



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

## PROGETTO ESECUTIVO

### 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: 080.548.22.67  
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

R.5

R - ELABORATI DESCRITTIVI  
**RELAZIONE TECNICA CAPTAZIONE  
GAS DI DISCARICA E PERCOLATO**

SCALA:

...

DATA: Aprile 2018

AGGIORNAMENTO	DATA	DESCRIZIONE

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>NUOVO IMPIANTO DI CAPTAZIONE ED ESTRAZIONE DEL BIOGAS .....</b>	<b>3</b>
2.1	<b>VALUTAZIONE E STIMA DELLA PRODUZIONE DI BIOGAS .....</b>	<b>3</b>
2.1.1	<i>Stima della produzione di biogas.....</i>	<b>3</b>
2.2	<b>SISTEMI DI ESTRAZIONE DEL BIOGAS: STATO DI FATTO.....</b>	<b>5</b>
2.3	<b>CAMPAGNA DI MONITORAGGIO BIOGAS.....</b>	<b>5</b>
2.3.1	<i>Zona di monitoraggio "lotto I".....</i>	<b>7</b>
2.4	<b>OPERE DA REALIZZARE.....</b>	<b>9</b>
2.4.1	<i>Stima della portata di aspirazione .....</i>	<b>9</b>
2.4.2	<i>Realizzazione nuovi pozzi ed integrazione della rete esistente di trasporto biogas.....</i>	<b>10</b>
2.4.2.1	<i>Pozzi biogas.....</i>	<b>10</b>
2.4.2.2	<i>Rete trasporto biogas .....</i>	<b>12</b>
2.4.3	<i>Potenziamento della capacità estrattiva dell'attuale stazione di regolazione.....</i>	<b>12</b>
2.4.4	<i>Sistema di analisi biogas e torcia .....</i>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>POTENZIAMENTO SISTEMA ESTRAZIONE PERCOLATO .....</b>	<b>17</b>
3.1	<b>STIMA DEL PERCOLATO PRESENTE IN DISCARICA .....</b>	<b>17</b>
3.2	<b>DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO E STOCCAGGIO DEL PERCOLATO.....</b>	<b>17</b>
3.2.1	<i>Impianto di raccolta del percolato .....</i>	<b>18</b>
3.2.2	<i>Pozzi di drenaggio verticali .....</i>	<b>20</b>
3.2.3	<i>Pompe di sollevamento percolato .....</i>	<b>22</b>
3.2.4	<i>Linee idrauliche di recapito percolato.....</i>	<b>24</b>
3.2.5	<i>Sistema di controllo pompaggio percolato.....</i>	<b>25</b>
3.2.6	<i>Serbatoi di stoccaggio percolato.....</i>	<b>26</b>
3.2.7	<i>Gestione dei rifiuti .....</i>	<b>26</b>
3.2.8	<i>Vano tecnico per alloggiamento quadri elettrici ed apparecchiature elettroniche.....</i>	<b>28</b>

## **1 PREMESSA**

La presente relazione tratta le modalità di captazione ed estrazione del biogas e percolato esistente nel corpo della discarica ed è redatta nell'ambito del progetto esecutivo degli interventi di messa in sicurezza permanente della discarica AMIU Trani in località Puro Vecchio nel Comune di Trani.

Specificatamente di seguito si tratta e si descrive il nuovo impianto di captazione ed estrazione del biogas (Cap. 2), ad integrazione e ampliamento di quello già esistente, con il relativo dimensionamento e proposta tecnica dei subcomponenti di cui si prevede l'installazione e, ancor prima, della determinazione dei volumi di biogas che è possibile estrarre e di tutto quanto si ritiene indispensabile predisporre ed eseguire prima della cantierizzazione definitiva delle opere in progetto.

Nel Cap. 3 si descrive l'intervento previsto di captazione, asportazione e successivo smaltimento del percolato di discarica, che si prefigge i seguenti obiettivi:

- la riduzione della fonte primaria di contaminazione costituita dal percolato di discarica con la conseguente diminuzione dei rischi connessi alla fuoriuscita dello stesso, alla potenziale infiltrazione nel suolo e nella falda;
- la possibilità di monitorare in tempo reale il sistema e i risultati verificando la progressiva diminuzione del volume di percolato prodotto/estratto e dei valori di concentrazione degli inquinanti;
- la compatibilità e l'integrabilità con gli altri interventi previsti;
- la sostenibilità ambientale ed economica e la rapidità di esecuzione.

## 2 NUOVO IMPIANTO DI CAPTAZIONE ED ESTRAZIONE DEL BIOGAS

### 2.1 VALUTAZIONE E STIMA DELLA PRODUZIONE DI BIOGAS

I meccanismi di produzione del biogas riguardano la generazione di composti in fase gassosa, attraverso vaporizzazione, decomposizione biologica e reazioni fisico-chimiche.

I principali parametri che influiscono sulla quantità e sulla qualità delle emissioni sono la tipologia di rifiuti conferiti in discarica e le condizioni specifiche della discarica, come la temperatura e gli anni di coltivazione.

I parametri necessari per la stima del biogas sono la volumetria autorizzata, i flussi di rifiuti conferiti negli anni e la composizione merceologica.

Poiché negli anni di coltivazione della discarica sono stati conferiti principalmente rifiuti urbani indifferenziati provenienti da Comuni con bassa percentuale di raccolta differenziata, per la composizione merceologica dei rifiuti si è fatto riferimento al Piano Regionale gestione dei Rifiuti Urbani, considerando la Provincia nella quale sono stati registrati i livelli più bassi di raccolta differenziata.

CLASSE MERCEOLOGICA DI RIFERIMENTO							TOTALE
CLASSI TIPOLOGICHE	CARTA			TESSUTI	COMPOST	NON DEGRADABILI	
	Carta	Imballaggi di cartone	Legno				
Rifiuti urbani	10.50%	3.10%	3.70%	2.10%	49.70%	30.80%	100%

**Tabella 1 - Composizione merceologica "tipo" dei rifiuti conferiti**

La produzione di biogas è stata stimata mediante il software GasSim<sup>®</sup>2.5, di cui si riporta di seguito una breve descrizione.

#### 2.1.1 Stima della produzione di biogas

Il software GasSim nasce da un 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. Tali incertezze vengono gestite immettendo nel modello o un valore puntuale o, quando è disponibile, un range di valori descritto da un'opportuna distribuzione statistica, detta anche funzione di densità di probabilità (Probabilità Density Function, "PDF") che meglio si adatta alla serie storica dei dati disponibili.

Di seguito si riportano i dati di input del modello.

PARAMETRI INPUT GASSIM <sup>®</sup> 2.5						
DETTAGLI PROGETTO						
Anno d'inizio abbancamenti	Periodo di gestione (anni)	Periodo di simulazione (anni)	Numero di iterazioni	Area LOTTO 1 (m <sup>2</sup> )	Area LOTTO 2 (m <sup>2</sup> )	Area LOTTO 3 (m <sup>2</sup> )
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%

Tabella 2 - 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.

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 m<sup>3</sup>/h. Dopo il 2015 la produzione di biogas si arresta e comincia la fase decrescente: dal 2018 al 2015 il flusso di biogas passa da ca. 560 m<sup>3</sup>/h a 355 m<sup>3</sup>/h. Poiché il contenuto di metano nel biogas è pari a ca. il 50%, il massimo flusso di metano prodotto risulta pari a ca. 350 m<sup>3</sup>/h. In merito al lotto III, il picco di biogas prodotto è pari a 360 m<sup>3</sup>/h nel 2015, di cui 180 m<sup>3</sup>/h di CH<sub>4</sub>.

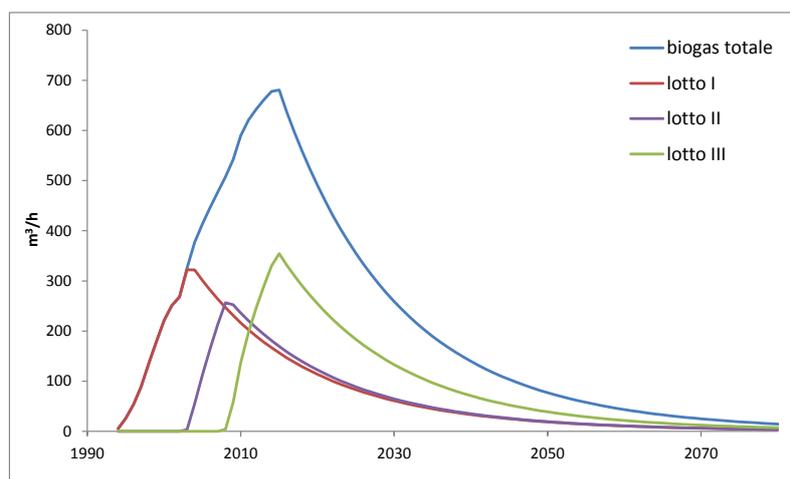


Figura 1 - Curva di produzione del biogas stimata mediante il GasSim

Al fine di valutare l'attendibilità dei dati di produzione di biogas, si è considerata l'effettiva produzione ricavata dai dati gestionali da Novembre 2014 a Novembre 2015, pari a 534000 m<sup>3</sup> (ca. 60 m<sup>3</sup>/h). Considerato che questo flusso è imputabile alla porzione di discarica principalmente interessata dall'intensificazione del biogas, pari a ca. 1/3 della superficie del Lotto III, si può stimare la produzione dal medesimo lotto pari a 60 m<sup>3</sup>/h x 3= 180 m<sup>3</sup>/h.

La produzione effettiva di biogas pari a quasi la metà di quella teorica può essere attribuita a diversi fattori, tra cui, l'elevata presenza di percolato che inibisce la produzione di biogas: al fine di massimizzare la produzione del biogas con conseguente recupero energetico e riduzione dei rischi di esplosione sarà quindi necessario ridurre in modo sostanziale il quantitativo di percolato nel sito; per tale ragione nella presente offerta si include la progettazione esecutiva di un impianto di trattamento del percolato da realizzare in sito con annessa vasca di stoccaggio ed equalizzazione prima del trattamento.

Considerato che l'impianto entrerà in funzione del 2018, in cui la produzione prevista massima teorica dal Lotto III è 290 m<sup>3</sup>/h, rispetto al valore riscontrato stimabile in 180 m<sup>3</sup>/h si ritiene cautelativo assumere un valore di produzione del biogas dal lotto III pari a **250 m<sup>3</sup>/h**.

