

**OGGETTO:**

**MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA VIABILITA', SISTEMI DI DRENAGGIO E  
REGIMAZIONE DELLE ACQUE, OPERE PROVVISORIE DI COPERTURA E  
RETE DI CAPTAZIONE BIOGAS PRESSO LA  
DISCARICA DI SANT'ARCANGELO TRIMONTE (BN)**

**PROGETTO ESECUTIVO**

Elaborato:

**RELAZIONE SPECIALISTICA: RIPRISTINO RETE BIOGAS**

Tav:

**PE\_B.2.5\_RTS.R**

Elaborato in data:  
Febbraio 2019

Il Progettista

Dott. Ing. Paolo Viparelli

*Pres. d'atto*  
**Approvato con Deliberazione n. 95 del 17 MAG. 2019**  
**Adottata dal Presidente della Provincia di Benevento**  
Il Segretario Generale  
**Dr. Franco Nardone**

**VALIDATO IL 10 MAG 2019**  
**IL RESPONSABILE UNICO  
DEL PROCEDIMENTO**  
**(Arch. Nazzarino Giovanni SCOCCA)**



Ed	Data	Revisore	Descrizione	Approvazione Committente
A	Febbraio 2019			



OGGETTO:

MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA VISITA, SISTEMI DI DRENAGGIO E  
REGIMAZIONE DELLE ACQUE, OPERE PROVVISORIE DI COPERTURA E  
RETE DI CAPTAZIONE NODI PRESSO LA  
CINQUECA DI SANT'ARCANGELO TERMONTE (AN)

PROGETTO ESECUTIVO

FE. 2.2.2. 272 R

REDAZIONE TECNICA - IMPIANTO RETE NODI



VALIDATO IL  
IL RESPONSABILE UNICO  
DEL PROCEDIMENTO  
(Arch. Nazionali Giovanni SCOCCHI)

Approvato con deliberazione n. \_\_\_\_\_  
del \_\_\_\_\_  
del \_\_\_\_\_  
Approvato dal Presidente della Provincia di Genova  
Il Presidente della Provincia di Genova

## **SOMMARIO**

<b>1. PREMESSE</b> .....	<b>1</b>
1.1. La produzione di biogas .....	1
1.2. Efficienza d'impianto .....	3
1.3. Sistema di estrazione e trattamento biogas in progetto .....	6
1.3.1. Dimensionamento degli elementi di captazione .....	6
1.3.2. Dimensionamento della rete di trasporto biogas .....	7
1.3.3. Dimensionamento linee secondarie.....	8
1.3.4. Dimensionamento linee primarie .....	9
1.3.5. Dimensionamento della rete di smaltimento condense .....	12
1.3.6. Dimensionamento dell'unità di aspirazione .....	13
1.3.7. Dimensionamento dell'unità di combustione.....	15
<b>2. MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA RETE</b> .....	<b>16</b>
2.1. Generalità .....	16
2.2. Situazione attuale discarica di Sant'arcangelo Trimonte .....	16
2.3. Aspetti normativi e autorizzativi .....	17
2.4. Interventi in progetto .....	17
2.4.1. Adeguamento impiantistico .....	17
2.4.2. Attività sul piano discarica .....	21



## 1. PREMESSE

La presente relazione ha per oggetto la definizione delle attività relative all'adeguamento dell'impiantistica elettrica esistente e per il ripristino del sistema di aspirazione e combustione del biogas prodotto dalla discarica di Sant’Arcangelo Trimonte.

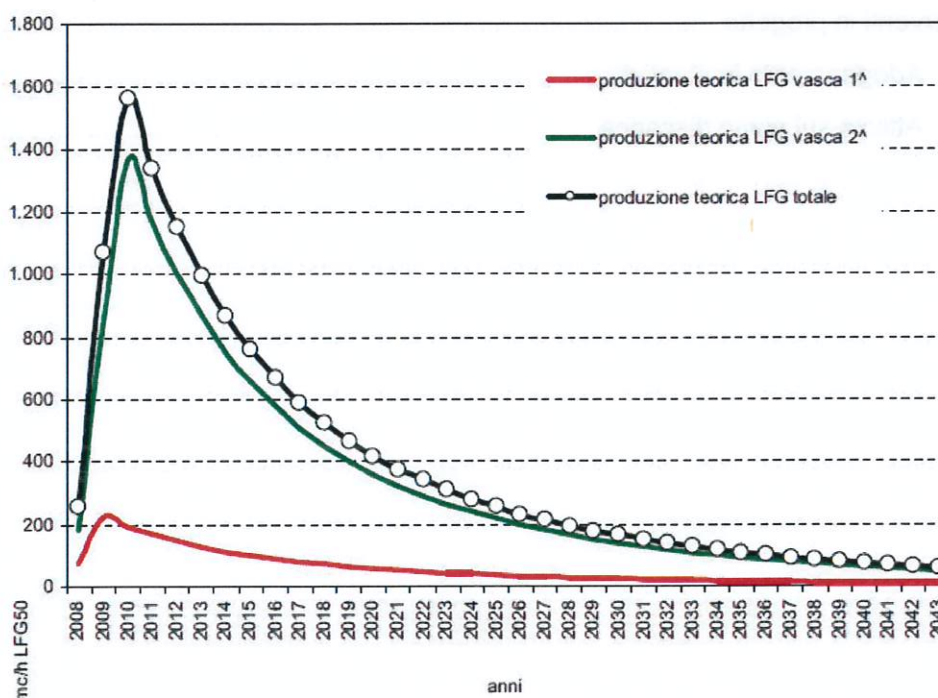
### 1.1. La produzione di biogas

La produzione di biogas è stata stimata nella Relazione Tecnica Biogas del Progetto Esecutivo redatto dall'Ing. Adelio Pagotto e dall'Ing. Stefano Veggi per conto della Presidenza del Consiglio dei Ministri – Commissario Delegato Emergenza Rifiuti in Campania ex OPCM 3639/2008.

