



Comune di Trani

Regione Puglia



OPERE DI MESSA IN SICUREZZA DEI LOTTI I, II, III DISCARICA PER RSU SITA IN TRANI E DENOMINATA "PURO VECCHIO"

CIG: 7060424E30

ANALISI DI FATTIBILITÀ ECONOMICA PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO DI TRATTAMENTO PERCOLATO E VALORIZZAZIONE ENERGETICA DEL BIOGAS DISCARICA PER RSU SITA IN TRANI E DENOMINATA "PURO VECCHIO"

COMMITTENTE:

AZIENDA MUNICIPALIZZATA IGIENE URBANA
Comune di Trani
Via Barletta, 161 - Trani
P.IVA 05487980723



PROGETTO:

Studio Romanazzi-Boscia e Associati s.r.l.
via Amendola 172/c. 70100 Bari - tel.: 080.548.21.87 - Fax: 080.548.22.07
Prof. Ing. Eligio ROMANAZZI
Dott. Ing. Giovanni F. BOSCIA
Dott. Ing. Sebanino GIOTTA
Dott. Ing. Fabio PACCAPELO



Ing. Federico Cangialosi

Ing. Gianluca Intini

Dott. geol. Vito Specchio

Ing. Vincenzo Catalucci



Vito Specchio

ALLEGATO

1

RELAZIONE

SCALA:

...

DATA: Aprile 2018

AGGIORNAMENTO	DATA	DESCRIZIONE

INDICE

PREMESSA.....	2
1. TRATTAMENTO DEL PERCOLATO	2
1.1. FORMAZIONE DEL PERCOLATO IN DISCARICA	2
1.2. IMPOSTAZIONE TECNOLOGICA PER IL TRATTAMENTO DEL PERCOLATO	3
1.3. VASCA DI EQUALIZZAZIONE PERCOLATO	5
1.3.1. <i>Caratteristiche costruttive</i>	5
1.4. TRATTAMENTO DEL PERCOLATO	7
1.4.1. <i>Opzione 1: trattamento chimico-fisico</i>	7
1.4.2. <i>Opzione 2: trattamento termico</i>	8
1.5. VALUTAZIONE ECONOMICA	10
2. VALORIZZAZIONE ENERGETICA DEL BIOGAS	13
2.1. PREMESSA	13
2.2. STIMA DELLA PRODUZIONE DI BIOGAS	13
2.3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO.....	14
2.4. OPERE CIVILI	15
2.5. RECUPERO ENERGETICO DEL BIOGAS.....	15
2.6. TORCIA DI EMERGENZA.....	18
2.7. CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO	18
2.8. SCHEMA DI FLUSSO DELL'IMPIANTO	19
2.9. MODALITA' DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO	20
2.10. CONDIZIONI IGIENICO AMBIENTALE - SANITARIE.....	20
2.11. EMISSIONI IN ATMOSFERA	20
2.12. VALUTAZIONE ECONOMICA	20

PREMESSA

Nell'ambito dell'offerta migliorativa proposta in sede di gara, veniva offerto uno studio di fattibilità finalizzato sia al trattamento del percolato in situ e sia della valorizzazione energetica del biogas prodotto dalla discarica.

In particolare la proposta migliorativa per il percolato è rivolta all'esigenza di poter gestire e trattare in sito le ingenti quantità di percolato che si prevede di estrarre a seguito della realizzazione dei nuovi 4 pozzi di estrazione.

Infatti, l'estrazione di percolato con una portata di 2 L/sec da ciascun pozzo, comporta il riempimento degli 8 silos previsti (240 m³) in poche ore.

Il presente studio di fattibilità prevede:

- Realizzazione di vasca fuori terra per lo stoccaggio del percolato estratto.
- Realizzazione di impianto per il trattamento del percolato.
- Realizzazione di impianto per la valorizzazione energetica del biogas.

1. TRATTAMENTO DEL PERCOLATO

1.1. FORMAZIONE DEL PERCOLATO IN DISCARICA

La formazione del percolato nelle discariche controllate, quale diretta conseguenza dei fenomeni di decomposizione delle sostanze conferite associati ai fenomeni di filtrazione e lisciviazione all'interno dell'ammasso dei rifiuti, è un liquido di caratteristiche complesse il cui rilevante grado di inquinamento è il risultato dei processi biologici, chimici e fisici che si svolgono all'interno dell'ammasso dei rifiuti conferiti principalmente in relazione alla loro composizione ed al regime idrico del sistema.

Le caratteristiche quantitative del percolato sono influenzate sia da fattori esterni, quali le condizioni climatiche e l'apporto idrico, sia da fattori interni come l'umidità iniziale, la produzione e consumo di acqua durante il processo di biodegradazione dei rifiuti oltre che da fattori progettuali dello scarico controllato.

Le caratteristiche qualitative risultano dipendere più strettamente dalla composizione dei rifiuti, in particolare dalla componente organica biodegradabile e dal contenuto di ione ammonio e metalli oltre che dai criteri gestionali del sistema di smaltimento (raccolta, pretrattamento, conduzione), e dall'età della discarica.

Il concorso dei fattori succitati fa sì che le caratteristiche qualitative del percolato siano fortemente variabili caso per caso.

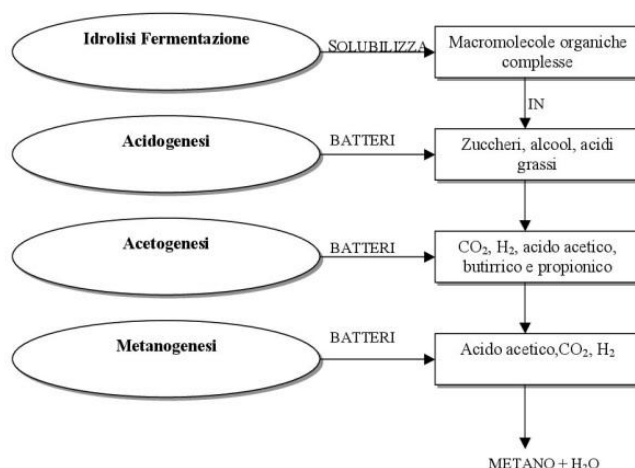


Figura 1 – Sequenza processo di biodegradazione

Per la qualità del percolato nell'arco di durata dello scarico controllato vengono considerate le fasi seguenti:

Fase di degradazione aerobica: decisamente limitata nel tempo, in funzione della disponibilità di ossigeno per l'attività batterica, senza produzione sostanziale di percolato in quanto il processo tende ad assorbire i liquidi presenti;

Fasi di degradazione anaerobica:

- Fase iniziale *acidogenica* con formazione fermentativa di acidi grassi volatili e produzione di CO₂ con conseguente abbassamento del pH in campo acido (5-6). Si hanno elevate concentrazioni di ioni inorganici (Cl⁻, SO₄²⁻, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺) per la lisciviazione di materiale facilmente solubile ed elevate concentrazioni di metalli pesanti (come Fe, Zn, etc.) solubilizzati nella fermentazione acida.
- Si riscontrano in questa fase alti valori di BOD₅ (> 10.000 mg/l) per la forte presenza di acidi organici con alti rapporti BOD₅/COD (anche > 0,5) e rilevante contenuto di ammoniaca (500-1.000 mg/l) dovuto all'idrolisi ed alla fermentazione dei composti proteici.
- Fase *metanigena* intermedia con crescita dei batteri metanigeni (che talvolta potrebbe risultare inibita da eccessi in acidi volatili), in cui si ha la diminuzione della concentrazione di solfati per riduzione biologica e progressiva conversione degli acidi grassi con aumento della produzione di metano e diminuzione della produzione di anidride carbonica. Progressivo aumento dell'alcalinità ed aumento del pH che porta ad una diminuzione della solubilità del calcio e dei metalli (che possono essere precipitati come solfuri); l'ammoniaca, in condizioni riducenti, viene lisciviata e si presenta con valori di concentrazione sull'ordine di 1.000- 3.000 mg/l. Il percolato sarà caratterizzato da un contenuto ancora rilevante di solidi totali disciolti e da valori decrescenti in BOD₅ con diminuzione del rapporto BOD₅/COD (con valori tipicamente sull'ordine di 0,3).
- Fase *metanigena* stabile in cui la composizione del percolato risulta caratterizzata da pH prossimo alla neutralità (nel campo 7-8) e concentrazioni relativamente basse di BOD₅ con valori del rapporto BOD₅/COD in sensibile diminuzione (inferiori a 0,2 e progressivamente in ulteriore diminuzione sino a valori di 0,05 in condizioni di post-esercizio della discarica).

