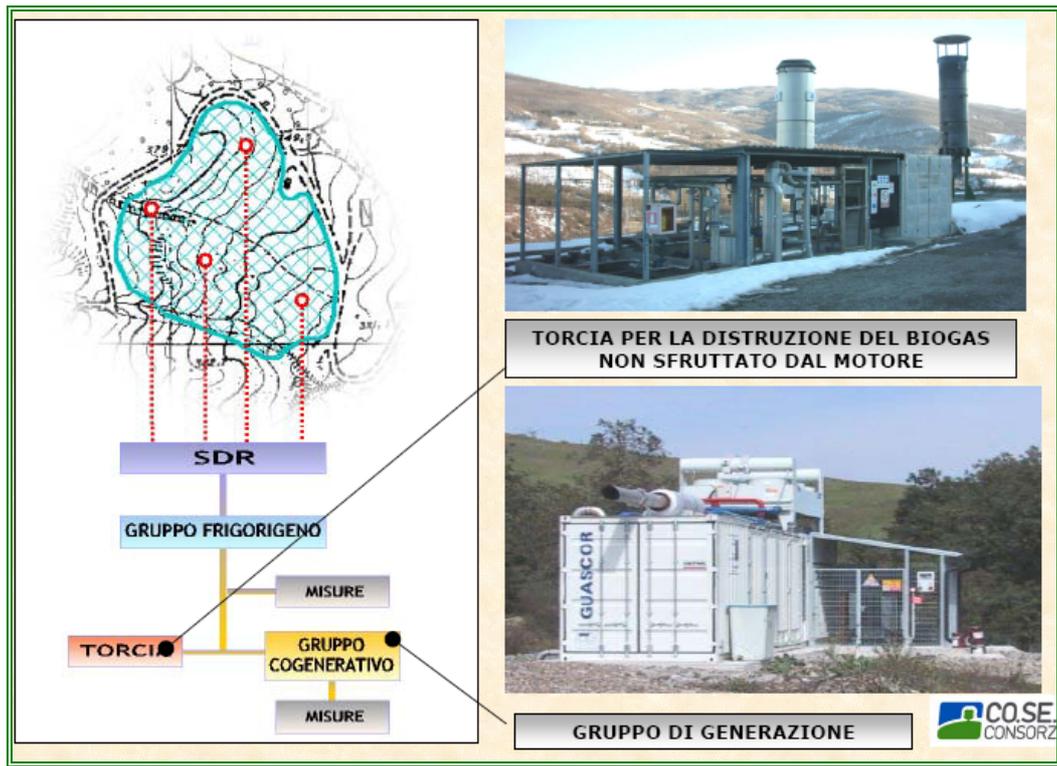
In caso di discariche di volumetria totale inferiore a **5000mc**, può essere consentita la combustione del biogas mediante torcia considerandola, ai fini normativi, come impianto di sicurezza e in quanto tale, ai sensi dell' art.269 p.to 14 lett.i del D.l.vo 152/2006 (ex DPCM 21/07/89), essa non richiede autorizzazione.

Si precisa, inoltre, che tutti gli impianti devono essere dotati di torcia di emergenza funzionante in caso di avarie o manutenzioni (ordinarie e/o straordinaria) del sistema di captazione.

Una particolare attenzione va inoltre dedicata alla fase di esaurimento della produzione di biogas: questa fase è in genere caratterizzata da un peggioramento della qualità del biogas prodotto in termini di potere calorifico con il rischio che parte del biogas non possa essere utilizzato per il recupero energetico ma deviato alle torce.

Per ovviare a tale problema, si può optare per l'esercizio della centrale in regime di combustione attraverso l'utilizzo di metano di rete al di sotto di un valore minimo di potere calorifico, corrispondente ad una concentrazione in volume di metano pari al 35%. In tale modalità si può mantenere un livello accettabile di potere calorifico di biogas e attenuare il contraccolpo derivante dalla rapida caduta della disponibilità di biogas.

E' infine buona norma che i motori installati siano dotati di un sistema computerizzato che consenta il mantenimento di una carburazione magra per il contenimento degli NOx.



5 Le emissioni diffuse di Biogas

Non tutto il biogas può comunque essere captato, soprattutto durante la fase di coltivazione della discarica. Ne consegue che considerevoli quantitativi di biogas sono emessi nell'ambiente circostante.

Tali flussi "incontrollati" vengono definiti emissioni diffuse e possono avere impatto negativo sull'ambiente. Infatti, alla già nota importanza del metano come gas ad effetto serra, si aggiunge la possibilità che esso può provocare esplosioni in ambienti confinati, non appena la sua concentrazione risulta essere compresa tra il 5% ed il 15%, oltre a risultare dannoso sia per l'uomo (può provocare asfissia in ambienti chiusi) che per la vegetazione (può avere effetti letali per la vegetazione a causa dell'asfissia delle radici quando esse vengono investite dal gas nel sottosuolo). Infine il biogas spesso trascina con sé tracce di gas aventi una soglia di rilevabilità olfattiva molto bassa.