## 2.2 SISTEMI DI ESTRAZIONE DEL BIOGAS: STATO DI FATTO

Secondo il provvedimento autorizzativo rilasciato nel **2008** e poi revocato, si sarebbero dovuti realizzare n.36 pozzi di biogas nei lotti I e II e n. 12 pozzi nel lotto III.

Nel **2009** sono stati realizzati soltanto n.19 pozzi nei lotti I e II e n.6 nel lotto III.

Nel **2016** il Lotto III è dotato di impianto di captazione del biogas, costituito da n. 21 pozzi verticali, collegati a mezzo di rete, ad una torcia ad alta temperatura. La maggior parte di tali pozzi è stata realizzata per la messa in sicurezza di emergenza della discarica. I Lotti I e II sono dotati di n. 22 pozzi verticali, muniti di torce statiche. Tali pozzi sono stati realizzati in fase di coltivazione della discarica. Allo stato attuale soltanto n. 8 torce statiche manifestano la presenza di biogas.

In data **13/04/2018** è stato effettuato un monitoraggio delle emissioni diffuse di biogas dalla superficie della discarica (ved. cap. 2.3) e, in concomitanza con esso, una ricognizione circa la presenza di eventuali nuovi pozzi di biogas presenti in discarica.

Dal sopralluogo effettuato è emerso che:

- nel lotto II sono stati realizzati ulteriori n.5 pozzi di captazione di biogas rispetto al 2016;
- nel lotto I la situazione è rimasta invariata (n.10 pozzi);
- nel lotto III sono stati aggiunti n.2 pozzi;
- i lotti I e II sono stati collegati alla centrale di aspirazione del lotto III;
- le torce statiche non sono più presenti;
- la torcia mobile che nel 2016 era al servizio del lotto III, attualmente è a servizio anche dei lotti I e II.

Nella tabella seguente è riportato in sintesi lo stato di fatto dell'impianto di biogas della discarica.

Per i dettagli si veda l'elaborato EG. 5.1.

<b>Biogas</b>	<b>STATO DEI LUOGHI IN PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>STATO DEI LUOGHI 13/04/2018</b>
pozzi di estrazione	<b>n.22</b> nei lotti I e II, <b>n.21</b> lotto III	n.10 nel lotto I, n.17 nel lotto II ( <b>n. 27</b> ), <b>n.23</b> lotto III
rete di collegamento	nessuna rete di collegamento sui lotti I e II, collegamento n.18 pozzi del lotto III	già realizzata una rete di collegamento su n.10 pozzi lotto I e n.17 pozzi del lotto II e collegata alla centrale di aspirazione già attiva per il lotto III.
torce statiche	n.22 lotti I e II di cui n.8 attive per presenza di biogas	non presenti
torcia mobile	n.1 a servizio dei n.18 pozzi lotto III	n.1 a servizio dei pozzi di lotti I, II e III

**Tabella 3 – Riepilogo stato di fatto impianto biogas**

## 2.3 CAMPAGNA DI MONITORAGGIO BIOGAS

Il monitoraggio delle emissioni diffuse da discarica è stato effettuato in data 13/04/2018 in 17 punti distribuiti sul Lotto I ed in 29 punti per l'intera superficie del Lotto III.

Allo stato dei luoghi parte dei Lotti 1 e 3, ed interamente il Lotto 2, risultano coperti da telo per le operazioni di capping, pertanto tali superfici non sono state oggetto di monitoraggio.

Il numero dei punti minimo di monitoraggio è stato calcolato mediante la seguente formula (UK Environment Agency, "Guidance on monitoring landfill gas surface emissions"), valida per superfici superiori a 5000 mq:

$$n = 6 + 0.15 \sqrt{Z}$$

dove Z rappresenta l'area in mq.

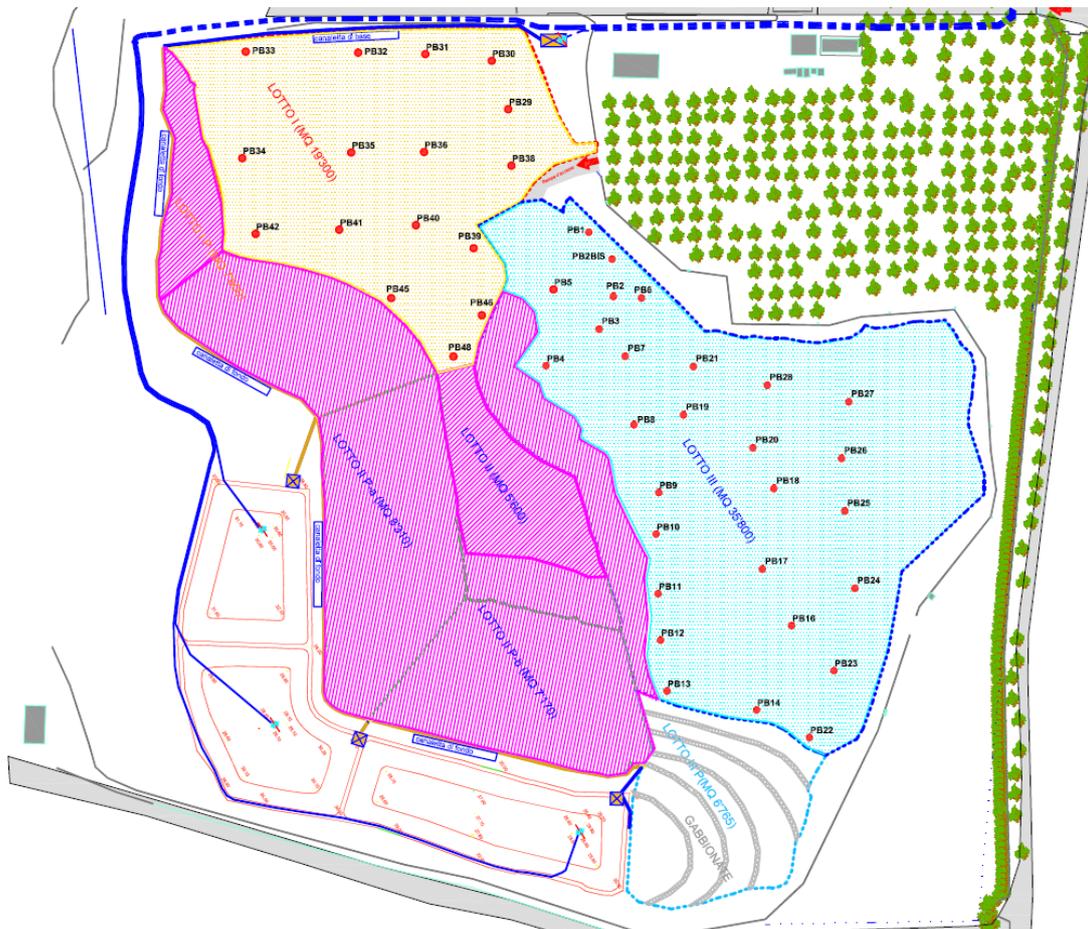


Figura 2 – Planimetria punti di monitoraggio biogas 13/04/2018

Al fine di verificare eventuali emissioni fuggitive lungo il perimetro della discarica è stata eseguita inizialmente una operazione di WALKOVER mediante la sonda del modulo F.I.D. con annesso detector a celle elettrolitiche. Lungo il perimetro infatti non è stato possibile eseguire il monitoraggio con Land-box in quanto la superficie della discarica si presentava particolarmente irregolare.

Di seguito si riporta il percorso eseguito lungo il perimetro in fase di WALKOVER con definizione dei tratti a maggior emissività (Figura 3).



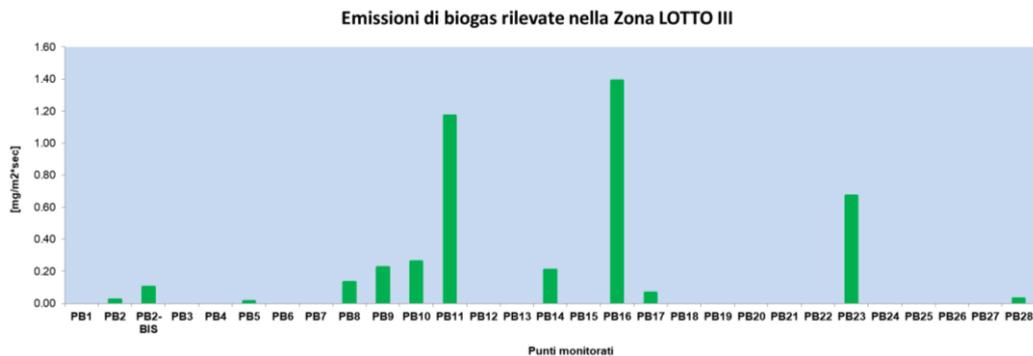
**Figura 3 - Percorso di WALKOVER con individuazione dei tratti a maggior emissività (in verde 10 ppm; in viola 100 ppm)**

Sulla scorta dei dati rilevati nella campagna del 13 Aprile 2018 e note le relative estensioni superficiali, si è proceduto al calcolo dei flussi del biogas di ogni zona ottenendo i dati riportati di seguito.

### 2.3.1 Zona di monitoraggio "lotto I"

Nella zona di monitoraggio Lotto I, durante la campagna eseguita, le emissioni puntuali sono di bassa entità (ved. Allegato). I valori risultano tutti al di sotto di  $0,1 \text{ mg/m}^2\cdot\text{sec}$ ; il flusso complessivo è risultato pari a  $135.25 \text{ mg/m}^2\cdot\text{sec}$  equivalenti a  $11.69 \text{ kg/giorno}$ .

Nella zona di monitoraggio Lotto III, durante la campagna eseguita, le emissioni puntuali sono di medio-bassa entità (Figura 4). I valori risultano tutti al di sotto di  $0,1 \text{ mg/m}^2\cdot\text{sec}$  ad eccezione di 8 punti: PB2-BIS, PB8, PB9, PB10, PB11, PB14, PB16, e PB23 il cui flusso è risultato rispettivamente pari a  $0.1033, 0.1346, 0.2251, 0.2641, 1.1730, 0.2098, 1.3924$  e  $0.6742 \text{ mg/m}^2\cdot\text{sec}$ . Il flusso complessivo è risultato pari a  $4667.28 \text{ mg/m}^2\cdot\text{sec}$  equivalenti a  $403.25 \text{ kg/giorno}$ .



