REGIONE ABRUZZO
PROVINCIA DELL'AQUILA
Comune di Aielli

OGGETTO

AMPLIAMENTO IMPIANTO DI SELEZIONE RSU E STABILIZZAZIONE DELLA FRAZIONE ORGANICA

ENTE APPALTANTE

A.C.I.A.M. S.p.A.

Azienda Consorziale di Igiene Ambientale Marsicana

PROCEDURA

PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELLA FORNITURA, INSTALLAZIONE E MESSA IN ESERCIZIO DELL'IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA E DI UN SISTEMA DI UPGRADING PER LA PRODUZIONE DI BIOMETANO IN LOCALITA' LA STANGA - AIELLI (AQ)

EM.	DESCRIZIONE	COMPILATO	VERIFICATO	APPROVATO	DATA
3					
2					
1					Giugno 2021

RUP:
Dott. Alberto Torelli

Progettista:
Ing. Paolo Recchia

CODIFICA

COMMESSA	NORMATIVA DI RIFERIMENTO

FOGLIO 1 DI 1

A termini di legge ci riserviamo la proprieta' di questo disegno con divieto di riprodurlo o di renderlo comunque noto a terzi o a ditte concorrenti senza nostra autorizzazione scritta.

TITOLO

RELAZIONE TECNICA GENERALE

DIMENSIONI: A4

TAV. n°: a

IMPIANTO	SCALA	SCALA GRAFICA	RIF. CLIENTE
	-		

Sommario

Introduzione 4

1. Inquadramento generale 6

1.1. Inquadramento normativo biometano 6

2. Inquadramento dell'impianto e vincoli del sito 6

2.1. Localizzazione e inquadramento del sito 6

PRG 7

2.2. Vincoli del sito 7

3. Percorso autorizzativo dell'impianto 8

3.1. Lo stato autorizzativo dell'impianto 8

3.2. La proposta e le motivazioni del nuovo progetto del secondo lotto 11

4. Caratteristiche generali II stralcio: digestione anaerobica 12

4.1. Approvvigionamento: le matrici in ingresso 14

FORSU 14

Rifiuti da sfalci e potature (ligneo cellulosico) 14

4.2. Tecnologie proposte (CICLO PRODUTTIVO) descrizione del processo 15

Ricezione della FORSU 15

Pretrattamento FORSU attraverso trituratore lento, deferrizzatore e vaglio a dischi 15

4.3. Digestione anaerobica: il processo 17

Dimensionamenti 19

Sistema di estrazione digestato 20

Miscelazione (sovvallo forsu, digestato, rifiuto ligneocellulosico, sovvallo legnoso di ricircolo) e trasferimento della miscela alle biocelle per l'avvio del ciclo di compostaggio 21

Resa in biogas 21

Sistemi di sicurezza del digestore 21

4.4. Upgrading e valorizzazione del biogas prodotto dalla digestione attraverso la produzione di biometano 23

Gestione dei flussi in uscita dalla stazione di upgrading 26

Unità di misura e controllo 26

Immissione in rete del biometano 28

4.5. Cogeneratore alimentato a gas naturale per la produzione di en elettrica e termica 29

5. Bilancio di massa e di energia 31

5.1. Bilancio di massa 31

5.2. Bilancio elettrico 31

5.3. Bilancio termico 33

Introduzione

La presente relazione tecnica descrittiva si riferisce alle opere del secondo lotto dell'intervento di ampliamento dell'impianto di selezione di RSU e stabilizzazione della frazione organica di proprietà di A.C.I.A.M. S.p.A. sito in località La Stanga nel Comune di Aielli (Aq).

La Società, a prevalente capitale pubblico, ha sede ad Avezzano, ed è partecipata per il 51% da 48 Comuni della Provincia di L'Aquila e Rieti e da Comunità Montane, e per il 49% dalla Di Carlo Gestioni S.r.l, società operante nel campo dei servizi ambientali per le Pubbliche Amministrazioni.

I Comuni Soci ricadono nei distretti territoriali della Marsica, (Vallelonga, Marsica Est, Valle del Giovenco, Piana del Cavaliere, Marsica Settentrionale, Altopiano delle Rocche) Alta e Bassa Valle dell'Aterno Aquilano, Alta Valle del Salto Reatino, per un bacino complessivo di popolazione di oltre 130.000 abitanti residenti.

L'azienda opera nell'ambito di un Sistema Integrato Qualità Ambiente e Sicurezza certificato secondo ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001, ed è iscritta presso l'Albo Nazionale Gestori Ambientali nelle categorie 1, 4, 5, 8, 9.

A.C.I.A.M. S.p.A. recita un ruolo di primo piano nel territorio regionale, all'interno dello scenario operativo definito dal Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti, gestendo diversi impianti per la raccolta, lo stoccaggio, il trattamento di recupero e di smaltimento dei rifiuti urbani in ambito provinciale e regionale:

- Impianto di trattamento meccanico biologico (TMB) e di compostaggio di Aielli;
- Centro di trasbordo di Pizzoli;
- Piattaforma ecologica di Aielli;
- Centri di raccolta comunale di Celano (2);
- Centri di raccolta intercomunale di Carsoli;
- Centro di raccolta intercomunale di Lecce nei Marsi;
- Stazione ecologica di Cerchio;
- Gestione post-operativa discariche per rifiuti non pericolosi di Carsoli, Celano, Pizzoli;

ed offrendo ai Comuni Soci ed ai clienti una pluralità di servizi nel campo ambientale, quali:

- Studi, ricerche, progettazione e realizzazione di specifici impianti collegati alla sua mission;
- Sensibilizzazione e commercializzazione dei materiali recuperati e dei prodotti finali (es. compost);
- Comunicazione allo scopo di tenere aggiornate Amministrazioni e popolazione sulle proprie attività.

A.C.I.A.M. S.p.A. con il suo impianto di compostaggio di Aielli offre da anni un contributo fondamentale al soddisfacimento del fabbisogno di trattamento delle matrici organiche raccolte in maniera separata, con sistemi porta a porta, in numerosi Comuni del territorio abruzzese.

Con il presente progetto, A.C.I.A.M. S.p.A. punta a rafforzare la posizione nel settore del trattamento rifiuti ed a conseguire gli obiettivi ambientali richiesti ed auspicati dalla più recente normativa europea e nazionale.

In particolare, con il secondo lotto dei lavori di ampliamento dell'impianto di compostaggio, oltre alle opere del primo lotto in fase di ultimazione, si prevede l'installazione di un impianto di digestione anaerobica per la produzione di biogas da FORSU, di un impianto di upgrading del biogas con produzione di biometano da immettere nella rete di trasporto nazionale, e l'installazione di un cogeneratore a gas naturale per il soddisfacimento dei fabbisogni energetici elettrici e termici dell'impianto nella sua configurazione finale.

Il progetto di realizzazione del secondo stralcio funzionale dell'esistente impianto è autorizzato con provvedimento di Autorizzazione Integrata Ambientale rilasciato ai sensi dell'art. 29-nonies del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. con Determinazione della Regione Abruzzo n. DPC026/108 del 23/06/2020, nonché con provvedimento di Autorizzazione Unica ex art. 12 D.Lgs. 387/2003 rilasciato con Determinazione della Regione Abruzzo n. DPC025/317 del 30/11/2020.

La produzione di biometano a partire dalla FORSU o altri scarti organici oltre a ridurre l'impiego di combustibili di origine fossile contrasta l'emissione di gas serra naturalmente generata da fenomeni di fermentazione aerobica. La FORSU rientra a tutti gli effetti fra le matrici che danno origine a biometano avanzato, consentendo, quindi, l'accesso ai meccanismi di incentivazione di cui all'articolo 6 del D.M. c.d. *Biometano* del 02/03/2018.

La scelta di giungere alla produzione di biometano consente ad A.C.I.A.M. S.p.A. di ottenere i benefici previsti dal sistema nazionale e di conseguire rilevanti benefici di carattere ambientale migliorando l'efficienza dei processi e valorizzando totalmente il biogas prodotto evitando dissipazione di calore.

L'intervento consentirà di ottenere le necessarie economie di scala e di realizzare, quindi, un assetto impiantistico all'avanguardia dal punto di vista energetico ed ambientale.

Lo sviluppo impiantistico progettato consente inoltre di implementare soluzioni tecnologiche impiantistiche avanzate, che non solo generano benefici in termini di riduzione del consumo di risorse fossili e l'accesso a benefici economici incentivanti, ma consentono anche il raggiungimento del miglioramento della stabilità biologica, della purezza e delle caratteristiche chimiche del compost di qualità, richieste dal recente Regolamento Comunitario sui Fertilizzanti Ue 2019/1009 del 05/06/2019, che ha al riguardo introdotto performances superiori per gli impianti di compostaggio e maggiori requisiti di qualità del prodotto finale.

Il Nuovo Regolamento, che stabilisce norme relative alla messa a disposizione sul mercato di prodotti fertilizzanti dell'UE, che modifica i regolamenti (CE) n. 1069/2009 e (CE) n. 1107/2009 e che abroga il regolamento (CE) n. 2003/2003, è entrato in vigore il 16 luglio 2019 e si applicherà a partire dal 16 luglio 2022, data in cui sarà abrogato il Reg. CE 2003/03.

Nella presente relazione verranno illustrati gli elementi del progetto secondo il seguente percorso:

- Inquadramento normativo;
- Inquadramento dell'impianto e vincoli di sito;
- Percorso autorizzativo;
- Descrizione delle opere del secondo lotto;
- Ciclo produttivo.

1. Inquadramento generale

1.1. Inquadramento normativo biometano

La Direttiva 2009/28/CE, che prevede alcune modalità di incentivazione del biometano immesso nella rete del gas naturale è stata recepita all'art. 21 del Decreto Legislativo del 3 marzo 2011, n. 28.

In attuazione di tale Decreto, il Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e con il Ministro delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, ha adottato il Decreto 5 dicembre 2013 recante "*Modalità di incentivazione del biometano immesso nella rete del gas naturale*".

Nel periodo di vigenza del D.M. 5 dicembre 2013 è stato realizzato un numero molto esiguo di impianti di produzione di biometano, e considerando gli obiettivi minimi richiesti dall'Unione Europea al 2020 in materia di fonti rinnovabili nel settore dei trasporti, il Ministero dello Sviluppo Economico ha ritenuto opportuno emanare il D.M. 2 marzo 2018.

Il *Decreto Biometano* prevede alcune forme di incentivazione, distinguendo alcuni casi:

1. Il biometano immesso nella rete del gas naturale senza destinazione d'uso specifica mediante il rilascio delle Garanze di Origine (articolo 4);

2. Il biometano immesso nella rete del gas naturale con destinazione specifica nei trasporti (articolo 5). L'articolo 5, prevede che il GSE rilasci al Produttore di biometano che lo immette nella rete del gas naturale con destinazione al settore dei trasporti un numero di certificati di immissione in consumo (CIC). Tali certificati vengono collocati dal Produttore sul mercato in aggiunta alla commercializzazione diretta del biometano prodotto;

3. Il biometano avanzato immesso nella rete del gas naturale e destinato ai trasporti (articolo 6). In questo caso il GSE, su richiesta del Produttore, ritira il biometano avanzato al prezzo definito dal Decreto (PSV -5%) e riconosce al Produttore il valore dei corrispondenti CIC (375 €/CIC), con le eventuali maggiorazioni.