In tale elaborato, determinati gli afflussi annui collocati in discarica e stimata la produzione di una singola tonnellata di rifiuti è stato possibile procedere alla determinazione della quantità globale di biogas prodotto dall'intera discarica calcolando la sovrapposizione degli effetti. Il risultato dell'elaborazioni fornisce i dati di produzione teorica della discarica intesa come il quantitativo di gas teoricamente prodotto ed emesso (si rimanda alla citata Relazione Tecnica per ulteriori dettagli).

La valutazione è stata estesa al 2043 considerato come trentesimo anno dopo la chiusura dei conferimenti e quindi in conformità alle prescrizioni del D.Lgs 36/03.

Di seguito si riporta il grafico della produzione teorica di biogas.



**Figura 1: Produzione teorica di biogas**

Nella seguente tabella sono altresì riportate le stime eseguite nell’ambito del Progetto Esecutivo.

**Tabella 1: Valutazione produzione teorica di biogas**

ANNI	PRODUZIONE TEORICA LFG VASCA 1A [Nm <sup>3</sup> /h]	PRODUZIONE TEORICA LFG VASCA 2A [Nm <sup>3</sup> /h]	PRODUZIONE TEORICA LFG TOTALE [Nm <sup>3</sup> /h]
2008	75	181	256
2009	226	845	1.070
2010	195	1.369	1.564
2011	169	1.168	1.338
2012	148	1.003	1.150
2013	129	866	995
2014	114	752	866
2017	101	657	758
2016	90	577	667
2017	81	509	590
2018	72	452	524
2019	65	403	468
2020	59	360	419
2021	54	324	377
2022	49	292	341
2023	44	264	308
2024	40	240	280
2025	37	218	255
2026	34	199	233
2027	31	181	213
2028	29	166	195
2029	26	152	178
2030	24	140	164
2031	22	128	151
2032	21	118	139
2033	19	109	128
2034	18	100	118
2035	16	92	108
2036	15	85	100
2037	14	79	92
2038	13	73	85
2039	12	67	79
2040	11	62	73
2041	10	57	67
2042	9	53	62
2043	9	49	58



## **1.2. Efficienza d'impianto**

Per efficienza d'impianto s'intende il rapporto tra la capacità di captazione della rete e la produzione teorica prevista di biogas.

Tale fattore, essenziale nel dimensionamento del sistema di aspirazione trasporto e combustione e del sistema di recupero energetico, è funzione di diversi elementi tipici della discarica e della prevista rete di captazione.

Tra gli elementi che influenzano l'efficienza dell'impianto, dipendenti dalle caratteristiche del deposito di rifiuti, si elencano:

- grado di compattazione dei rifiuti;
- tipologia merceologica dei rifiuti;
- spessore dei rifiuti;
- saturazione dei rifiuti da parte del percolato;
- tipologia e permeabilità degli strati di infracopertura;
- tipologia e permeabilità degli strati di copertura finale.

Tra gli elementi dipendenti invece dalla rete di captazione si elencano:

- densità della rete di captazione (interasse dei pozzi);
- depressione applicata agli elementi di captazione;
- caratteristiche costruttive degli elementi di captazione;
- allagamento degli elementi di captazione da parte dei percolati.

Normalmente lo stato dell'arte dei sistemi di captazione indica una efficienza ideale di captazione (dopo la chiusura) variabile tra il 70 e l'80%.

Il modello adottato nel progetto esecutivo (BIO-5) è in grado di calcolare automaticamente il coefficiente di efficienza di captazione (KC) in funzione dei parametri sopra elencati e riferibili ad un momento specifico della vita dell'impianto (al quale le indicazioni sono riferite).

Ovviamente il coefficiente di efficienza è variabile: negli anni precedenti alla chiusura della discarica il Kc sarà in funzione della tipologia della copertura provvisoria in quanto quella definitiva sarà solo parziale, influiranno inoltre il grado di avanzamento dei lavori di costruzione degli elementi di captazione e della rete di trasporto e regolazione.

Dopo la chiusura si ritiene di raggiungere la massima efficienza di captazione ma negli anni successivi si inizierà a subire il fattore di degradazione funzionale del sistema molto soggetto a fenomeni riduttivi.

Nel progetto è stato ipotizzato il Kc elaborato da BIO-5 per l'anno di chiusura della due vasche. Per gli anni precedenti si valuta una riduzione progressiva del 50% rispetto all'anno successivo del coefficiente di efficienza mentre per gli anni successivi alla chiusura si ipotizza un calo progressivo annuo dell'1%.