In estrema sintesi i meccanismi che regolano il trasferimento di massa dai rifiuti all'acqua percolante risultano essere:

- Idrolisi e degradazione biologica.
- Solubilizzazione di Sali.
- Lisciviazione di materia.

Tali meccanismi, per l'individuazione delle criticità da superare con l'adozione delle migliori tecnologie disponibili, portano alla caratterizzazione dei percolati da discarica quali acque inquinate con:

- un elevato carico organico rappresentato da elevati valori di COD con indice di progressiva riduzione della biodegradabilità nel tempo;
- un elevato carico inorganico rappresentato da elevate concentrazioni di ammonio e cloruri con presenza di vari ioni metallici.

1.2. IMPOSTAZIONE TECNOLOGICA PER IL TRATTAMENTO DEL PERCOLATO

Le criticità sopra evidenziate e la specifica elevata variabilità di composizione del percolato, in funzione di numerosi fattori interconnessi e non ben prevedibili nell'arco temporale di esercizio della discarica, vengono a limitare l'adozione dei sistemi tradizionali di depurazione tipicamente impostati su una sostanziale

omogeneità di comportamento dei reflui ai fini del conseguimento dell'efficienza richiesta, nel rispetto delle norme e leggi vigenti, per la sostenibilità gestionale e per l'accettabilità dello scarico in acque superficiali. In particolare per la problematica in considerazione si evidenzia l'insufficienza dell'applicazione di singoli processi tradizionali quali:

- Trattamenti chimico-fisici di chiariflocculazione in quanto presentano efficienze di rimozione insufficienti (sull'ordine del 30-50% sul COD) e, a fronte di una sensibile produzione di fanghi residui, non consentono comunque alcuna riduzione della carica salina in particolare per cloruri ed ammonio;
- Trattamenti biologici sul refluo tal-quale (e comunque anche su percolato pretrattato con chimico-fisico tradizionale) stante la presenza di un rilevante contenuto salino non riducibile significativamente per via biologica e per le difficoltà gestionali connesse alla variabilità della sostanza organica ed alla presenza di sostanze inibitrici, talvolta in concentrazioni tossiche per i microrganismi con particolare riferimento ai facoltativi denitrificanti. Anche in questo caso non si consegue comunque la necessaria riduzione del contenuto in cloruri presenti normalmente in elevate concentrazioni.
- Trattamenti diretti su membrana con fase di concentrazione per osmosi inversa che:
 - garantiscono la selettività richiesta per la separazione del contenuto salino consentendo peraltro bassi rapporti di concentrazione pur con l'adozione di procedimenti ad alta pressione. Ne consegue una rilevante produzione di residuo salino (con percolati risulta normalmente in volume di circa 300-400 litri ogni 1.000 litri di trattato) costituito dal complesso dei solidi totali separati con l'intero contenuto di ammonio, pertanto in campo di pH acido, che risulta di difficile gestione e collocamento. Ne consegue l'esigenza di ulteriori trattamenti per la sostenibilità del processo, anche sotto il profilo di gestione e tutela ambientale, nell'ambito di attività integrate in sito di discarica nel rispetto delle direttive vigenti per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili;
 - consentono un elevato livello di reiezione per la maggior parte delle sostanze organiche peraltro ad eccezione dei bassi pesi molecolari da cui la necessità di specifiche fasi di pretrattamento comunque richieste a limitare i fenomeni di intasamento ed usura.
- Trattamento di concentrazione per evaporazione sotto vuoto che pur garantendo:
 - la migliore affidabilità in concomitanza delle fluttuazioni di carico;
 - elevate rese di abbattimento delle sostanze organiche ed inorganiche (salinità e metalli) e adeguati rapporti di concentrazione (35-40% in solidi totali 105°C e con solidi sospesi -fanghi e cristalli - al 10% ponderale) richiede specifici trattamenti di finissaggio delle condense prodotte in quanto caratterizzabili, in discariche giovani ed in funzione del pH di processo, dalla presenza di sostanze bassobollenti (ad esempio acidi volatili e l'ammoniaca).

Quanto sopra esposto, come evidenziato anche nella documentazione scientifica più qualificata in merito (*Landfilling of waste: leachate* di TH Christensen-R.Cossu-R.Stegman; *Il trattamento del percolato da discarica di RSU: edizioni C.P.A. a cura di C. Collivignarelli, Atti del SARDINIA SYMPOSIUM - Ehrig, Cossu, Doedens; Atti del Convegno Nazionale AIDIC e Fondazione CINI: -Gastaldello, Feronato*) porta alle seguenti considerazioni di sintesi:

- non è praticabile il trattamento in sito del percolato sino al conseguimento dei limiti di accettabilità per immissione diretta in acque superficiali con l'adozione di un unico processo di trattamento in unico stadio;
- lo schema di trattamento richiede una sequenza di processi e, comunque, l'adozione di più stadi al fine di rimuovere con la necessaria efficacia gli inquinanti contemporaneamente presenti;

- l'impostazione tecnologica deve consentire affidabili condizioni di esercizio ed essere in grado di trattare con la necessaria efficienza sia il percolato con caratteristiche di biodegradabilità per sensibile presenza di acidi volatili (discarica giovane) sia con sostanze organiche bioresistenti; deve inoltre conseguire l'abbattimento del carico inorganico rappresentato da forti concentrazioni di ammonio e cloruri con presenza di vari ioni metallici.

Il complesso impiantistico deve risultare facilmente gestibile in effettivo controllo di processo e con funzionamento in automatico delle installazioni.

Quanto detto determina le possibili soluzioni per l'applicazione di processi avanzati a completo superamento delle criticità sopra evidenziate nel rispetto delle normative e leggi di riferimento, in particolare Dlgs 13/01/2003 n°36 e s.m.i. , Dlgs 03/04/2006 n°152; e s.m.i.

Vengono quindi individuate e di seguito descritte le proposte progettuali:

- realizzazione di vasca per lo stoccaggio e l'equalizzazione di grandi volumetrie di percolato;
- realizzazione di impianto per il trattamento del percolato:
 - opzione 1: trattamento chimico-fisico;
 - opzione 2: trattamento termico.

1.3. VASCA DI EQUALIZZAZIONE PERCOLATO

Il progetto definitivo relativo agli interventi di chiusura della discarica sita in Trani in località "Puro Vecchio", prevede lo stoccaggio del percolato mediante la fornitura in opera di n.8 silos da 30 mc ciascuno, alloggiati all'interno di un bacino di contenimento realizzato in calcestruzzo armato, opportunamente rivestito con applicazione di resine epossidiche impermeabilizzanti della volumetria pari a 300 mc (oltre il 10% del volume stoccato). Il volume di stoccaggio complessivo ammonta a 240 mc.