La produzione di biometano avverrà a partire da matrici costituenti rifiuto ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., ed il processo di trattamento rientra, quindi, nel campo di applicazione dell'art. 208 del D.Lgs. 152/2006.

La matrice in uscita (digestato) sarà destinata al compostaggio con produzione di ammendante compostato misto ai sensi del D.Lgs. 75/2010 e del Nuovo Regolamento UE sui fertilizzanti.

2. Inquadramento dell'impianto e vincoli del sito

2.1. Localizzazione e inquadramento del sito

L'impianto, di proprietà di A.C.I.A.M. S.p.A. ha sede nel territorio del Comune di Aielli (AQ) in località "*La Stanga*".

Esso è raggiungibile dalla S.S. Tiburtina Valeria percorrendo Via delle Stanga, che segna il limite tra i territori comunali di Aielli e Celano, e quindi la strada vicinale Via Valeria.

L'area interessata dall'impianto esistente è ricompresa nel Foglio 146, III SO della Carta Geografica d'Italia alla scala 1:25.000 ed è individuabile catastalmente al Foglio 21, particella n. 803 del Comune di Aielli (AQ).

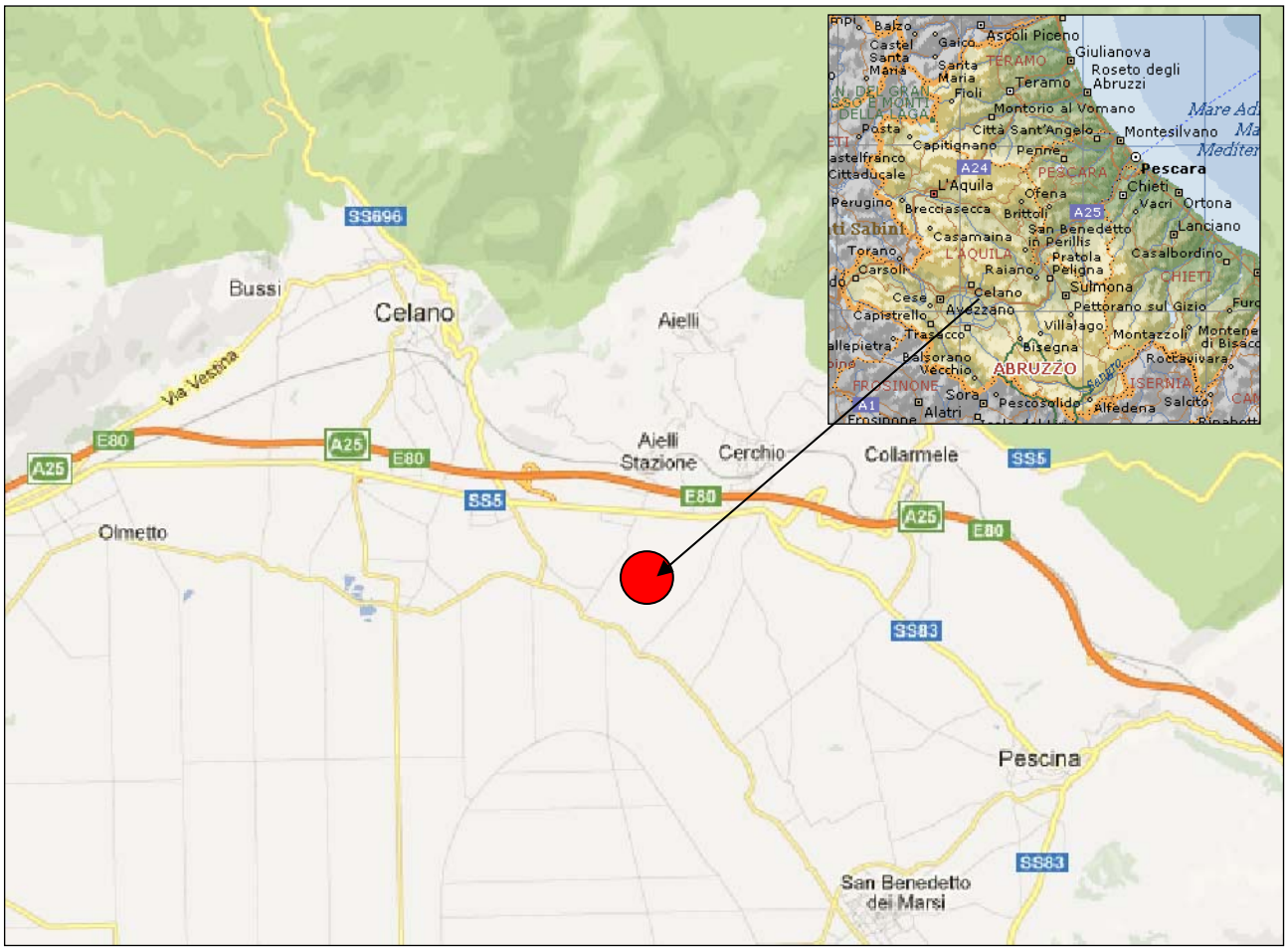


Figura 1:Ubicazione geografica della struttura impiantistica ACIAM S.p.A.

PRG

Rispetto al P.R.G, l'intervento si colloca all'interno della Zona destinata ad "*Attrezzature tecnico distributive* (F3)", art. 22.3 delle N.T.A., per la quale la norma ammette interventi diretti conformi all'art. 18.10 delle N.T.A., ovvero interventi quali "Impianti di smaltimento e discariche controllate". Per tale intervento vengono rispettati gli indici e i parametri stabiliti dalle N.T.A. relativamente al rapporto di copertura, ai distacchi dai confini e fabbricati e alla distanza minima dalle strade.

2.2. Vincoli del sito

Il sito non ricade nei seguenti vincoli:

- PAI
- PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI
- PSAI – RISCHIO FRANA

- PIANO REGIONALE PAESISTICO: *aree bianche dell'ambito montano (Foglio n.26, quadrante 146 III),* ossia a quella parte del territorio non soggetta a limitazioni.
- NUOVO PIANO PAESAGGISTICO REGIONALE
- VINCOLO PAESAGGISTICO
- VINCOLO IDROGEOLOGICO
- RETE NATURA 2000
- PTCP.

3. Percorso autorizzativo dell'impianto

3.1. Lo stato autorizzativo dell'impianto

L'attuale impianto, in esercizio dal dicembre 2008, effettua la selezione di R.U.I. e la stabilizzazione della frazione organica, nonché il compostaggio dei rifiuti organici provenienti dalla raccolta differenziata, secondo due distinte linee di trattamento.

Secondo l'Autorizzazione Integrata Ambientale n. 14/10 del 31/12/2010 e s.m.i. in vigore, le capacità autorizzate sulle due linee di trattamento esistenti sono le seguenti:

Linea di trattamento meccanico-biologico	Rifiuti urbani indifferenziati EER 200301 Sottovaglio da selezione meccanica di R.U.I. EER 191212	**D9-D8**	**58.500 t/a**
Linea di compostaggio di qualità	FORSU, VERDE, agroindustriali, ligneocellulosici, fanghi	**R3**	**25.000 t/a**
		Capacità complessiva:	**83.500 t/a**

Il progetto di ampliamento dell'impianto, presentato nel 2013, aveva ottenuto il rilascio del provvedimento di Autorizzazione Integrata Ambientale con Determinazione n. DPC 026/288 del 04/12/2017.

Essendo l'impianto in esercizio, l'Autorizzazione distingue 3 successive fasi, definite come di seguito:

- *Fase gestionale attuale*;
- *Fase gestionale 1;*
- ***Fase gestionale 2.***

La fase gestionale "attuale" era riferita alla configurazione dell'impianto in esercizio esistente, prima dell'ampliamento, costituito dei seguenti corpi di fabbrica principali:

-capannone conferimento e lavorazione;
-sezione di n. 8 biocelle statiche aerate;
-capannone aia di maturazione statica insuffiata;
-biofiltro;
-palazzina uffici e servizi;
-vasche interrate per la raccolta del percolato;
-impianti di servizio e tecnologici.

La fase gestionale 1 della stessa A.I.A. prevedeva la realizzazione delle opere del primo stralcio funzionale del progetto di ampliamento, consistenti nelle seguenti nuove strutture ed impianti tecnologici:

-edificio per la seconda maturazione della miscela compostabile;
-edificio per la vagliatura dell'ammendante compostato misto, con annessa tettoia di scarico del compost;
-edificio per miscelazione del digestato ed area manovra biocelle;
-corpo di n. 4 biocelle statiche aerate;
-biofiltro e nuovo sistema di aspirazione dell'aria dai nuovi edifici;
-tettoia di scarico dell'ammendante compostato misto (ACM);
-serbatoi di deposito dei percolati e delle acque di processo;
-tettoia di stoccaggio dell'ACM;
-tettoia di scarico, stoccaggio e triturazione del rifiuto ligneocellulosico;
-palazzina servizi
-impianti di servizio e tecnologici.

La fase gestionale 1 dell'A.I.A. n. DPC 026/288 del 04/12/2017 prevedeva pertanto la realizzazione dei soli manufatti funzionali all'implementazione del compostaggio aerobico, e le seguenti capacità autorizzate sulle due linee di trattamento esistenti:

	Fase gestionale 1		
Linea di trattamento meccanico-biologico	Rifiuti urbani indifferenziati EER 200301	**D9-D8**	**25.000 t/a**
	Sottovaglio da selezione meccanica di R.U.I. EER 191212		
Linea di compostaggio di qualità	FORSU, VERDE, agroindustriali, ligneocellulosici, fanghi	**R13-R3**	**58.500 t/a**

La Fase gestionale 2 dell'A.I.A. stessa (o secondo stralcio funzionale), quella di interesse odierno, prevedeva la realizzazione delle seguenti ulteriori sezioni impiantistiche:

- **modulo di digestione anaerobica,**
- **cogeneratore, alimentato a biogas, per la produzione di energia elettrica da immettere in rete,**

e corrispondentemente le seguenti capacità sulle due linee di trattamento esistenti:

Linea di trattamento meccanico-biologico	Rifiuti urbani indifferenziati EER 200301	D9-D8	25.000 t/a
	Sottovaglio da selezione meccanica di R.U.I. EER 191212		
Linea di compostaggio di qualità e digestione anaerobica	FORSU, VERDE, agroindustriali, ligneocellulosici, fanghi	**R13-R3**	**38.500 t/a (compostaggio)**
			20.000 t/a (digestione anaerobica)

La **fase gestionale 2,** come autorizzata dall' A.I.A. n. DPC026/288 del 04/12/2017 aveva inoltre conseguito l'Autorizzazione Unica ex art.12 D.Lgs. 387/2003, rilasciata con Determinazione n. 221 DPC025/170 del 30/05/2018 dal Servizio Politica Energetica, Qualità dell'Aria e Sina della Regione Abruzzo.

A seguito dei provvedimenti autorizzativi (A.I.A. ed A.U.) conseguiti dal progetto di ampliamento dell'impianto esistente, così come sopra connotati, A.C.I.A.M. S.p.A. ha ritenuto necessario individuare, sulla scorta dell'intervenuta evoluzione della regolamentazione tecnica, alcuni adeguamenti tecnologici da apportare alla linea di compostaggio e digestione anaerobica, finalizzati a migliorare le prestazioni ambientali del progetto e contemporaneamente a ottimizzare l'efficienza del ciclo produttivo, in un'ottica di economia circolare e nella direzione della produzione di energia rinnovabile e di combustibile pulito.