**Figura 4 - Confronto flussi emissivi di biogas relativi alla zona Lotto III**

In definitiva, in base alla superficie rilevata di ciascun lotto monitorato e sulla scorta dei dati dei flussi massici emissivi registrati durante la campagna di monitoraggio del 13 Aprile 2018, si è potuto calcolare il dato quantitativo giornaliero di biogas emesso dalle varie zone della copertura sommitale della discarica, ottenendo rispettivamente:

- Lotto I: 11.69 Kg biogas/giorno;
- Lotto III: 403.25 Kg biogas/giorno

La quantità giornaliera di biogas emessa complessivamente dalla copertura sommitale dell'intero corpo di discarica (Lotto I + Lotto III) è risultata pari a ca. 414.94 kg/d, di cui il 97% imputato al Lotto III.

La presenza di punti ad emissione significativa nel lotto III in aree in cui sono presenti pochi pozzi di captazione di biogas (vedi figura seguente) rende necessaria la realizzazione di nuovi pozzi. In particolare, sono n.2 i punti di monitoraggio con flussi emissivi elevati, pari a ca. 1,17 e 1,4 mg/m<sup>2</sup>\*sec (rispettivamente PB11 e PB16).



**Figura 5 – Planimetria con ubicazione dei punti emissivi di biogas in giallo, dei punti di monitoraggio biogas in ciano ed in rosso i pozzi di captazione biogas**

Alla luce di tali considerazioni verranno realizzati n.3 pozzi di captazione, tra PB11 e PB16 (Figura 6), come descritto più dettagliatamente nel prossimo capitolo.



**Figura 6 – Planimetria con ubicazione nuovi pozzi di captazione biogas (in giallo)**

## **2.4 OPERE DA REALIZZARE**

In conseguenza di quanto emerso dal monitoraggio di biogas del 13/04/2018 (punti ubicati nel lotto III con emissioni non trascurabili) si prevede di:

- realizzare n.3 nuovi pozzi di biogas nel lotto III;
- integrare la rete esistente di trasporto di biogas;
- potenziare la capacità estrattiva dell'attuale stazione di regolazione;
- sostituire l'attuale torcia mobile con una centrale di combustione fissa ad alta temperatura;
- installare un sistema di analisi del biogas a monte della torcia.

Nei seguenti paragrafi verranno descritti nel dettaglio i suddetti aspetti.

### **2.4.1 Stima della portata di aspirazione**

Al fine di dimensionare correttamente il sistema di aspirazione del biogas è necessario determinare la portata di aspirazione da ciascun pozzo di biogas e complessivamente dall'intera discarica.

Per effettuare tale calcolo bisognerebbe disporre delle misure di portata dai pozzi esistenti alle quali poi aggiungere la stima delle portate di aspirazione dei n.3 pozzi nuovi da realizzare.

In assenza delle misure esistenti, per via della mancanza un sistema di rilevazione delle portate e della pressione sull'attuale linea di aspirazione, è stata effettuata una stima della portata di aspirazione dai pozzi di captazione del biogas partendo dalla portata di biogas prodotta dai lotti di discarica (stimata mediante GasSim), dalla composizione del biogas teorica (50% di CH<sub>4</sub>), dallo spessore medio dei rifiuti (da ultimo rilievo topografico) e dalla densità media di compattazione del rifiuto.

Come già descritto precedentemente, il numero di pozzi esistenti è n.10 nel lotto I, n.17 nel lotto II, n.23 lotto III. A questi si aggiungeranno n.3 nuovi pozzi nel lotto III di diametro 250 mm.

Di seguito si riportano i dati utilizzati per la stima delle portate di aspirazione.

ID lotto	Superficie (m <sup>2</sup> )	Qbiogas (m <sup>3</sup> /h) (da GasSim)	QCH4 (m <sup>3</sup> /h)	flusso CH4 prodotto (m <sup>3</sup> /(d*t))	R (m)	r (m)	spessore rifiuti medio (m)	densità rifiuto (t/m <sup>3</sup> )	Qbiogas da cad. pozzo (m <sup>3</sup> /h)	n.pozzi	Qbiogas tot (m <sup>3</sup> /h)
lotto III	31000	250	125	0,0028	20	0,13	40	0,9	10,45	23+3	272
lotto II	5600	139	69,5	0,0022	20	0,13	50	0,9	10,39	17	177
lotto I	19000	129	64,5	0,0015	20	0,13	50	0,9	6,97	10	70
<b>TOTALE</b>											<b>518</b>

**Tabella 4 – Calcolo portata di aspirazione**

Complessivamente la portata di aspirazione del biogas di discarica è pari a **518 m<sup>3</sup>/h**.

Tale portata coincide con la produzione di biogas stimata mediante GasSim nel 2018, ciò vuol dire che il numero di pozzi esistenti e di nuova realizzazione risultano sufficienti ad aspirare tutto il biogas teorico della discarica.

## **2.4.2 Realizzazione nuovi pozzi ed integrazione della rete esistente di trasporto biogas**

### **2.4.2.1 Pozzi biogas**

I pozzi di captazione saranno realizzati tramite trivellazione verticale nel rifiuto e la loro distribuzione sul piano discarica è stabilita in funzione del raggio di influenza, legato a sua volta dalla necessità di ottimizzare il sistema di captazione, riducendo la fuga delle emissioni di biogas e la possibilità di infiltrazioni di ossigeno nella discarica (ved. paragrafo precedente).

L'ubicazione dei nuovi pozzi è riportata nella l'elaborato EG. 5.2.

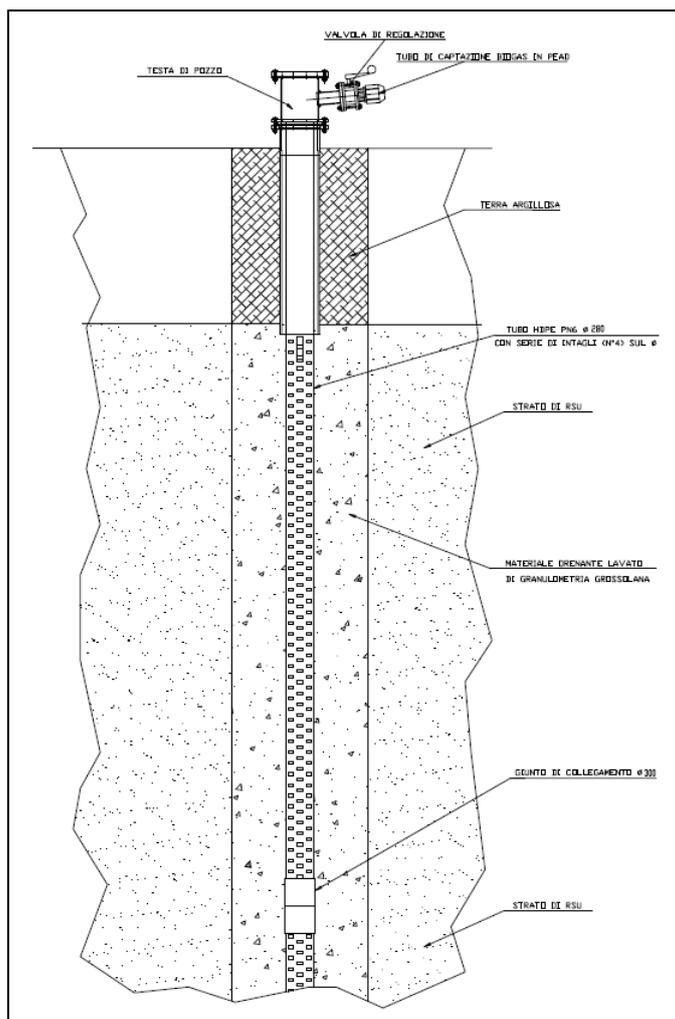
I nuovi pozzi previsti (n.3) verranno realizzati con inserimento nel corpo discarica di una colonna drenante attestata a 12 m circa dal fondo vasca (profondità pozzo a ca. **30 m da p.c.**) e con la posa di sonde di diametro DN250, con i criteri costruttivi illustrati nella l'elaborato EG. 5.3 e che di seguito si indicano sommariamente:

- realizzazione di una colonna drenante del diametro esterno di **1 metro** formata da una gabbia di rete elettrosaldata riempita di ghiaia prevalentemente silicea tra contenimento esterno esonda interna, che viene prolungata in elevazione mano a mano che sale il livello dei rifiuti;
- posa, centralmente al pozzo, di una sonda finestrata in polietilene DN 250 con tronco terminale cieco e testa pozzo
- sigillatura di testa pozzo con argilla.

Il diametro della sonda interna del pozzo (in polietilene), di circa **250 mm**, deriva da un compromesso costruttivo, in quanto sonde più piccole (ad esempio 200 mm) sarebbero più che sufficienti per la estrazione del gas, tuttavia presentano una minore resistenza meccanica per cui possono subire deformazioni tali da compromettere la funzionalità del pozzo (strozzature) o da non permettere l'inserimento e l'estrazione di eventuali pompe del percolato che dovessero risultare necessarie.

Il raggio di influenza teorico medio di ogni pozzo è di circa **20 m**, per cui i pozzi sono mediamente posizionati a distanze di circa 25 m tra loro in modo da creare una certa sovrapposizione.

Nell'elaborato EG. 5.2, oltre al posizionamento dei pozzi, viene riportato il possibile raggio di influenza teorico di captazione del pozzo, di utile indirizzo per la visione della copertura del settore dalla rete di captazione.



**Figura 7 – Schema costruttivo pozzo biogas**

Sopra la ghiaia dell'intercapedine sarà posato un disco di materiale HDPE oppure del geotessuto prima della posa dell'argilla; tale strato dovrà costituire una adeguata protezione allo sprofondamento della argilla di sigillatura di testa pozzo nella ghiaia.

Dopo la posa del geotessuto va predisposta la sigillatura di testa pozzo (come riportato in l'elaborato EG. 5.3) composta da:

- argilla nell'intercapedine tra sonda e pozzo, dopo la posa del telo di intercapedine tra ghiaia ed argilla;
- stesura di una geomembrana composita bentonitica a base di bentonite sodica naturale, per tutta la larghezza di scavo, circa 1,5 m attorno alla sonda del pozzo;
- fissaggio del telo alla sonda del pozzo mediante una reggia in materiale plastico o acciaio inox, e ripresa della sigillatura con una striscia di tessuto bentonitico avvolta alla sonda;
- copertura del tutto mediante argilla di copertura e costipazione della stessa mediante battitura con compattatore meccanico vibrante.

Le teste di pozzo sono realizzate in modo tale da garantire la massima flessibilità dell'impianto.

Le teste di pozzo dovranno essere realizzate con una tubazione in HDPE DN280-S12,5 e dovranno presentare una flangia di chiusura cieca fissata tramite bulloni zincati o in acciaio inox, in diametro e numero adeguato, ed una guarnizione di tenuta, ad una flangia fissa saldata con l'estremità della testata. Ogni

flangia di chiusura dovrà essere dotata di un punto di presa libero, con valvola in PVC da 3/4", per l'effettuazione delle analisi.

