



## **COMUNITA' MONTANA DEL GOCEANO – BONO (SS)**

ANELA, BENETUTTI, BONO, BOTTIDDA, BULTEI, BURGOS, ESPORLATU, ILLORAI, NULE

INTERVENTI DI REALIZZAZIONE DEL CAPPING FINALE  
E RIPRISTINO DELLE CONDIZIONI AMBIENTALI NECESSARIE ALLA  
GESTIONE POST-OPERATIVA  
DELLA DISCARICA CONTROLLATA CONSORTILE  
IN LOC. "MONTE PAZZA" – BONO (SS)

## **PROVE FUNZIONALITA' DEL SISTEMA DI GESTIONE BIOGAS**

# **RELAZIONE**

### **RTP Incaricata**

Dr. Ing. Orazio Filippi  
Dr.Ing. Roberto Serra  
Dr.Ing. Fabrizio Licciardi

**GIUGNO 2020**



# PROVE FUNZIONALITA' DEL SISTEMA DI GESTIONE BIOGAS

## RELAZIONE

### Indice

|  |    |
|--|----|
| Premessa.....  | 3  |
| 1. Il sistema di gestione del biogas della discarica Monte-Pazza ..... | 6  |
| 2. Le risultanze delle prove preliminari del 2016 .....                | 12 |
| 3. Le prove di funzionalità eseguite alla conclusione dei lavori ..... | 14 |
| 3.1. La strumentazione utilizzata.....                                 | 15 |
| 3.2. Le prove eseguite nella giornata del 4 febbraio 2020 .....        | 17 |
| 3.3. Le prove eseguite nella giornata del 5 febbraio 2020 .....        | 18 |
| 4. Valutazione dei dati .....  | 22 |
| 5. Conclusioni.....  | 26 |

## Premessa

La scrivente ATP è stata incaricata dalla CM Goceano delle attività di progettazione e di Direzione dei Lavori degli *“Interventi di realizzazione del capping finale della discarica controllata per rifiuti urbani sita in loc. Monte Pazzo-Bono e degli interventi necessari per ripristinare le condizioni ambientali necessarie alla sua gestione post-operativa”*.

Si tratta di una discarica per rifiuti non pericolosi che ha accettato al conferimento rifiuti solidi urbani e assimilabili. Le attività di conferimento sono terminate nell'ottobre 2011.

Per adempiere al dettato normativo sulla chiusura definitiva la C.M. Goceano, titolare dell'opera, ha ricevuto apposito finanziamento dalla Regione Autonoma della Sardegna al fine di realizzare le opere di capping finale e quelle necessarie per rendere fattibile la gestione post-operativa secondo i dettati di legge (D.Lgs.36/03).

La progettazione esecutiva è stata completata in data 29.08.2017.

I lavori sono stati aggiudicati, a seguito di gara ad evidenza pubblica, all'impresa GP Costruzioni Stradali srl con sede a Pozzomaggiore-SS (*det. R.C.U. Comunità Montana del Goceano n° 6 del 23.03.2018*) e consegnati in data 24.09.2018 con previsione di ultimazione entro il 22.04.2019.

A seguito di n.2 sospensioni e n.4 proroghe, anche per via della necessità di redigere una perizia di variante per motivi imprevisti e imprevedibili, il termine di ultimazione dei lavori è stato definitivamente fissato al 19.12.2019.

In data 20.12.2019 è stato redatto il Certificato di Ultimazione dei Lavori (*con l'obbligo di perfezionare, entro un termine di 40 giorni, alcune lavorazioni minori*), confermato dalla Direzione dei Lavori in data 05.02.2020.

Nell'ambito degli interventi di ripristino delle condizioni ambientali necessarie alla gestione post-operativa della discarica, il progetto aveva previsto gli interventi di ripristino dell'operatività del sistema di captazione e smaltimento del biogas mediante combustione in torcia, sistema realizzato durante la fase di conferimento dei rifiuti, ma solo saltuariamente entrato in esercizio.

L'esigenza di ripristino dell'operatività del sistema di gestione del biogas scaturì da alcune rilevazioni sperimentali, eseguite in fase di redazione del progetto, che documentarono la

presenza, in alcuni pozzi di captazione, di un'atmosfera gassosa avente titolo in metano superiore al 50%.

Benchè le rilevazioni fossero eseguite solo in fase statica e non in fase dinamica (*l'impianto di aspirazione era fuori esercizio in quanto vandalizzato in alcune sue componenti*), il riscontro dell'esistenza dei pre-requisiti di fattibilità, aveva condotto alla scelta di prevedere il ripristino dell'esercizio non solo della stazione di aspirazione, ma anche della centrale di combustione, nell'ipotesi che il titolo in metano potesse consentire anche in fase dinamica il sostentamento della fiamma nella torcia.

In ogni caso il progetto ha previsto anche la realizzazione di un sistema di trattamento con biofiltrazione, in parallelo alla centrale di combustione, al fine di garantire un trattamento del biogas prima dell'immissione in atmosfera qualora si fosse verificata la situazione di fuori esercizio della torcia.

Il Piano di Gestione Ambientale ed il Piano di Monitoraggio e Controllo predisposto dalla C.M. Goceano nel novembre del 2019 nell'ambito del procedimento di rinnovo dell'AIA (*scaduta a dicembre 2019 ed attualmente in fase di istruttoria*), ha previsto che nel periodo transitorio (*necessario all'emanazione del provvedimento formale di chiusura della discarica ai sensi dell'art. 12 del D.Lgs. 36/03 da parte della Provincia di Sassari e prima dell'avvio formale del periodo trentennale di post-gestione*), fossero eseguite alcune prove tendenti a verificare la funzionalità del sistema di gestione del biogas e ad accertare l'esistenza delle condizioni atte a garantire l'esercizio della centrale di combustione in torcia (*tenore di metano almeno pari al 20%*).

Alla conclusione dei lavori, quindi, questa D.L. ha inteso predisporre delle prove sperimentali specifiche sul sistema biogas ripristinato, finalizzate a fornire le necessarie informazioni sulla fattibilità di mantenimento in esercizio della centrale di combustione nel periodo di post-gestione

Il presente documento si configura come Relazione sulle prove sperimentali effettuate, facente parte della documentazione che la C.M. Goceano predispone a supporto dell'istanza di rilascio del provvedimento di formale chiusura della discarica e del provvedimento autorizzativo per l'avvio della post-gestione della discarica controllata di Monte Pazzo-Bono da parte della Provincia di Sassari.

Il documento è anche utile nell'ambito della certificazione della regolare esecuzione dei lavori previsti in progetto.

Per completezza di informazione la presente relazione richiama in sintesi:

- a) la descrizione del sistema di gestione del biogas della discarica;
- b) i risultati delle prove preliminari sulle caratteristiche del biogas presente nella discarica, effettuate in fase di progettazione;
- c) i risultati delle prove sperimentali effettuate alla conclusione dei lavori con l'avvio sistema di captazione e trattamento.