5.1 Le emissioni diffuse all'interno della discarica

Da quanto esposto, risulta evidente la necessità di indagare la superficie della discarica allo scopo di individuare zone in cui si verifica una diffusione abnorme di biogas, in quanto non captato sufficientemente.

In tal caso sarà necessario procedere all'installazione di un nuovo punto di captazione, nella zona individuata, da collegare alla rete.

In generale, per l'individuazione dei punti su cui effettuare le misurazioni di gas prodotto, si propone di suddividere la discarica in zone omogenee secondo l'equazione 1

Equazione 1

$$N = 6 + 0,15\sqrt{Z}$$

dove:

N = numero di zone

Z = superficie da indagare in mq

5.2 Determinazione analitica delle emissioni diffuse.

Non essendo ancora definito un metodo ufficiale per la determinazione delle emissioni diffuse può esser presa in considerazione una recente normativa tecnica dell'Agenzia per l'Ambiente Inglese (EA Environmental Agency): **"Guidance for monitoring Landfill Gas Surface Emissions"**

Con tale tecnica, che prevede l'utilizzo di una speciale camera di cattura del Biogas "Flux Box" e di un analizzatore a raggi infrarossi, può essere valutata la concentrazione (> 0,1% pari a 1000 ppm) di metano esalato dalla superficie della discarica ricoperta con terreno.

Il metodo descritto può essere sostituito con altri in grado di permettere il convogliamento delle esalazioni ai fini della determinazione analitica.

5.3 Le emissioni diffuse all'esterno della discarica: la qualità dell'aria

E' necessario procedere alla valutazione dell'impatto provocato dalle emissioni diffuse anche all'esterno della discarica stessa. Tale valutazione può essere fatta solo attraverso l'ubicazione di idonei siti di prelievo.

Il numero e l'ubicazione di tali siti dipende dalla topografia e dall'estensione dell'area da monitorare.

Di norma si devono prevedere almeno n. 2 punti di prelievo lungo la direttrice principale del vento, al momento del campionamento, a monte e a valle della discarica.

E' quindi necessaria l'installazione in discarica di una centralina meteorologica, in grado di monitorare tutti parametri previsti dalla tabella 2 dell'Allegato II del D.l.vo 36/2003 alla voce "Dati meteorologici".

I composti da monitorare con frequenza **mensile**, con l'indicazione delle metodiche analitiche da utilizzare ai fini della determinazione della qualità dell'aria sono:

TIPO DI SOSTANZA	METODO ANALITICO DI RIFERIMENTO²
H2S	METODI NIOSH 6013/94/ FIALE COLORIMETRICHE
NH3	FIALE COLORIMETRICHE A LETTURA ISTANTANEA /UNICHIM 268/89
MERCAPTANI	FIALE COLORIMETRICHE A LETTURA ISTANTANEA
POLVERI	RIF. NORMATIVO dpcm 28/03/83 (prelievo 24 ore)

Tabella 4 Sostanze da monitorare mensilmente ai fini della determinazione della qualità dell'aria. Metodi analitici di riferimento.

5.3.1 Limiti di concentrazione

E' opportuno rilevare che per quel che concerne le sostanze odorigene riportate in tabella 4 non esistono limiti tabulati di qualità dell'aria, mentre per le polveri i valori previsti dalla vigente normativa in materia (DM 02/04/02 n.60), fanno riferimento a misurazioni continue nell'arco delle 24 ore per 365 gg/anno, in ambiente urbano e per inquinamento atmosferico da traffico veicolare.

Pertanto, al fine di individuare dei valori soglia di riferimento, al solo scopo di salvaguardare la salute umana, si propongono i seguenti limiti:

TIPO DI SOSTANZA	LIMITE DI CONCENTRAZIONE	NOTE
H2S	0,1 ppm	Limite rilevabilità strumentale
NH3	5 ppm	Soglia olfattiva
MERCAPTANI	0,1 ppm	Limite rilevabilità strumentale
POLVERI	100 µg/Nmc	

Tabella 5 Qualità dell'aria: Valori soglia di riferimento per alcune sostanze

5.4 Monitoraggio del biogas all'esterno della discarica, nel suolo e nel sottosuolo

Per individuare eventuali migrazioni di gas nel suolo e nel sottosuolo è opportuno prescrivere la realizzazione di appositi pozzi di monitoraggio, distribuiti all'esterno del perimetro e aventi caratteristiche e profondità in relazione alle peculiarità geologiche del sito

Il livello di guardia che evidenzia fughe di gas dal corpo della discarica, può essere individuato nel valore dell'1% V/V che corrisponde a circa 10000ppm di CH4. Per l'anidride carbonica e l'ossigeno non si propone nessun limite a causa delle naturali concentrazioni di tali gas nel terreno.