Recependo pertanto le istanze ed i nuovi progetti avanzati al riguardo da A.C.I.A.M. S.p.A. i Competenti servizi della Regione Abruzzo (DPC026-Servizio Gestione Rifiuti, DPC025-Servizio Politica Energetica) hanno quindi emanato, rispettivamente, in recepimento delle modifiche migliorative proposte alle opere del secondo lotto (secondo stralcio funzionale) i seguenti nuovi provvedimenti autorizzativi

- **Modifica non sostanziale A.I.A.: Determinazione n. DPC026/108 del 23/06/2020;**
- **Modifica sostanziale A.U.: Determinazione n. DPC025/317 del 30/11/2020;**

In base ai nuovi provvedimenti, la nuova capacità autorizzata sulla linea di compostaggio di qualità e digestione anaerobica sono divenute le seguenti:

	Fase gestionale 2		
Linea di trattamento meccanico-biologico	Rifiuti urbani indifferenziati EER 200301	**D9-D8**	**25.000 t/a**
	Sottovaglio da selezione meccanica di R.U.I. EER 191212		
Linea di compostaggio di qualità e digestione anaerobica	FORSU, VERDE, agroindustriali, ligneocellulosici, fanghi	**R13-R3**	**13.500 t/a (compostaggio)**
			45.000 t/a (digestione anaerobica)

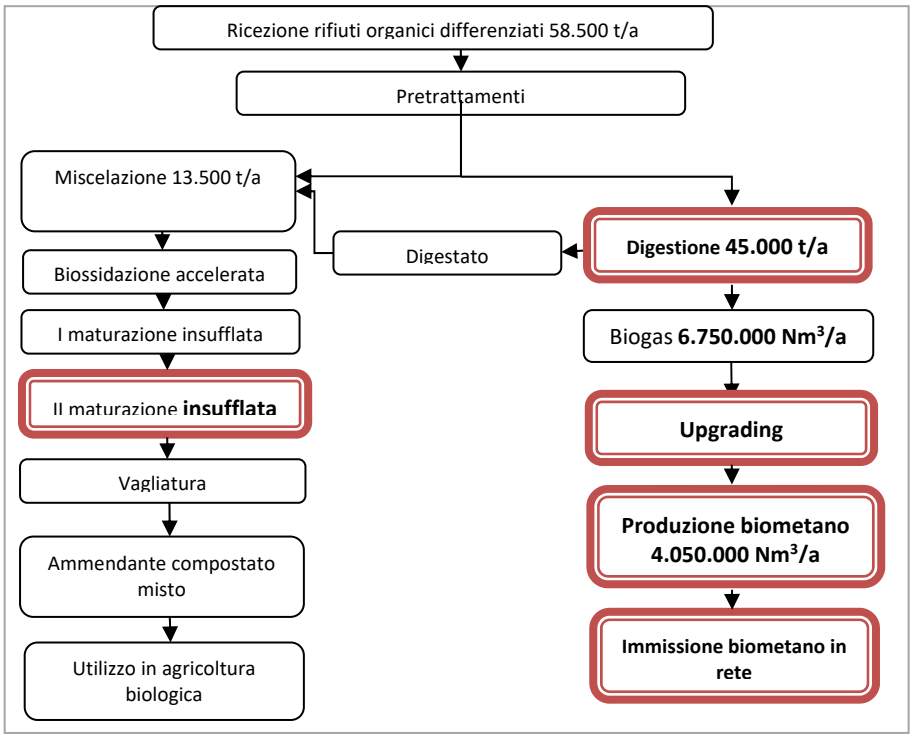
Le modifiche introdotte dalla nuova A.I.A. (DPC026/108 del 23/06/2020) e dalla nuova Autorizzazione Unica (DPC025/317 del 30/11/2020) interessano unicamente la **fase gestionale 2 (secondo lotto), e sinteticamente prevedono:**

- **Aumento del flusso di FORSU da avviare a digestione anaerobica, da 20.000 t/a a 45.000 t/**a, senza variazione del flusso complessivo autorizzato di 58.500 t/a in ingresso;
- Pretrattamento della FORSU attraverso un trituratore lento, deferizzatore, ed un vaglio a dischi e creazione della miscela (ingestato);
- Carico della miscela ingestata, tramite pala gommata, e scarico in n 3 tramogge di stoccaggio e alimentazione in automatico del digestore;
- **Installazione di un digestore anaerobico da 45.000 t/a per la produzione di biogas**;
- I**nstallazione di un sistema di upgrading per la purificazione e la valorizzazione del biogas da digestione e la produzione di biometano da immettere nella rete di distribuzione;**
- **Installazione di un analizzatore della qualità del biometano e di un sistema di compressione del biometano per la sua immissione nel metanodotto Snam (punto di consegna);**
- Installazione di un cogeneratore a gas naturale, prelevato da rete Snam (punto di riconsegna) per la produzione di energia elettrica e termica per i fabbisogni impiantistici;
- Insufflazione della nuova platea di seconda maturazione della miscela compostabile;
- Impianti di servizio e tecnologici.

Nel quadro seguente sono sinteticamente comparati gli aspetti salienti e migliorativi introdotti ed autorizzati con i nuovi provvedimenti rilasciati:

FASE GESTIONALE 2 (ante modifiche autorizzative)	FASE GESTIONALE 2 (post modifiche autorizzative)
Linea TMB: 25.000 t/a	Linea TMB: 25.000 t/a
Linea compostaggio: 58.500 t/a - compostaggio aerobico: 38.500 t/a - digestione anaerobica: 20.000 t/a	Linea compostaggio: 58.500 t/a - compostaggio aerobico: 13.500 t/a - **digestione anaerobica: 45.000 t/a FORSU**
Cogeneratore a biogas per produzione di energia elettrica da immettere in rete	**Cogeneratore a gas naturale per produzione di energia elettrica e termica per autoconsumo.**
Immissione in rete di energia elettrica	**Immissione in rete di biometano attraverso upgrading del biogas.**

Le modifiche migliorative del secondo lotto, recepite dalle nuove A.I.A. ed A.U., sono quindi evidenziate (in rosso) nel seguente schema a blocchi:



3.2. La proposta e le motivazioni del nuovo progetto del secondo lotto

Le opportunità aperte dal D.M. 2 marzo 2018 per la produzione di biometano ed il trend di crescita nella raccolta differenziata dell'organico hanno spinto l'azienda ad investire nel settore, partendo dalla consapevolezza che il know how acquisito e la presenza di un sito già correttamente infrastrutturato e dotato di servizi consentiranno all'impianto di trattare i rifiuti organici in modo ambientalmente più sostenibile ed economicamente più efficiente rispetto alla media degli impianti già presenti. Il nuovo impianto potrà, quindi, rispondere alla crescente domanda di trattamento per l'umido prodotto in ambito regionale.

L'introduzione di un ciclo completo di digestione anaerobica (DA) in grado di trattare la gran parte del rifiuto (45.000 t/a su 58.500 t/a di FORSU in ingresso) ed il successivo upgrading del biogas prodotto consentono di raggiungere importanti obiettivi di efficienza energetica ed ambientale.

In particolare, il progetto proposto consentirà di:

- Autosufficienza nel trattamento della FORSU per il bacino di produzione Provinciale e Regionale, considerato che il rifiuto organico rappresenta la quota più importante dei rifiuti solidi urbani, per circa il 40% in peso;
- Ottimizzazione del processo di produzione del compost attraverso la realizzazione di un ciclo combinato di digestione anaerobica e compostaggio aerobico.
- Miglioramento dell'impronta di CO_2 dell'impianto: riduzione delle emissioni di CO_2 per effetto del miglioramento del rapporto tra l'ammendante prodotto e la CO_2 non emessa in atmosfera;
- Ciclo energetico positivo ed approvvigionamento da fonti rinnovabili: saldo positivo tra volume di gas naturale consumato per il funzionamento del cogeneratore asservito all'impianto e biometano immesso in rete distribuzione Snam, come più avanti specificato;
- Raggiungimento dei parametri di alta efficienza nell'utilizzo dell'energia termica ed elettrica prodotta dal cogeneratore con acquisizione dei certificati bianchi e dei CIC per il biometano immesso in rete, realizzando condizioni di maggior sostenibilità ambientale del processo.

4. Caratteristiche generali II stralcio: digestione anaerobica

Il progetto prevede la digestione anaerobica di rifiuti organici da raccolta differenziata e altri rifiuti idonei alla digestione (EER ammessi da linee guida GSE del 18/06/2018), per la produzione di biogas, che attraverso l'upgrading viene depurato e trasformato in biometano ed immesso in rete. Il digestato, in uscita al processo anaerobico, miscelato a nuova FORSU e rifiuto lignocellulosico, viene avviata alla successiva fase aerobica di compostaggio per la produzione di ammendante compostato misto.

Il digestore anaerobico, con potenzialità da 45.000 t/anno, è corredato di un impianto di recupero e purificazione del biogas (upgrade) funzionale alla trasformazione del biogas in biometano per la successiva immissione, previa analisi e compressione dello stesso, nel metanodotto Snam che corre a confine dell'installazione.

L'incremento delle quantità avviate al digestore ha come primo effetto migliorativo una significativa riduzione della componente carbonica e putrescibile nel rifiuto FORSU per effetto della degradazione del rifiuto stesso nel processo anaerobico prima del successivo processo aerobico di compostaggio.

Come si evince infatti dalla bibliografia di settore, sistemi integrati di trattamento della FORSU in impianti combinati di digestione anaerobica e compostaggio (aerobico) ottimizzano i processi di produzione del compost riducendone i processi fermentativi aerobici con conseguente diminuzione del carico delle arie di processo da avviare al biofiltro.

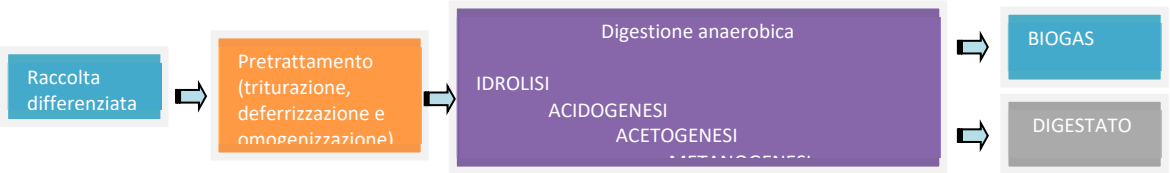
La digestione anaerobica è il processo di degradazione della sostanza organica condotto in assenza di ossigeno. Si realizza quindi in reattori chiusi (digestori) e porta alla trasformazione del materiale biodegradabile in biogas e digestato.

Il biogas è il prodotto gassoso costituito principalmente da metano (≈55÷65%) e anidride carbonica e presenta un elevato potere calorifico (≈17÷21 MJ/Nm3). Per questo motivo può essere sfruttato come combustibile per produrre energia elettrica e calore.