La relazione viene completata con l'analisi ed elaborazione dei dati ottenuti e con le conclusioni sulla fattibilità del mantenimento in esercizio del sistema di combustione in torcia del biogas estratto.

## 1. Il sistema di gestione del biogas della discarica Monte-Pazzo

L'impianto di gestione del biogas della discarica di Monte Pazzo è schematicamente articolato come di seguito indicato:

- a) n.9 pozzi di captazione realizzati in opera (in fase di coltivazione) nel corpo della discarica; ciascuno dotato di apposita testa di pozzo per l'estrazione ed il convogliamento all'esterno del gas; le teste di pozzo sono dotate di apposito tappo cieco per l'inserimento di sonde di rilevazione;



- b) rete di tubazioni di collegamento di ciascun pozzo alla sottostazione ubicata nel lato est della discarica a quota inferiore; nell'immagine si notano le tubazioni di inserimento nella sottostazione (cromatismo giallo).



- c) sottostazione di inserimento delle diverse tubazioni provenienti dalle teste di pozzo per il collegamento al collettore unico di mandata verso la centrale di aspirazione; nella sottostazione sono presenti appositi barilotti (uno per ogni tubazione in arrivo) dotati di scarico di fondo della condensa trascinata dal flusso del gas e superiormente di rubinetti per la misura della qualità del biogas in arrivo; In testa a ciascun barilotto è presente un volantino che consente la regolazione manuale della portata di ogni ramo in arrivo; La condensa viene avviata ad apposito serbatoio di accumulo ed estrazione.



- d) collettore in HDPE di convogliamento del biogas verso la centrale di aspirazione ubicata a circa 50 m. di distanza;

Discarica consortile in loc. Monte Pazza – Bono (SS) – Prove funzionalità impianto biogas – Relazione Tecnica

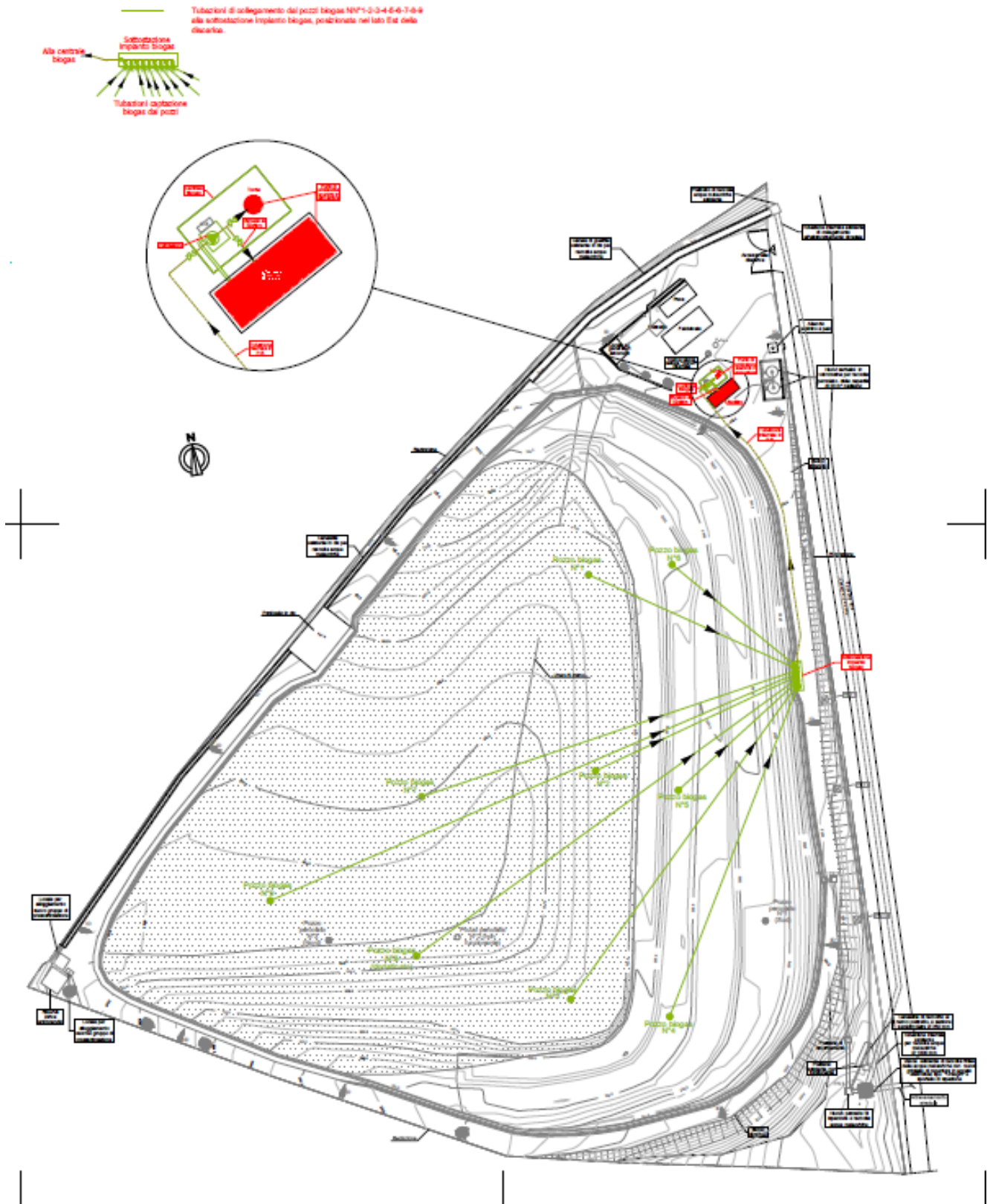
- e) centrale di aspirazione e combustione (*Modello: HT100 F100 FDM – Società Conveco Srl*) della potenzialità di 100 Nmc/h circa; la centrale nasce col compito di garantire contestualmente l'aspirazione del gas proveniente dalla sottostazione e la sua combustione in torcia ad alta temperatura; qualora la torcia dovesse andare fuori servizio il sistema di aspirazione va in blocco, impedendo l'esercizio dell'intera rete di captazione ed estrazione;



- f) centrale di biofiltrazione, ubicata a lato della centrale di aspirazione/combustione; il biofiltro viene alimentato come by-pass della torcia direttamente dall'aspiratore e permette di mantenere in esercizio l'intero sistema di estrazione anche con torcia fuori esercizio; è dotata di apposito camino per l'emissione convogliata del biogas.



La disposizione planimetrica del sistema è presentata nella figura seguente.