Ogni testata di pozzo sarà infine dotata di derivazione in HDPE DN90, comprensiva di valvola a farfalla in PVC DN80 con comando manuale tramite leva in lega metallica e punto di presa con valvola di radice da 1/2", per il collegamento la tubazione secondaria di aspirazione del biogas per analisi.

I dettagli costruttivi sono riportati nella l'elaborato EG. 5.3.

#### **2.4.2.2 Rete trasporto biogas**

Ogni pozzo di captazione realizzato avrà una stazione di regolazione SDR, direttamente sul camino del pozzo.

Il collegamento tra la valvola di testa pozzo e la linea del camino del biogas dovrà essere effettuato tramite una tubazione flessibile in PVC plastificato antigelo e resistente alla azione dei raggi solari, internamente liscio, dotato di spirale antiurto in PVC antiabrasivo, avente caratteristiche di ottima flessibilità garantita entro il range di temperature tra -25 °C e + 55 °C, avente lunghezza idonea al caso (ved. l'elaborato EG. 5.2). Il fissaggio tra flessibile e tubazione sarà assicurato tramite fascette metalliche in acciaio tropicalizzato o acciaio inox, serie "pesante".

Le tubazioni che adducono il biogas dai 3 nuovi pozzi di captazione alla nuova condotta avranno un diametro di 50 mm mentre quest'ultima che verrà connessa alla stazione di regolazione avrà un diametro di 100 mm, garantendo una velocità di trasporto di ca. 1,5 m/s.

#### **2.4.3 Potenziamento della capacità estrattiva dell'attuale stazione di regolazione**

L'attuale stazione di regolazione è dimensionata per n.50 pozzi di captazione di biogas (n.10 lotto I, n.17 lotto II e n.23 lotto III). Con la realizzazione di n.3 nuovi pozzi di biogas si prevede il potenziamento della stazione di regolazione esistente mediante l'installazione di un nuovo aspiratore in grado sia di ottimizzare la depressione dai pozzi dei lotti I e II e sia di garantire l'aspirazione dai nuovi pozzi che si intende realizzare, per una portata complessiva di 518 m<sup>3</sup>/h.

Al fine di dimensionare il sistema di aspirazione è stato effettuato un calcolo sulle linee di estrazione biogas esistenti e sulle nuove da realizzare relativamente alle perdite di carico.

La stima delle perdite di carico da ciascun pozzo è stata determinata dalla seguente equazione:

$$\Delta P = \mu G_{tot} D \left[ R^2 \ln(R/r) + (r^2 / 2) - (R^2 / 2) \right] / 2K_s$$

Dove:

R = raggio di influenza del pozzo;

r = raggio del pozzo;

$\mu$  = viscosità assoluta del biogas;

$K_s$  = permeabilità apparente dei rifiuti;

D = densità del rifiuto;

$G_{tot}$  = flusso di biogas prodotto.

flusso CH4 prodotto (m <sup>3</sup> /(d*t))	R (m)	r (m)	densità rifiuto (t/m <sup>3</sup> )	n.pozzi	Mfactor (t/m <sup>4</sup> )	k factor (m <sup>2</sup> )	ΔP cad. pozzo (m H2O)	ΔP TOT (m H2O)
0,0028	20	0,13	0,9	26	2,0E-06	1830	0,0036	0,0932
0,0022	20	0,13	0,9	17	1,6E-06	1830	0,0029	0,0485
0,0015	20	0,13	0,9	10	2,2E-06	1830	0,0040	0,0399
TOTALE								<b>0,18</b>

**Tabella 5–Calcolo perdite di carico da pozzi**

La stima delle perdite di carico lungo le linee è stata effettuata applicando l'equazione di Darcy-Weisbach:

$$H = 0,0002 fLV^2 / d$$

con:

f= coefficiente di scabrezza (-);

L = lunghezza del tratto (m);

d = diametro della tubazione (m);

V = velocità media di flusso (m/s).

Per i lotti I e II si è considerata come lunghezza dei tratti di tubazione il percorso più lungo e come portata quella complessiva da aspirare da ciascun lotto, mentre per il lotto III si è considerata la somma di n.6 linee di lunghezza media di 100 m e come portata ca. 45 m<sup>3</sup>/h per ciascuna linea.

ID lotto	f (-)	L (m)	D (m)	V (m/s)	H (m H2O)
lotto III	0,027	600*	0,1	1,60	0,02
lotto II	0,027	160	0,2	1,56	0,0029
lotto I	0,027	380	0,1	2,47	0,034
<b>TOTALE</b>					<b>0,06</b>

<sup>(\*)</sup> somma delle lunghezze medie di ciascuna linea del lotto III

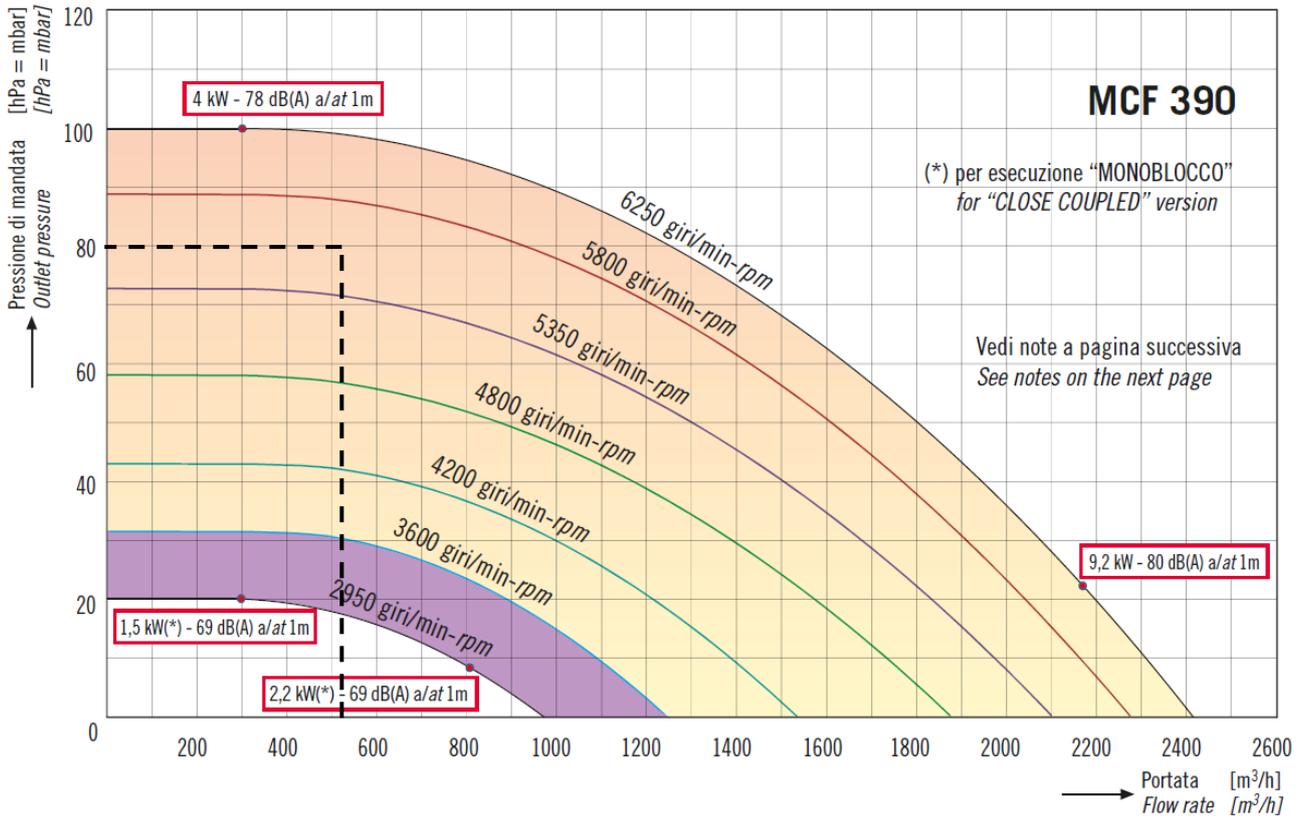
**Tabella 6 – Calcolo perdite di carico da tubazioni**

Complessivamente le perdite di carico dai pozzi e dalle tubazioni sono pari a 0,24 m di colonna d'acqua ovvero 24 mbar.

La depressione che dovrà essere indotta per aspirare il biogas è quindi di 24 mbar; tenendo conto delle perdite di carico dei sistemi di connessione, valvole, ecc., si considera una depressione complessiva di **50 mbar**.

La pressione di scarico della pompa di aspirazione che dovrà avere al fine di poter inviare il gas alla torcia sarà di ca. **80 mbar**.

In virtù di quanto sopra stimato, la pompa di aspirazione che si prevede di installare sarà un turbo aspiratore tipo MAPRO<sup>®</sup>, le cui curve caratteristiche sono sotto riportate.



**Tabella 7 – Caratteristiche turbo aspiratore tipo MAPRO®**

La potenza del turbo aspiratore sarà massimo di **4 kW**.

Lungo la linea di aspirazione verrà installato un **misuratore di portata e di pressione**.

Il misuratore di portata tipo Asametro® a flangia tarata è costituito da una flangia al cui interno vi è un organo di strozzamento attraverso il quale passa un fluido. In tal modo si genera una pressione differenziale localizzata nella zona della strozzatura proporzionale alla portata. In termini pratici l'organo di strozzamento è rappresentato da un disco con un foro calibrato (diaframma calibrato), solitamente coassiale al tubo e solidale con la flangia nella quale sono presenti i fori di presa pressione per la lettura della portata del fluido.

**2.4.4 Sistema di analisi biogas e torcia**

L'impianto sarà 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 verrà effettuato attraverso il sistema di analisi in continuo del biogas che 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.

Il sistema dovrà garantire il funzionamento in presenza di gas potenzialmente esplosivi (ATEX).

L'analizzatore sarà di tipo Baggi® con due diversi tipi di sensori presenti che vengono usati a seconda della molecola da misurare:

- Sensori nell'infrarosso non-dispersivi (NDIR)
- Sensori elettrochimici.

La figura sottostante mostra il diagramma a blocchi dello strumento.