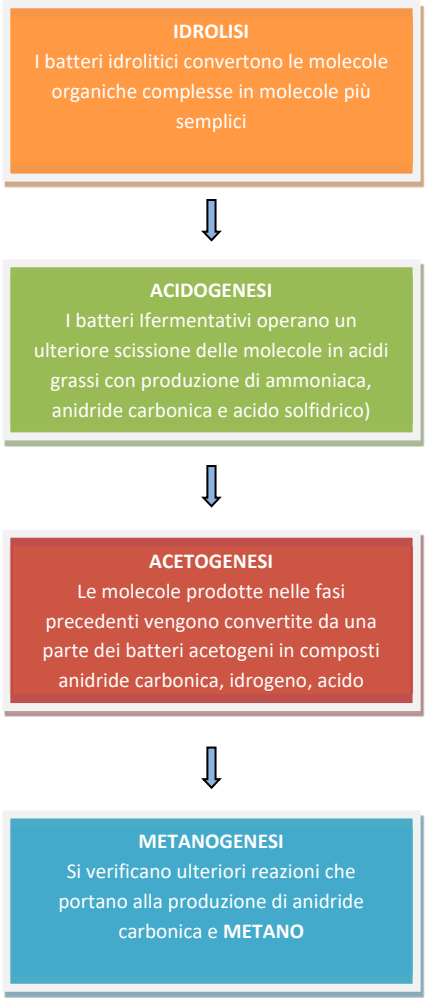
Il biogas sottoposto ad un processo di rimozione della CO_2 (detto "upgrading"), consente di recuperare il biometano da immettere nella rete del gas naturale o da utilizzare come combustibile per gli autoveicoli.

La miscela d'ingestato inviato al reattore va incontro alla degradazione, distinta nelle quattro fasi biologiche di idrolisi, acidogenesi, acetogenesi e metanogenesi.

IL PROCESSO



LE FASI DELLA DIGESTIONE



Il processo di digestione anaerobica, dopo purificazione, produce un biometano conforme alle Norme comunitarie e nazionali per la produzione del biocarburante e per la massimizzazione degli incentivi ad esso riservati, quali i Certificati di Immissione in Consumo (CIC) di cui al D.M. 02/03/2018.

Il biogas prodotto dal processo di digestione verrà canalizzato in condotta presso l'unità di purificazione/upgrading e dopo opportuna analisi e compressione, immesso nella rete Snam ubicata proprio in prossimità dell'impianto esistente.

4.1. Approvvigionamento: le matrici in ingresso

Le matrici in ingresso, già sinteticamente descritte nel precedente paragrafo, sono in larga parte riconducibili alla Frazione Organica dei Rifiuti Solidi Urbani (FORSU) e quindi al codice EER 20 01 08 e ai rifiuti lignocellulosici e quindi al codice EER 20 02 01.

All'impianto potranno, però, giungere altri rifiuti organici appartenenti a diverse tipologie, comunque tutte riconducibili alle matrici impiegabili per la produzione di biometano avanzato ai sensi dell'allegato 3 del D.M. 2 marzo 2018 (Decreto Biometano 2) e delle successive linee guida emanate dal GSE il 18 giugno 2018 (paragrafo 3.1.1), oltre che alla produzione di compost di qualità.

FORSU

Parlando di FORSU ci si riferisce, per le finalità di questo progetto, alle definizioni fornite dal D.M. 2 marzo 2018 (allegato 3) ed alle relative procedure applicative del GSE del giugno 2018. Il paragrafo 3.1.1 delle procedure riporta alla lettera c) della tabella la seguente definizione:

c) Rifiuto organico come definito all'articolo 183, comma 1, lettera d), proveniente dalla raccolta domestica e soggetto alla raccolta differenziata di cui all'articolo 183, comma 1, lettera p), del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.

Per *rifiuto organico* si intendono i rifiuti biodegradabili di giardini e parchi, rifiuti alimentari e di cucina prodotti da nuclei domestici, ristoranti, servizi di ristorazione e punti vendita al dettaglio e rifiuti simili prodotti dall'industria alimentare raccolti in modo differenziato.

A tale voce corrisponde la frazione organica dei rifiuti solidi urbani raccolta in maniera differenziata fin dall'origine (FORSU), contraddistinta come EER 20 01 08: rifiuti biodegradabili di cucine e mense.

Rifiuti da sfalci e potature (ligneo cellulosico)

I rifiuti ligneocellulosici sono costituiti dalla frazione di rifiuti organici inseriti alla lettera c) dell'allegato 3, con specifico riferimento ai codici EER seguenti:

- EER 20 01 38: legno, diverso da quello di cui alla voce 20 01 37;
- EER 20 02 01: rifiuti biodegradabili di giardini e parchi.

Il rifiuto ligneocellulosico è conferito all'impianto direttamente dai mezzi che effettuano la raccolta nel bacino marsicano o da mezzi provenienti da altri bacini. Il rifiuto verde sarà impiegato come strutturante da avviare, in massima parte, alla fase di compostaggio. Il materiale verde eventualmente accettato tal quale in ingresso sarà triturato in sito.

Per l'elenco completo dei EER autorizzati al conferimento all'impianto si fa riferimento all'A.I.A. n. DPC 026/108 del 23/06/2020.

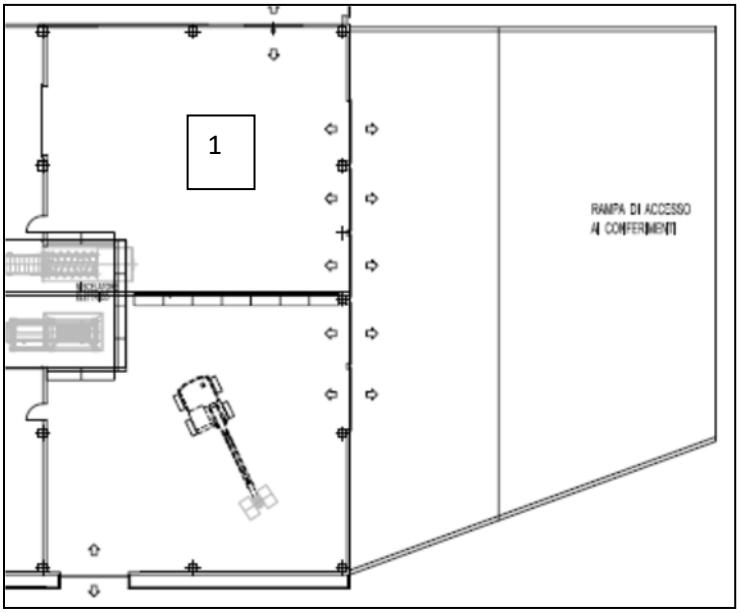
4.2. Tecnologie proposte (CICLO PRODUTTIVO) descrizione del processo

Ricezione della FORSU

Dopo la fase di verifica documentale i mezzi conferitori sono avviati verso l'area di ricezione dove possono effettuare le operazioni di scarico del rifiuto da avviare a successivo trattamento. L'area di ricezione della FORSU sarà ampliata attraverso la riduzione dall'area di conferimento dei rifiuti indifferenziati e delimitata tramite un setto murario che permetterà di dedicare alla ricezione del rifiuto compostabile tre dei cinque portoni esistenti, anche in relazione ai maggiori quantitativi di rifiuti in ingresso. Complessivamente la superficie dedicata alla ricezione dei rifiuti delle due linee di trattamento rimarrà invariata, ma così ridistribuita:

- Area ricezione R.U.I.: 250 mq circa;
- Area ricezione FORSU e compostabili: 250 mq circa.

Per l'area di ricezione della FORSU e compostabili sarà quindi disponibile una superficie di circa 250 mq circa, per ricevere un quantitativo annuo di 58.500 t di rifiuti compostabili.



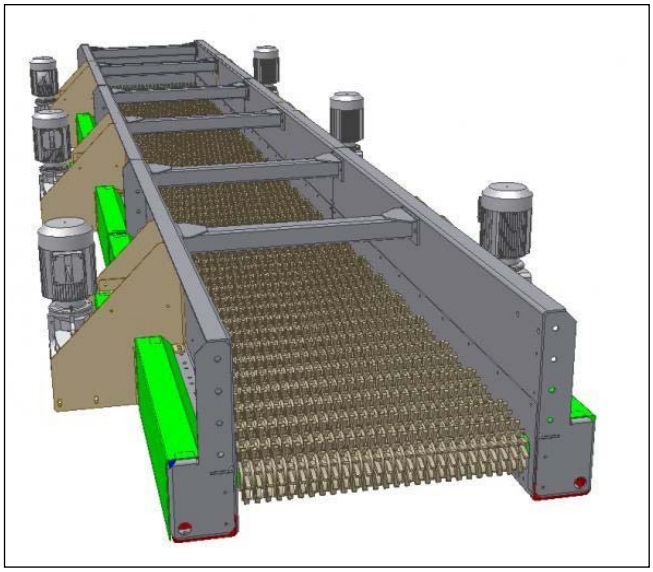
Stralcio progettuale dell'area di ricezione dei rifiuti organici compostabili (1) che sfrutterà parte dell'attuale superficie destinata alla ricezione dei R.U.I.

Pretrattamento FORSU attraverso trituratore lento, deferrizzatore e vaglio a dischi

Successivamente alla fase di ricezione, tramite mezzo meccanico, il rifiuto verrà avviato alla fase di pretrattamento, costituita dai seguenti macchinari:

- Trituratore lento monoalbero;
- Deferrizzatore magnetico;
- Vaglio a dischi.

Tramite il trituratore lento monoalbero avviene la triturazione grossolana del rifiuto organico con apertura dei sacchetti e omogeneizzazione.



A sinistra trituratore lento, a destra vaglio a dischi (modelli tipo).

Dopo la fase di triturazione grossolana il rifiuto viene sottoposto a deferrizzazione ed avviato verso un vaglio a dischi che genera due flussi dal pretrattamento della FORSU:

- un sottovaglio (ingestato), miscela di alimentazione del digestore anaerobico;
- un sopravaglio avviato a compostaggio in biocelle secondo le modalità illustrate precedentemente previa miscelazione con le altre matrici (rifiuti ligneocellulosici, sovvallo ligneocellulosico, digestato proveniente dal ciclo digestione anaerobica).

Il sottovaglio della FORSU (ingestato) viene raccolto sotto il vaglio a dischi e tramite pala gommata trasportato e scaricato all'interno delle tramogge di stoccaggio e alimentazione del digestore.