Gli interventi effettuati per il ripristino e completamento del sistema possono essere così riassunti:



- a) completamento di n.3 pozzi localizzati nell'area lasciata scoperta a fine coltivazione (pozzi 7-8-9) con l'installazione delle relative teste di pozzo;
- b) interventi di rimodulazione della lunghezza delle teste di pozzo di tutti i pozzi esistenti in funzione della quota effettiva raggiunta col capping finale e inserimento dei relativi giunti flessibili per il raccordo con le tubazioni di mandata;
- c) completamento della dotazione di tubazioni di mandata per i pozzi sprovvisti e loro raccordo con il collettore nella sottostazione esistente;
- d) ripristino dell'efficienza della torcia di combustione già esistente, con sostituzione di una serie di componenti elettrici, elettronici, strumentazione e consumabili che sono risultati deteriorati a seguito del fermo prolungato dell'impianto e dell'assenza di manutenzione;
- e) interposizione di un by-pass nella tubazione di mandata dall'aspiratore alla torcia, finalizzato al convogliamento del flusso gassoso, mediante apposito collettore in HDPE, ad un biofiltro da alloggiare in adiacenza;
- f) realizzazione di un biofiltro in apposito container, provvisto di plenum nella parte inferiore e superiormente di strati di compost maturo e relativo sistema automatizzato di aspersione idrica, finalizzato al trattamento dell'effluente gassoso mediante ossidazione biologica in caso di fuori servizio della torcia di combustione; il biofiltro è dotato di camino superiore per l'emissione convogliata del biogas trattato in atmosfera.

Per quanto riguarda la revisione/sostituzione della componentistica della centrale di aspirazione/combustione, le attività svolte sono riassunte nel seguente elenco

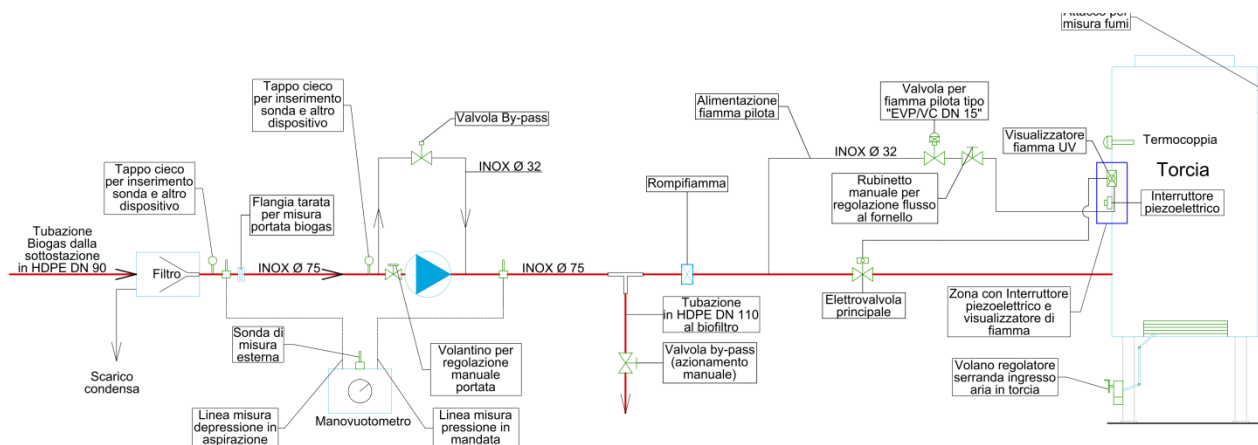
- Pulizia raggiera e serranda torcia;
- Sostituzione elettrodo accenditore per torcia;
- Sostituzione manovotometro -250/+250 mbar Ø 100;
- Sostituzione termocoppia tipo K Ø 21x430 mm 446;
- Sostituzione trasformatore TZI 7.5 - 12/100-220V;
- Sostituzione scheda fotocellula;
- Sostituzione visualizzatore di portata M2x10H3/S206;
- Sostituzione visualizzatore di temperatura E2x10T-TE;
- Sostituzione alimentatore 24VDC 3°;
- Sostituzione spugne inox 15 gr;
- Installazione e posa di elettropompa Zenit DRF 075/2/G40V trifase EX;
- Installazione e posa di 3 galleggianti EX;

Discarica consortile in loc. Monte Pazzo – Bono (SS) – Prove funzionalità impianto biogas – Relazione Tecnica

- Installazione e posa di programmatore per stazione singola con valvola PGV-101G-B e solenoide bistabile Hunter Node (alimentazione idrica biofiltro);
- Regolazione sottostazione;
- Prima accensione torcia;

Le attività di revisione e ripristino sono state svolte dalla Società specializzata CONVECO Srl (Brescia), costruttore dell'impianto.

A seguito della revisione lo schema funzionale della centrale di aspirazione/combustione risulta il seguente.



La centrale è corredata di un quadro di comando e controllo che consente di visualizzare in continuo:

- ✓ la portata puntuale di biogas in aspirazione
- ✓ la portata totale di biogas transita dall'inizio esercizio
- ✓ la temperatura di combustione in torcia
- ✓ le ore di funzionamento

La centrale non è dotata di strumentazione di misura della qualità del biogas in continuo; è tuttavia possibile effettuare l'analisi di qualità con strumento portatile in quanto sono presenti appositi rubinetti o appositi fori (*con tappo cieco*) in cui è possibile inserire la sonda della strumentazione.

E' possibile altresì monitorare la depressione in aspirazione e la pressione in mandata grazie alla presenza di apposito mano-vuotometro (*vedi schema di flusso*).

E' possibile infine regolare la portata in aspirazione tramite apposito volantino manuale (*v. schema di flusso*) o tramite potenziometro (*a quadro*) che comanda l'inverter della girante dell'aspiratore.

Va segnalato che nell'ambito delle attività di ripristino è stato riscontrato il deterioramento del rivestimento interno del camino, la cui sostituzione è intervento economicamente assai

oneroso; l'effettiva necessità della sostituzione deve essere valutata solo se viene accertato che il biogas presenta le condizioni (*portata e tenore di metano*) tali da garantire il sostentamento della fiamma per un tempo ragionevolmente lungo.

## 2. Le risultanze delle prove preliminari del 2016

Come detto in premessa, nell'ambito degli studi che hanno accompagnato la progettazione degli interventi di chiusura della discarica nel mese di aprile 2016 è stata effettuata la rilevazione analitica della composizione del biogas esistente nei pozzi di captazione presenti in discarica, a cura del "Laboratorio Leonardi s.a.s".

La rilevazione ha riguardato i pozzi per l'estrazione del biogas al tempo dotati di teste di pozzo (*punti di campionamento 1-2-3-4-5-7*), mantenuti chiusi, ed è stata estesa anche ai pozzi non dotati di teste di pozzo (*punti 8-9*) ed al pozzo percolato ubicato a sud (punto 6).

Il campionamento è stato effettuato mediante sistema portatile "Analizzatore Test mod.335-Drager X-AM 7000" inserendo apposita sonda entro il rubinetto di cui le teste di pozzo sono dotate. Nei punti 6-8, la rilevazione è stata eseguita sull'atmosfera gassosa che si riscontra nella parte superiore dei pozzi biogas/percolati analizzati. Non è stato possibile effettuare la rilevazione nel punto 9 (*pozzo biogas n.9 senza testa di pozzo*) a causa delle difficoltà operative nel raggiungimento della tubazione. Inoltre il pozzo biogas n.8 (crollato) non è stato fatto oggetto di indagine per impossibilità di campionamento.