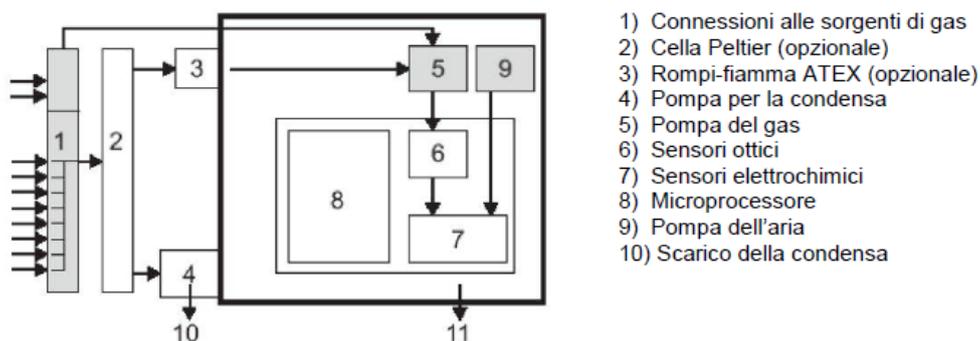


Figura 8 – Analizzatore biogas tipo Baggi®

Le molecole analizzate dallo strumento sono:

- Ammoniaca (NH<sub>3</sub>)
- Biossido di Carbonio (CO<sub>2</sub>)
- Idrogeno (H<sub>2</sub>)
- Idrogeno Solforato (H<sub>2</sub>S)
- Metano (CH<sub>4</sub>)
- Ossigeno (O<sub>2</sub>)

Intervallo di misura NDIR	
CO <sub>2</sub>	0 ... 100 Vol %
CH <sub>4</sub>	0 ... 100 Vol %
<b>Precisione</b>	1% fondo scala
Intervallo di misura elettrochimica	
O <sub>2</sub>	0 ... 25 Vol %
H <sub>2</sub> S	0 ... 50 ppm (10000 ppm con diluizione)
H <sub>2</sub>	0 ... 1000 ppm (10000 ppm con diluizione)
NH <sub>3</sub>	0 ... 100 ppm (10000 ppm con diluizione)
<b>Precisione</b>	3% fondo scala
Specifiche tecniche	
<b>Temperatura</b>	+5 ... 40 °C (40 ... 115 °F)
<b>Umidità</b>	0 ... 95% umidità relativa
<b>Classe di protezione</b>	IP44
<b>Ingressi</b>	1 x gas di calibrazione 1 x gas di azzeramento Fino a 8 gas di processo
<b>Interfacce</b>	RS 232 3 x relay Opzionali: 4 x 0 ... 20 mA or 4 ... 20 mA Ethernet Profibus Modbus
<b>Tensione di alimentazione</b>	90 ... 240 VAC, 50/60 Hz
<b>Potenza</b>	500 W (max con cella di Peltier)
<b>Dimensioni</b>	Altezza: 620 mm Larghezza: 700 mm Profondità: 215 mm
<b>Peso</b>	38 Kg

Figura 9 – Caratteristiche analizzatore di biogas tipo Baggi®

La centrale di combustione biogas ad alta temperatura sarà tipo Conveco® con le seguenti caratteristiche:

Centrale di combustione alta temperatura

- Portata: 500 mc/h
- Temp. di combustione: 850 – 1100 °C
- Ritenzione fiamma: > 0,3 sec
- Potenza di combustione: 500 - 2500 kW
- Range di combustione: 100 – 500 mc/h
- % minima di CH<sub>4</sub>: 20%
- Regolazione aria comburente: automatica

Modello su telaio completo di:

- Filtro in ingresso
- Filtro rompifiamma
- Valvola di sicurezza principale
- Valvola di sicurezza secondaria su fiamma pilota
- Torcia biogas modello HT
- Accenditore
- Sistema di visualizzazione di fiamma
- Termocoppia
- Quadro di comando
- Telaio
- Misuratore di portata

Per i dettagli costruttivi si veda l'elaborato EG. 5.4.

### **3 POTENZIAMENTO SISTEMA ESTRAZIONE PERCOLATO**

Allo stato di fatto il pozzo P1 del Lotto I ed il pozzo P2 del Lotto II risultano essere fortemente deformati, tale da non consentire la manutenzione della pompa ivi installata, rendendoli difatti inutilizzabili. Sono stati avviati dall'amministrazione i lavori di realizzazione di 2 pozzi sostitutivi situati nei pressi dei pozzi P1 e P2.

La mancata funzionalità di questi pozzi determina un elevato carico idraulico sul fondo dei diversi lotti di discarica. Per far fronte a tale problematica nel breve termine, è stata realizzata una vasca di raccolta del percolato sul lato est del fondo cava deputata ad intercettare i volumi che si accumulano nella parte bassa del corpo rifiuti.

Per ridurre il carico di percolato all'interno del corpo discarica nei Lotti I e II è necessario prevedere:

1. La realizzazione di nuovi pozzi verticali di drenaggio percolato, da perforare nel corpo rifiuti. Nelle condizioni attuali, è necessario realizzare all'interno dei lotti maggiormente critici (Lotto I e II), degli ulteriori pozzi di estrazione del percolato (n.4) a drenaggio verticale, che possono offrire una superficie di drenaggio lungo tutto lo sviluppo verticale del pozzo, ad integrazione dei 2 pozzi ri-perforati nei Lotti I e II.
2. Il miglioramento prestazionale degli emungimenti realizzando un sistema di estrazione in automatico, che attiva le pompe quando il livello di percolato sale al di sopra di una certa soglia.
3. La realizzazione di linee idrauliche per il convogliamento del percolato.
4. La realizzazione di un sistema di serbatoi di stoccaggio costituito da n.8 silos da 30 mc ciascuno.

Attraverso gli interventi previsti si può avere la ragionevole certezza di assicurare un sistema efficace, che costituisce una barriera idraulica interna al corpo discarica e mantiene il carico di percolato sufficientemente basso almeno nell'intorno delle zone più critiche. Pertanto, tra gli interventi di cui al presente progetto, è stato previsto lo svuotamento della richiamata vasca presente nella parte est del fondo cava.

Di seguito si riporta una descrizione dettagliata dell'intervento di potenziamento del sistema di estrazione del percolato previsto e dello stoccaggio dello stesso.

#### **3.1 STIMA DEL PERCOLATO PRESENTE IN DISCARICA**

La produzione del percolato varia considerevolmente nel corso delle differenti fasi che caratterizzano la vita di una discarica. In particolare durante le fasi di conferimento dei rifiuti, in funzione delle aree di rifiuti esposte alle azioni meteoriche, si hanno le maggiori produzioni di percolato dovute alle infiltrazioni d'acqua nel corpo della discarica.

Allorquando invece la discarica, al termine del conferimento di rifiuti, viene coperta con il pacchetto impermeabile di capping, la produzione di percolato dovuta all'attraversamento dell'acqua meteorica, che ne costituisce la preponderante quantità, sarà drasticamente ridotta, fino all'esaurimento che avverrà gradualmente nel corso di un certo numero di anni.

Allo stato attuale, anche a seguito di sopralluogo del 13/04/2018, non è possibile determinare l'altezza del percolato (in particolare nei Lotti I e II), e di conseguenza il volume presente nel corpo di discarica.

#### **3.2 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO E STOCCAGGIO DEL PERCOLATO**

L'intervento previsto, che consiste essenzialmente nella captazione, asportazione e successivo smaltimento del percolato di discarica, si prefigge i seguenti obiettivi:

- la riduzione della fonte primaria di contaminazione costituita dal percolato di discarica con la conseguente diminuzione dei rischi connessi alla fuoriuscita dello stesso, alla potenziale infiltrazione nel suolo e nella falda;
- la possibilità di monitorare in tempo reale il sistema e i risultati verificando la progressiva diminuzione del volume di percolato prodotto/estratto e dei valori di concentrazione degli inquinanti;
- la compatibilità e l'integrabilità con gli altri interventi previsti;
- la sostenibilità ambientale ed economica e la rapidità di esecuzione.

È del tutto evidente che la condizione idonea alla gestione di una discarica, priva di criticità e perdite, prevede un battente di percolato non superiore ai 2-3 m, condizione lontana da quella ad oggi presente.



**Figura 10 - Stato dei luoghi (13-04-2018) tra il Lotto I e II**

Obiettivo del progetto è **la rimozione del percolato in prossimità delle due aree critiche rilevate nel corso delle indagini** per evitare:

1. il ruscellamento di percolato dal lotto II verso il lotto I;
2. la perdurante percolazione nella zona tra il Lotto II e III.

I sistemi di drenaggio del percolato realizzati nel lotto I, II e III sono di tipo verticale. I pozzi di emungimento già presenti nel lotto I e II sono deformati e non più utilizzabili.

Pertanto, riconoscendo l'esigenza di dover incominciare a ridurre nel modo più efficace il percolato, si dovranno realizzare 4 nuovi pozzi a **drenaggio verticale** in grado di ridurre nel loro intorno il livello di percolato secondo i parametri di progetto riportati nei seguenti paragrafi.

Dei 4 nuovi pozzi, n.3 saranno realizzati nel Lotto II e n.1 nel Lotto I.

Per quanto riguarda i nuovi pozzi in sostituzione di quelli esistenti, i lavori di realizzazione sono stati già affidati, per cui sarà necessario solo il loro allestimento.

### **3.2.1 Impianto di raccolta del percolato**

Il progetto prevede la realizzazione di n.4 pozzi di drenaggio verticali di cui n.1 ubicato nel lotto I e n.3 nel lotto II, realizzati anche nelle vicinanze dei due pozzi esistenti e ad integrazione degli stessi.

Al momento della realizzazione di questo progetto esecutivo, l'Amministrazione ha affidato i lavori per la realizzazione di due pozzi, da attrezzare per l'estrazione del percolato, in sostituzione, rispettivamente, del pozzo P1 del Lotto I e del pozzo P2 del Lotto II.

Di conseguenza, il dimensionamento del sistema di estrazione del percolato è stato dimensionato per n.6 pozzi.

Il sistema produrrà una depressione idraulica con gradiente verso l'interno dei pozzi che farà confluire il percolato al loro interno e consentirà inoltre, di monitorare il livello di percolato e quindi le quantità ancora presenti nel corpo della discarica.