**Tabella 2: Valutazione dei coefficienti di efficienza di captazione**

ANNI	EFFICIENZA CAPTAZIONE VASCA 1A	EFFICIENZA CAPTAZIONE VASCA 2A
2008	39,72%	18,40%
2009	79,44%	36,81%
2010	78,65%	73,61%
2011	77,86%	72,87%
2012	77,08%	72,15%
2013	76,31%	71,42%
2014	75,55%	70,71%
2017	74,79%	70,00%
2016	74,04%	69,30%
2017	73,30%	68,61%
2018	72,57%	67,92%
2019	71,84%	67,24%
2020	71,13%	66,57%
2021	70,41%	65,91%
2022	69,71%	65,25%
2023	69,01%	64,59%
2024	68,32%	63,95%
2025	67,64%	63,31%
2026	66,96%	62,68%
2027	66,29%	62,05%
2028	65,63%	61,43%
2029	64,97%	60,81%
2030	64,32%	60,21%
2031	63,68%	59,60%
2032	63,04%	59,01%
2033	62,41%	58,42%
2034	61,79%	57,83%
2035	61,17%	57,26%
2036	60,56%	56,68%
2037	59,95%	56,12%
2038	59,36%	55,55%
2039	58,76%	55,00%
2040	58,17%	54,45%
2041	57,59%	53,90%
2042	57,02%	53,37%
2043	56,45%	52,83%



Applicando i coefficienti di efficienza di captazione ai dati di produzione teorica è possibile stimare i quantitativi di biogas captabile e recuperabile energeticamente. Si riporta di seguito la tabella dei valori emersi ed il relativo grafico.

**Tabella 3: Valutazione captabilità effettiva**

ANNI	LFG CAPTABILE VASCA 1 [Nm3/h]	LFG CAPTABILE VASCA 2 [Nm3/h]	LFG CAPTABILE TOTALE [Nm3/h]
2008	29,90	47,09	76,99
2009	179,41	393,95	573,36
2010	153,22	1151,44	1304,66
2011	131,62	974,72	1106,33
2012	113,71	830,02	943,73
2013	98,78	710,97	809,75
2014	86,26	612,53	698,79
2017	75,70	530,68	606,39
2016	66,75	462,26	529,00
2017	59,10	404,71	463,82
2018	52,54	356,04	408,58
2019	46,88	314,62	361,50
2020	41,96	279,17	321,13
2021	37,67	248,65	286,32
2022	33,91	222,23	256,13
2023	30,59	199,22	229,82
2024	27,66	179,10	206,76
2025	25,05	161,40	186,45
2026	22,72	145,78	168,50
2027	20,64	131,92	152,56
2028	18,77	119,58	138,35
2029	17,09	108,55	125,65
2030	15,58	98,67	114,25
2031	14,21	89,80	104,01
2032	12,97	81,80	94,77
2033	11,84	74,58	86,42
2034	10,82	68,04	78,86
2035	9,89	62,12	72,01
2036	9,05	56,75	65,79
2037	8,27	51,86	60,14
2038	7,57	47,42	54,99
2039	6,93	43,37	50,30
2040	6,34	39,68	46,02
2041	5,81	36,31	42,12
2042	5,32	33,24	38,56
2043	4,87	30,43	35,30



### **1.3. Sistema di estrazione e trattamento biogas in progetto**

#### **1.3.1. Dimensionamento degli elementi di captazione**

Il sistema di captazione del biogas prevede una rete di pozzi verticali, con un determinato interasse, ubicati all'interno della discarica.

Il fattore determinante nel dimensionamento della rete di captazione organizzata su elementi verticali è il "raggio d'influenza", inteso come la distanza entro la quale il pozzo, mediante la depressione esercitata, mantiene la capacità di sviluppare efficacemente la propria azione.

Tuttavia la determinazione del raggio di influenza di un pozzo verticale risulta un esercizio empirico che, come già detto, potrà essere verificato solo in fase sperimentale.

Nelle Linee guida del Comitato Tecnico Discariche, al punto H18, viene indicato un raggio di influenza "non superiore a 25 m"; tale indicazione è riferita a discariche "standard" per R.S.U. tal quali, con capacità di campo e quindi trasmissività ai gas medi.

Dalla citata Relazione Tecnica Biogas del Progetto Esecutivo, si evince che, sulla scorta delle numerose esperienze condotte dal progettista su impianti di captazione di biogas e alla luce delle indicazioni testé esposte, si è adottato un raggio d'influenza "tipico" di 25 m.

Detta assunzione tiene altresì conto delle caratteristiche peculiari della discarica in oggetto.

Si è poi considerata la massima portata attesa per il futuro, stimata con il modello BIO-5 corrispondente a circa 1.305 Nm<sup>3</sup>/h. di LFG50 (biogas al 50% in volume di CH<sub>4</sub>).

Per le valutazioni volumetriche si è considerato un incremento del 20% (1.566 Nm<sup>3</sup>/h) ipotizzando un estremo di captazione minima di LFG40 LFG50 (biogas al 40% in volume di CH<sub>4</sub>).