L'analizzatore consente di rilevare il tenore % di CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, CO e O<sub>2</sub>.

Nel prospetto seguente se ne riepilogano i valori.

| Punto di campionamento | Posizione campionamento nella tav. grafica 3 | %CH <sub>4</sub> | % CO <sub>2</sub> | % CO  | %O <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> /CO <sub>2</sub> |
|------------------------|--|------------------|-------------------|-------|-----------------|----------------------------------|
| 1                      | Pozzo biogas n°1                             | 48,0             | 46,3              | < 0,1 | 1,1             | 1,0                              |
| 2                      | Pozzo biogas n°2                             | 62,0             | 30,8              | < 0,1 | 0,9             | 2,0                              |
| 3                      | Pozzo biogas n°3                             | 61,0             | 34,6              | < 0,1 | 0,8             | 1,8                              |
| 4                      | Pozzo biogas n°4                             | 29,5             | 56,9              | < 0,1 | 3,6             | 0,5                              |
| 5                      | Pozzo biogas n°5                             | 62,0             | 33,1              | < 0,1 | 1,6             | 1,9                              |
| 6                      | Pozzo percolato n.1                          | 4,8              | 1,26              | < 0,1 | 19,1            | 3,8                              |
| 7                      | Pozzo biogas n°6                             | 3,2              | 57,2              | < 0,1 | 2,8             | 0,1                              |
| 8                      | Pozzo biogas n°7                             | 24,5             | 55,7              | < 0,1 | 13,6            | 0,4                              |
| 9                      | Pozzo biogas n°9                             | n.d.             |                   |       |                 |                                  |

Il bilanciamento a 100 dei dati è ascrivibile verosimilmente al tenore di azoto.

Dalla lettura dei dati emerge che nei pozzi biogas dotati di teste di pozzo la % di CH<sub>4</sub> nell'atmosfera gassosa ivi esistente risulta generalmente superiore al 50% e con rapporto CH<sub>4</sub>/CO<sub>2</sub> superiore ad 1; fa eccezione il pozzo n. 4 che comunque presenta una % CH<sub>4</sub>

significativa, ed il pozzo n. 6 in cui invece la % risulta molto bassa (3% circa), entrambi con tenori di CO<sub>2</sub> molto elevati.

L'atmosfera gassosa presente nel pozzo biogas aperto (pozzo n.7) risulta anch'essa caratterizzata da significativa presenza di metano, mentre l'atmosfera gassosa presente nel pozzo percolato risulta caratterizzata da basso titolo di metano, condizionato però dall'elevata presenza di aria (il pozzo non è sigillato): decurtando il contributo dovuto alla presenza d'aria la % di CH<sub>4</sub> risulta anche in questo caso dell'ordine del 50%.

I dati pertanto consentono di valutare una presenza nella discarica di biogas maturo con titolo di metano dell'ordine del 50% o superiore, salvo alcune situazioni (*pozzo n. 4 e pozzo n.6*) che indicano la tendenziale diminuzione della presenza di metano ascrivibile verosimilmente alla progressiva riduzione dell'attività biologica.

Pur tenendo conto che la rilevazione della qualità del biogas eseguita in condizioni statiche fornisce valori superiori del titolo di metano rispetto a quanto rilevabile in condizioni dinamiche (*con pozzi tenuti in aspirazione*), i risultati ottenuti indicavano la presenza dei pre-requisiti minimali per mantenere in esercizio la torcia di combustione (lo smaltimento del biogas in torcia è possibile con titolo in metano superiore al 20%).

Sempre nell'aprile 2016, vennero eseguite in situ alcune prove finalizzate ad acquisire informazioni sulla probabile portata di biogas estraibile. Le prove evidenziarono che, a fronte della presenza interna al corpo della discarica di un'atmosfera di biogas maturo (*come detto tenori di metano dell'ordine del 50% in alcuni pozzi*), il flusso in uscita non era caratterizzato da portata apprezzabile: prove di chiusura e successiva riapertura delle valvole di intercetto delle teste di pozzo, che avrebbero dovuto provocare accumuli di biogas, non hanno infatti evidenziato significativi flussi in uscita.

Previsioni modellistiche di produzione biogas per la discarica Monte Pazza, studiate nell'ambito della progettazione nell'ipotesi cautelativa che l'intero volume di discarica fosse costituito da rifiuti solidi urbani, avevano consentito di valutare una produzione residua di biogas al più nel range 60÷90 Nmc/h.

Pur tenendo conto che doveva essere attesa una diminuzione nel tempo della portata e della concentrazione di metano (*peraltro già riscontrata in due pozzi*), cionondimeno l'aver riscontrato presenza di atmosfera di biogas maturo all'interno di alcuni pozzi, aveva condotto alla scelta progettuale di prevedere, a favore della sicurezza, il ripristino dell'intera rete di captazione esistente con avvio del biogas allo smaltimento in torcia (qualora il flusso captato a seguito della messa in depressione della rete di captazione

fosse riuscito a garantire il mantenimento della fiamma), o comunque al trattamento controllato mediante biofiltro.

### **3. Le prove di funzionalità eseguite alla conclusione dei lavori**

Gli interventi di ripristino della rete di captazione, trasporto, aspirazione e smaltimento/trattamento del biogas sono stati eseguiti nel periodo ottobre-dicembre 2019 dalla società specializzata CONVECO srl, costruttore a suo tempo, della centrale di aspirazione/combustione.

Nelle more del perfezionamento della revisione e sostituzione della componentistica, a seguito dell'allaccio della rete di captazione alla centrale sono state eseguite prove iniziali di accensione della torcia.

Tali prove hanno documentato la fattibilità dell'accensione della torcia che tuttavia si manteneva in attività per un tempo brevissimo (dell'ordine di qualche minuto) e successivo blocco della centrale. Tale situazione faceva presagire una scarsa qualità del biogas in arrivo e necessitava di essere supportata da specifiche prove di funzionalità accompagnate dalla rilevazione della composizione analitica del biogas in aspirazione.

Le prove di funzionalità sono state eseguite, a seguito del completamento di tutte le attività di revisione/sostituzione/regolazione secondo quanto indicato nel cap.1, nelle giornate del 4-5 febbraio 2020 dai tecnici della Società specializzata CONVECO Srl, dietro il coordinamento della scrivente Direzione Lavori.

### 3.1. La strumentazione utilizzata

Per la rilevazione della composizione del biogas e del livello di aspirazione è stato utilizzato l'analizzatore portatile "Optima 7 biogas" della MRU Instruments, specifico per le rilevazioni di composizione e parametri di processo di sistemi di gestione del biogas.