Al fine di massimizzare la rapida diminuzione di volumi di percolato nel corpo di discarica e migliorare la fase di equalizzazione a monte dell'impianto di trattamento, è necessario poter disporre di una maggiore capacità di accumulo, per cui si propone di realizzare una vasca di stoccaggio ed accumulo de percolato.

La miglior soluzione dal punto di vista ambientale, tecnico, ed economico, nonché compatibile con i tempi rapidissimi imposti per la progettazione esecutiva, sia la realizzazione di una vasca in calcestruzzo, da realizzare nella ubicazione già individuata nell'offerta tecnica.

L'esigenza di minimizzare scavi e sbancamenti, e in considerazione delle naturali caratteristiche dell'area individuata, hanno fatto propendere la soluzione progettuale verso una vasca fuori terra.

1.3.1. Caratteristiche costruttive

L'opera in progetto è rappresentata da una vasca a due camere con struttura portante in conglomerato cementizio armato da realizzarsi completamente in opera.

La struttura di fondazione, per l'intera opera, è rappresentata da una platea di dimensione in pianta 22m x 27m avente spessore complessivo 50 cm. L'ingombro esterno della vasca è di 21m x 26m con struttura portante in elevazione costituita da pareti in conglomerato cementizio armato aventi spessore di 40cm altezza 2m ed un setto di separazione centrale, sempre dello spessore di 40 cm altezza 2m, che permetterà di ottenere due volumi utili di circa 500mc ovvero capacità complessiva dell'intera vasca di circa 1000mc.

All'esterno della struttura, lungo i due lati corti, sono previsti n.6 pozzetti di servizio, in cemento armato da realizzarsi completamente in opera, simultaneamente alla realizzazione delle pareti perimetrali, con la funzione

di alloggiare le condotte di arrivo dalle pompe di emungimento del percolato dal corpo della discarica e il valvolame delle mandate delle elettropompe di estrazione dello stesso dall'interno della vasca.

Per il dimensionamento delle strutture portanti le azioni considerate sulla struttura, come previsto dalla normativa di settore, sono legate alla destinazione d'uso e sono rappresentate da:

- carichi accidentali per il peso dovuto all'accumulo di percolato nella vasca;
- carichi accidentali per Ambienti suscettibili di affollamento (Cat. C3 – Tab. 3.1.II – DM 14.01.2008) pari a 5,0 kN/m²;
- azione della neve;
- sisma.

Vengono riportate di seguito due viste assonometriche contrapposte, allo scopo di consentire una migliore comprensione della struttura oggetto della presente relazione.

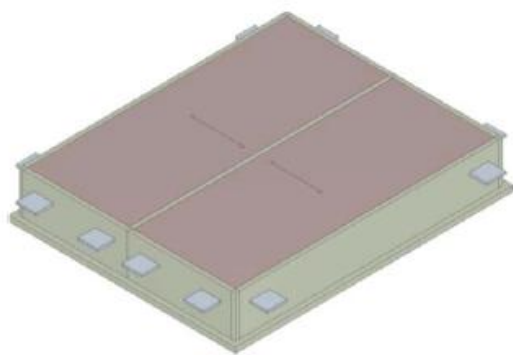


Figura 1: vista anteriore, la direzione di visualizzazione (bisettrice del cono ottico), relativamente al sistema di riferimento globale 0,X,Y,Z ha versore (1;1;-1)

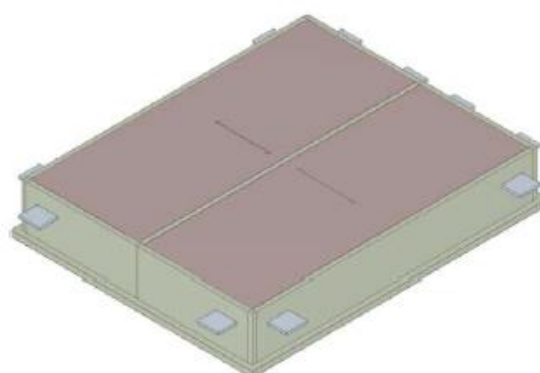


Figura 2: vista posteriore, la direzione di visualizzazione (bisettrice del cono ottico), relativamente al sistema di riferimento globale 0,X,Y,Z ha versore (-1;-1;-1)

Sia nelle fasi realizzative che in quelle finali, di rifinitura dell'opera, sono previsti in progetto interventi per garantire la perfetta impermeabilizzazione della vasca.

In particolare nelle operazioni di ripresa dei getti per garantire la presa tra calcestruzzo fresco e calcestruzzo indurito (ripresa di getto pareti platea/pareti pozzetti ecc..) occorre posare un film di adesivo per ripresa di getto in contemporanea alla posa di un giunto bentonitico (dimensioni 25x20 mm) composto al 75% da Bentonite di Sodio Naturale ed al 25% da gomma butilica, in grado di espandersi a contatto con l'acqua sino a 6 volte il proprio volume iniziale (valore certificato), garantendo una resistenza alla spinta idraulica grazie allo sforzo di rigonfiamento con confinamento totale >950 kPa anche in presenza di acqua di mare (valore certificato), in grado di non manifestare perdite con pressioni sino a 100 kPa ad una espansione del giunto pari al 100% in una fessura aperta di 5 mm (valore certificato) così come WT 102 Volteco o prodotto con pari o superiori caratteristiche. Il giunto in opera dovrà risultare privo di elementi protettivi di confezione e dovrà essere ancorato al piano di posa mediante rete in acciaio presagomata a maglia romboidale.

I dati tecnici dovranno essere supportati da certificazione di prova rilasciata da un laboratorio ufficiale accreditato e/o essere assoggettati a controllo di qualità secondo norma ISO 9001.

Per il controllo e sigillo dei fenomeni di ritiro è prevista la posa in opera di un giunto di frazionamento seguendo la regola pratica del posizionamento dello stesso ad interasse pari ad

$i = \text{Altezza parete} / 2 \text{ spessore parete.}$

E' prevista la posa in opera, per tutta l'altezza della muratura, di un profilo scatolare autosigillante a tenuta idraulica, realizzato dalla giunzione mediante appositi spinotti di elementi scatolari dello spessore di 20 mm, larghezza di 185 mm, lunghezza di 1.000 mm, costituiti da due semitelai cavi (profili in plastica) con interposto un giunto bentonitico idroespansivo (dimensioni 25x20 mm, costituito per il 25% da gomma butilica e per il 75% da Bentonite di Sodio Naturale), in grado di espandere 6 volte il proprio volume iniziale (valore certificato), da collegare all'analogo giunto presente nella ripresa di getto orizzontale, così come Break Volteco o prodotto con pari o superiori caratteristiche.

Come operazione di rifinitura si prevede, oltre alla sigillatura di tutti i corpi passanti (lamelle distanziatori, tubazioni ecc.), la completa impermeabilizzazione delle superfici interne della vasca mediante la posa in opera di un doppio strato di vernice del tipo Epossicatrame.

1.4. TRATTAMENTO DEL PERCOLATO

Vengono presentate due alternative progettuali, una basata su trattamento chimico-fisico, l'altra su trattamento termico e biologico.

1.4.1. Opzione 1: trattamento chimico-fisico

A seguito della raccolta del percolato e stoccaggio nel sistema di vasche di equalizzazione, si ipotizza un trattamento chimico-fisico costituito dalle seguenti unità:

- Ultrafiltrazione.
- Osmosi inversa (4 stadi).