Analizzando la disposizione planimetrica della rete in oggetto, con i raggi d'influenza sopra riportati, si ha che il numero di elementi di captazione, è pari a 49 dei quali:

- 16 pozzi verticali sulla vasca 1 (Lotto 1)
- 33 pozzi verticali sulla vasca 2 (Lotti 2, 3 e 4)

Applicando la ripartizione uniforme del carico sui singoli elementi, emerge che la portata unitaria di progetto:

- 179 Nm<sup>3</sup>/h / 16 pozzi vasca 1 = 11,19 Nm<sup>3</sup>/h
- 1.151 Nm<sup>3</sup>/h / 33 pozzi vasca 2 = 34,88 Nm<sup>3</sup>/h

Si è adottata la condizione più gravosa incrementata del fattore 1,20 che considera la diluizione in aria da LFG50 a LFG40.

La portata determinata risulta quindi essere di circa 42 Nm<sup>3</sup>/h

Tale ripartizione "matematica" non tiene però conto delle diverse caratteristiche, profondità e prestazioni dei singoli elementi e della data di conferimento dei rifiuti sui quali essi agiscono; in altre parole della produzione relativa alla zona d'influenza.



Si è pertanto considerato un ulteriore coefficiente di sicurezza (1,5) che tenga conto dei suddetti aspetti ma solo quando gli elementi vengono considerati separatamente, come ad esempio nella valutazione delle linee di trasporto secondarie.

Sulla base di tale valutazione sono state definite le seguenti portate di progetto:

- singoli elementi di captazione valutati separatamente      63 Nm<sup>3</sup>/h
- singoli elementi di captazione valutati congiuntamente      42 Nm<sup>3</sup>/h

### **1.3.2. Dimensionamento della rete di trasporto biogas**

La rete di trasporto consente il convogliamento del biogas estratto dai singoli elementi di captazione verso la Centrale di Estrazione (CE).

Ogni singolo elemento di captazione è collegato in parallelo ad un presidio di gestione (PG), al fine di ottimizzare i flussi e di trasferire presso i presidi tutte le operazioni di monitoraggio e di regolazione della rete.

I 49 pozzi di captazione sono quindi suddivisi in gruppi di numero pressoché simile e raccordati alle relative stazioni:

- presidio di gestione A (PG-A) posizionato a nord-est della vasca 1 raccorderà in parallelo n° 8 elementi di captazione;
- presidio di gestione B (PG-B) posizionato a sud-est della 1A vasca raccorderà n° 8 elementi di captazione;
- presidio di gestione C (PG-C) posizionato a nord della 2° vasca raccorderà n° 11 elementi di captazione;
- presidio di gestione D (PG-D) posizionato a ovest della 2A vasca raccorderà n° 11 elementi di captazione;
- presidio di gestione E (PG-E) posizionato a sud della 2° vasca raccorderà n° 11 elementi di captazione.

I singoli presidi di gestione sono connessi alla centrale di estrazione per mezzo di collettori primari di tipo parallelo.

La centrale di estrazione (CE) è nei pressi della zona servizi dell'impianto di smaltimento.

Al fine di semplificare la gestione della rete, nei presidi di gestione sono posizionati gli organi di gestione e monitoraggio manuale dei singoli pozzi mentre presso la centrale di estrazione saranno posizionati gli organi di regolazione automatica dell'impianto.

Riassumendo, la rete di trasporto è suddivisa in:

- rete secondaria, che collega in parallelo gli elementi di captazione ai presidi di gestione;
- rete primaria, che collega in parallelo i presidi di gestione alla centrale di estrazione.



Il dimensionamento delle tubazioni è stato eseguito tenendo in conto le perdite di carico correlate alla velocità di flusso dei fluidi.

Nel calcolo delle linee secondarie è stata considerata la massima portata prevista per ogni singolo pozzo, valutata precedentemente.

Per le perdite di carico distribuite è stata applicata la formula di Renouard, opportunamente modificata per il trasporto di gas combustibili in tubazioni in HDPE (fonte IIP).

L'espressione utilizzata è la seguente:

$$\Delta p = 232 * 10^6 * S * L * Q^{1,82} * D^{-4,82}$$

dove:

$\Delta p$ : variazione di pressione espressa in mm H<sub>2</sub>O

S: densità del gas rispetto all'aria

L: lunghezza della tubazione in km Q: portata della tubazione in m<sup>3</sup>/h

D: diametro interno della tubazione in mm

Per le perdite di carico concentrate sono stati computati i numeri di pezzi speciali inseriti sulle linee e conseguentemente applicato un coefficiente di incremento virtuale della lunghezza di ogni singola tratta.

La velocità di flusso in ogni tratta della linea può essere verificata applicando la formula:

$$v = Q / (r^2 * \pi) * 3600$$

dove:

v : velocità espressa in m/s

Q: portata della tubazione in m<sup>3</sup>/h

r: raggio interno della tubazione in m

Le sezioni interne delle tubazioni saranno definite imponendo i seguenti limiti alle perdite di carico e alle velocità di flusso:

- perdite di carico: limite massimo imposto: 0,1 hPa / m
- velocità di flusso: limite massimo imposto: 10 m/s

Le sezioni interne delle linee secondarie e primarie sono state scelte con riferimento a diametri standard disponibili sul mercato.

### **1.3.3. Dimensionamento linee secondarie**

Per il dimensionamento delle tubazioni secondarie di trasporto sono state considerate le diverse distanze tra i singoli elementi di captazione e i presidi di gestione in quanto in esse la portata è costante.