Il dispositivo, ricalibrato nel dicembre 2019, permette la rilevazione di alcuni componenti:

- CH<sub>4</sub> (%)
- H<sub>2</sub>S (ppm)
- CO<sub>2</sub> (%)
- O<sub>2</sub> (%)

oltre a indicare in modo diretto l'entità del potere calorifico inferiore e superiore (MJ/m<sup>3</sup>) della miscela in a rilevazione

Permette inoltre la rilevazione del livello di pressione nel punto di rilevazione (hPa)



E' dotato di appositi ugelli per l'innesto di sonde. Quelle utilizzate nelle prove nella discarica di Bono consistevano in tubicini di piccolo diametro ad innesto diretto nei rubinetti di presa laddove esistenti, ovvero nella centrale di aspirazione/combustione e nella sottostazione.



I tubi sono stati dotati di adattatori in silicone (*vedi immagine a lato*) laddove necessario innestarsi su fori ciechi di diametro maggiore, ad esempio nelle teste dei pozzi di captazione biogas o nel camino di emissione del biofiltro.



### 3.2. Le prove eseguite nella giornata del 4 febbraio 2020

Nelle giornate precedenti le rilevazioni il sistema di gestione del biogas è stato mantenuto in esercizio, con impianto di aspirazione in attività h.24 e invio del biogas al biofiltro. Il livello di depressione in aspirazione è stata mantenuto in circa 10 mbar, mentre la portata circa 20 m<sup>3</sup>/h.

Si è quindi proceduto a rilevare la composizione del biogas sia in centrale che nella sottostazione in ciascuna tubazione in arrivo dai pozzi di captazione.

I risultati sono presentati nel prospetto seguente.

| Punto di rilevazione | CH4 (%) | CO2 (%) | O2 (%) | ΔP (mbar)     |
|----------------------|---------|---------|--------|---------------|
| Centrale             | 22,00   | 20,70   | 1,80   | -10           |
| Arrivo pozzo 1       | 3,80    | 11,80   | 6,90   | -1,2          |
| Arrivo pozzo 2       | 28,00   | 22,00   | 1,20   | -1,9          |
| Arrivo pozzo 3       | 27,50   | 22,68   | 0,20   | 0,2           |
| Arrivo pozzo 4       | 18,65   | 16,56   | 4,70   | n.d.          |
| Arrivo pozzo 5       | 35,71   | 15,00   | 3,00   | n.d.          |
| Arrivo pozzo 6       | 17,00   | 16,90   | 4,30   | -3,4          |
| Arrivo pozzo 7       | 4,00    | 3,50    | 18,50  | 2,9           |
| Arrivo pozzo 8       | 10,00   | 20,00   | 0,40   | tra -1 e +0,6 |
| Arrivo pozzo 9       | 52,00   | 36,40   | 1,30   | tra -1 e +1   |

Si noterà che in centrale il tenore di metano è vicino alla soglia inferiore per l'accensione della torcia (20%) e che solo 4 pozzi sui 9 presenti è in grado di assicurare un livello di metano superiore al valore soglia suindicato, mentre solo il pozzo n.9 pozzo registra un tenore di metano superiore al 50%.

Va altresì rilevato che il livello di aspirazione in corrispondenza della sottostazione nei vari punti di arrivo si è mostrato assai variabile.

Si è provveduto successivamente ad alimentare la torcia riscontrando che la stessa rimane accesa per un tempo assai limitato durante il quale la qualità del gas decade rapidamente non consentendo la sostenibilità della fiamma, sotto i valori rilevati all'atto dello spegnimento, ovvero:

CH<sub>4</sub> = 13,80 %

CO<sub>2</sub> = 18,36 %

O<sub>2</sub> = 2,3 %

### 3.3. Le prove eseguite nella giornata del 5 febbraio 2020

Nella giornata del 5 febbraio 2020 sono state effettuate delle prove più articolate in modo da acquisire informazioni anche sulla risposta del sistema a variazioni di condizioni di esercizio in termini di depressione e portate in aspirazione.

In primo luogo è stata effettuata una prova di accensione della torcia, deviando il flusso verso la centrale di combustione, riscontrando l'accensione della fiamma che tuttavia repentinamente si è spenta causando il blocco del sistema.

Successivamente è stata effettuata una rilevazione della qualità del biogas nella centrale mantenendo una depressione di 10 mbar, un livello di portata di 16÷17 Nmc/h e deviando il biogas all'impianto di biofiltrazione. La rilevazione è stata effettuata in centrale (nella tubazione in aspirazione al ventilatore) e nel biofiltro (in uscita al camino – *vedi immagine*)



| Punto di rilevazione                       | CH4 % | H2S (ppm) | CO2 (%) | O2 (%) |
|--|-------|-----------|---------|--------|
| <b>Centrale<br/>(ingresso aspiratore)</b>  | 17,4  | 1,0       | 19,07   | 2,0    |
| <b>Biofiltro<br/>(camino di emissione)</b> | 1,76  | 0         | 2,03    | 17,7   |

I dati indicano:

- un tenore di metano nel biogas in arrivo decisamente basso per il sostentamento della fiamma;

- una riduzione significativa del tenore di metano nel biogas in uscita dal biofiltro, dell'ordine del 90%.

Successivamente è stata effettuata, presso la sottostazione, la rilevazione delle caratteristiche del biogas in arrivo dai singoli pozzi al fine di accertare il comportamento del sistema e la qualità del biogas in arrivo dai singoli pozzi.

I risultati sono presentati nel prospetto seguente.

| Punto di rilevazione | CH4 (%) | H2S (ppm) | CO2 (%) | O2 (%) | ΔP (mbar)        |
|----------------------|---------|-----------|---------|--------|------------------|
| Arrivo pozzo 1       | 0,50    | 0,00      | 12,47   | 5,90   | tra -0,6 e +0,2  |
| Arrivo pozzo 2       | 14,23   | 0,00      | 20,48   | 1,90   | tra -2,9 e -3,1  |
| Arrivo pozzo 3       | 19,00   | 1,00      | 20,52   | 0,30   | -2,0 stabile     |
| Arrivo pozzo 4       | 9,30    | 0,00      | 11,70   | 6,00   | tra -0,5 e -0,2  |
| Arrivo pozzo 5       | 38,00   | 1,00      | 14,33   | 2,40   | tra -0,4 e -0,1  |
| Arrivo pozzo 6       | 0,30    | 0,00      | 11,28   | 6,20   | tra 0,0 e + 0,2  |
| Arrivo pozzo 7       | 23,10   | 3,00      | 25,96   | 0,20   | tra -3,1 e - 3,6 |
| Arrivo pozzo 8       | 7,31    | 4,00      | 20,07   | 0,10   | -3,2 stabile     |
| Arrivo pozzo 9       | 54,25   | 16,00     | 32,95   | 0,00   | tra -2,0 e - 3,0 |

I dati indicano che solo n.3 pozzi forniscono biogas con livello di metano oltre la soglia minimale che può consentire il mantenimento della fiamma in torcia. Di questi solo due (pozzo n.5 e pozzo n.9) confermano sostanzialmente i dati rilevati nella giornata precedente. Negli altri si riscontra generalmente una diminuzione talvolta sensibile del titolo di metano salvo il pozzo n. 7.