Ultrafiltrazione

L'ultrafiltrazione è un processo che si realizza su membrane semipermeabili con un cut-off di filtrazione sino a 100 micron. Scopo di questa fase è la riduzione del carico di solidi sospesi prima dell'ingresso nella sezione di osmosi inversa (RO).

La forza motrice di tale processo è la pressione che si applica al fluido per forzarlo ad attraversare la membrane. Nel passaggio il refluo perde parte degli inquinanti con dimensione maggiore a quella dei pori (tipo batteri, virus, molecole organiche ad alto peso molecolare).

Il sistema si compone di una pompa spingente, di una serie di vessel cilindrici in cui sono contenute le membrane e di un sistema di lavaggio con dosaggio di prodotti acidi e basici.

Osmosi inversa a 4 stadi

L'osmosi è un fenomeno spontaneo nel quale, tra due soluzioni a salinità diverse messe in comunicazione con una membrana semipermeabile si assiste a un flusso di liquido dalla soluzione diluita a quella concentrata per bilanciare la concentrazione nei 2 liquidi. La pressione con cui questo flusso attraversa la membrane è direttamente legata al contenuto di sali nei 2 bacini. Con l'osmosi inversa si sviluppa un fenomeno opposto, ovvero una soluzione concentrata viene depurata dei sali applicando una pressione maggiore di quella osmotica. La corrente con cui si alimenta l'osmosi viene quindi scissa in 2 flussi: il primo a basso contenuto salino (eluato) e l'altro a carico elevato (concentrato). Si prevede l'uso di quattro unità di osmosi inversa. Il permeato del primo stadio sarà rilanciato attraverso una pompa al secondo stadio di trattamento a osmosi inversa, mentre il concentrato viene trasferito in serbatoio dedicato, che sarà utilizzato come alimentazione di uno stadio di osmosi inversa ad alta pressione. Anche dal secondo stadio di trattamento si generano due

correnti: il permeato II che viene inviato allo stadio III di osmosi; il concentrato II, che ha caratteristiche tali da non permettere lo scarico e quindi viene reimpresso in testa alla sezione I di Osmosi e trattato nuovamente. Dal terzo stadio di osmosi, il permeato ha le caratteristiche per lo smaltimento in rispetto della Tab.4, mentre il concentrato viene inviato al serbatoio di stoccaggio posto a monte dello stadio 2 di osmosi.

Schema di trattamento

Di seguito uno schema semplificato di trattamento chimico-fisico del percolato.

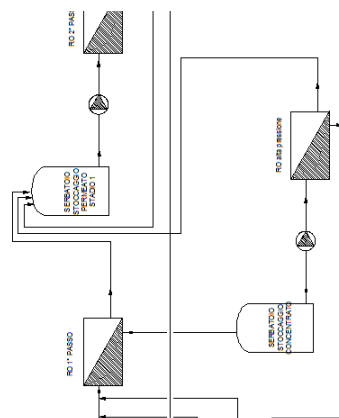


Figura 3: schema semplificato di trattamento chimico-fisico del percolato

1.4.2. Opzione 2: trattamento termico

Per la considerazione delle migliori tecnologie disponibili (BAT) in questa sede si assumono, quale significativo riferimento tecnico, le linee guida emanate ai sensi del D.Lgs 372/99 e del D.Lgs. 59/2005 in materia di gestione dei rifiuti per quanto non compiutamente approfondito dai BREF comunitari.

A seguito della raccolta del percolato e stoccaggio nel sistema di vasche di equalizzazione, si ipotizza un trattamento chimico-fisico costituito dalle seguenti fasi:

- Concentrazione per evaporazione sotto vuoto spinto in controllo di pH, in multiplo effetto e circolazione forzata.
- Rimozione ammoniacale dalle condense: strippaggio/assorbimento con aria in circuito chiuso in controllo di pH e temperatura.
- Depurazione finale su impianto biologico a fanghi attivi, in controllo di pH e temperatura, con tecnologia MBR.

Evaporazione sotto vuoto

Il percolato, dallo stoccaggio/equalizzazione perviene nel comparto iniziale chiuso, equipaggiato con sensori di livello per il carico controllato all'evaporatore in cui viene previsto il controllo di pH con pompe di dosaggio.

Nell'impianto di evaporazione si realizzano due effetti contemporanei:

- l'evaporazione della fase acquosa che sarà recuperata per condensazione;
- la concentrazione del residuo salino fino ad un valore ottimale prestabilito, tipicamente estratto in soluzione residua con sostanza secca a 105°C al 35% in peso e con materiale sospeso (fanghi e cristalli);

Il processo viene previsto:

- sottovuoto con scambiatori in controcorrente e quindi in temperature e condizioni di esercizio tali da limitare la decomposizione di sostanze termolabili ed il contenimento del fabbisogno energetico;
- in multiplo effetto, per il contenimento del fabbisogno di energia termica;
- a circolazione forzata, per garantire il minimo sporcamento agli scambiatori di calore.

L'installazione impiantistica, in triplo effetto, è costituita essenzialmente da tre scambiatori di calore a fascio tubiero racchiusi in appositi mantelli e da tre successivi separatori liquido-vapore con funzionamento in circolazione inversa. Questa soluzione definita "a circolazione forzata" a fronte del sensibile consumo energetico dovuto alla ricircolazione con portate elevate, garantisce un ridotto sporcamento degli evaporatori e quindi una grande affidabilità di esercizio. Tutti i vapori uscenti da ciascun effetto e condensati in quello successivo unitamente ai vapori condensati nel condensatore finale costituiscono le condense prodotte, che vengono convogliate alla successiva fase di trattamento.

Strippaggio

Le fasi di strippaggio ed assorbimento operano su colonne a riempimento dove l'ammoniaca, rimossa dalla fase liquida e trasferita alla fase gassosa nella colonna di strippaggio, viene successivamente assorbita in soluzione acida e la corrente gassosa, esente da ammoniaca, dall'assorbitore viene nuovamente inviata a riutilizzo nella colonna di strippaggio e pertanto con flusso gassoso in circuito chiuso. In particolare dalle condense, alcalinizzate con soda, l'ammoniaca si trasferisce al flusso gassoso in controcorrente e l'aria ammoniacale in uscita dalla testa della colonna di strippaggio viene inviata alla base della colonna di assorbimento dove viene lavata da un flusso di acido solforico alimentato in testa alla stessa per mezzo di apposita elettropompa. L'acido solforico reagisce con l'ammoniaca, contenuta nell'aria in circuito, salificandola a solfato ammonico che ricicla dal fondo alla testa della colonna di assorbimento fino ad un valore prefissato di pH. Raggiunto tale valore, il solfato ammonico prodotto viene automaticamente estratto mentre l'assorbitore viene automaticamente ricaricato di acido solforico in soluzione commerciale prelevato da apposito serbatoio di stoccaggio. Il flusso gassoso, esente da ammoniaca, ricicla in circuito chiuso dalla testa della colonna di assorbimento alla base della colonna di strippaggio.