² o altre metodiche equivalenti

6 Piano di intervento

Per la realizzazione di un piano di intervento " *da attivare in caso di superamento dei livelli di guardia relativamente alla presenza del gas di discarica all'esterno della discarica, anche nel suolo e nel sottosuolo*" (D.L.vo 36/2003 allegato II pto 5.4) è necessario predisporre preventivamente all'attivazione della discarica o prevedere nei piani di adeguamento, prescritti dal decreto per le discariche in esercizio, un'Analisi di Rischio.

L'A.R. rappresenta sempre più uno strumento indispensabile in campo ambientale in quanto si affidano a essa due fondamentali compiti:

1. dare forma scientifica a percezioni, sensazioni di rischio, sia individuali che collettive, finalizzate alla salvaguardia della salute umana e dell'ambiente.
2. essere uno strumento specifico di supporto alla decisione.

L'A.R. attraverso la definizione di un modello concettuale identifica la relazione fra:

- ⇒ Sorgente di contaminazione(emissioni gassose);
- ⇒ percorsi di esposizione (migrazione degli inquinanti);
- ⇒ recettori –bersagli(bambini, lavoratori; matrici ambientali).

L'A.R., per essere sito specifica, comporta che si debbano conoscere parametri caratteristici del sito quali:

- ⇒ geologia (stratigrafia dei terreni) ed idrogeologia
- ⇒ caratteristiche meteo-climatiche
- ⇒ concentrazione delle specie chimiche contaminanti e loro distribuzione areale
- ⇒ caratteristiche costruttive dei sistemi di rivestimento della discarica, tipologia e qualità dei materiali impiegati (es. tipo strato sintetico e densità difetti)
- ⇒ tipologia dei bersagli(abitazioni, industrie, falda)
- ⇒ distanza dei bersagli dalla fonte del rischio e grado di dispersività delle specie chimiche contaminanti
- ⇒ vie di esposizione e possibili vie di fuga preferenziali (pozzi, cantine, fratture)

Le risultanze dell'analisi di rischio, permettono di meglio definire gli interventi da attuare in caso di superamento dei valori soglia.

Tali interventi possono essere così riassunti:

● *Interventi correttivi emissioni diffuse*

- ⇒ ricerca dei problemi rete di captazione
- ⇒ potenziamento captazione
- ⇒ miglioramento copertura

● *Interventi correttivi fughe biogas*

- ⇒ dotazione di allarme cerca fughe presso i bersagli
- ⇒ potenziamento captazione interna
- ⇒ bonifica gas interstiziali.

I vantaggi di tale metodologia analitica sono:

1. Identificazione degli effettivi bersagli e percorsi di esposizione (sito specifici)
2. Quantificazione del rischio potenziale connesso alla discarica nel suo complesso
3. Approccio integrato avente validità per l'intero ciclo di vita della discarica
4. Adeguata allocazione dei costi e delle risorse sia in fase di progettazione, sia in fase operativa sia in fase di post-chiusura.

SOMMARIO

1	Introduzione	2
2	Definizioni	2
3	Produzione e captazione del biogas	2
3.1	La captazione e i parametri da monitorare	5
4	Emissioni convogliate provenienti dall'utilizzo di Biogas	7
4.1	Recupero energetico	7
4.2	Termodistruzione mediante torcia	7
5	Le emissioni diffuse di Biogas	9
5.1	Le emissioni diffuse all'interno della discarica	9
5.2	Determinazione analitica delle emissioni diffuse.	10
5.3	Le emissioni diffuse all'esterno della discarica: la qualità dell'aria	10
5.3.1	Limiti di concentrazione	11
5.4	Monitoraggio del biogas all'esterno della discarica, nel suolo e nel sottosuolo	11
6	Piano di intervento	12
	Interventi correttivi emissioni diffuse	13
	Interventi correttivi fughe biogas	13

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Percentuale di biodegradabilità usata nei calcoli	3
Tabella 2: Composizione tipica di biogas aspirato.	6
Tabella 3: Captazione del biogas: Parametri da monitorare mensilmente e metodiche analitiche	6
Tabella 4 Sostanze da monitorare mensilmente ai fini della determinazione della qualità dell'aria. Metodi analitici di riferimento.	11
Tabella 5 Qualità dell'aria: Valori soglia di riferimento per alcune sostanze	11