E' stata altresì notata una generale instabilità del livello di pressione, oscillazioni verosimilmente da ricondurre alla presenza nelle tubazioni di condensa non completamente estratta.

Successivamente è stata effettuata una rilevazione della qualità del biogas in centrale (con punto di rilevazione nella tubazione in arrivo all'aspiratore) modificando il livello di depressione in aspirazione e la portata. Le rilevazioni sono state condotte mantenendo totalmente aperte nella sottostazione le valvole relativi ai pozzi più significativi in termini di presenza di metano (pozzi 5-7-9) e solo leggermente aperte le valvole degli altri pozzi in modo da ottimizzare il tenore di CH4 del flusso complessivo in arrivo alla centrale.

I risultati sono presentati nella tabella seguente.

| Situazione della prova                        | CH4 % | H2S (ppm) | CO2 (%) | O2 (%) |
|---|-------|-----------|---------|--------|
| <b>ΔP = 15 mbar</b><br><b>Q = 16-17 Nmc/h</b> | 39,4  | 6,0       | 29,0    | 0,6    |
| <b>ΔP = 20 mbar</b><br><b>Q = 30 Nmc/h</b>    | 27,6  | 1,2       | 28,85   | 1,3    |

In tali situazioni è stata nuovamente effettuata la prova di funzionamento della torcia accertando la sua accensione, ma anche il repentino (dopo qualche secondo) spegnimento. Durante la prova si è riscontrata una significativa oscillazione della pressione che non riusciva a mantenere una stabilità. La rilevazione di qualità effettuata a seguito dello spegnimento ha permesso di riscontrare che il tenore di metano è sceso al sotto del 20%, peraltro senza riuscire a stabilizzarsi, ma proseguendo in costante diminuzione.

E' stata infine effettuata una prova ritornando su valori di depressione dell'ordine di 10 mbar (*livello delle prove iniziali e delle prove del giorno 04 febbraio*) e portata dell'ordine di 16÷17 Nmc/h, ma mantenendo aperti solo i 3 pozzi più significativi (pozzi 5-7-9) ed escludendo totalmente gli altri. In questa modalità di esercizio sono stati rilevati i seguenti valori di concentrazione:

| Situazione della prova  | CH4 % | H2S (ppm) | CO2 (%) | O2 (%) |
|---|-------|-----------|---------|--------|
| <b>ΔP = 10 mbar</b><br><b>Q = 16-17 Nmc/h</b><br><b>Biogas in arrivo solo</b><br><b>Dai pozzi n.5-7-9</b> | 21,3  | 2,0       | 21,48   | 3,4    |

Una nuova prova di esercizio della torcia ha ulteriormente documentato che l'accensione è avvenuta con difficoltà, ma si è repentinamente spenta dopo pochi secondi di esercizio.

Per completezza è stato ritenuto opportuno rilevare le caratteristiche del biogas direttamente nelle teste di pozzo in situ.



I risultati sono presentati nel prospetto successivo.

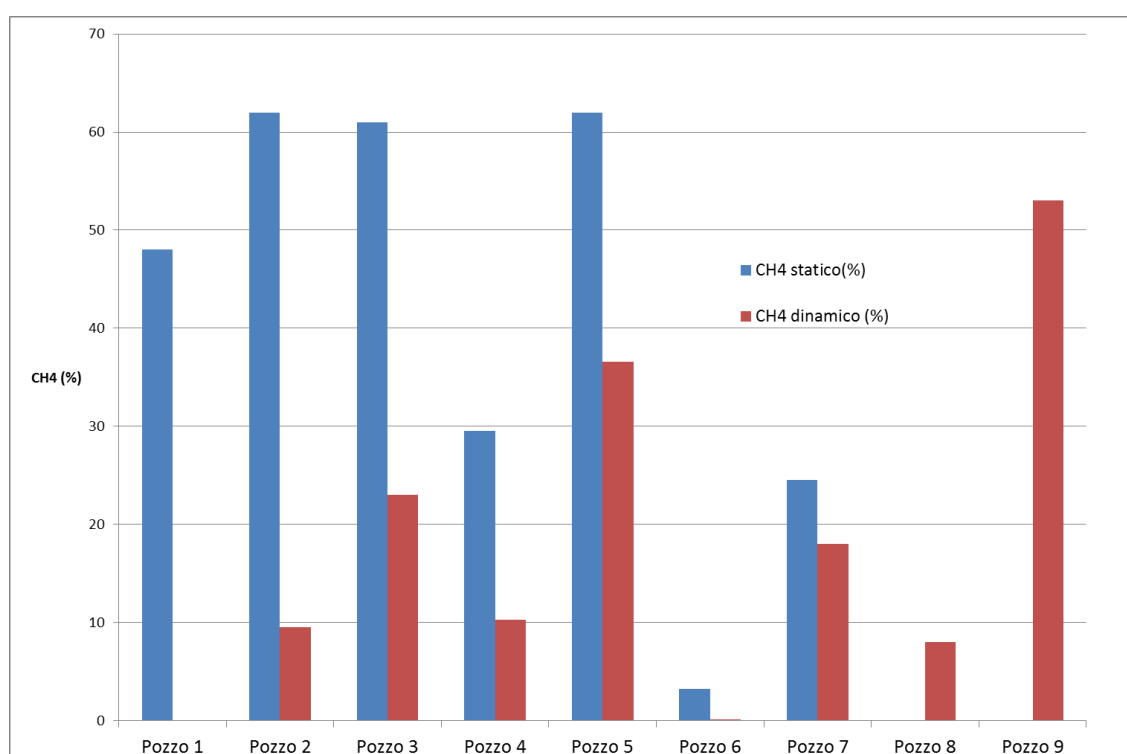
| Punto di rilevazione | CH4 (%) | H2S (ppm) | CO2 (%) | O2 (%) | ΔP (mbar)       |
|----------------------|---------|-----------|---------|--------|-----------------|
| <b>Pozzo 1</b>       | 0,00    | 0,00      | 0,26    | 21,40  | -0,5            |
| <b>Pozzo 2</b>       | 9,50    | 0,00      | 19,36   | 0,90   | -0,3            |
| <b>Pozzo 3</b>       | 23,00   | 1,00      | 21,00   | 0,20   | -0,4            |
| <b>Pozzo 4</b>       | 10,30   | 0,00      | 12,47   | 6,00   | -0,6            |
| <b>Pozzo 5</b>       | 36,60   | 1,00      | 14,66   | 1,90   | -1,5            |
| <b>Pozzo 6</b>       | 0,14    | 0,00      | 6,80    | 11,00  | -0,1            |
| <b>Pozzo 7</b>       | 18,00   | 1,00      | 20,00   | 3,30   | nd              |
| <b>Pozzo 8</b>       | 8,00    | 4,00      | 19,30   | 0,80   | -1,5            |
| <b>Pozzo 9</b>       | 53,00   | 22,00     | 35,30   | 0,00   | tra -1,8 e -2,5 |

Al di là delle inevitabili oscillazioni, anche i dati della qualità del biogas nelle teste di pozzo confermano che i pozzi più significativi in termini di titolo di CH<sub>4</sub> risultano il pozzo n.9 e n.5. A seguire i pozzi n.7 e n.3 ma con titolo in un range vicino alla soglia del 20%, mentre tutti gli altri si configurano come pozzi caratterizzati da presenza solo residuale di metano.