Depurazione finale MBR

Le condense in uscita dalla colonna di strippaggio vengono inviate alla successiva fase di depurazione finale con trattamento biologico, previsto a fanghi attivi in aerazione estesa e contemporanea stabilizzazione della biomassa, previo controllo di temperatura e di pH per assicurare le condizioni di esercizio adeguate alla migliore efficienza del trattamento stesso. Questa soluzione tecnologica abbina un processo biologico a fanghi attivi ad un sistema di filtrazione su membrana a flusso tangenziale (filtrazione cross flow) quale separazione di due o più componenti in funzione del loro peso molecolare. Tale separazione si realizza attraverso una membrana semipermeabile con l'alimentazione ad una velocità relativamente alta, appunto in flusso tangenziale, per cui i solidi sospesi e le sostanze a peso molecolare più alto della capacità di reiezione della membrana stessa vengono trattenute nel retentato in condizioni idrodinamiche tali da assicurare le migliori condizioni di esercizio, cioè con limitazione dei possibili sporcamenti. Il sistema MBR rappresenta la tecnologia applicabile più interessante in quanto la separazione della biomassa dall'acqua trattata avviene per microfiltrazione / ultrafiltrazione, in funzione della tipologia di membrane adottate. Per il trattamento di reflui non incrostanti, quali le condense da evaporazione, risulterebbe ottimale l'impiego di membrane sommerse (meglio con ultrafiltrazione), preferibilmente a fibra cava cilindrica rispetto a quelle piane.

Schema di trattamento

Di seguito uno schema semplificato di trattamento termico del percolato.

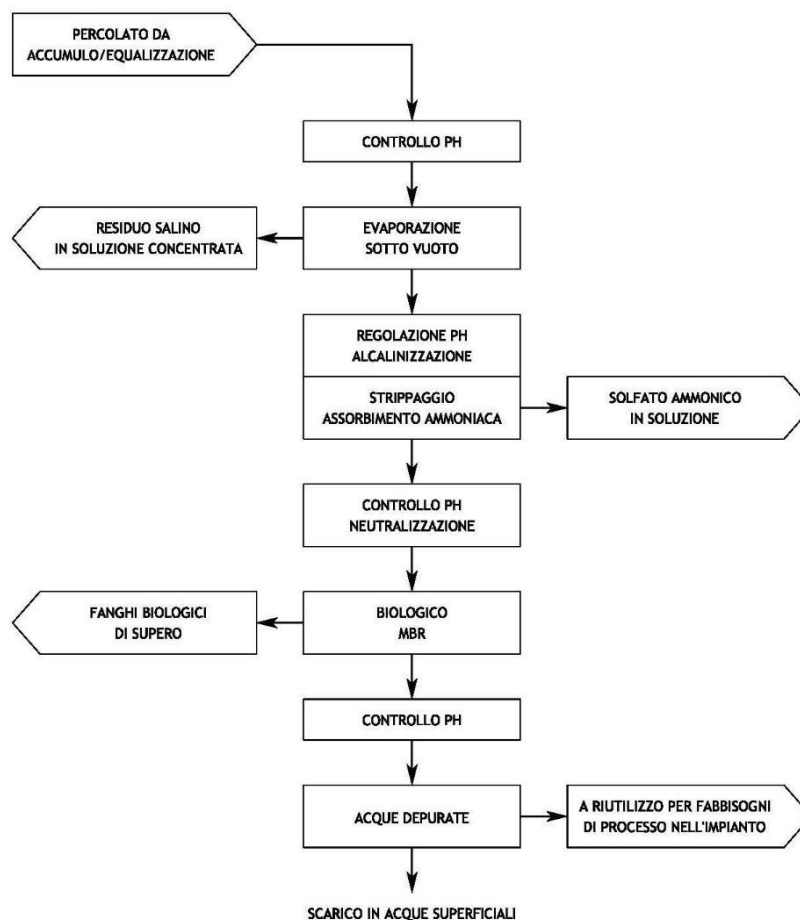


Figura 4: Schema semplificato di trattamento termico del percolato

1.5. VALUTAZIONE ECONOMICA

Di seguito l'analisi dei costi di realizzazione e gestione delle soluzioni progettuali descritte nei paragrafi precedenti necessarie per il trattamento del percolato.

La valutazione dei costi è stata eseguita in riferimento alle due tipologie di impianti.

Per quanto riguarda l'impianto per il trattamento del percolato, rispetto all'impianto basato su processi chimico-fisici (opzione 1), la soluzione basata sul trattamento termico (opzione 2) risulta essere molto più complesso dal punto di vista impiantistico. Inoltre, data la difficoltà di gestione e smaltimento dei concentrati prodotti, e non avendo a disposizione i parametri minimi di progetto tali da poter stimare i costi di realizzazione dell'impianto e di gestione, in questa fase si ritiene non definibile un bilancio di spesa. Sono stati quindi valutati i costi di impianto relativi all'opzione 1.

Descrizione	Valore	U.M.
Capacità di trattamento	16	mc/h
Ore di funzionamento	8	ore/giorno
Giorni di operatività	330	giorni/anno
Percolato trattato	42240	mc/anno

Tabella 1: specifiche di funzionamento impianto di trattamento percolato

Categoria	Voce	Descrizione	Costo totale	Costo annuo
A. costi di investimento	opere civili	vasca per stoccaggio percolato	€ 180,000	€ 36,000
		basamento in cls per impianto	€ 20,000	€ 4,000
	impianto di trattamento percolato	impianto di trattamento chimico-fisico costituito da ultrafiltrazione e osmosi inversa a 4 stadi (opzione 1)	€ 1,500,000	€ 300,000
	TOTALE A		€ 1,700,000	€ 340,000
B. costi di gestione	industriali	energia elettrica, chemicals, acqua		€ 230,000
	manutenzione	ricambi e materiale di consumo, sostituzione membrane, manutenzioni	-	€ 70,000
	personale	personale specializzato per conduzione impianto	-	€ 80,000
	monitoraggio	analisi chimiche per la verifica di funzionamento impianto e attività di monitoraggio ambientale	-	€ 10,000
	amministrazione	costi amministrativi	-	€ 20,000
	TOTALE B		€ 0	€ 410,000
	TOTALE A+B		€ 1,700,000	€ 750,000
	COSTO DI TRATTAMENTO			18 €/m³

Tabella 2: bilancio economico

Nell'ipotesi in cui viene eseguita la re-immissione del concentrato prodotto dal trattamento direttamente in discarica, risulta che il costo di trattamento del percolato con l'impianto proposto, è certamente più conveniente dell'attuale sistema di gestione del percolato mediante smaltimento presso impianti esterni, che nelle attuali condizioni di mercato ha un costo di circa 45 €/m³.

2. VALORIZZAZIONE ENERGETICA DEL BIOGAS

2.1. PREMESSA

La gestione del biogas, nella discarica deve avere i seguenti obiettivi:

valorizzazione energetica del biogas;

- ridurre al minimo le emissioni odorose moleste e potenzialmente nocive, che rappresentano il più importante fattore di disturbo nei confronti delle popolazioni;
- garantire la sicurezza all'interno della discarica e nelle immediate vicinanze.

È stata quindi eseguita la progettazione di un impianto per la valorizzazione economica del biogas finalizzata al recupero di energia elettrica.

2.2. STIMA DELLA PRODUZIONE DI BIOGAS

La stima della produzione di biogas è stata eseguita mediante l'utilizzo del software GasSim, progetto finanziato dal governo inglese e sviluppato dall'Environment Agency in Inghilterra per analizzare l'impatto ambientale causato dal conferimento dei rifiuti in discarica. Il software utilizza il metodo di analisi Monte Carlo di selezione casuale dei valori di input all'interno di un range predefinito. La metodologia probabilistica permette di contenere le incertezze dei parametri in ingresso.

Di seguito si riportano i dati di input del modello.