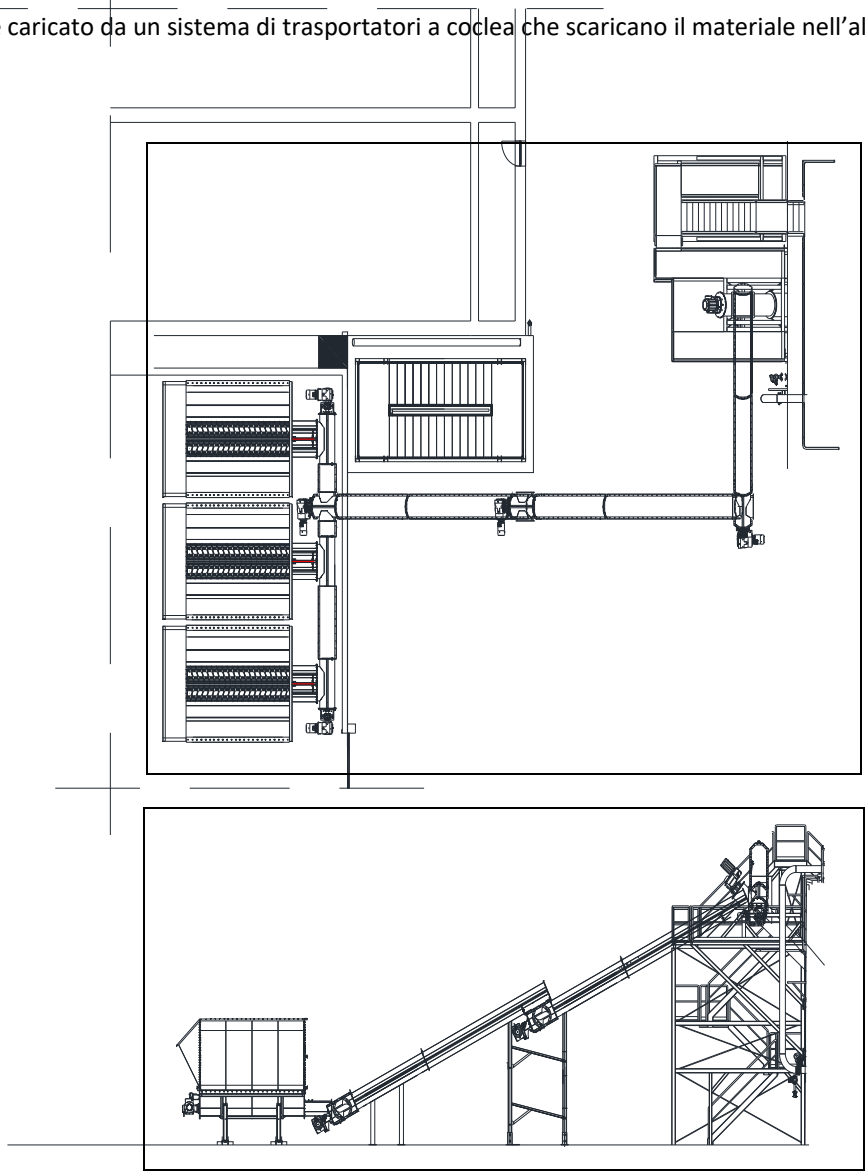
Il sistema di pretrattamentp della FORSU, composto da:

- Trituratore lento monoalbero;
- Deferrizzatore magnetico;
- Vaglio a dischi.
- Nastri trasportatori,

come descritti nel presente paragrafo, non è oggetto di fornitura.
Le tramogge (oggetto di fornitura), sono in numero di 3 con una capacità complessiva di circa 100 mc ed hanno lo scopo di consentire l'alimentazione del digestore anche durante gli orari in cui l'impianto non è presenziato e la linea di pretrattamento non è in funzione. Sostanzialmente si tratta di un sistema *buffer* che aumenta la flessibilità di gestione del sistema di digestione.

Le tramogge vengono alimentate da pala gommata del tipo Volvo LH90 avente una benna ad alto ribaltamento del volume di circa 3,0 mc, con altezza di scarico max pari a 4,0 m circa, e pertanto il layout delle tramogge dovrà permettere l'accessibilità e la compatibilità con tale tipo di mezzo, ed il perfetto inserimento, con l'ottimizzazione degli spazi a disposizione (tavola c.5 allegata).

Il digestore è caricato da un sistema di trasportatori a coclea che scaricano il materiale nell'alimentatore.



Schemi in pianta e sezione delle tramogge e del sistema di coclee per il carico del digestore

4.3. Digestione anaerobica: il processo

La digestione anaerobica è un processo biologico di degradazione delle matrici di natura organica, che porta alla produzione di un gas contenente metano e anidride carbonica, denominato biogas**,** che, avendo un contenuto di metano di circa il 60%, ha le caratteristiche di un biocombustibile e può essere utilizzato per l'alimentazione di motori a scoppio**.**

Il processo si sviluppa grazie all'azione di alcuni ceppi di batteri di tipo anaerobico, vale a dire di microrganismi che lavorano in assenza di ossigeno.

A titolo esemplificativo consideriamo la degradazione anaerobica di un substrato organico puro, quale il glucosio, che viene trasformato in metano ed anidride carbonica:

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 3\ CH_4 + 3\ CO_2$$

Il meccanismo di degradazione è tuttavia complesso e formato da più fasi distinte, che comprendono numerose reazioni biochimiche in serie e in parallelo su tutti i substrati organici presenti nell'alimentazione all'impianto.

Inizialmente si ottiene una frammentazione dei composti organici ad alto peso molecolare (carboidrati, grassi e proteine), nelle corrispondenti sostanze a basso peso molecolare (zuccheri, acidi grassi, amminoacidi); tale stadio viene definito *idrolitico.*

Successivamente si ha una conversione in acidi grassi e alcoli, che porta ad una miscela di acetati, anidride carbonica e idrogeno; tale stadio viene definito *acidogeno/acetogeno.*

Lo stadio finale, detto *metanigeno*, porta alla formazione di metano ed anidride carbonica a partire dalle molecole formate durante la fase precedente.

Ogni stadio è caratterizzato dalla presenza di ceppi batterici diversi, ciascuno deputato alla degradazione di una particolare categoria di substrati organici. I microrganismi si differenziano anche sulla base della temperatura d'esercizio.

Per ogni stadio esistono 3 possibili classi di batteri: psicrofili (che operano a temperature vicine ai 20°C), mesofili (tra i 35°C e i 40°C) e termofili (intorno ai 55°C).

Le esperienze finora maturate evidenziano una scarsa efficienza della soluzione a bassa temperatura (psicrofila), mentre per gli impianti in funzione prevale la tecnologia di tipo termofilo.

Fermo restando la possibilità del digestore di operare in regime mesofilo o termofilo, sarà utilizzato il procedimento termofilo a 55°C. in quanto è in grado di eliminare completamente la carica patogena di virus e batteri contenuti nella miscela ingestata.

La soluzione tecnologica adottata nel progetto è la digestione anaerobica in fase fluida ad alta concentrazione (contenuto di s.s. del rifiuto in ingresso intorno al 35%).

L'impianto di digestione anaerobica sarà dotato delle seguenti sezioni impiantistiche:

- Tramogge e coclee di carico operanti in continuo 24 ore su 24 in automatico per garantire un funzionamento omogeneo e continuo del digestore;
- Digestore/i in cemento armato o metallico a flusso continuo a struttura parallelepipeda, cilindrica, verticale e/o orizzontale;
- Agitatore/i longitudinali o trasversali in grado di mantenere miscelato il materiale al suo interno evitando sedimentazioni delle frazioni più pesanti;
- Software di gestione e controllo del processo in grado di mantenere a livelli ottimali i principali parametri di processo.

Dimensionamenti

Considerato che la frazione di sottovaglio avviata alla digestione anaerobica presenta un peso specifico di circa 1 t/mc, il volume annuale di sottovaglio avviato a digestione anaerobica sarà pari ad almeno 45.000 mc/anno, corrispondenti a almeno 123 mc/giorno. Considerato un volume utile del digestore di almeno 2.800 mc, la durata del processo di digestione anaerobica sarà pari almeno a: 2.800 mc:123 mc/giorno = 22 giorni circa.

Tutto il processo di digestione anaerobica si sviluppa in ambiente chiuso e sigillato in modo da garantire il totale contenimento degli odori evitando la diffusione degli stessi all'esterno. La durata del processo e le temperature che lo caratterizzano garantiscono l'igienizzazione e la parziale stabilizzazione del materiale in uscita (digestato). La pressione all'interno del digestore è compresa tra 15 e 60 mbar.

Il digestore/i è costruito in cemento armato o metallico con isolamento termico e sarà idoneo per installazione all'aperto. Esso sarà dotato di uno o più agitatori posizionati trasversalmente o longitudinalmente. Gli agitatori hanno delle robuste pale che affondano nella sospensione in intervalli fissi e molto lentamente. In tal modo viene evitata la formazione di croste galleggianti e sbriciolate le croste che possono formarsi facilitando la liberazione del biogas.

All'interno del digestore/i l'agitatore/i è/sono posizionato/i in modo da consentire la possibilità di operare con alti contenuti di materia secca ad elevata viscosità, avendo sforzi ridotti sull'albero rotante.

E' inoltre possibile invertire il senso di rotazione dell'agitatore/i al fine di evitare eventuali corto–circuiti del rifiuto fresco alimentato. La possibilità di invertire il senso di rotazione dell'agitatore/i assicura una miscelazione ottimale, evitando il formarsi di depositi all'interno del digestore.

L'agitatore/i, incorporato/i nel digestore/i, evitano la formazione di sedimenti nel fondo e dell'eventuale crosta alla superficie del substrato in digestione e che il biogas riesca ad accumularsi facilmente nella parte superiore del digestore.

La gestione degli agitatore/i avviene tramite PC e ad intervalli prestabiliti. Attraverso la rotazione sinistra/destra si evita di interferire con il flusso a pistone.

Il sistema di riscaldamento prevede tubazioni inserite all'interno del pavimento e dei muri perimetrali del manufatto attraverso le quali circola acqua calda. Ciò assicura una ottimale ripartizione del calore all'interno del digestore oltre a garantire il flusso a pistone dei rifiuti nel manufatto, non incontrando questi alcun ostacolo al loro avanzamento. Il sistema di riscaldamento inoltre non è soggetto a sporcamento da incrostazioni.

I parametri principali del processo sono controllati dalla centrale elettronica. Il flusso a pistone continuo garantisce un'alta controllabilità del processo, sia organica che meccanica.

Al termine del processo di digestione anaerobica, il digestato viene avviato alla miscelazione con gli altri rifiuti destinati alla linea di compostaggio aerobica.

Il digestato viene pompato direttamente all'interno di un buffer di stoccaggio (oggetto di fornitura), che funziona da dosatore sulla miscela in preparazione, nell'apposito miscelatore elettrico (non oggetto di fornitura).

Il sistema di digestione è composto essenzialmente dai seguenti componenti:

- digestore/i in cemento armato o metallico a flusso continuo, struttura parallelepipeda, cilindrica, verticale e/o orizzontale;

- sistema di alimentazione del digestore;
- agitatore/i longitudinale o trasversali con motori di azionamento;
- componentistica di sicurezza;
- sistema di scaricamento del digestato mediante sistema a vuoto o alternativo;
- sistema di riscaldamento del digestore/i, comprensivo di caldaia di backup;
- sistema aria compressa incluso la distribuzione per sistema di caricamento e scaricamento;
- impianto elettrostrumentale per il sistema digestore (caricamento, scarico, digestore);
- sistema di captazione biogas;
- sistema aria compressa incluse tubazioni di distribuzione e valvolame;
- sistema di collettamento ed adduzione del biogas all'upgrade, del calore dal cogeneratore, e quanto altro necessario per rendere la fornitura nel suo complesso funzionante e performante a regola d'arte.

Il reattore/i lavora con una alimentazione quasi – continua. Il digestore/i viene realizzato in forma di parallelepipedo orizzontale, in cemento armato o a struttura metallica, ad albero/i agitatori longitudinali o trasversali.

Sistema di estrazione digestato

L'estrazione del digestato avviene attraverso delle tubazioni di scarico mediante un apposito sistema, come quelli a sottovuoto o alternativi.

Il sistema di estrazione deve assicurare un'estrazione efficiente e regolare di tutto il materiale sedimentato, oltre al fatto di non essere soggetto ad usura, non prevedendo organi in movimento.

Attraverso sistemi di aspirazione si convoglia il digestato nel serbatoio di estrazione del digestato. Il serbatoio viene riempito attraverso le tubazioni di scarico dal digestore. L'apertura e chiusura sequenziale delle tubazioni di scarico avviene mediante serrande pneumatiche.

Il serbatoio di estrazione del digestato viene messo in pressione mediante un compressore o forme alternative e il digestato viene estratto dal serbatoio di estrazione attraverso un tubo.