## 4. Valutazione dei dati

In questo capitolo si procede a sistematizzare i dati in modo da poter effettuare con cognizione le valutazioni della funzionalità del sistema di gestione del biogas nella discarica di Monte Pazza.

In primo luogo si ritiene opportuno effettuare il confronto tra i dati di qualità del biogas rilevati nelle teste di pozzo prima dell'effettuazione dei lavori (*rilevi del 2016*) ed a seguito della messa in esercizio dell'impianto ripristinato.



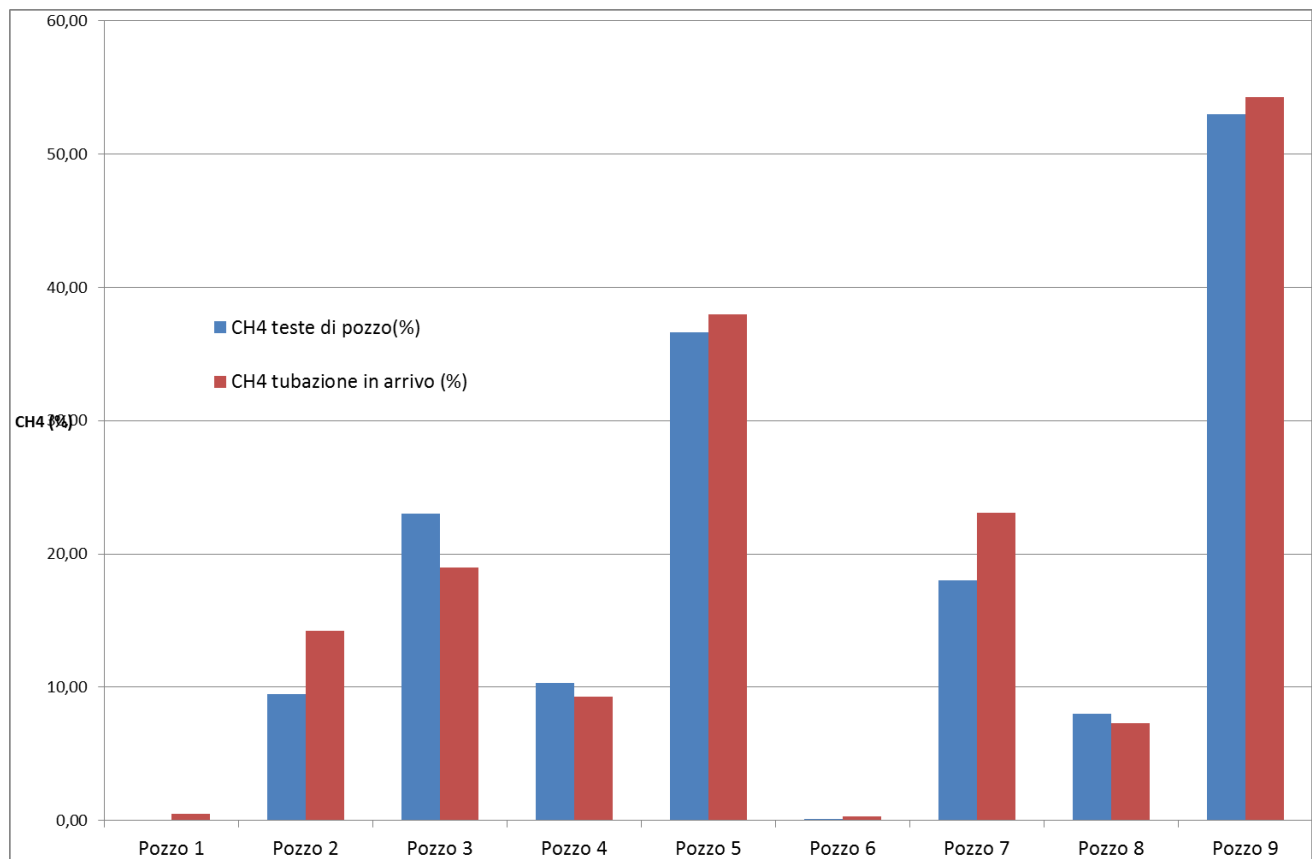
Dai dati possono essere dedotte le seguenti valutazioni:

- I. a fronte di una situazione rilevata nel 2016 in condizioni statiche che mostrava la presenza di un'atmosfera gassosa caratterizzata da un significativo tenore di metano (> 50%) in circa la metà dei pozzi di captazione, le rilevazioni eseguite in condizioni dinamiche, mantenendo in depressione il sistema di captazione, ha documentato la significativa riduzione del tenore di metano nel biogas estratto; incide in questo soprattutto la bassa portata di biogas in produzione che non riesce ad alimentare con continuità il flusso in aspirazione; va anche tenuto conto che le

rilevazioni sono state condotte dopo un intervallo di tempo di circa 4 anni che ha influito sulla ulteriore regressione del processo di stabilizzazione biologica