PARAMETRI INPUT GASSIM [®] 2.5							
DETTAGLI PROGETTO							
Anno d'inizio abbancamenti	Periodo di gestione (anni)	Periodo di simulazione (anni)	Numero di iterazioni	Area LOTTO 1 (m ²)	Area LOTTO 2 (m ²)	Area LOTTO 3 (m ²)	
1994	21	150	150	29000	21000	30000	
DETTAGLI IMPERMEABILIZZAZIONE DI FONDO E RIVESTIMENTO LATERALE							
Infiltrazione efficace (mm/anno)		Rivestimento laterale					
Discarica aperta		spessore HDPE (m)	conduttività HDPE (m/s)	spessore argilla (m)	conduttività argilla (m/s)		
38.94		0.002	1.00E-11	1	1.00E-10		
Quota piano campagna (mslm)		Quota superficie freatica (mslm)		Contenuto di umidità insaturo (%)		Porosità insaturo (%)	
60		57		UN (0,1; 0,5)		UN (0,05; 0,5)	
CLASSE MERCEOLOGICA DI RIFERIMENTO							
CLASSI TIPOLOGICHE	CARTA			TESSUTI	COMPOST	NON DEGRADABILI	TOTALE
	Carta	Imballaggi di cartone	Legno				
Rifiuti urbani	10.50%	3.10%	3.70%	2.10%	49.70%	30.80%	100%

Riepilogo dati input GasSim[®]2.5

Di seguito si riporta la curva di produzione del biogas, stimata mediante il GasSim, a partire dal primo conferimento (1994) fino all'esaurimento di biogas.

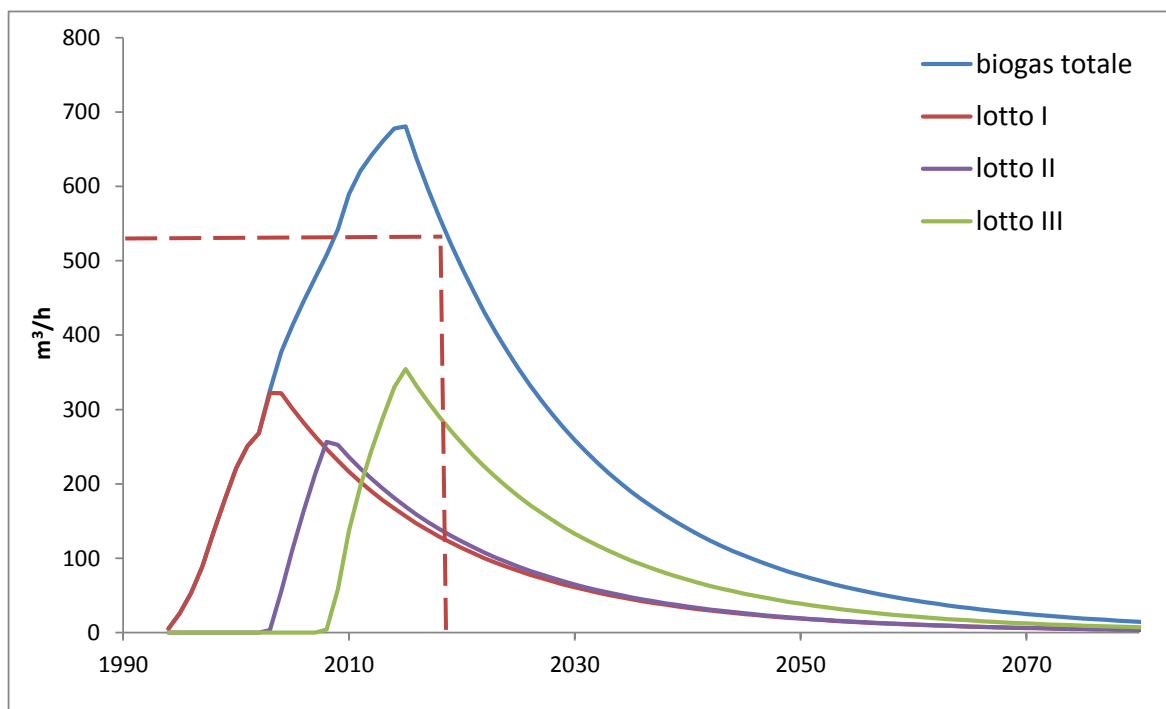


Figura 5: stima della produzione di biogas (GasSim©2.5)

Come si può osservare dalla figura, il picco di produzione del biogas per l'intera discarica si verifica nel 2015 ed è pari a ca. 700 m³/h.

La produzione di biogas stimata ad oggi è di 520 Nm³/h di biogas.

Si ritiene pertanto utile dimensionare l'impianto per la valorizzazione energetica del biogas, non sulla produzione massima o su quella attuale, bensì su una produzione inferiore considerando i tempi tecnici necessari per l'eventuale realizzazione del progetto.

Come parametro di progetto è stata quindi assunta una portata di biogas di circa 400 Nm³/h.

2.3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto in progetto è costituito da n° 1 motore Jenbacher JGS 320 GS avente potenza elettrica nominale pari a 1048 kWe, alimentato dal biogas prodotto dalla discarica con una portata di circa 410 Nm³/h.

L'impianto è costituito da:

1. un motore a gas da 1048 kWe accoppiato ad un generatore sincrono di Energia Elettrica a 400V;
2. un trasformatore elevatore da 400 V a 20.000 V;
3. un sistema di parallelo con la rete elettrica nazionale.
4. un sistema di conduzione e supervisione.

L'E.E. è consegnata alla rete elettrica nazionale alla tensione di 20.000 V.

Le varie apparecchiature sono collegate ad un impianto di messa a terra realizzato secondo le Norme CEI.

2.4. OPERE CIVILI

Impianto:

Tutta la componentistica facente parte dell'impianto di recupero energetico, insisterà su un'area pianeggiante già esistente, adeguatamente preparata e rullata per garantirne la stabilità, delle dimensioni di circa 600 mq; i singoli componenti saranno posizionati su elementi prefabbricati in c.a.v.

Per il cablaggio dei quadri elettrici e la posa dei cavi di potenza e di segnale saranno realizzati ove necessario scavi con sezione di 50 cm per 80 cm di profondità, nel quale saranno posati tubi corrugati in PE doppia parete IMQ DN 90 e DN160 opportunamente segnalati mediante nastro segnaletico e successivamente ripristinati. Sarà inoltre realizzata una rete di terra costituita da corda di rame nudo da 50 mmq e dispersori in acciaio zincato opportunamente dimensionata a norma di legge.

L'intera area dell'impianto di generazione sarà delimitata da una recinzione perimetrale realizzata con paletti in ferro e rete metallica.

Si precisa che le opere hanno carattere temporaneo in quanto, in funzione della produzione di biogas, l'impianto o parte dell'impianto potrà essere rimossa.

Il tutto sarà realizzato come meglio evidenziato nell'elaborato grafico allegato alla presente relazione.

2.5. RECUPERO ENERGETICO DEL BIOGAS

Generalità

L'impianto è composto da:

- stazione di estrazione biogas;
- trattamento biogas;
- analizzatore biogas;
- motore endotermico;
- trattamento fumi di scarico;
- analisi fumi di scarico;
- stoccaggio olio lubrificante
- cabina elettrica;
- locale quadri elettrici;
- gruppo elettrogeno di emergenza.

Stazione di Estrazione e trattamento biogas

Per ottimizzare la produzione ed i consumi è prevista una stazione di estrazione a servizio del motore in grado di gestire l'intera produzione di biogas estratto dalla discarica.

La soluzione che si intende adottare sull'impianto in progetto, prevede una stazione di estrazione combinata con il trattamento del biogas realizzata su skid metallico su cui sono preinstallate e precablate le apparecchiature necessarie allo scopo; tali stazioni sono dimensionate in funzione della portata di gas prevista, del numero e dalla distanza dei pozzi, delle perdite di carico della rete di captazione, e risultano così composte:

- skid metallico autoportante
- separatore ciclonico di condensa;
- filtro per il trattenimento delle polveri (a salvaguardia della soffiante e del motore);

- soffiante multistadio gestita tramite inverter;
- sistema di trattamento criogenico, costituito da un chiller ed uno scambiatore a fascio tubiero.