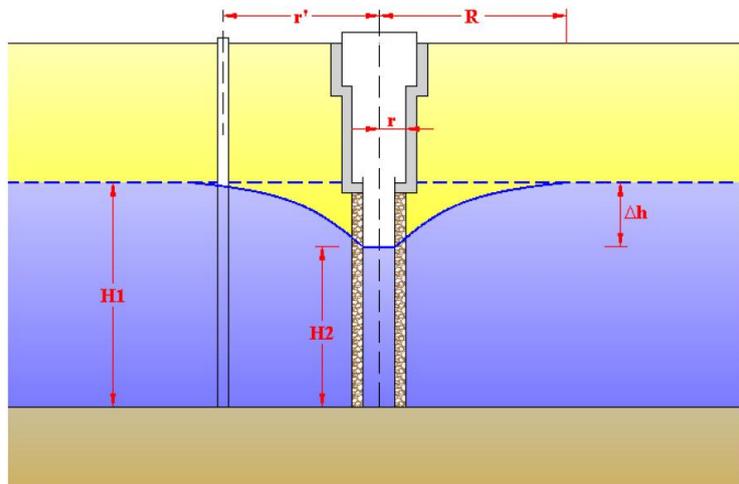
L'obiettivo è quello di ridurre l'altezza di percolato nei Lotti I e II per evitare sia il ruscellamento superficiale, sia la migrazione del percolato oltre l'argine di separazione tra il Lotto I e II e il Lotto III.

Allo stato delle conoscenze non è possibile determinare l'altezza di percolato.

Mentre i nuovi pozzi sostitutivi del P1 e del P2 hanno la funzione di ripristinare l'estrazione di percolato, i nuovi 4 pozzi del percolato da realizzare, avranno funzione di vera e propria barriera idraulica, atta a minimizzare la fuoriuscita del percolato e l'infiltrazione verso il Lotto III.

La portata di emungimento per i pozzi del lotto I e II è *stimata* mediante la formula di Dupuit per acquiferi freatici, di seguito riportata:

$$K = \frac{Q}{\pi} \frac{\ln\left(\frac{R}{r}\right)}{(H_1^2 - H_2^2)} \text{ (m/s)}$$



**Figura 11 - Formula di Dupuit per sistemi freatici**

dove:

k = permeabilità dei rifiuti, posta pari a 2.5E-05 m/s, valore ricavato da esperienze su siti analoghi;

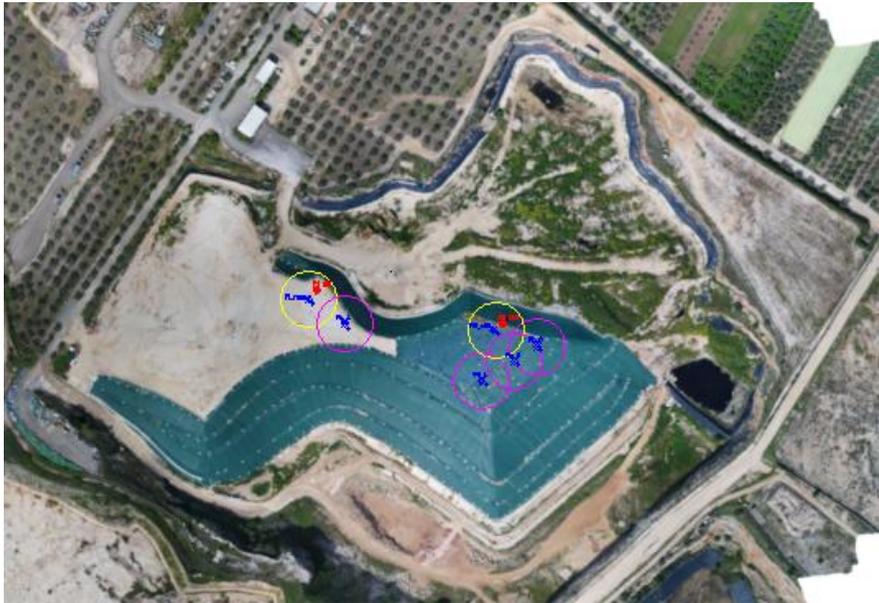
H1 = altezza del percolato pari a 50 m (s.l.m.);

H2 = altezza del percolato da raggiungere ovvero 49 m (s.l.m.);

R = raggio di influenza del pozzo pari a 40 m;

r = raggio del pozzo pari a 0,40 m.

Si ottiene così che la **portata di emungimento massima per ciascun pozzo è di 2 l/s**.



**Figura 12 - localizzazione dei pozzi di emungimento del percolato e raggi di influenza della barriera idraulica realizzata nei Lotti I e II**

Il sistema di drenaggio e stoccaggio del percolato in particolare prevede:

- la realizzazione e l'allestimento di n.4 pozzi di drenaggio (n. 1 nel lotto I e n.3 nel lotto II), posizionati come rappresentato nella EG. 5.5 Pozzi percolato;
- l'allestimento dei nuovi P1 e P2 già realizzati, per l'estrazione del percolato;
- l'installazione nei singoli pozzi di elettropompe centrifughe sommergibili ATEX, per l'estrazione del percolato;
- la realizzazione di linee idrauliche per il convogliamento del percolato;
- la realizzazione di un sistema di stoccaggio costituito da serbatoi fuori terra.

<b>Lotti</b>	<b>Pozzi (n.)</b>	<b>Stima dei volumi di percolato rimossi (mc/h)</b>
Lotto I	1 + P1_new	14.4
Lotto II	3 + P2_new	28.8
Tot.	6	43.2

**Tabella 8 - stima dei volumi di percolato rimossi**

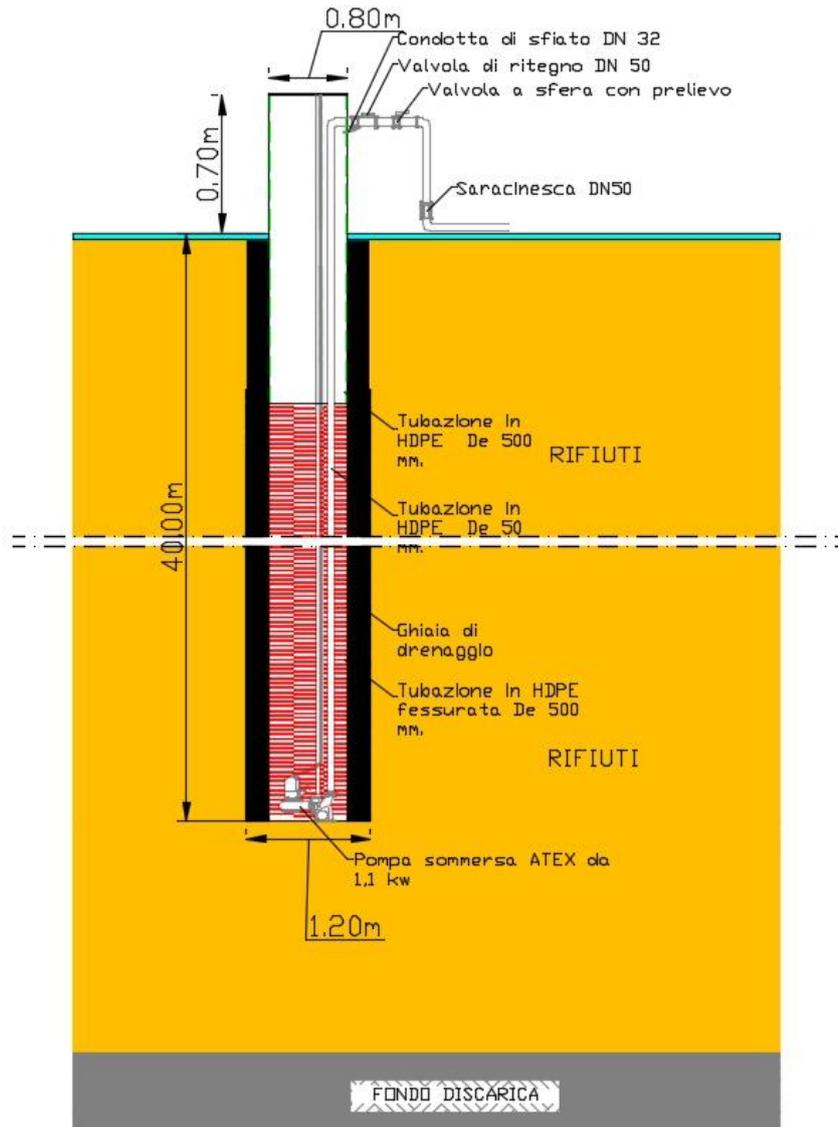
### **3.2.2 Pozzi di drenaggio verticali**

Il sistema di estrazione del percolato dalla massa dei rifiuti del lotto I e II prevede l'installazione di n. 4 pozzi per il drenaggio del percolato in corrispondenza dei diversi strati di rifiuto: 3 pozzi drenanti nel Lotto II e 1 nel Lotto I.

Il foro verrà realizzato con il metodo a rotazione a secco con distruzione di nucleo mediante l'impiego di una trivella ad elica di diametro **1200 mm** oppure tramite sonda bucket, a valle del quale il pozzo sarà immediatamente completato evitando di lasciarlo aperto. Il pozzo sarà costruito mediante la messa in opera di un tubo in HDPE dal diametro di 800 mm e PN 10, spessore > 40 mm e PN 10 in parte fessurato, e

completato con la realizzazione di un dreno tra il tubo e la parete del foro costituito da ghiaia con pezzatura di 30÷50 mm, a basso contenuto calcareo, per tutta la lunghezza del tratto forato.

Non avendo informazioni di dettaglio sulle quote di fondo discarica, prudenzialmente si realizzerà la base dei pozzi a ca. **40 m dal piano campagna**, ad altezza tale da evitare di compromettere il sistema di chiusura di base del bacino di discarica, garantendo un **marginale di 17 m da quota fondo**; il tubo sarà fessurato per il tratto inserito nello spessore dei rifiuti. Il tubo non fessurato uscirà di circa 60 cm dal corpo discarica, compreso il pacchetto di chiusura, e sarà protetto da un coperchio metallico, o in alternativa in HDPE, a tenuta ermetica. Nella seguente figura si riportano le caratteristiche costruttive dei pozzi di drenaggio.



**Figura 13 - Particolari costruttivi del pozzo di drenaggio**

Si provvederà, con idonei elementi di giunzione, a prolungare l'altezza del pozzo esistente per portare la quota della testa del pozzo a circa 60 cm dal corpo discarica compreso il pacchetto di chiusura.

Le teste pozzo saranno sigillate con triplice strato di materiali impermeabili (argilla - bentonite - argilla): il sistema così costruito garantirà l'assoluta impermeabilità sia dal basso in alto che viceversa.