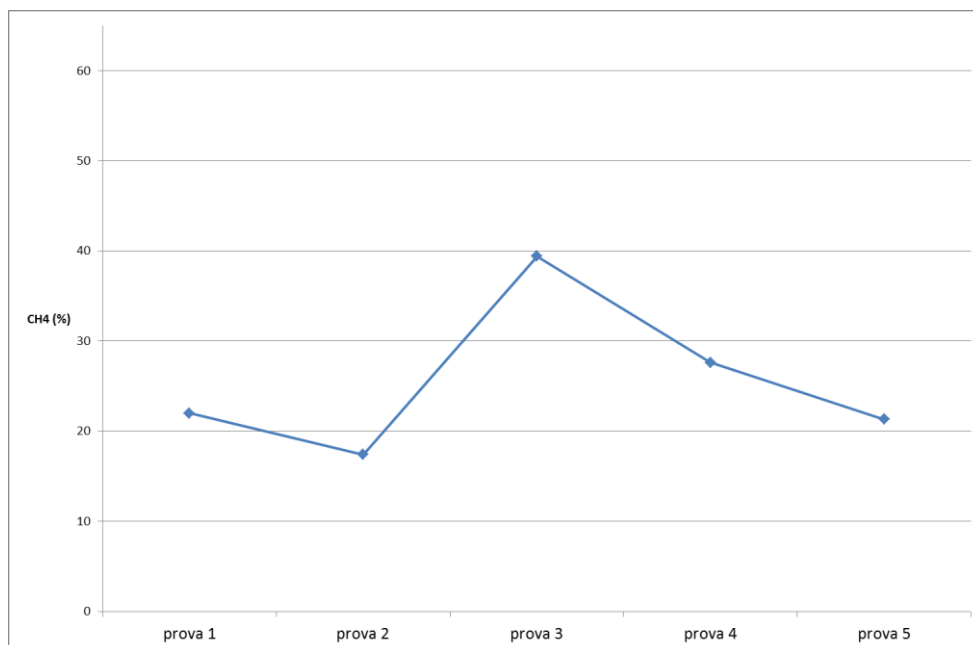
- II. il pozzo n.9 risulta quello avente maggiore produzione (*non era stato rilevato nel 2016 in quanto pozzo non completato ed inserito in zona lasciata aperta e senza ricoprimento*); va sottolineato che la zona di ubicazione risulta quella interessata dalla deposizione più recente di rifiuti e interessata dal riempimento di rifiuti delle zone adiacenti nell'ambito degli interventi di rimodellamento della discarica;
- III. alcuni pozzi hanno nel tempo perso di efficienza (pozzi n.1 e n. 3) o comunque hanno ridotto in modo significativo (da 60% al 20÷30%) la presenza di metano, anche laddove i lavori del capping non hanno interessato le zone adiacenti (pozzi n. 4 e n.5) .

Ulteriore elemento di valutazione può essere costituito dal confronto dei dati di tenore di metano riscontrati nelle teste di pozzo e nelle tubazioni in arrivo alla sottostazione, finalizzate ad osservare eventuali oscillazioni e discrepanze. I dati di confronti si riportano in grafico.



Dall'esame di confronto si osserva una sostanziale equivalenza dell'ordine di grandezza dei valori, le cui oscillazioni possono essere interpretate come una normale variabilità di rilevazioni sperimentali puntuali. I dati confermano che solo i pozzi n.5 e n.9 producono biogas con titolo significativo di metano, mentre tutti gli altri pozzi sono caratterizzati da concentrazioni assai basse ed al più (pozzi n.3 e n.7) nell'ordine del 20%, cioè intorno al valore soglia che può permettere il sostentamento della fiamma in torcia.

Con questi dati non sorprende che le rilevazioni eseguite nelle varie prove eseguite nella centrale di aspirazione nel flusso complessivo di biogas in arrivo (*tramite il collettore allacciato al ventilatore di aspirazione*) documentino tenori di metano nel range compreso tra 20÷40%.



Tenuto conto delle varie condizioni di esercizio, si possono sviluppare le seguenti considerazioni:

- la prova (n.3) in cui è stato rilevato il valore superiore (appena al di sotto del 40%) è stato ottenuto con una portata di circa 16÷17 Nmc/h con una depressione di 15 mbar e regolando le aperture delle saracinesche di intercetto delle tubazioni in arrivo in modo da massimizzare il contributo dei pozzi in cui erano stati osservati i maggiori tenori di metano;
- appena si è aumentato ulteriormente la depressione e la portata (prova n.4) il tenore di metano del flusso complessivo si è ridotto e non è arrivato al 30%; la



prova eseguita escludendo totalmente i pozzi “poveri” di metano con riduzione della depressione (prova 5) ha comportato una ulteriore riduzione del titolo, poco al di sopra del 20%.

- c) Le altre prove eseguite hanno documentato un livello medio di CH<sub>4</sub> dell'ordine del 20%.
- d) Tutte le prove di accensione eseguite non sono riuscite a mantenere la fiamma se non per un tempo assai limitato dell'ordine del minuto se non inferiore.

I dati documentano che per la discarica di Monte Pazza si è in grado di ottenere un biogas con tenore di metano appena al di sopra della soglia del 20%; modificando le condizioni di esercizio per garantire una concentrazione di metano superiore non si riesce a garantire una portata significativa che permetta un esercizio adeguato della torcia che, per mantenersi in attività ha bisogno di un flusso significativo almeno superiore a 20 Nmc/h e non condizionato da oscillazioni delle pressioni.

Va infine rilevato che rilevazioni eseguite col biofiltro in esercizio, documentano un abbattimento del metano in uscita dell'ordine del 90%.

In data 09.04.2020 il sottoscritto, previo preavviso, ha effettuato un ulteriore sopralluogo per la verifica delle lavorazioni effettuate, finalizzato al rilascio del presente Certificato di Regolare Esecuzione; al sopralluogo, come risulta da regolare Verbale redatto in pari data, erano presenti oltre al sottoscritto, il titolare dell'Impresa GP Costruzioni Stradali srl Geom. Angelo Piredda ed il RUP Dr. Ing. Maria Francesca Pala. Si è proceduto ad un'accurata ispezione di tutti i lavori eseguiti ed in particolare, è stata effettuata anche una ulteriore prova di funzionamento della torcia per la combustione del biogas, previa deviazione tramite by-pass del flusso del biogas dal biofiltro verso la centrale di combustione; la torcia si è regolarmente accesa ed è rimasta in funzione per circa 3' e 13", per poi spegnersi verosimilmente a causa della ridotta presenza di metano (come già verificato nella precedente prova del 05/02/2020); i successivi tentativi hanno documentato la riaccensione, ma lo spegnimento quasi immediato (dell'ordine di qualche secondo). Il flusso del biogas è stato quindi riportato nuovamente verso il sistema di trattamento tramite biofiltro.

## 5. Conclusioni

Le prove di funzionalità dell'impianto di captazione e trattamento del biogas eseguite presso la discarica Monte Pazza hanno documentato che l'impianto in esercizio riesce a produrre un flusso di biogas con tenore di CH<sub>4</sub> dell'ordine del 20% e con una portata dell'ordine al più di 20÷30 Nmc/h.

Le varie prove effettuate in varie condizioni di esercizio, differenti per livello di aspirazione e portata di biogas, hanno permesso di riscontrare la difficoltà di mantenimento della fiamma nella torcia. L'accensione è stata più volte raggiunta, ma la fiamma si sostiene per un tempo molto limitato, al massimo dell'ordine di qualche minuto.

Le prove di esercizio documentano, quindi, che la sezione di smaltimento del biogas in torcia, non risulta essere efficiente e provoca il blocco continuo dell'intero sistema di aspirazione.

Appare pertanto necessario che si mantenga, di norma, in esercizio la sezione di trattamento mediante biofiltrazione, mediante la quale le prime prove di misurazione hanno attestato un livello di abbattimento del metano nel flusso di biogas dell'ordine del 90%.

Bono 22.06.2020

Il Direttore dei Lavori:

*Dott. Ing. Orazio Filippi*