Il digestore è inoltre equipaggiato con analizzatori – rilevatori di biogas in conformità alla normativa europea più recente e con sistema di sicurezza (guardia idraulica) per lo scarico delle eventuali sovrapressioni.

Un'alimentazione elettrica di emergenza deve consentire l'alimentazione degli equipaggiamenti di sicurezza incluso la torcia e degli agitatori/e del digestore anche in caso di mancanza di energia elettrica per consentire un degasaggio corretto del substrato.

Il materiale digestato estratto viene convogliato ad un buffer di stoccaggio e dosaggio in un'area dedicata alla miscelazione con lo strutturante per la preparazione delle successive fasi biologiche (ciclo di compostaggio aerobico).

Miscelazione (sovvallo forsu, digestato, rifiuto ligneocellulosico, sovvallo legnoso di ricircolo) e trasferimento della miscela alle biocelle per l'avvio del ciclo di compostaggio

Si prevede che il digestato estratto dal digestore/i venga immesso in un serbatoio buffer, per esserne poi effettuata la sua miscelazione con il sovvallo esitante dal pretrattamento della FORSU, lo strutturante ligneocellulosico ed il sovvallo legnoso di ricircolo.

La miscela così formata viene quindi introdotta nelle biocelle, con l'utilizzo di pale gommate, per l'inizio della fase aerobica di biossidazione accelerata del ciclo di compostaggio.

Resa in biogas

Il calcolo della resa di biogas (Nm^3 CH_4/t vSS) viene effettuato tramite un programma di calcolo in base al rifiuto da trattare (per esempio x% di materia secca e y% di solidi volatili) in combinazione con le caratteristiche dei rifiuti in ingresso (rapporto tra COD /vSS e biodegradabilità di vSS tramite test standard).

Questi ultimi due parametri definiscono la qualità del materiale disponibile.

La resa di biogas risultante dai calcoli viene confrontata con i valori reperibili in letteratura, dalle banche dati e da pubblicazioni o trattati/conferenze, e questa si colloca normalmente nella fascia medio – alta dei valori reperibili pubblicamente.

La produzione di biogas da bibliografia, ottenibile secondo l'esperienza del settore è di circa 150 Nm^3 biogas/tonnellata (circa 60% CH_4), per FORSU con decomposizione vSS $\geq$ 70% in ingresso al digestore/i.

Sistemi di sicurezza del digestore

In caso di sovraproduzione di biogas oppure in caso di emergenza il biogas viene bruciato in una torcia di emergenza. Nel caso non fosse disponibile nemmeno la torcia a causa di un guasto è previsto l'intervento sequenziale dei seguenti dispositivi di sicurezza di cui il digestore/i sarà equipaggiato:

- torcia di combustione biogas di emergenza;
- valvole di sicurezza;
- dischi di rottura di sicurezza per sovrapressioni elevate.

Di seguito, comunque, si riportano i parametri di esercizio del digestore/i anaerobico, tenendo presente che trattasi di dati indicativi in quanto i dati analitici esatti verranno comunicati dal fornitore della tecnologia.

La capacità geometrica nominale destinata al biogas del fermentatore/i è pari a circa 250 mc.

Il digestore/i ha una pressione di esercizio inferiore a circa 1,005 MPa (1,05 bar), con una capacità di accumulo pari a circa 250 x 1,00 = 261 mc circa.

La pressione massima ammissibile di esercizio del digestore/i è di circa 60 mbar (+/-10%);

Normalmente la pressione di esercizio varia tra circa 5 e 25 mbar. All'impianto di upgrading viene avviato biogas ad una pressione indicativa di 20-30 mbar. Tra i 40 ed i 60 mbar il biogas fluisce verso la torcia di emergenza.

La protezione contro la depressione e la sovrapressione del digestore, che è dimensionato per resistere ad una pressione massima di circa 150 mbar, avviene in due step:

1) protezione meccanica per mezzo di una valvola rompivuoto con pressione di intervento a -5 mbar (+/-10%) protezione meccanica per mezzo di una valvola di sicurezza con pressione di intervento a +60 mbar(+/-10%);

2) dischi di rottura con pressione di intervento a 100 mbar (+/- 20%).

Immagini esemplificative di valvola di sicurezza e dischi di rottura

I dischi di rottura sono installati su di una delle pareti laterali del digestore o nella parte alta in modo da garantire la fuoriuscita del materiale contenuto nel digestore, in modo tale che non si genera una pressione statica superiore a 150 mbar.

La pressione del biogas, la temperatura e il livello nel digestore vengono monitorati in continuo dal sistema di automazione.

Di seguito si riporta tabella schematica delle pressioni di esercizio e di sicurezza del digestore.

Pressione (mbar)	Dispositivo
p<-5	Valvola rompi vuoto
5<p<40	Upgrading - Normale esercizio
40<p<60	Torcia di emergenza
60<p<100	Valvola di sicurezza (guardia idraulica)
100<p<150	Dischi di rottura

La torcia è progettata allo scopo di ottenere una elevata efficienza di combustione e di conseguenza valori di emissione di CO e NOx molto contenuti, al di sotto dei limiti richiesti da tutte le Normative Europee vigenti ed è posizionata sul corpo del digestore.

La torcia dispone di quadro di controllo, rampa gas, rompifiamma, bruciatore principale pilota di accensione e di dispositivi di sicurezza.

Immagini esemplificative di torce di sicurezza

La torcia di sicurezza è del tipo *a fiamma contenuta,* specificamente sviluppata per installazione in impianti a biomasse dove la combustione di biogas viene effettuata a piena portata solo occasionalmente, per esempio durante il fuori-servizio dei motori per interventi di manutenzione.

La combustione avviene all'interno della camera cilindrica in un ambiente controllato, nel quale l'aria è immessa attraverso una serranda. Questo comporta una maggiore efficienza di distruzione del biogas ed elimina la fiamma visibile ed il rumore, requisiti richiesti per installazione in aree sensibili. La costruzione è interamente in acciaio inossidabile.

Un eventuale ritorno di fiamma è impedito dalla camera di protezione posta nella parte superiore della torcia, che assicura inoltre un buon funzionamento anche con forte vento e pioggia. La torcia è posizionata nella parte alta del corpo digestore/i.

4.4. Upgrading e valorizzazione del biogas prodotto dalla digestione attraverso la produzione di biometano

Le autorizzazioni (A.I.A. ed A.U.) recentemente rilasciate prevedono che il biogas prodotto nel digestore/i sia sottoposto ad upgrading per la produzione di biometano da immettere nella rete di trasporto nazionale.

Tale soluzione, come già evidenziato, è in linea con le norme comunitarie e nazionali, per la produzione dei biocarburanti e per la massimizzazione degli incentivi ad esso riservati, quali i Certificati di Immissione in Consumo (CIC) di cui al D.M. 02/03/2018, a scapito della combustione di rifiuti.

Il biogas prodotto dal processo di digestione, viene canalizzato attraverso specifica condotta interrata presso l'unità di upgrading.

Il processo di upgrading conferisce al biometano i requisiti di purezza per essere, previa opportuna analisi e compressione, immesso nella rete di trasporto SNAM ubicata proprio in prossimità dell'impianto esistente.

L'upgrading rimuove infatti i componenti indesiderati ed eventuali altre impurità dal biogas per ottenere un relativo arricchimento in metano (≥ 95%) e rendere il biometano del tutto assimilabile al gas naturale.

A seconda della composizione di partenza del biogas, l'upgrading può comprendere la rimozione dell'anidride carbonica, del vapore acqueo e delle sostanze in tracce come ossigeno, azoto, idrogeno solforato, ammoniaca o silossani, ma anche la compressione ad una pressione necessaria per l'utilizzo successivo del gas.

In alcune condizioni, ad esempio per l'immissione in una rete del gas naturale locale a bassa pressione, possono essere necessari trattamenti di odorizzazione o la regolazione del potere calorifico tramite dosaggio di propano.

Le tecnologie disponibili per l'upgrading si basano su diversi principi chimico fisici legati alla separazione dei gas (adsorbimento, permeazione e criogenesi).

Il biogas prodotto nel digestore anaerobico ha la seguente composizione tipo:

- Circa il 60% di metano;
- Circa il 40% di off-gas (CO_2 - H_2S - O_2 - ecc.).

L'impianto di upgrading potrà essere composto dalle seguenti unità di pretrattamento del biogas o tecnologie alternative:

- unità di upgrading del biogas;
- unità di essiccamento del biometano;
- unità di misura e controllo.

Di seguito viene descritta la tecnologia di pretrattamento del biogas e di abbattimento del contenuto di acido solfidrico (H_2S). Si prevede l'installazione di uno scrubber in polipropilene a circolazione di soluzione basica con opportuni additivi atti alla rimozione dell'H_2S in modo selettivo ed alla sua ossidazione a zolfo elementare.

Il sistema inoltre mette in essere un preabbattimento di altri inquinanti quali polveri, sostanze organiche, composti del cloro, ecc. aumentando notevolmente la durata dei sistemi di adsorbimento posti a valle.

Il sistema è composto da una colonna di assorbimento a corpi di riempimento, pompa di circolazione, una vasca ossidativa per la rigenerazione della soluzione e l'ossidazione dello zolfo a zolfo elementare. Lo spurgo del sistema di abbattimento è costituito da una soluzione contenente una sospensione di zolfo elementare inviata ad un sedimentatore per ridurne il volume e recuperare parzialmente il reattivo.

Si prevede l'installazione di due filtri a carbone attivo selettivo per H_2S in configurazione lead lag (in serie con possibilità di invertire il flusso: un gruppo di valvole permette di invertire il flusso e di escludere uno dei due filtri per la sua sostituzione senza la necessità di fermare l'impianto). Dato che l'acido solfidrico viene abbattuto completamente a monte della sezione di upgrading, si valuta di installare questi filtri in configurazione fissa a guardia dell'impianto. In questo modo, in caso di malfunzionamento del sistema di pretrattamento BF, l'eventuale H_2S rimasto nel biogas viene catturato senza provocare fuori specifica di biometano ed off gas.

Per quanto riguarda la compressione e la condensazione del biogas, si prevede di installare due soffianti regolate da inverter comandato da un trasmettitore di pressione. Questo sistema permette di equilibrare la pressione in ingresso al sistema di pretrattamento e successivamente alla sezione di upgrading indipendentemente dalla pressione di lavoro del digestore. In mandata alla soffiante un condensatore riduce il dew point prima di entrare nella sezione di rimozione dei composti organici. Il sistema di regolazione permette di evitare accumuli per smorzare eventuali pulsazioni nella produzione di biogas.

Ai fini della rimozione dei composti organici (VOC), si prevede l'installazione di due filtri a carbone attivo in configurazione lead lag (in serie con possibilità di invertire il flusso: un gruppo di valvole permette di invertire il flusso e di escludere uno dei due filtri per la sua sostituzione senza la necessità di fermare l'impianto).