Per le tubazioni secondarie non sono stati adottati diametri inferiori a 90 mm per motivi legati alla praticità di posa, nonché per garantire una sezione minima di almeno 75 mm, tale da ridurre i problemi d'intasamento da accumulo di eventuali condense a seguito di cedimenti differenziati della copertura.

La verifica del dimensionamento, eseguita sulla linea secondaria più lunga (pozzo CB30 , vasca 2, presidio PG-D), fornisce le seguenti indicazioni:

**Tabella 4: Dimensionamento delle linee secondarie**

portata normalizzata di calcolo	63	Nm <sup>3</sup> /h
distanza massima:	146	m
pressione relativa operativa	- 20	hPa
temperatura operativa:	40	°C
portata operativa:	74	m <sup>3</sup> /h
diametro interno:	79,80	mm
diametro esterno corrispondente a PN6:	90	mm
velocità di flusso:	4,09	m/s
perdita di carico totale:	4,33	hPa
perdita di carico unitaria:	0,029	hPa/m

Tali valori sono ampiamente contenuti nei limiti imposti e pertanto tutte le linee secondarie saranno realizzate con diametro De90 mm S8 (PN6).

Ai fini del successivo dimensionamento delle opere di aspirazione, si assume una perdita di carico nel sistema secondario di trasporto, pari a 3 hPa.

La depressione di riferimento applicabile alla singola testa di pozzo sarà di 10 hPa. Tale valore non deve essere inteso come parametro di gestione, bensì come dato di dimensionamento da correlare alla portata estratta (ca 63 Nm<sup>3</sup>/h) ed alla qualità del biogas (LFG<sub>40</sub>).

#### **1.3.4. Dimensionamento linee primarie**

La portata di progetto adottata nelle linee primarie è funzione del numero di pozzi connessi ai singoli presidi, mantenendo per ogni elemento di captazione la portata di riferimento di 42 Nm<sup>3</sup>/h.

Si riportano di seguito i risultati dei dimensionamenti.



**Tabella 6: Dimensionamento della linea primaria CE - PGA**

LINEA PRIMARIA CE - PGA		
numero pozzi connessi:	8	
portata totale di dimensionamento:	336	Nm <sup>3</sup> /h
sviluppo:	92	m
pressione relativa operativa	- 50	hPa
temperatura operativa:	30	°C
portata operativa:	392	m <sup>3</sup> /h
numero di separatori di condense	2	
sviluppo empirico della tratta	132	m
diametro esterno scelto a S8 (PN6):	160	mm
diametro interno calcolato:	141,80	mm
velocità di flusso:	6,90	m/s
perdita di carico totale:	5,16	hPa
perdita di carico unitaria:	0,056	hPa/m

**Tabella 7: Dimensionamento della linea primaria CE - PGB**

LINEA PRIMARIA CE - PGB		
numero pozzi connessi:	8	
portata totale di dimensionamento:	336	Nm <sup>3</sup> /h
sviluppo:	230	m
pressione relativa operativa	- 50	hPa
temperatura operativa:	30	°C
portata operativa:	392	m <sup>3</sup> /h
numero di separatori di condense	2	
sviluppo empirico della tratta	270	m
diametro esterno scelto a S8 (PN6):	160	mm
diametro interno calcolato:	141,80	mm
velocità di flusso:	6,90	m/s
perdita di carico totale:	11,34	hPa
perdita di carico unitaria:	0,049	hPa/m

**Tabella 8: Dimensionamento della linea primaria CE - PGC**

LINEA PRIMARIA CE - PGC		
numero pozzi connessi:	11	
portata totale di dimensionamento:	462	Nm <sup>3</sup> /h
sviluppo:	312	m
pressione relativa operativa	- 50	hPa
temperatura operativa:	30	°C
portata operativa:	539	m <sup>3</sup> /h
numero di separatori di condense	2	
sviluppo empirico della tratta	352	m
diametro esterno scelto a S8 (PN6):	160	mm
diametro interno calcolato:	141,80	mm
velocità di flusso:	9,49	m/s
perdita di carico totale:	24,58	hPa
perdita di carico unitaria:	0,079	hPa/m

**Tabella 9: Dimensionamento della linea primaria CE - PGD**

LINEA PRIMARIA CE - PGD		
numero pozzi connessi:	11	
portata totale di dimensionamento:	462	Nm <sup>3</sup> /h
sviluppo:	120	m
pressione relativa operativa	- 50	hPa
temperatura operativa:	30	°C
portata operativa:	539	m <sup>3</sup> /h
numero di separatori di condense	2	
sviluppo empirico della tratta	160	m
diametro esterno scelto a S8 (PN6):	160	mm
diametro interno calcolato:	141,80	mm
velocità di flusso:	9,49	m/s
perdita di carico totale:	11,17	hPa
perdita di carico unitaria:	0,093	hPa/m



**Tabella 10: Dimensionamento della linea primaria CE - PGE**

LINEA PRIMARIA CE - PGE		
numero pozzi connessi:	11	
portata totale di dimensionamento:	462	Nm <sup>3</sup> /h
sviluppo:	382	m
pressione relativa operativa	- 50	hPa
temperatura operativa:	30	°C
portata operativa:	539	m <sup>3</sup> /h
numero di separatori di condense	2	
sviluppo empirico della tratta	422	m
diametro esterno scelto a S8 (PN6):	160	mm
diametro interno calcolato:	141,80	mm
velocità di flusso:	9,49	m/s
perdita di carico totale:	29,47	hPa
perdita di carico unitaria:	0,077	hPa/m