L'aspirazione del biogas è gestita dalle soffianti multistadio, dotate di dispositivo per la registrazione dei tempi di funzionamento, dimensionate in modo da poter estrarre la quantità di gas prodotto.

La stazione garantisce la messa in depressione di tutti i pozzi ed una sufficiente pressione di alimentazione al motore.

Ciascun ingresso è costituito da:

- valvola a farfalla per l'intercettazione della linea;
- by pass
- punti di presa per le analisi manuali e in continuo.

Il gas viene convogliato a filtri per le polveri completi di:

- sistemi di valvole d'intercettazione per la sostituzione dei filtri senza necessità di fermo impianto;
- manometri per l'indicazione della depressione e controllo dell'intasamento dei filtri;
- termometri analogici;
- trasduttori di temperatura;
- trasduttori di pressione.

Vista l'esigua portata di biogas estratta dalla discarica, per ottimizzare l'efficienza dell'impianto, i consumi energetici e di costi, l'impianto in progetto sarà composto da una sola linea di alimentazione a servizio del singolo motore: dall'impianto di captazione del biogas sarà quindi realizzata un'unica tubazione collegata alla stazione di estrazione.

Analizzatore biogas

L'impianto è dotato di un sistema di analisi che permette il monitoraggio in continuo del contenuto (%volume) di ossigeno, metano e anidride carbonica del biogas inviato al motore. Tale sistema prevede una soglia di allarme ed una di blocco motore legate all'aumento della concentrazione di Ossigeno nel biogas in modo che non si creino miscele potenzialmente esplosive nella rete di captazione.

Il monitoraggio effettuato attraverso il sistema di analisi in continuo del biogas consente di garantire l'affidabilità e l'efficienza del sistema di estrazione, poiché eventuali rotture vengono immediatamente evidenziate ed eventuali danni possono essere quindi prontamente ripristinati.

Motore endotermico

Il motore endotermico, accoppiato ad un alternatore, è dotato di turbina e di sistema di raffreddamento della miscela (intercooler) appositamente realizzato per il funzionamento con biogas da discarica; il funzionamento del gruppo elettrogeno è gestito con due controllori logici programmabili (PLC).

Il gruppo di generazione è installato in idoneo container metallico autoportante dotato di coibentazione acustica e termica idonea a rientrare nei limiti di legge. Nel container sono alloggiati il quadro elettrico contenente l'interruttore di accoppiamento con la rete ed il quadro di comando del gruppo. Inoltre, il container stesso funge anche da vasca di contenimento per eventuali perdite di olio e/o acqua glicolata presenti nei circuiti di lubrificazione e raffreddamento motore.

Sul tetto del container verranno posizionati il radiatore di dissipazione del calore ed il silenziatore dei gas di scarico.

Trattamento fumi di scarico

Il gruppo elettrogeno è dotato di un sistema di abbattimento del CO a post combustore.

Il post-combustore catalitico lavora ad una temperatura massima di circa 750-800 °C e consente un abbattimento della concentrazione di CO costante nel tempo. Il post-combustore è costituito da una doppia camera di combustione nel quale i gas di scarico vengono riscaldati, all'atto dell'avviamento da resistenze elettriche e, a regime, con l'impiego di un'aliquota di biogas per innalzare la temperatura per raggiungere i valori sopra citati. Avvenuta l'ossidazione vengono inviati nella seconda camera dove cedono calore e successivamente vengono emessi in atmosfera ad una temperatura di circa 550 °C. Ad intervalli di 3-5 minuti una valvola inverte l'ordine del flusso dei fumi; quando il sistema è a regime, l'alternanza del passaggio nelle due camere permette un risparmio energetico e il mantenimento dell'efficienza.

Le emissioni dall'impianto sono localizzate in corrispondenza del camino, costituito da una canna metallica opportunamente isolata sia termicamente che acusticamente del diametro di circa 350 mm ed alta ca. 10 metri.

Nel caso in cui vi sia una temporanea fermata dell'impianto, nell'impossibilità del recupero energetico, il biogas viene inviato ad una torcia d'emergenza ad accensione automatica, per essere bruciato.

Stoccaggio olio lubrificante

Per lo stoccaggio dell'olio lubrificante saranno posizionati sull'area destinata all'impianto di recupero energetico n° 2 serbatoi da circa 1000 l cad., uno per l'olio fresco ed uno per l'olio esausto. Tale capacità deriva dalla quantità di olio necessaria a riempire i circuiti e le coppe dell'olio del motore installato.

I serbatoi saranno certificati, con vasca di accumulo per eventuali sversamenti e tettoia metallica a protezione dagli agenti atmosferici e omologati secondo D.M. 31/7/34 Titolo I N. XVII, il D.M. 19/3/90 e D.M. 12/09/2003 e conformi al D.M. 19-03-90.

Cabina elettrica impianto:

Sull'impianto saranno presenti dei monoblocchi prefabbricati adibiti rispettivamente a:

- locale quadri BT;
- locale quadri MT;
- locale trasformatore ausiliari d'impianto;
- cabina di consegna (locale utente);
- cabina di consegna ENEL con annesso locale misure.

Gruppo elettrogeno di emergenza

Per assicurare la continuità della messa in sicurezza della discarica, un gruppo elettrogeno di emergenza sarà attivato in automatico in caso di disturbi della rete elettrica nazionale prolungati. Tale generatore alimenterà la stazione di estrazione e convoglierà tutto il biogas verso la torcia di emergenza; la torcia è già dotata di switch automatico per consentirne la doppia alimentazione, da rete ENEL nella gestione ordinaria e da generatore di emergenza in caso di mancanza tensione.

2.6. TORCIA DI EMERGENZA

Al fine di garantire la continuità della messa in sicurezza dei lotti I, II e III della discarica, anche nel caso di guasti o durante le manutenzioni programmate, la quantità del biogas che non può essere utilizzata dal motore viene inviata ad una torcia d'emergenza già presente ed opportunamente dimensionata, ad accensione automatica, per essere bruciata (come previsto dall'allegato I del D.Lgs. 36/03) nel caso di impraticabilità del recupero energetico; la termodistruzione del biogas avviene nella camera di combustione ad una temperatura superiore a 850 °C, con una concentrazione di Ossigeno superiore al 3% in volume e tempo di ritenzione superiore a 0,3 secondi.