Di seguito si riportano le caratteristiche minime che dovranno avere i materiali e gli elementi utilizzati per la formazione dei pozzi:

- Il sistema interno di drenaggio sarà realizzato con ghiaia di drenaggio selezionata con le seguenti caratteristiche minime:
  - Contenuto di fine (passante al vaglio 200 ASTM) assente;
  - Dimensioni dei grani comprese tra 30 e 50 mm;
  - Contenuto di carbonati inferiore al 5%.
- Le teste pozzo saranno realizzate in HDPE (UNI 7612), con le seguenti caratteristiche geometriche minime:
  - Diametro esterno: 829,7 mm;
  - Diametro interno: 800,0 mm;
  - Spessore: 29,7 mm (corrispondente a PN 10).
- Il tratto fessurato sarà realizzato in HDPE (UNI 7612), con le seguenti caratteristiche geometriche minime:
  - Diametro esterno: 829,7 mm;
  - Diametro interno: 800,0 mm;
  - Spessore: 29,7 mm (corrispondente a PN 10);
  - Larghezza fessure:  $\geq 10.00$  mm;
  - Passo fessure:  $\geq 60.00$  mm;
  - Disposizione delle fessure: su tutto lo sviluppo (360°);
  - Incidenza superficie libera:  $\geq 5\%$ .
- Le eventuali giunzioni delle sonde fessurate saranno eseguite a mezzo manicotti meccanici o saldature per termo fusione in grado di sostenere il peso della sonda durante la posa in opera.

L'impianto di raccolta del percolato avrà poi le seguenti caratteristiche costruttive:

- condotta in HDPE DN 50 mm da testa pozzo sino a pompa sommersa di rilancio percolato;
- pompa sommersa tipo Flygt BIBO 2075.590 ST;
- valvola di ritegno DN 50;
- condotta di sfiato DN 32 per lo svuotamento dell'aria presente sul tratto di condotta dalla testa di pozzo alla valvola di ritegno e necessario per impedire il blocco della valvola di ritegno stessa;
- condotte di adduzione in uscita dai pozzi in HDPE DN 50 mm PN 10.
- condotta di adduzione in entrata al pezzo speciale (che collega la dorsale) in HDPE DN 50mmPN 10.

### **3.2.3 Pompe di sollevamento percolato**

Le pompe avranno le seguenti caratteristiche generali:

- adatte a pompaggio di liquidi aggressivi tipo il percolato;
- funzionamento automatico, senza controlli esterni, con azionamento regolato internamente dal livello del fluido mediante un galleggiante (o sensori di livello);
- dotate di girante con trituratore, in grado di sminuzzare in piccole particelle i corpi solidi eventualmente aspirati;

- ingresso del fluido dalla base, cioè aspirazione dal basso.

Le pompe saranno installate sul fondo del pozzo e saranno comandate da un trasduttore di pressione sommergibile che, misurando il livello di percolato all'interno del pozzo, ne controlla l'accensione e lo spegnimento.

Sarà settato inoltre un terzo livello che serve a dare l'allarme in caso di livello troppo alto del percolato, sintomo che la pompa non è in funzione. Il livello di minimo permette di mantenere la girante sempre immersa da liquido per evitare surriscaldamenti, mentre quello di massimo sarà regolato per limitare gli attacca-stacca della pompa.

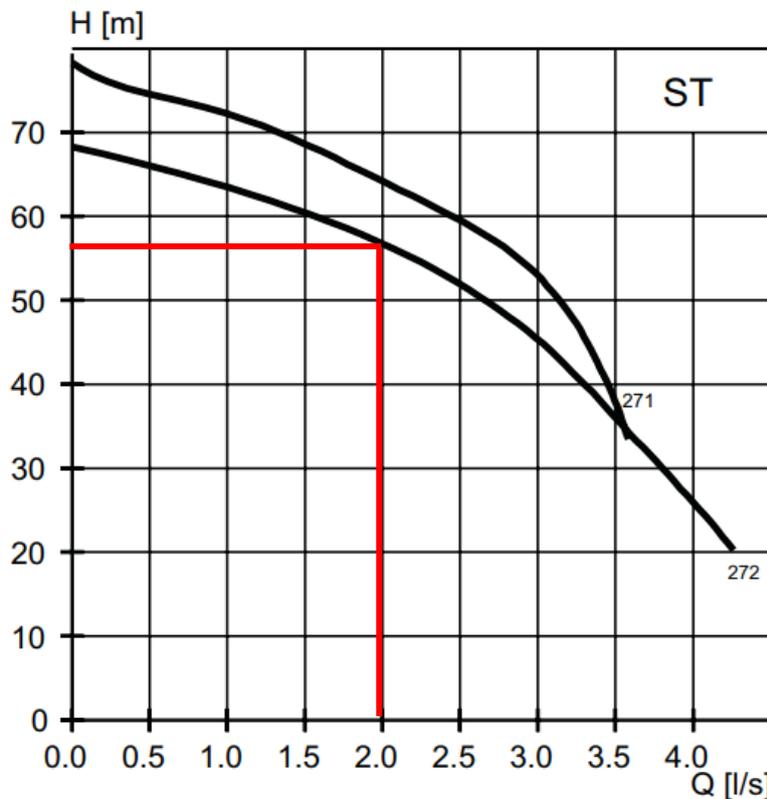
Proprio per far fronte a questo problema, saranno installate pompe tipo Flygt BIBO 2075.590 ST Antideflagrante Approvata EEX de IIB T3 o similare, potenza di 5,5 KW, portata 2.0 L/s ad una prevalenza H=58 m.

Tali caratteristiche, oltre a non alterare l'operatività delle pompe, ne prolungano la vita, permettono di ottimizzare le sezioni dei cavi elettrici, ridurre l'impiego di energia elettrica ed avere un minor diametro delle condotte del percolato.

Dotate di girante con tritatore, esse sono in grado di sminuzzare eventuali corpi solidi in sospensione. Il passaggio della griglia è di 8x8 mm.

k (m/s)	H1 (m slm)	H2 (m slm)	r	R	ln(R/r)	Qmax (mc/s)	ΔH (m)
2.5E-05	50	48	0.4	40	4.61	0.002	58

**Tabella 9 - Tabella di calcolo delle portate per il lotto I e II**



**Figura 14 - Curve di portata-prevalenza tipo Flygt BIBO 2075.590 ST: in rosso la curva relativa ai pozzi del Lotto I e II**

Tali caratteristiche, oltre a non alterare l'operatività delle pompe, ne prolungano la vita, permettono di ottimizzare le sezioni dei cavi elettrici, ridurre l'impiego di energia elettrica ed avere un minor diametro delle condotte del percolato.

In fase di esercizio si potrà verificare la possibilità di avere tempi differenziati di esaurimento, ovvero di diminuzione differenziata, fra pozzo e pozzo, dei valori di portata del percolato intercettato.

Per il montaggio delle elettropompe ATEX di marca Flyght saranno utilizzati tubi PVC speciale Ø 76 mm in barre da 3 mt con manicotti a filetto quadro.

Per riportare in asse la mandata dell'elettropompa con la tubazione di PVC speciale e farle coincidere al centro pozzo, sarà utilizzata raccorderia in acciaio inox 304.

Tutti i cavi saranno fascettati lungo la tubazione di mandata in PVC speciale con un robusto nastro adesivo.

### **3.2.4 Linee idrauliche di recapito percolato**

Alla mandata della pompa sarà collegato un tubo in HDPE PN 10 che, risalendo nel pozzo di raccolta, esce da questo attraverso una giunzione elettrosaldata.

La testa del pozzo sarà costituita da una grossa lamiera di chiusura in acciaio inox 304 opportunamente rinforzata e forata per il passaggio della tubazione e dei cavi elettrici.

In testa sulla biforcazione a T saranno montate la valvola di sfiato, la valvola di ritegno a palla e il raccordo della tubazione in HDPE Ø 40 che convoglierà il percolato al punto di raccordo con gli altri 6 pozzi, per il collegamento con l'area di stoccaggio in prossimità della recinzione a ridosso della discarica.

Per limitare il raggio d'ingombro dell'impiantistica attorno alle teste pozzo, si installeranno saracinesca e valvola di non ritorno direttamente sulla tubazione in HDPE discendente dall'esterno del pozzo stesso, soluzione da preferire al loro alloggiamento all'interno di pozzetto interrato scomodo da raggiungere e la cui apertura può essere resa difficoltosa dalla vegetazione. Tale posizionamento, inoltre, rende le valvole più facilmente accessibili, facilitando le operazioni di un eventuale sezionamento del pozzo e le operazioni di manutenzione.

Per evitare che la valvola di ritegno non si apra, a causa della formazione di aria o dell'eventuale presenza di biogas all'interno della tubazione che, comprimendosi, non ne consente l'apertura, si staccherà dal tubo uno sfiato, costituito da un tubo in HDPE di diametro esterno DN 32 mm, che rientra nel pozzo di raccolta nel quale riverserà in continuo una minima parte del percolato captato, con ciò impedendo fuori uscita dal pozzo di aria o biogas.

Sempre sulle tubazioni in uscita dai pozzi verranno installate delle prese a rubinetto per campionare il percolato estratto. Per interdire le operazioni a persone non autorizzate, le teste pozzo verranno protette con prolunghe per pozzetti prefabbricate di dimensioni interne pari a 150 x 100 x h 95 cm che saranno chiuse in sommità con un grigliato lucchettato.

La rete idraulica di convogliamento percolato sarà posata, affiancata dai due tubi corrugati degli impianti elettrici, con due diverse modalità sull'area interessata da capping, pertanto le tubazioni saranno ricoperte con sabbia fino al raggiungimento dei 25 cm di spessore, per poi essere ricoperte da 25 cm di terreno vegetale.

Il piano di posa delle tubazioni sarà comunque preliminarmente regolarizzato e privo di trovanti che possano danneggiare le tubazioni successivamente posate. La tubazione sarà accuratamente resa tracciabile mediante nastro di segnalazione azzurro. I tubi saranno posati in modo da evitare la realizzazione di curve o

bruschi cambi di direzione; tutti i giunti a gomito e a T dovranno essere realizzati esclusivamente con pezzi preformati mediante giunzione testa-testa.

Da ciascun pozzo di emungimento partirà il collettore del percolato in tubo HDPE PN 10 interrato di diametro esterno Ø 40 mm fino a raccordarsi alla dorsale di raccolta da realizzare, ad una distanza massima di circa 200 m.

Le linee di adduzione del percolato dai 6 pozzi, convergeranno in un pozzetto in cls interrato di dimensioni esterne 50x50 che ospitano le saracinesche di intercettazione dei rami che si congiungono alla dorsale che a sua volta confluisce nei serbatoi di raccolta, realizzati lungo il margine orientale del Lotto III (ved. EG. 5.5 Pozzi percolato).

Per monitorare le linee di adduzione del percolato e rilevarne eventuali perdite, verrà installato sulla tubazione in uscita da ciascun pozzo un contaltri volumetrico meccanico che ne misuri la portata. Tali singole portate potranno poi essere confrontate con la portata contabilizzata dal misuratore in ingresso ai serbatoi di stoccaggio.

### **3.2.5 Sistema di controllo pompaggio percolato**

La gestione ed il controllo di tutti gli impianti previsti in discarica dovrà essere gestito da apparecchiature elettriche ed elettroniche, facenti capo ad un sistema di tele gestione. L'impianto di drenaggio e accumulo del percolato sarà monitorato ed azionato mediante un sistema di telecontrollo che verificherà e permetterà di gestire:

- a. Funzionamento pompe percolato
- b. Livello percolato all'interno dei pozzi

Il sistema è costituito da un dispositivo di telegestione che integra, mediante l'utilizzo di supporti informatici, la conduzione di impianti a distanza, manutenzione ordinaria e straordinaria ed analisi/statistica dell'andamento generale dell'impianto. Saranno installati:

- N.6 postazioni di misura, alimentate a 220Vac complete di sottosistema di ricetrasmisione dati a distanza via GPRS;
- n.1 centrale di raccolta dati.

Ogni postazione di misura è costituita da:

- Sistema di acquisizione, elaborazione, archiviazione dei dati provenienti dai sensori di misura collegati e ricetrasmisione dei dati mediante modulo di comunicazione GPRS;
- Sistema di trasmissione dati GPRS che consenta mediante protocolli standard TCP/IP il trasferimento dei dati su un'area FTP protetta e permetta la teleprogrammazione e la telediagnosi delle postazioni remote mediante browser internet;
- Sensore di pressione per la determinazione del livello del percolato nel pozzo: Una sonda piezoresistiva atex sarà posizionata alla estremità superiore dell'elettropompa, mentre un galleggiante a pera ATEX sarà installato a circa 3 metri dalla stessa. La sonda piezoresistiva sarà installata all'interno di un tubo in polietilene Ø 40 al fine di garantirne la sua estraibilità per la manutenzione indipendentemente dal resto dell'impianto.
- Quadro stagno di alloggiamento del sistema di acquisizione e trasmissione dati;
- Struttura di supporto e fissaggio (paleria, carpenteria,) per il quadro di alloggiamento datalogger, per il sistema di alimentazione e per il collegamento e montaggio delle sonde

Attraverso tali sensori sarà possibile monitorare e comandare i sistemi impiantistici principali direttamente su portale web da qualunque posizione di lavoro. Tali strumenti permetteranno, tramite apposita centralina e sonde ad immersione installate all'interno di ciascun pozzo di sollevamento, di valutare i seguenti aspetti tecnici essenziali:

- a. Portata percolato verso i serbatoi di stoccaggio
- b. Livello percolato pozzi (con logica di funzionamento)

Di conseguenza sarà possibile verificare in continuo gli allarmi di seguito riportati, derivanti da anomalie degli impianti stessi:

- a. Mancato funzionamento pompe di prelievo percolato;
- b. Allarme livello troppo alto in pozzi percolato;

Saranno installati due quadri elettrici, in zona non ATEX, contenenti tutte le apparecchiature per l'avviamento protezione e telecontrollo delle elettropompe: un quadro a servizio delle 3 elettropompe costituenti la barriera idraulica, il secondo quadro a servizio delle altre 3 elettropompe.

Il percolato che arriva dal lotto I e II sarà convogliato, sul lato libero della discarica in serbatoi di stoccaggio disposti lungo il margine orientale del Lotto III. Le dorsali in HDPE PN 10 DN 40 provenienti dai lotti I e II, attraverso pezzi speciali, saranno collegate ad una condotta in HDPE DN90 (diametro interno 80 mm) che alimenta, fuori terra, i serbatoi di accumulo. Su questa condotta sarà installato un misuratore di portata per contabilizzare il percolato prodotto e stoccato.

Le attuali linee di adduzione percolato provenienti dai sistemi già attivi nel Lotto III dovranno essere prolungate fino ai serbatoi di nuova realizzazione.

### **3.2.6 Serbatoi di stoccaggio percolato**

I serbatoi di stoccaggio, già riportati nel Progetto Definitivo, hanno le seguenti caratteristiche:

- n.8 silos da 30mc ciascuno (tipo Selip D=2200mm; H=8700mm);
- volume complessivo di stoccaggio di **240 mc**;
- alloggiati all'interno di un bacino di contenimento realizzato in calcestruzzo armato;
- rivestimento interno del bacino con applicazione di resine epossidiche impermeabilizzanti.

L'ingombro finale in pianta è pari a  $23.5 \text{ m} \times 6 \text{ m} = 141 \text{ m}^2$ .

Gli otto serbatoi di stoccaggio (dimensioni tipo  $D = 2.2 \text{ m}$ ;  $H = 8.7 \text{ m}$ ), saranno installati all'interno di una vasca in cemento armato, di altezza 2,2 m, rivestita internamente con applicazione di resine epossidiche impermeabilizzanti, atta a contenere un volume di liquido pari alla capacità totale degli 8 serbatoi ovvero 240 mc oltre il 10% del volume stoccato, per una volumetria complessiva di **300 mc** (come da progetto definitivo). Preliminarmente alla realizzazione del basamento si realizzerà uno strato di magrone, avente spessore almeno pari a 10 cm, la base della vasca sarà posizionata in terra per un totale di scavo di 0,5 m (per i dettagli si rimanda alla EG. 5.6 - Serbatoi percolato).

### **3.2.7 Gestione dei rifiuti**

Rifiuti estratti per la realizzazione dei pozzi

Il presente paragrafo ha lo scopo di illustrare la modalità operativa in progetto, nell'opera di realizzazione di n.4 pozzi di emungimento percolato, relativo sistema di pompaggio e gestione telecontrollo degli stessi, per quanto concerne le fasi di temporaneo e definitivo deposito del rifiuto scavato durante le perforazioni.

I rifiuti estratti per la realizzazione dei 4 pozzi di estrazione percolato (n.1 per il lotto I e n.3 per il lotto II) ammontano a:

- Volumi di rifiuto da realizzazione pozzi percolato = quantità lotto I + quantità lotto II =  $40 \text{ m}^3 \cdot (0,6 \cdot 0,6 \cdot 3,14) = 45 \text{ mc} \cdot 4 \text{ pozzi} = \mathbf{180 \text{ mc}}$ .

A considerazione del fatto che l'area di intervento coincide con una discarica per RSU e che il prodotto di risulta delle perforazioni è della stessa natura del restante materiale presente in loco per ovvia destinazione finale, si precisa che si opererà con tale residuo dello scavo, a seconda della fase di lavoro, in due specifiche modalità.

Considerato che l'operazione di perforazione del pozzo è concettualmente divisibile in due fasi (durante la perforazione ed a completamento del pozzo), si procederà come segue:

1. Durante la perforazione, il materiale ottenuto dalla perforazione, orientativamente quantificato in 20mc per singolo pozzo, verrà depositato lateralmente al foro di perforazione, ad una distanza di circa 3mt. Sullo stesso, verrà cosparso, a seconda delle esigenze delle maestranze dell'impresa delegata allo scavo e della logistica del cantiere nonché dello stato di decomposizione o di particolare cattivo odore generato, uno strato di tufina tale da limitare le emissioni odorigene.
2. A completamento del pozzo, ovvero a seguito delle operazioni di: perforazione fino alla quota prevista da specifica tecnica (40m dalla quota rifiuto), posizionamento di avanpozzo, posizionamento di tubo fessurato, realizzazione di filtro con inerte di cava, realizzazione di strato finale in bentonite-argilla-bentonite, chiusura del pozzo con piatto in acciaio rinforzato e forato per il passaggio delle tubazioni, verrà realizzato un rimodellamento dei rifiuti scavati e precedentemente cosparsi di tufina, attorno allo scavo fino a determinare un andamento planimetrico degradante da un massimo di 0,5m in prossimità dell'avanpozzo sporgente per una quota di 0,5m rispetto al piano rifiuto, fino alla quota delle aree circostanti. Si considera, per la quantità di rifiuti necessaria per il riempimento, un'altezza di 0.5 m e un diametro di 3.5 m, per un totale di circa 20 mc per ogni pozzo.

La quota parte rimanente di rifiuti non riutilizzabili per il modellamento dell'area di testa pozzo, pari a circa  $100 \text{ m}^3$ , verranno smaltiti come rifiuto.



**Figura 15 - schema di utilizzo dei rifiuti estratti e riutilizzati**

#### Percolato estratto durante la realizzazione dei pozzi

Durante la perforazione si prevede di estrarre almeno un volume di percolato pari a quello dei pozzi, per un totale di percolato da smaltire:

- Volume di percolato da perforazione pozzi =  $40 \text{ m}^3 \cdot (0,6 \cdot 0,6 \cdot 3,14) \cdot 4 \text{ pozzi} = \mathbf{180 \text{ mc}}$
- Quantità di percolato da perforazione pozzi =  $180 \text{ mc} \cdot 1,0 \text{ t/mc} = \mathbf{180 \text{ t}}$ .

Il percolato sarà smaltito come rifiuto.

#### Terre e rocce da scavo da realizzazione basamento serbatoi stoccaggio percolato

Le terre e rocce da scavo prodotte per la realizzazione del basamento del bacino di contenimento dei serbatoi di stoccaggio, sono relativi allo scavo per la collocazione della stessa, considerando un peso degli stessi di 1,4 tonnellate a mc, risulta:

- Volume di terre/rocce scavo vasca =  $24,1 \cdot 6,6 \cdot 0,5 = \mathbf{79,5 \text{ mc}}$
- Quantità di terre/rocce scavo vasca =  $79,5 \text{ mc} \cdot 1,4 \text{ t/mc} = \mathbf{111 \text{ t}}$ .

Le terre e rocce da scavo saranno gestite in conformità alle previsioni del DPR 120/2017 privilegiando il riutilizzo in situ.

#### **3.2.8 Vano tecnico per alloggiamento quadri elettrici ed apparecchiature elettroniche**

La gestione ed il controllo di tutti gli impianti previsti in discarica dovrà essere gestito da apparecchiature elettriche ed elettroniche, facenti capo ad un sistema di telegestione GSM. Per facilitare le operazioni in loco verrà inoltre installato un personal computer. Apposita struttura sarà realizzata per contenere le apparecchiature sopracitate, oltre che ai quadri elettrici per evitarne la manomissione ed oltremodo per motivi legati alla sicurezza di apparecchiature in tensione. Sempre all'interno del vano tecnico verranno collocati i quadri elettrici di forza motrice e segnali delle pompe.