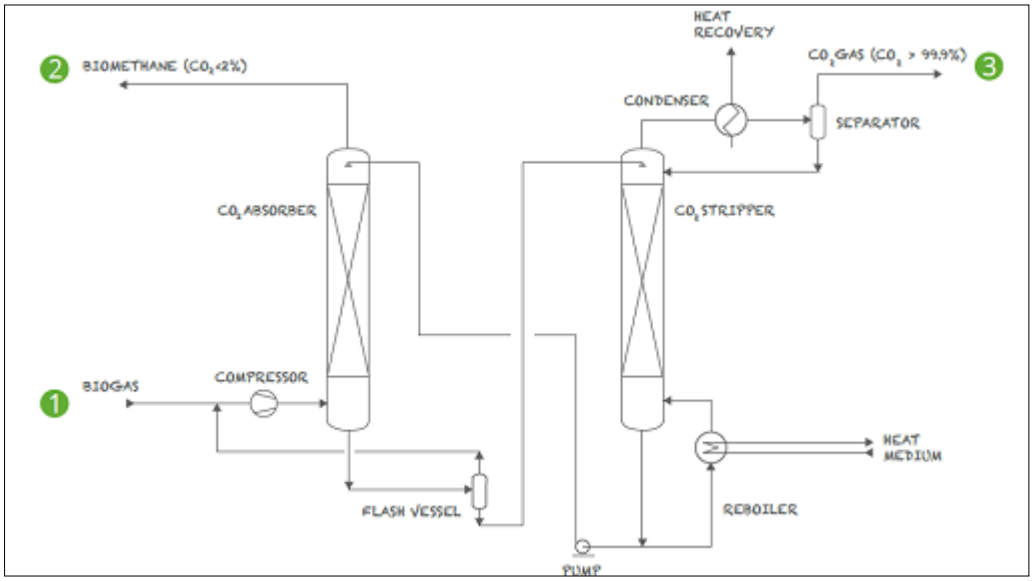
Il carbone selezionato attua la rimozione dei composti organici di qualsiasi natura inclusi i terpeni ed altri composti organici odorigeni. Il biogas così depurato viene inviato all'unità di upgrading previa analisi effettuata in continuo.

Dopo il pretrattamento il biogas viene compresso a circa 8,5 bar(g) ed inviato ad una colonna di assorbimento selettivo della CO_2 mediante lavaggio in controcorrente con una soluzione acquosa di carbonato di potassio. Il biogas, depurato della CO_2, esce come biometano, saturo di umidità, dalla testa dell'assorbitore ad una pressione di circa 8 bar(g). La CO_2 residua, presente nel biometano, non supera il 2% in volume.

Gli incondensabili, se presenti, quali ad es O_2, N_2, H_2, rimangono prevalentemente nel biometano. La soluzione che ha assorbito la CO_2 esce dal fondo dell'assorbitore e, dopo flash per recuperare eventuali frazioni di CH_4 disciolte per solubilità, alimenta una colonna di rigenerazione dove la CO_2 viene liberata per stripping con vapore prodotto dalla stessa soluzione con una sorgente esterna di calore fornita da una caldaia a gas naturale.

La CO_2 esce dalla testa del rigeneratore ad alta purezza (> 99,9% su base secca) e pertanto, dopo raffreddamento e separazione della condensa, può essere scaricata o resa ai limiti di batteria per eventuali ulteriori trattamenti.

La soluzione di carbonato di potassio, liberata dalla CO_2, è riciclata all'assorbitore chiudendo il ciclo. Il sistema di raffreddamento del gas CO_2 e dell'olio del compressore può essere interfacciato con il sistema di riscaldamento del digestore (o con altre utenze) consentendo così il recupero pressoché completo del calore utilizzato per lo stripping della CO_2.



Schema della sezione di upgrading del biogas

Il biometano che esce dall'unità di upgrading è un gas saturo di umidità a circa 10 -15°C e deve passare attraverso un'unità di essiccamento che ne consenta la riduzione fino ai limiti previsti.

Il sistema è costituito da due colonne di adsorbimento poste in parallelo che lavorano alternativamente (una in esercizio e l'altra in rigenerazione). La rigenerazione delle colonne avviene mediante riscaldamento elettrico di una piccola parte di gas essiccato prelevato all'uscita della colonna in esercizio.

Il gruppo di consegna e misura del gas è conforme a quanto richiesto dalla norma UNI TS 11537:2019 relativa all'immissione del biometano nelle reti di trasporto e distribuzione del gas naturale.

L'impianto di connessione alla rete si compone di due parti:

- Impianto di consegna e misura;
- Impianto di ricezione/odorizzazione ed immissione (in capo al gestore di rete).

L'impianto di consegna e misura è composto dalle seguenti sezioni:

- Pressurizzazione/regolazione alla pressione di consegna;
- Misurazione delle caratteristiche fisiche di pressione e temperatura;
- Valvola a tre vie per l'eventuale ricircolo del biometano fuori specifica;
- Misura fiscale: calcolo del contenuto energetico, misura dei volumi e delle portate con finalità fiscale/ commerciale.

La descrizione del processo di upgrading è effettuata a titolo esemplificativo, e pertanto non vincolante ai fini della presentazione, nell'offerta, di tecnologie alternative.

Gestione dei flussi in uscita dalla stazione di upgrading

Tutto il flusso idrico proveniente dalla stazione di upgrading viene avviato alla vasca di raccolta delle acque di processo. L'emissione di off-gas, stimato in circa 300 mc/h, essenzialmente costituita da CO_2, viene convogliata al nuovo biofiltro individuato con il punto di emissione E5.

Unità di misura e controllo

L'unità di misura è composta da valvola in ingresso, filtro per gas naturale (5 micron) completo di by-pass, contatore di misura di tipo a rotoidi completo di by-pass, valvola di pressione, valvola di sicurezza, valvola di uscita, valvola di non ritorno, gas cromatografo per misurazione in continuo di <C6, C6+, CH_4, CO_2, N_2, H_2S, densità e calcolo del PCI, Wobbe Index, analizzatore O_2 paramagnetico.

La sezione di controllo qualità del biometano prodotto viene inserita all'interno di una struttura prefabbricata (cabina REMI) suddivisa in quattro differenti locali; i primi due sono destinati a contenere la strumentazione per l'analisi, mentre i restanti sono dedicati all'installazione della misura fiscale, della pressurizzazione e del processo di odorizzazione.

Per ragioni di sicurezza, devono essere previste griglie di aerazione di superficie tale da consentire la corretta areazione dei locali, evitando il ristagno dell'aria. La superficie libera deve essere superiore al 10% della superficie di pianta del fabbricato. La cabina autoportante è costituta da pannelli a sandwich in acciaio zincato con interposta della schiuma di resine poliuretaniche auto-estinguenti per l'isolamento termico.

La separazione in locali della cabina consente anche di suddividere il fabbricato in due aree di competenza; nello specifico, per quanto riguarda la parte meccanica, si ha la misura nella parte del produttore di biometano, mentre filtraggio, riduzione ed odorizzazione rimangono nella parte di competenza del distributore; nello stesso locale saranno presenti i dispositivi automatici di blocco dell'erogazione del gas qualora non siano rispettati i parametri di qualità imposti dalle normative.

Nei restanti due locali, classificati come zona sicura, sono installati i sistemi elettronici: convertitore di volumi e gruppo di misura della qualità del gas nell'area di competenza del produttore, mentre nella parte di gestione del distributore di rete sistema di telelettura da remoto e centralina del sistema ad iniezione per l'odorizzazione. Nel cabinato sono anche presenti i dispositivi automatici per il blocco dell'erogazione del biometano fuori specifica, che è dirottato verso la torcia di emergenza.

Cabina REMI, filtraggio, regolazione e misura biometano

Sistema di analisi della qualità del biometano: O_2, H_2S, Umidità, Potere calorifico e CO_2

Immissione in rete del biometano

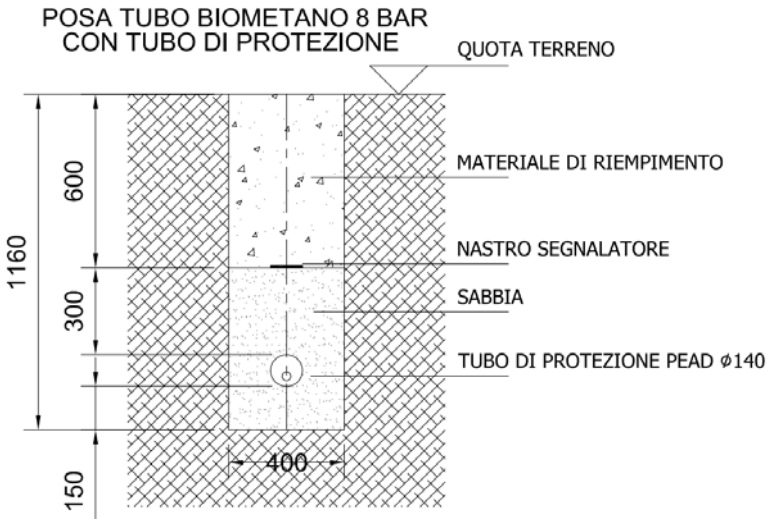
L'immissione in rete del biometano prevede la realizzazione di un tratto di gasdotto esterno al perimetro dell'impianto.

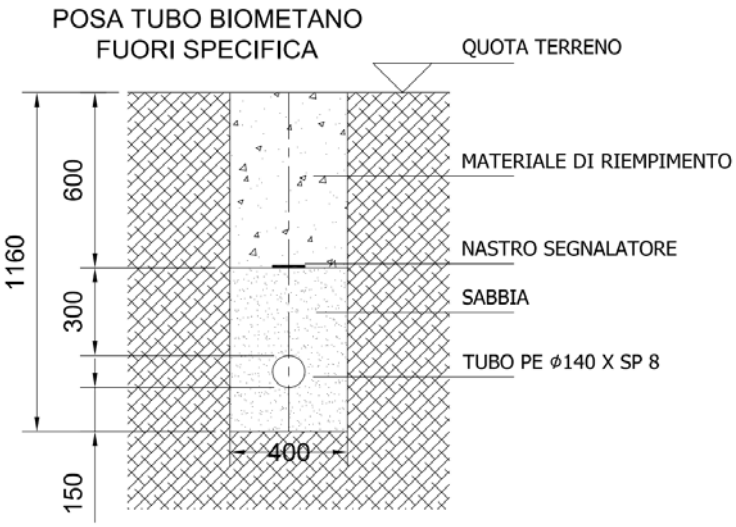
Il punto di immissione più prossimo, fatte salve specifiche del gestore della rete di trasporto nazionale del gas naturale, sarà posto a circa 30 m dal perimetro nord del lotto d'intervento.

Negli allegati grafici sono rappresentati indicativamente i tracciati delle seguenti canalizzazioni:

- biometano alla pressione di 8 bar dall'unità di upgrading alla cabina di consegna al metanodotto;
- biometano fuori specifica alla pressione di 0,5 bar dall'unità di analisi alla torcia di combustione;
- gas naturale alla pressione di 0,5 bar dalla cabina di riconsegna dal metanodotto al cogeneratore ed alla caldaia sussidiaria del digestore

e di seguito esemplificate le relative tipiche modalità di posa.





Sezione di posa tipo tubazione biometano fuori specifica

Per quanto riguarda i principali riferimenti normativi, si elencano i seguenti:

- UNI 9167:2009 - Impianti di ricezione, prima riduzione e misura del gas naturale - Progettazione, costruzione e collaudo;
- UNI/TS 11537:2019 - Immissione del biometano nelle reti di trasporto e distribuzione del gas naturale;
- Delibera 28 Aprile 2016 – 204/2016/R/GAS - Codice di rete Snam rev. 18 Aprile 2016;
- Direttiva MID - D.Lgs. n. 22 del 2 febbraio 2007 "Attuazione della direttiva 2004/22/CE relativa agli strumenti di misura";
- Direttiva 2014/68/EU (ex Direttiva 97/23 CE PED / D.Lgs. 93/2000);
- Direttiva ATEX (94/9/EC, 99/92/EC);
- D.M. 16/04/2008 - Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8;
- D.M. 18 maggio 2018 – Aggiornamento Regola tecnica gas combustibile.