2.7. CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO

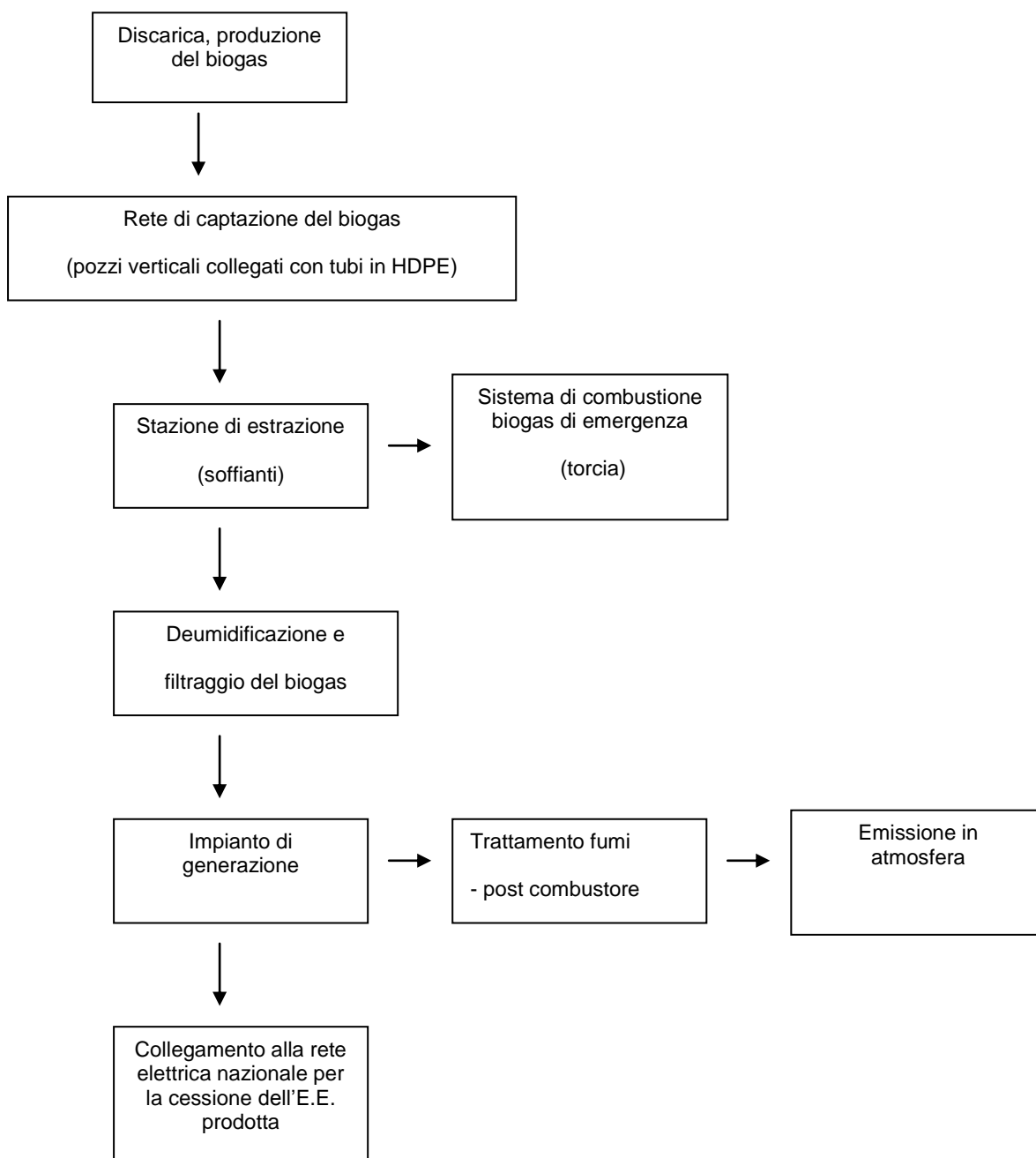
Per sfruttare al meglio il biogas prodotto dai 3 lotti di discarica si propone la realizzazione di un impianto di valorizzazione del biogas volto alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile. Il motore che sarà utilizzato è il seguente:

- n° 1 motore JGS 320 GS da 1048 kWe.

Motore da 1048 kWe

Combustibile bruciato: biogas p.c.i.	6,4 kW/Nm ³
Biogas utilizzato	410 Nm ³ /h
Potenza termica	2.607 kWt
Quantità di fumi secchi:	3.884 Nm ³ /h
Temperatura dei fumi ai camini:	max. 550° C

2.8. SCHEMA DI FLUSSO DELL'IMPIANTO



Per i dettagli si rimanda alla tavola EG.13.1 Impianto valorizzazione biogas.

2.9. MODALITA' DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO

Il motore è in grado di funzionare sette giorni alla settimana, 24 ore al giorno per circa 8.000 ore all'anno, considerando fermi macchina dovuti alle manutenzioni e a problemi sulla rete elettrica nazionale.

La serie di fermi macchina per manutenzione durante l'anno risulta essere:

- Mensile: durata di poche ore, per la pulizia, controllo e messa a punto dei motori a biogas.
- Almeno ogni 10.000 ore per la manutenzione programmata.

2.10. CONDIZIONI IGIENICO AMBIENTALE - SANITARIE

Il gruppo è contenuto in una cofanatura antirumore e il livello del rumore a 10 metri dal container in acciaio, sarà inferiore o uguale a 65 dB(A) così come previsto dalla normativa ISO.

Il livello del rumore al limite di proprietà rispetterà i limiti previsti dalle norme di settore.

Sull'impianto lavoreranno due persone addette alla gestione che avranno a disposizione un locale da adibire a spogliatoio con annesso locale servizi igienici con doccia.

2.11. EMISSIONI IN ATMOSFERA

Il motore a biogas è dotato di un proprio camino il quale è costituito da una canna metallica opportunamente isolata sia termicamente che acusticamente del diametro di circa 350 mm ed alta ca. 10 metri; nella planimetria dell'impianto è localizzato il camino di scarico.

Nell'eventualità di un fermo globale dell'impianto in progetto, le emissioni saranno localizzate in corrispondenza della torcia di emergenza.

L'impianto rispetta i limiti previsti dal D.M. 5-2-1998 "Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del Decreto Legislativo 5-2-1997 N° 22" - Allegato 2 – Suballegato 2, nonché i limiti previsti per i rifiuti non pericolosi (biogas) utilizzati come combustibile di cui alla tipologia 2 - allegato 2 – suballegato 1.

2.12. VALUTAZIONE ECONOMICA

Di seguito l'analisi dei costi di realizzazione e gestione della soluzione progettuale descritta nei paragrafi precedenti necessarie per il recupero energetico del biogas.

Descrizione	Valore	U.M.
Capacità di trattamento	400	Nmc/h
Ore di funzionamento	24	ore/giorno
Giorni di operatività	365	giorni/anno
Biogas recuperato	3.500.000	mc/anno

Tabella 3: specifiche di funzionamento impianto di recupero energetico biogas

Categoria	Voce	Descrizione	Costo totale	Costo annuo
A. costi di investimento	Opere civili	basamento in cls per impianto	€ 50,000	€ 10,000
	Allaccio rete elettrica	Lavori di connessione alla rete elettrica	€ 400,000	€ 80,000
	impianto di recupero energetico	impianto di recupero energetico costituito da n° 1 motore JGS 320 GS da 1048 kWe.	€500,000	€ 100,000
	TOTALE A		€ 950,000	€ 190,000
B. costi di gestione	industriali	chemicals, acqua		€ 20,000
	manutenzione	ricambi e materiale di consumo	-	€ 50,000
	personale	personale specializzato per conduzione impianto	-	€ 80,000
	monitoraggio	analisi chimiche per la verifica di funzionamento impianto e attività di monitoraggio ambientale	-	€ 10,000
	amministrazione	costi amministrativi	-	€ 20,000
	TOTALE B		€ 0	€ 180,000
	TOTALE A+B		€ 950,000	€ 370,000
C. Ricavi vendita energia	Immissione energia in rete	Vendita energia a 0,06 €/kWe	€ 525,000	€ 525,000

Tabella 4: bilancio economico

Pertanto l'opzione del recupero energetico di biogas determina un ricavo annuo nell'ordine di € 150.000. Maggiori vantaggi potrebbero generarsi con l'utilizzo sul posto dell'energia prodotta, con benefici anche di natura ambientale (gestione della discarica con energia autoprodotta da biogas).

Infine andrebbe valutata l'opzione di recuperare il calore prodotto dal motore endotermico, per il trattamento termico del percolato.