Riassumendo, per la rete di trasporto biogas si adotteranno i seguenti diametri:

linee secondarie:                      De 90                      S8

linee primarie CE-PG:                De 160                      S8

Ai fini del successivo dimensionamento delle opere di aspirazione, si assume una perdita di carico nel sistema primario di trasporto, pari a 30 hPa corrispondente al massimo valore riscontrato (tratta PGE - CE)

### 1.3.5. Dimensionamento della rete di smaltimento condense

Tutte le condense formatesi all'interno delle tubazioni secondarie saranno scaricate nei separatori terminali posti presso i presidi di gestione, poiché le linee secondarie avranno tutte pendenza verso i presidi stessi.

I soli pozzi CB30, CB33 e CB37 saranno dotati di specifici separatori di condensa in quanto parte delle linee di trasporto secondario sono in controtendenza verso il pozzo. Tali piccoli scaricatori smaltiranno le condense all'interno del pozzo stesso.

I collettori primari avranno pendenze tali da consentire lo smaltimento dei liquidi verso punti prestabiliti nei pressi dei presidi di gestione, dove confluiranno inoltre le condense separate dai presidi stessi, secondo lo schema seguente:

PGA	scaricherà presso lo scaricatore	SCA;
PGB	scaricherà presso lo scaricatore	SCB;
PGC	scaricherà presso lo scaricatore	SCC;
PGD	scaricherà presso lo scaricatore	SCD;
PGE	scaricherà presso lo scaricatore	SCE;

Ogni separatore di condense sarà dotato di specifica guardia idraulica, per il dimensionamento della quale sono state considerate le pressioni previste nel collettore.

Per il limite superiore sono stati considerati i valori di sicurezza (+ 500 mm H<sub>2</sub>O), in quanto durante le fermate dell'impianto è prevedibile che il collettore entri in pressione.

Per il limite inferiore, infine, è stata considerata la depressione di progetto applicata alla rete, al netto delle perdite di carico (- 1.000 mm H<sub>2</sub>O).

Le guardie idrauliche dovranno altresì garantire il battente minimo anche in presenza di fenomeni sinergici (pressione positiva seguita immediatamente da pressione negativa).

Presso gli scaricatori verranno installate pompe pneumatiche di rilancio atte a convogliare le condense separate nel punto di raccolta del percolato di discarica.

Ogni pompa sarà dotata di sistema automatico d'avviamento ed interruzione, nonché di dispositivo di non ritorno.

E' prevista una linea di alimentazione pneumatica delle pompe; questo provvedimento, evitando la connessione elettrica dei manufatti, riduce i rischi di esplosioni.

Parallelamente ai collettori primari di trasporto biogas, dovranno quindi essere messe in opera:

- una linea di trasporto condense, sempre in HDPE, del diametro di 75 mm PN10;
- una linea di alimentazione pneumatica delle pompe di sollevamento delle condense, sempre in HDPE, del diametro di 50 mm PN10.

#### **1.3.6. Dimensionamento dell'unità di aspirazione**

Per imprimere alla rete di captazione l'opportuna depressione nella configurazione finale, è previsto l'utilizzo macchine turboaspiratrici multistadio, azionate da motori elettrici.

La portata massima considerata nel progetto è di 1.305 Nm<sup>3</sup>/h (anno 2.010) incrementata a 1.566 Nm<sup>3</sup>/h nella valutazione di LFG<sub>40</sub>.

Per il presente progetto sono state previste n° 2 macchine di aspirazione con portata unitaria nominale di 1.000 Nm<sup>3</sup>/h secondo il seguente schema operativo:



**Tabella 11: Dimensionamento dell'unità di aspirazione**

Aspiratore	Funzione	Portata nominale [Nm <sup>3</sup> /h]
A-1	Servizio continuo	1.000
A-2	Servizio continuo / Stand-by	1.000
Totale macchine in servizio continuo e stand-by		2.000

Tale dimensionamento consente di trattare con flessibilità le quantità di biogas prodotto e captabile. Nel caso di superamento del valore massimo di progetto sarà possibile raggiungere una portata di circa 2.000 Nm<sup>3</sup>/h. Nei periodi di portata inferiore successivi al picco di produzione sarà possibile utilizzare una sola macchina. Occorre precisare che l'aspiratore è una macchina volumetrica e pertanto la sua efficienza di captazione è riferita al volume di gas aspirato.

Potrà essere infatti possibile che in un futuro le concentrazioni di biogas diminuiscano e che aumentino le porzioni di aria richiamate dalla copertura (segno evidente del raggiungimento dell'obiettivo di bonifica), in tale caso il dimensionamento potrà essere eseguibile su gas caratterizzati da concentrazioni di metano più basse del valore di LFG40 considerato

In pratica per estrarre le stesse quantità di biogas potrà essere necessario captare volumi più elevati di miscela gas-aria.

Il turboventilatore dovrà garantire un ampio campo di funzionamento.

Detto campo è normalmente compreso nel rapporto 1:5; al di sotto della portata minima il ventilatore tende ad entrare in cavitazione con conseguenti sollecitazioni anomale dei componenti di rotolamento e surriscaldamento di macchina e biogas. Pertanto l'unità di aspirazione prevista risulta efficiente tra la portata minima di 200 Nm<sup>3</sup>/h e la nominale di 1.000 Nm<sup>3</sup>/h.

Per consentire di gestire anche portate inferiori di quella minima si prevede che una delle due macchine di aspirazione sia dotata di inverter in grado di modulare la frequenza di alimentazione e quindi la prestazione dell'aspiratore fino a portate minime senza causare sollecitazioni anomale.

La prevalenza dell'aspiratore sarà di 190 hPa verso la rete di aspirazione e di 150 hPa verso il le unità di trattamento.

Tale valore è stato valutato in base alla stima dei seguenti fabbisogni:

**Tabella 12: Perdite di carico in aspirazione**

Sezioni di impianto in aspirazione	Perdite di carico considerate
	[hPa]
Lato aspirante centrale di estrazione	30
Sistema di deumidificazione	20
Separatori di condense terminali	20
Linee di trasporto primarie	30
Separatori di condense su linee	30
Presidi di gestione	30
Linee di trasporto secondarie	20
Depressione disponibile al pozzo	10
Totale prevalenza aspirazione	190

**Tabella 13: Perdite di carico in compressione**

Sezioni di impianto in compressione	Perdite di carico considerate
	[hPa]
Lato premente centrale di estrazione	20
Combustore	80
Linea alimentazione centrale recupero	130
Totale prevalenza compressione	150

### 1.3.7. Dimensionamento dell'unità di combustione

L'unità di combustione ha la funzione di termodistruggere in modo controllato il biogas estratto dalla discarica.

Essendo la torcia una macchina termica, il dimensionamento della stessa dovrebbe essere fatto sulla potenza piuttosto che sulla portata.

Avendo valutato nelle prospezioni una concentrazione tipica di metano del 50% ne corrisponde un potere calorifico per metro cubo di circa 4.125 kcal corrispondente a 4,79 kWh.

Applicando tale potere calorifico alla portata massima di 1.305 Nm<sup>3</sup>/h ne consegue una potenza termica nominale della torcia di circa 6.250 kWt.

Tale dimensionamento consentirà di trattare:

- 1.043 Nm<sup>3</sup>/h di biogas con CH<sub>4</sub> al 50%;
- 1.631 Nm<sup>3</sup>/h di biogas con CH<sub>4</sub> al 40%;
- 2.178 Nm<sup>3</sup>/h di biogas con CH<sub>4</sub> al 30%;



Il 30% di metano deve essere considerato come il limite minimo di combustione di tali macchine termiche di elevate prestazioni. Si ricorda infatti che nella miscela del biogas è presente anche una porzione di anidride carbonica, gas inerte alla combustione che eleva il limite di combustibilità della miscela.

La fascia di regolazione di tale componente è normalmente compresa nel rapporto di 1/5; pertanto la portata di efficienza minima corrisponde ad un valore di 200 m<sup>3</sup>/h.

Al di sotto del valore minimo la combustione avviene ugualmente, ma con temperature inferiori a quelle nominali.

Il sistema di combustione è previsto con logica automatica in grado di assicurare la combustione del biogas ad elevata temperatura (ca 850 °C) per un adeguato tempo di residenza (ca 0,3 secondi), al fine di garantire una termodistruzione ottimale dei gas.

La temperatura di combustione sarà controllata automaticamente tramite apporto variabile d'aria comburente, aspirata mediante una serranda d'alimentazione.

## **2. MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA RETE**

### **2.1. Generalità**

Nel capitolo 1 sono state ripercorse le caratteristiche principali della rete di captazione del biogas, al fine di migliorare la comprensione degli interventi a farsi, che sono descritti nei paragrafi che seguono.

### **2.2. Situazione attuale discarica di Sant'arcangelo Trimonte**

Lo stato di fatto può essere così sintetizzato:

#### **a) Piano Discarica**

Sul piano discarica sono presenti i pozzi di captazione biogas, dotati di testa di pozzo in ferro zincato e valvola parzializzatrice. Lo stato di efficacia ed efficienza non è stato possibile verificarli: da verificare quindi sotto l'aspetto portata, pressione e qualità biogas.

La rete di trasporto e adduzione biogas è composta da tubazioni in HDPE DN90 che collegano i pozzi di captazione alle stazione/collettori di regolazione e dalle dorsali in HDPE DN200 che convogliano il biogas alla stazione di estrazione, a monte della quale è presente una vasca interrata contenente gli scaricatori di condensa. L'intera rete ha necessità di un adeguamento in quanto allo stato attuale non è garantito lo scarico della condensa e l'uniformità della pressione nella rete stessa.

#### **b) Stazione di estrazione biogas e torcia di combustione**

La stazione di estrazione, contenuta in una cofanatura metallica, è costituita da una serie di filtri per l'eliminazione della condensa e da n° 2 soffianti, una della quali non funzionante e la seconda necessita di una manutenzione. La stazione è stata finora a servizio della torcia di combustione presente anch'essa in sito, la quale presenta alcuni componenti non funzionanti e/o da ripristinare.

#### **c) Cabina e-distribuzione spa**



È presente in sito una cabina elettrica, contenente l'arrivo linea di e distribuzione, ed ospita il POD di acquisto della discarica.

### **2.3. Aspetti normativi e autorizzativi**

Per quanto riguarda la gestione del biogas di discarica, il riferimento normativo principale di riferimento è il D.Lgs 36/2003, in quale tra i vari aspetti trattati, prescrive l'obbligo di smaltirlo.

La soluzione preferenziale è il recupero energetico, ma è assolutamente consentita la combustione attraverso una torcia, in quanto il suddetto decreto cita testualmente *"Nel caso di impraticabilità del recupero energetico la termodistruzione del gas di discarica deve avvenire in idonea camera di combustione a temperatura  $T > 850^{\circ}$ , concentrazione di ossigeno maggiore o uguale a 3% in volume e tempo di ritenzione maggiore o uguale a 0,3 s"*.

### **2.4. Interventi in progetto**

#### **2.4.1. Adeguamento impiantistico**

Con riferimento alla centrale di combustione del biogas (vedi fig. 1), sono previsti i seguenti interventi:

##### **A. Sostituzione sistema rilevazione fiamma e accensione**

- Fornitura e posa in opera di sistema rilevazione fiamma ad alta sensibilità tipo UVS 6
  - Insensibile alla luce del sole, alla luce del giorno, alle radiazioni a raggi infrarossi e alle lampade a incandescenza
  - Protetto da interruzioni o cortocircuiti nella linea di segnalazione a fiamma
  - Ampia gamma di temperature ambiente di funzionamento
  - Costruzione in alluminio robusto
  - Bassa manutenzione
  - Collare filettato integrale con fili femminili da 1/2 "NPT
  - UVS 6 disponibile con cella UV sostituibile
  - Modelli disponibili anche con certificazione CE
  - Completo di cavi di collegamento

### **Applicazione**

I rivelatori di fiamma UVS sono da utilizzare su bruciatori a bruciature forzate e indotte, forni, gas, caldaie a combustione, forni industriali e impianti per la fiamma di gas in eccesso. Il UVS 6 e UVS 8 sono progettati per l'uso in combinazione con Kromschroder PFS, IFS o BCU automatico controlli del bruciatore. I rivelatori di fiamma ultravioletti fanno la radiazione ultravioletta da una combustione





**Figura 1 – Centrale di combustione biogas**

#### **B. Rilevazione di temperatura**

- Fornitura e posa in opera di Sonda K ad alta sensibilità
- Campo di lettura 0-1000 °C
- Costruzione in alluminio robusto
- Bassa manutenzione
- Collare filettato integrale con fili femminili da 1/2 "NPT
- Con certificazione CE
- Completo di cavi di collegamento del tipo "K" compensato e schermato

#### **C. Elettrovalvola Gas**

L'elettrovalvola esistente si presenta in buona stato di conservazione. Si prevede dunque:

- Verifica funzionalità (in caso di mancato funzionamento si procederà ad una quotazione costo compreso nella presente)
- Rifacimento collegamenti meccanici
- Pulizia generale.

#### **D. Soffiante**

Si prevede di effettuare prove di isolamento cavi BT e di eseguire la revisione della soffiante presso centro autorizzato.

Durante le operazioni di revisione, l'appaltatore dovrà mettere a disposizione una soffiante di riserva, di caratteristiche equipollenti.



**Figura 2 – Dati di targa della soffiante**

#### **E. Torcia**

La serranda di regolazione dell'aria comburente necessita di un intervento di manutenzione in quanto risulta bloccata.

Si provvederà ad un primo intervento per provare a recuperarla e, in ogni caso, sarà fornita a piè d'opera (o in opera) una serranda equivalente.



## **F. Quadro gestione e controllo**

- Saranno effettuate prove di isolamento cavi BT
- Sarà verificato il funzionamento dell'inverter (in caso di mancato funzionamento di procederà alla sua sostituzione, e si prevede in ogni caso la fornitura a piè d'opera di una riserva)
- Sarà verificato il funzionamento del PLC (in caso di mancato funzionamento si procederà ad una quotazione non inclusa in appalto).
- Saranno verificati i collegamenti potenza (in caso di mancato funzionamento si procederà al loro ripristino).
- Saranno verificati i collegamenti ausiliari (in caso di mancato funzionamento si procederà al loro ripristino).



**Figura 3 – Quadro di gestione e controllo**

## **G. VERIFICA E RIPRISTINO COLLEGAMENTI DI TERRA**

- Ripristino collegamenti di terra
- Effettuare prove di continuità

## **DOCUMENTAZIONE :**

La fornitura sarà completa di:

- Certificati di conformità di manutenzione ordinaria dei lavori eseguiti .
- Lista cavi impianti eseguiti

#### 2.4.2. Attività sul piano discarica

L'attività prevede l'adeguamento dell'attuale rete di trasporto biogas per garantirne il corretto deflusso, senza intervenire sui pozzi di captazione, eccetto ove si riscontrino problemi sull'impiantistica esistente (valvole non funzionanti, tubazioni danneggiate...). L'attività è volta a garantire lo scarico delle condensa nelle tubazioni.



Figura 3 - Quadro di gestione centrale

LA VERIFICA E RIPRISTINO COLLEGAMENTI DI TERRA

1. Verifica e ripristino collegamenti di terra

2. Verifica e ripristino collegamenti di terra

DOCUMENTAZIONE

La documentazione è composta da:

1. Relazione di progetto di manutenzione ordinaria di rete biogas