4.5. Cogeneratore alimentato a gas naturale per la produzione di en elettrica e termica

Come già indicato nelle premesse, è prevista l'installazione di un cogeneratore alimentato a gas naturale ovvero un combustibile consentito rientrante nell'All.X Parte I alla Parte V del D. Lgs.152/06, con il quale verrà prodotta energia elettrica e termica per i fabbisogni dell'impianto, del tipo raffigurato nella seguente immagine.

Immagine cogeneratore tipo

La tipologia di cogeneratore scelta è con motore a combustione interna turbocompresso alimentato, come detto, a gas naturale, accoppiato con alternatore sincrono su base antivibrante, completo di sistema di regolazione automatica della combustione interna per il controllo delle emissioni.

L'impianto di cogenerazione si intende così composto:

- Unità di cogenerazione alimentata a gas naturale di potenza max 999 kW_{el}, completa di tutte le componenti e sistemi accessori meccanici, elettrici, strumentali, etc. atti al suo completo e corretto funzionamento;
- Sistema di raffreddamento;
- Sistema di filtraggio e miscelazione dell'aria;
- Sistemi di alimentazione;
- Sistema di regolazione e controllo;
- Sistema di dissipazione del calore (intercooler e motore);
- Sistema di recupero termico (raffreddamento del motore e fumi), collegato con il sistema di riscaldamento dell'impianto di digestione anaerobica, con l'upgrading, e predisposto per il preriscaldo dell'aria di insufflazione delle biocelle, nonché per il fabbisogno termico della palazzina uffici.

Il sistema di recupero del calore, costituto da scambiatori a piastre e a tubi di fumo con economizzatore, consente di produrre energia termica, sotto forma di acqua calda ad alta (surriscaldata 140°C circa) e bassa temperatura (80°C circa), dai circuiti di raffreddamento del motore (primo e secondo stadio intercooler), dall'olio diatermico impiegato nel circuito di raffreddamento del motore e dai circuiti di raffreddamento dei gas di scarico.

Riassumendo il motore che verrà installato sarà caratterizzato da una potenza nominale massima di max 999 kW_e, da un rendimento elettrico di circa il 40% e termico almeno pari al 45%.

Le caratteristiche indicative del cogeneratore saranno, pertanto, le seguenti:

Caratteristiche generali (al 100% del carico)		
Potenza elettrica netta	kW	979
Potenza termica ad acqua surriscaldata 140°C	kW_t	490
Potenza termica acqua calda 80°C	kW_t	648
Potenza introdotta con il combustibile	kW	2.518
Consumo di combustibile	Nm^3/h	263
Efficienza elettrica	%	39,7

Al fine di garantire, nei periodi di manutenzione programmata e/o straordinaria del cogeneratore, il calore necessario per mantenere in temperatura la miscela all'interno del digestore è prevista, infine, l'installazione di una caldaia da circa 300 kW alimentata a gas naturale che opererà esclusivamente in caso di fermo macchina del cogeneratore.

<u>Il gas naturale per alimentare il cogeneratore e la caldaia verrà prelevato dalla rete Snam con apposito allacciamento.</u>

5. Bilancio di massa e di energia

5.1. Bilancio di massa

Al fine di illustrare a livello quantitativo, ma soprattutto qualitativo, l'inserimento della fase di digestione anaerobica preliminare al processo di compostaggio aerobico, viene riportato di seguito il bilancio di massa indicativo del processo di digestione anaerobica.

Bilancio di massa			
FORSU in entrata	**100 %**	58.500	t/a
Ingestato 35% s.s. in entrata		45.000	t/a
FORSU a compostaggio aerobico		7.650	t/a
Verde	**10%**	5.850	t/a
Ciclo al digestore			
Ingestato 35% s.s.		45.000	t/a
Produzione di biogas per Ton di FORSU		150	Nm^3/t
Biogas prodotto		6.750.000	Nm^3/a
di cui			
Off gas	**40%**	2.700.000	Nm^3/a
Biometano	**60%**	4.050.000	Nm^3/a
	Totale	6.750.000	Nm^3/a
Digestato in uscita		**38.250**	**t/a**

5.2. Bilancio elettrico

Nel presente paragrafo viene illustrato il bilancio elettrico dell'impianto, nella sua configurazione finale, esteso ai confini impiantistici (alla recinzione) tenendo conto degli scambi con la rete nazionale alla quale l'impianto ACIAM sarà in ogni caso connesso. Il dimensionamento del cogeneratore è stato pensato al fine di ottenere il completo utilizzo dell'energia termica in modo da ottenere una configurazione impiantistica di Cogenerazione ad Alto Rendimento (CAR).

Passando ad analizzare i consumi elettrici dell'impianto, gli stessi sono da imputare alle utenze ausiliarie delle varie fasi di processo e alle utenze non ausiliarie, ovvero quelle competenti ai sistemi di illuminazione, uffici ecc, non direttamente afferenti alla produzione. I consumi elettrici per entrambe le categorie sopracitate tendono ad essere costanti durante tutto l'anno, con lievi variazioni dovute ai quantitativi ed alla qualità dei rifiuti conferiti.

L'energia complessiva richiesta per il soddisfacimento dei fabbisogni elettrici sarà pari a circa **8.000.000 kWh** all'anno, considerato che i dati relativi al I e II lotto di ampliamento sono una stima dei consumi futuri.

La stima dell'autoconsumo elettrico, ed il dettaglio distinto in fase esistente, primo e secondo lotto funzionale, sono riprodotti nelle successive tabelle.

Nello specifico i consumi delle varie sezioni ausiliarie, il cui dettaglio è mostrato nelle tabelle seguenti, corrispondente alle installazioni elettromeccaniche per lo svolgimento delle diverse operazioni durante le fasi di processo, sono stati

calcolati specificando il numero dei macchinari impiegati, la potenza totale installata, e utilizzando un coefficiente di assorbimento compreso tra 0,5 e 1.

Consumi elettrici impianto esistente e ampliamento				
Energia elettrica		**media mese**	**mesi**	**consumo anno**
		kWh	**kWh**	**kWh**
Consumi elettrici impianto esistente		192.039	12	2.304.466
Consumi elettrici I lotto		268.877	12	3.226.525
Consumi elettrici II lotto		216.580	12	2.598.960
Stima consumo elettrico totale				**8.129.950**

- **Consumi elettrici impianto esistente**

Descrizione	Potenza installata kW	K Utilizzo	Potenza utilizzata kW	gg funz./anno	kWh/anno
N. 8 biocelle	22	0,5	11	8.760	199.728,00
N. 12 platee aia maturazione	7,5	0,4	3	8.760	428.101,20
Ventilatori assiali	37,00	0,78	28,86	8.760	285.225,60
Portoni ad impacchettamento rapido	0,55	0,06	0,033	365	197,10
N. 2 scrubber	90,00	0,71	63,90	8.760	1.223.421,60
N. 2 pompe scrubber	7,50	0,42	3,15	8.760	54.750,00
Sistemi di pompaggio acqua	0,30	0,30	0,09	624	43,68
Impianto prima pioggia	1,10	0,79	0,87	8.760	12.526,80
Illuminazione impianto	0,17	1,00	0,17	3.744	91.074,04
Carichi ufficio	3,00	0,20	0,60	3.744	9.397,44
Totale stima consumo elettrico impianto esistente					**2.304.466**

- **Consumi elettrici ampliamento impianto I lotto**

Descrizione	Potenza installata kW	K utilizzo	Potenza utilizzata kW	h funz./anno	kWh/anno
Portoni ad impacchettamento	1,00	0,5	0,50	78	351
Tramoggia di carico	6,60	0,5	3,30	3.120	10.296
Vaglio rotante	30,00	0,8	24,00	3.120	74.880
Vaglio a dischi	15,00	0,7	10,5	3.120	32.760
Nastri trasportatori	7,50	0,7	5,25	3.120	180.180
N 4 Biocelle	37,00	0,5	18,5	8.736	646.464
N 2 Scrubbers	3,80	0,8	3,04	8.736	53.114,88
Ventilatori	5,50	0,85	4,67	8.736	2.165.261,28
Illuminazione e quadri elettrici	15,00	1,00	15,00	3.744	57.601,44
Palazzina uffici	3,00	0,50	1,50	3.744	5.616
Totale stima consumo elettrico I lotto					**3.226.524,60**

- **Consumi elettrici ampliamento impianto II lotto con digestore ed upgrading**

Descrizione	Potenza installata kW	K Utilizzo	Potenza utilizzata kW	hh funz./anno	kWh/anno
Tramoggia carico ingestato	15,00	0,7	10,50	8736	91.728
Digestore anaerobico	55,00	0,7	38,50	8736	336.336
Upgrading	255,00	0,7	178,50	8736	1.559.376
Compressione e consegna	100,00	0,7	70,00	8736	611.520
Totale stima consumo elettrico del II lotto					**2.598.960**

Stabilita una taglia del cogeneratore inferiore ad 1 MW_e che fornirà all'impianto energia elettrica per circa 8.000.000 kWh_e, pari a quella stimata consumata nell'anno dall'impianto nella sua configurazione finale.

5.3. Bilancio termico

In linea con quanto fatto per il bilancio energetico elettrico, anche per i consumi termici è possibile distinguere le utenze ausiliarie (direttamente connesse alla produzione industriale) da quelle non ausiliarie (servizi generali). Per gli impianti di produzione di biometano da FORSU, le utenze termiche ausiliarie sono generalmente limitate alla sezione della digestione anaerobica (riscaldamento della biomassa in fermentazione) e alla sezione aerobica (riscaldamento biocelle) ed eventualmente alla sezione di upgrading del biogas (ove come nel nostro caso la tecnologia richieda calore), mentre quelle non ausiliarie sono limitate al riscaldamento dei locali di servizio (es. uffici).

Energia termica	Potenza assorbita	media mese	mesi	consumo anno
	kW_t	**kW_th**	**n**	**kW_th**
Consumo calore biocelle	100	73.000	12	876.000
Riscaldamento palazzina uffici	25	7.500	8	60.000
Totale stima consumo calore impianto esistente e I lotto				**936.000**
	kW_t	**kW_th**	**n**	**kW_th**
Consumo calore digestore	110	80.300	12	936.600
Consumo calore upgrade	300	219.000	11,5	2.613.750
Totale stima consumo termico medio II lotto				**3.577.350**
Totale stima consumo termico intero ampliamento				**4.513.372**

Pertanto, andando a considerare il cogeneratore:

Produzione termica cogeneratore		
Ore di funzionamento	8.200	ore/a
Energia termica utile in acqua calda da motore	4.018.000	kWh_t/a
Energia termica utile in acqua surriscaldata dai fumi	5.313.600	kWh_t/a
Gas naturale combustibile consumato	2.156.600	Nm^3/a

Si evidenzia il bilancio positivo in termini di biometano (fonte rinnovabile) prodotto immesso in rete rispetto al gas naturale prelevato dalla rete per l'autoconsumo dell'impianto, con un **saldo netto positivo di circa 2.000.000 Nmc/anno.**

Il progettista: