

-  biogas
-  eolico
-  fotovoltaico
-  biomasse
-  cogenerazione

## Relazione tecnica

Progetto preliminare

Progetto per la realizzazione di un impianto di produzione di biometano alimentato dal biogas ottenuto dalla digestione anaerobica della frazione organica dei rifiuti solidi urbani a valle della raccolta differenziata (FOU) ed Impianto di produzione di fertilizzanti prodotti dal compostaggio dei rifiuti organici provenienti dall'impianto di biometano

Foligno – loc.Casone

ELABORATO  
Mariagioia Ferraro  
Flora erriquens

CONTROLLATO  
Asja Ambiente Italia S.p.A

APPROVATO  
Vincenzo Pace



FG/BM/RT/031a  
23/09/2015

Via Ivrea, 70 (To) Italia  
T +39 011.9579211  
F +39 011.9579241  
info@asja.biz

## Indice

1	Premessa .....	4
2	Caratteristiche progettuali .....	5
3	Impianto di produzione biometano .....	7
3.1	Quantitativi e tipologia di rifiuti trattati .....	7
3.2	Quantitativi e tipologia dei prodotti finali .....	8
3.3	Descrizione e dimensionamento dell'impianto di produzione biometano .....	9
3.3.1	Bilancio di massa del processo .....	9
3.3.2	Ingresso ed accettazione .....	11
3.3.3	Scarico dei rifiuti .....	11
3.3.4	Pretrattamenti .....	12
3.3.5	Digestione anaerobica .....	15
3.3.6	Trattamento del biogas e produzione di biometano .....	18
3.3.7	Abbattimento degli odori .....	25
3.3.8	Torcia di sicurezza .....	29
3.4	Gestione delle acque meteoriche e di processo .....	30
4	Impianto di compostaggio .....	32
4.1	Quantitativi e tipologia di rifiuti trattati .....	32
4.2	Quantitativi e tipologia dei prodotti finali .....	33
4.3	Descrizione e dimensionamento dell'impianto .....	36
4.3.1	Bilancio di massa del processo .....	36
4.3.2	Conferimento e miscelazione rifiuti .....	38
4.3.3	Biossidazione accelerata .....	39
4.3.4	Maturazione .....	43
4.3.5	Vagliatura .....	43
4.3.6	Deposito ammendanti .....	44
4.3.7	Abbattimento degli odori .....	45
4.4	Gestione delle acque meteoriche e di processo .....	48
5	Gestione degli aspetti ambientali .....	49
5.1	Odori .....	49
5.2	Rifiuti .....	49
5.3	Sostanze Pericolose .....	50
5.4	Rumore .....	51
5.5	Rischio Incendio .....	51



6	Operazioni di recupero impianto di produzione biometano .....	52
7	Operazioni di recupero impianto di compostaggio .....	53
8	Considerazioni conclusive .....	53
9	Allegati.....	55



# 1 Premessa

La presente relazione ha come oggetto la descrizione del processo ed il dimensionamento di un impianto di trattamento anaerobico dei rifiuti organici provenienti da raccolta differenziata (FOU) per la produzione di biometano e di un impianto di trattamento biologico dei rifiuti organici differenziati, mediante compostaggio, capace di produrre fertilizzanti organici da riutilizzarsi in agricoltura.

L'impianto di produzione del biometano valorizza il contenuto energetico del rifiuto organico raccolto in modo differenziato, attraverso il trattamento della frazione maggiormente putrescibile dello stesso. Attraverso il trattamento biologico della digestione anaerobica operata su rifiuti organici differenziati, verrà prodotto biogas che, a seguito di trattamenti idonei, consentirà la produzione di biometano.

Al pari del gas naturale (metano fossile) il biometano può:

- contribuire alla riduzione emissione gas serra;
- essere utilizzato come biocombustibile per veicoli a motore;
- essere immesso nella rete di distribuzione nazionale;
- essere trasportato e stoccato per la successiva produzione di energia anche in luoghi molto distanti dal sito produttivo.

Nelle pagine che seguono verranno descritte le peculiarità progettuali dell'iniziativa, che mira a trattare un quantitativo totale di 53.500 t/a di rifiuti organici raccolti in modo differenziato.

Nell'impianto di compostaggio verranno avviate al recupero 40.000 t/a di rifiuti organici differenziati prodotti dall'adiacente impianto di produzione biometano.

I rifiuti trattati saranno di due tipologie:

- digestato integrale e separato solido proveniente dall'adiacente impianto di produzione di biometano.
- rifiuti ligneocellulosici ("VERDE"), tritati nell'adiacente impianto di produzione di biometano.

Dall'attività di compostaggio sarà possibile ottenere ammendante compostato misto che potrà essere commercializzato sfuso o insacchettato, per l'utilizzo in agricoltura.

Si precisa che, nel caso in cui problemi gestionali dell'impianto biometano non rendessero possibile di avviare a digestione parte della FOU e del verde in ingresso, ci si riserva la possibilità di recuperare i rifiuti pretrattati presso l'impianto di compostaggio in oggetto.



## 2 Caratteristiche progettuali

L'area di intervento ricade all'interno del territorio comunale di Foligno, circa 4 km in direzione sud rispetto al centro abitato.

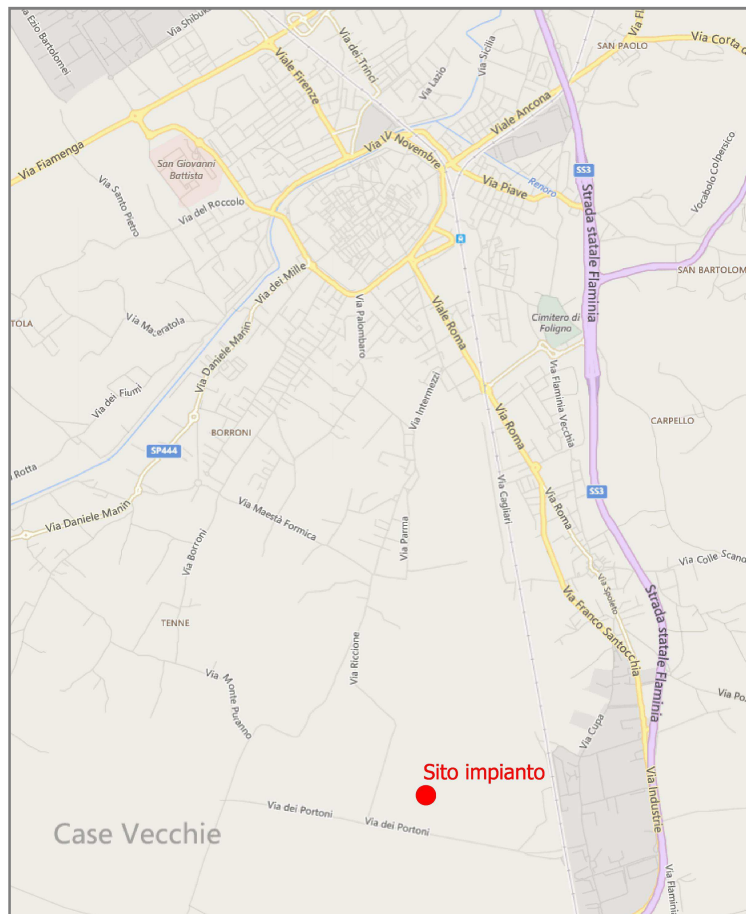


Figura 1 - Stralcio con ubicazione dell'area d'intervento

Il sito d'intervento interessa un'area di circa 3ha, rientrante in un'area più estesa di circa 4ha.

Le opere strutturali in progetto mirano ad un basso consumo di suolo, edificando manufatti industriali in misura limitata ed ottimizzata per le specifiche operazioni lavorative connesse al trattamento.

Tutte le operazioni di trattamento, sulla frazione di rifiuti organici differenziati maggiormente putrescibile, verranno svolte in ambienti chiusi e dotati di impianti di aspirazione e trattamento dell'aria, al fine di limitare al massimo le emissioni odorigene connesse all'attività.

Le opere civili connesse all'impianto di produzione biometano sono:

- tettoia per la triturazione dei rifiuti ligneocellulosici;
- bussola di scarico;
- fossa di ricezione;

- capannone di trattamento;
- viabilità di accesso e servizio.

Le installazioni tecnologiche relative all'impianto di produzione di biometano prevedono la messa in opera di:

- un modulo di digestione anaerobica;
- un modulo di upgrading del biogas;
- un biofiltro per il trattamento dell'aria aspirata dai locali di lavorazione.

Le opere civili connesse all'impianto di compostaggio sono:

- capannone di ricezione, miscelazione e maturazione;
- tettoia scarico sovrapposto plastico a smaltimento;
- tettoia scarico ammendante;
- tettoia deposito ammendante;
- viabilità di accesso e servizio.

Le installazioni tecnologiche relative all'impianto di produzione di compostaggio prevedono la messa in opera di:

- 8 biocelle per la biossificazione accelerata;
- un biofiltro per il trattamento dell'aria aspirata dai locali di lavorazione.

Pur essendo nella sostanza delle opere civili, le biocelle vengono riconosciute come impianto tecnologico e formano un corpo di fabbrica distinto dal resto dei fabbricati, pur essendo in continuità con gli stessi. La tipologia di fondazioni sarà definita a seguito di indagini geognostiche e considerazioni strutturali da approfondire in fase di progettazione definitiva.

Le aree di lavorazione e la loro disposizione planimetrica sono riportate nella tavola FG/BM/LAY/060 *Planimetria*.



## 3 Impianto di produzione biometano

### 3.1 Quantitativi e tipologia di rifiuti trattati

Come accennato in premessa, l'impianto di produzione biometano prevede il trattamento di 53.500 t/a di rifiuti organici raccolti in modo differenziato.

In particolare si prevede di trattare un quantitativo indicativo di circa 40.000 t/a di rifiuto organico differenziato, comunemente denominata "FOU" e circa 13.500 t/a di rifiuti ligneocellulosici, comunemente chiamati "VERDE".

I codici CER ed i quantitativi dei rifiuti in ingresso sono riportati nel seguente prospetto semplificato.

CER	Descrizione	Operazione di recupero	Quantità ind.iva (t/a)	Quantità max (t/a)
20 01 08	Rifiuti biodegradabili di cucine e mense	R3	40.000	53.500
20 03 02	Rifiuti dei mercati			
03 01 01	Scarti di corteccia e sughero	R3	13.500	
03 01 05	Segatura, trucioli, residui di taglio, legno, pannelli di truciolare e piallacci non contenenti sostanze pericolose			
03 03 01	Scarti di corteccia e legno			
19 12 07	Legno proveniente dal trattamento meccanico dei rifiuti non contenete sostanze pericolose			
20 01 38	Legno non contenente sostanze pericolose			
02 02 01	Rifiuti biodegradabili			

Tabella 1 - Rifiuti in ingresso

I quantitativi indicativi dei singoli codici CER trattati annualmente all'interno dell'impianto, possono subire leggere variazioni in conseguenza di particolari scenari di mercato o gestionali, pur rimanendo invariato il quantitativo complessivo massimo trattabile.



## 3.2 Quantitativi e tipologia dei prodotti finali

L'attività del suddetto impianto consiste nel trattamento di rifiuti organici raccolti in modo differenziato, mediante il trattamento biologico consistente nel processo di digestione anaerobica.

Le operazioni di pretrattamento dei rifiuti in ingresso daranno origine ad un flusso di sovrappiù, da avviare allo smaltimento, pari a circa 6.000 t/a.

Dalla digestione anaerobica, alimentata con 41.500 t/a di rifiuti pretrattati come si analizzerà dettagliatamente in seguito, si origineranno 2 flussi:

- 6.640.000 Nm<sup>3</sup>/a di biogas;
- 34.000 t/a di digestato.

Il biogas verrà opportunamente trattato per produrre biometano. Il biometano è un gas che contiene prevalentemente metano (CH<sub>4</sub>) ed è prodotto da una fonte rinnovabile. Deriva infatti dal biogas sottoposto a processo di purificazione (deidratazione e desolforazione,) ed *upgrading* (rimozione dell'anidride carbonica, CO<sub>2</sub>) fino a quando raggiunge la qualità del gas naturale. Per tale motivo il biometano può essere immesso nella rete del gas, dopo un'opportuna compressione ed odorizzazione.

Al termine del processo di purificazione ed *upgrading*, il biometano ottenuto contiene circa il 98% di metano ed è chimicamente molto simile al gas naturale.

Il digestato prodotto verrà avviato a recupero con il CER 19 06 04.

Il verde in eccesso (circa 6.000 t/a) verrà utilizzato per la preparazione della miscela verde/digestato da avviare al compostaggio.





### 3.3 Descrizione e dimensionamento dell'impianto di produzione biometano

Nella presente sezione verranno descritte ed analizzate le fasi operative del processo produttivo di seguito elencate:

- ingresso ed accettazione;
- scarico dei rifiuti;
- pretrattamenti;
- digestione anaerobica;
- trattamento biogas e produzione biometano;
- abbattimento degli odori.

Nel paragrafo successivo si riporta il bilancio di massa del processo ed il diagramma di flusso illustrante le principali attività dell'impianto.

#### 3.3.1 Bilancio di massa del processo

Come detto, annualmente verranno conferite all'impianto circa 40.000t/a (circa 130t/g) di FOU e circa 13.500t/a (circa 45t/g) di "Verde".

Dal processo di triturazione e vagliatura della FOU deriva un sovrappiù da destinare a smaltimento di circa 6.000t/a e un sottovaglio di circa 34.000 t/a che, insieme ad una quota parte del verde triturato in ingresso (circa 7.500 t/a), concorrerà alla formazione della miscela in ingresso alla digestione anaerobica.

La miscela da convogliare al digestore ammonta pertanto a circa 41.500t/a, ovvero, considerando un peso specifico medio di  $0,9\text{t/m}^3$ , un volume di circa  $46.200\text{ m}^3/\text{a}$  (circa  $130\text{m}^3/\text{g}$ ), pertanto, dato il volume utile del digestore ( $2.600\text{ m}^3$ ), sarà garantita una durata del processo di circa 20 giorni.

La quota parte del verde (circa 6.000 t/a) non utilizzata nel processo di digestione anaerobica, verrà impiegata come strutturante nella miscela da avviare al compostaggio nel limitrofo impianto di produzione di fertilizzanti.

Dal processo di digestione anaerobica si prevede la produzione di circa  $6.640.000\text{ Nm}^3/\text{a}$  di biogas (resa specifica pari a  $160\text{ Nm}^3/\text{t}$  di rifiuto) e di circa 34.000t/a di digestato da avviare a recupero mediante compostaggio (R3).

Dal processo di upgrading del biogas si prevede la produzione di circa  $3.900.000\text{ Nm}^3/\text{a}$  di biometano da destinarsi all'immissione nella rete del gas naturale.



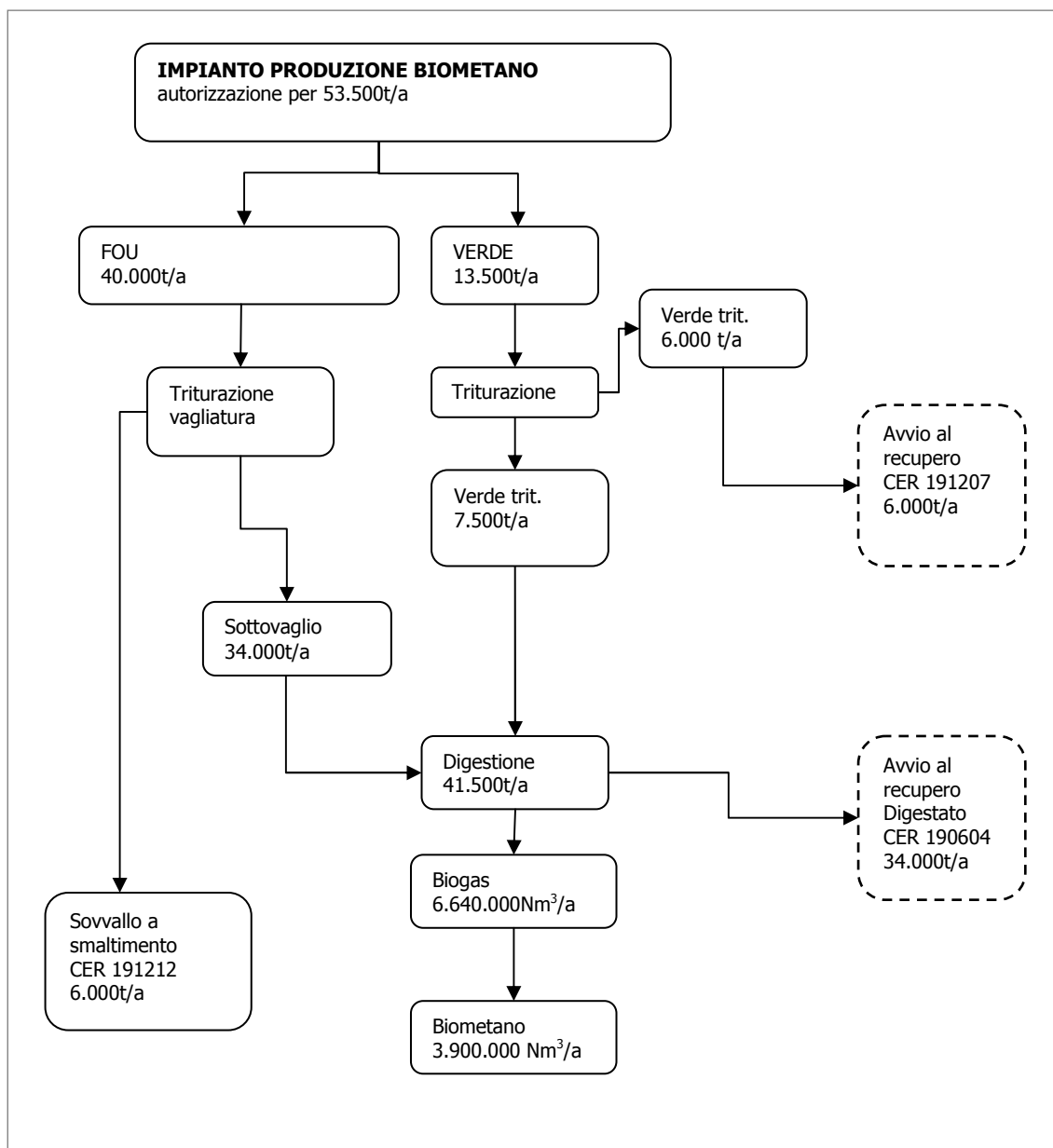


Figura 2 - Diagramma di flusso dell'impianto biometano

Le diverse aree di lavorazione descritte nei paragrafi seguenti sono riportate nella tavola FG/BM/LAY/060 *Planimetria*. Nella tavola FG/BM/SCH/065 *Schema a Blocchi* si riporta lo schema di processo, per il flusso di massa dell'impianto si fa riferimento alla tavola FG/BM/PLP/061 *Linee di Processo*.

### 3.3.2 Ingresso ed accettazione

Le operazioni di ricezione del materiale avverranno secondo la sequenza di seguito descritta:

- accesso del mezzo al sito;
- pesatura e accettazione materiale;
- accesso del mezzo all'area di pertinenza dell'impianto di digestione anaerobica;

In prossimità dell'ingresso all'impianto è ubicata la pesa dei mezzi, dove i mezzi conferitori verranno fermati ed avrà inizio la procedura di accettazione.

Terminate le operazioni di pesatura, i mezzi percorreranno un tratto di circa 150 m per accedere all'impiantistica in oggetto.

### 3.3.3 Scarico dei rifiuti

Successivamente all'accesso in impianto, i mezzi conferitori seguiranno due percorsi distinti a seconda che trasportino FOU o VERDE. Nel caso in cui trasportino rifiuto organico differenziato, eseguiranno le seguenti operazioni:

- manovra e messa in posizione di scarico;
- apertura della bussola di scarico, dotata di doppia apertura per evitare fuoriuscite di odori;
- scarico del materiale all'interno della fossa dedicata alla FOU;
- fuoriuscita dall'area di scarico sempre attraverso la bussola;
- lavaggio delle ruote (ove reputato necessario);
- pesatura ed uscita.

Nella tavola FG/BM/PLN/062 *Viabilità Impianti* si riporta il percorso dei mezzi di conferimento dei rifiuti dall'accesso fino allo scarico del rifiuto presso l'impianto.

Il piazzale antistante il capannone sarà adibito ad area di manovra dal quale i mezzi accederanno alla fossa di scarico della FOU attraverso la bussola e una volta posizionati ribalteranno il contenuto dei cassoni entro la fossa di scarico, posta a 2m sotto la quota di progetto dell'area, al fine di evitare qualsiasi tipo di contatto fra le ruote e il contenuto del cassone. La bussola è progettata con doppia apertura, in modo tale che l'area interna dell'impianto, seppur mantenuta in depressione dal sistema di aspirazione dell'aria, non sia mai in contatto diretto con l'esterno. Quando le ruote posteriori del mezzo avranno raggiunto il muretto di stop, il portone d'ingresso si chiuderà ed automaticamente si aprirà quello di scarico. La zona di scarico sarà comunque dotata di sistema di aspirazione e trattamento dell'aria che garantirà 2 ricambi d'aria ogni ora per la zona della bussola e 4 ricambi d'aria ogni ora per la fossa di scarico.



La fossa di ricezione della FOU, di forma rettangolare, sarà munita di pavimento impermeabile e sistema di raccolta dei percolati. L'area in oggetto è stata dimensionata per stoccare temporaneamente la FOU conferita per un periodo massimo di 3 giorni (Attività R13 – Messa in riserva di rifiuti).

Nel caso il conferimento riguardi rifiuti ligneocellulosici, i mezzi in ingresso effettueranno la medesima manovra per andare a scaricare il rifiuto sotto la tettoia di deposito e triturazione del verde. La copertura della tettoia consentirà di proteggere i cumuli di rifiuto ligneocellulosico dagli agenti atmosferici evitando il trattamento di grandi volumi di acqua "contaminata".

### 3.3.4 Pretrattamenti

Successivamente alle descritte fasi di scarico i rifiuti subiranno due differenti processi di pretrattamento a seconda della loro tipologia.

#### Pretrattamento rifiuto organico differenziato

Le operazioni di pretrattamento si svolgeranno secondo la logica di seguito descritta:

- carico della FOU, mediante ragno automatizzato collegato a carro ponte, all'interno della tramoggia di una macchina lacerasacchi;
- vagliatura del materiale tritato mediante vaglio rotante;
- caricamento della FOU all'interno tramaoggia di alimentazione del digestore.

Successivamente alla fase di scarico, la FOU stoccata nella fossa viene prelevata tramite il ragno automatizzato collegato a carro ponte ed inserita nel trituttore lento monoalbero del tipo riportato in figura.



Figura 3 - Immagine tipo trituttore lento monoalbero

La macchina è dotata di un rullo frantumatore che preme il materiale da tritare sopra il contropettine azionato idraulicamente. In caso di eventuale sovraccarico il pettine retrocede per liberarsi di corpi estranei ed evitare danni, ritornando poi automaticamente in posizione di

lavoro grazie al sistema idraulico di comando. Altro vantaggio consentito dal sistema di triturazione è quello di disporre di un pettine di frantumazione mobile, che consente la regolazione della pezzatura del materiale triturato.

Questo modo di operazione fa sì che gli eventuali materiali non biodegradabili (solitamente sacchetti di polietilene contenuti nel rifiuto organico differenziato) vengano ridotti in spezzoni grossolani (> 5 cm) facilmente separabili tramite il secondo stadio di pretrattamento.

Il materiale in uscita dal tritratore lento verrà trasportato, mediante nastro, verso il secondo stadio di pretrattamento costituito da un vaglio a dischi.

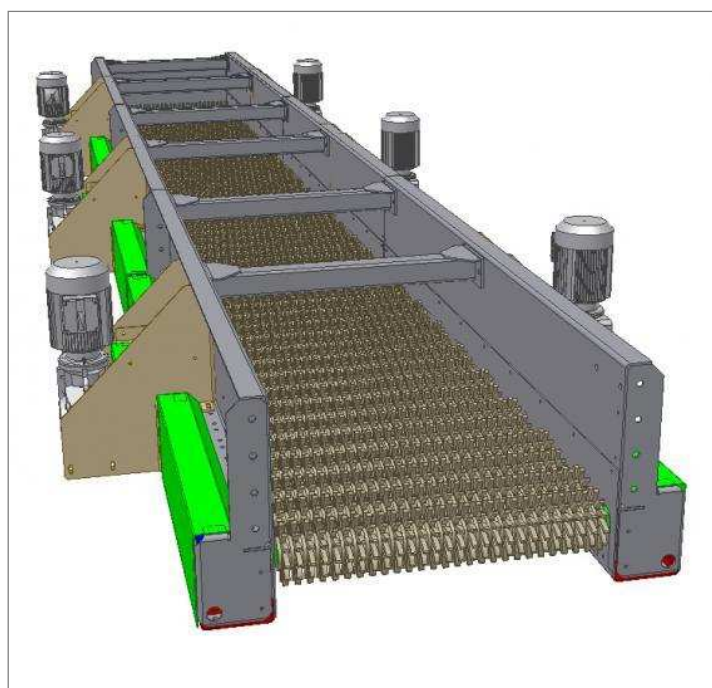


Figura 4 -Vaglio a dischi

Il vaglio a dischi, mediante un'apertura tra gli elementi di 80 mm, consentirà di separare il sovravaglio non idoneo alla digestione anaerobica (film plastico e materiali grossolani) dal sottovaglio da avviare a trattamento.

Il sovravaglio verrà scaricato automaticamente e successivamente avviato a smaltimento, per un quantitativo stimato di circa 6.000 t/a.

Il sottovaglio, stimato in circa 34.000 t/a, verrà avviato alla fase di digestione anaerobica.

L'area destinata al pretrattamento sarà dotata di sistema di aspirazione e trattamento dell'aria che consentirà 4 ricambi di aria ogni ora.

Di seguito si riporta un diagramma di flusso del sistema di pretrattamento.

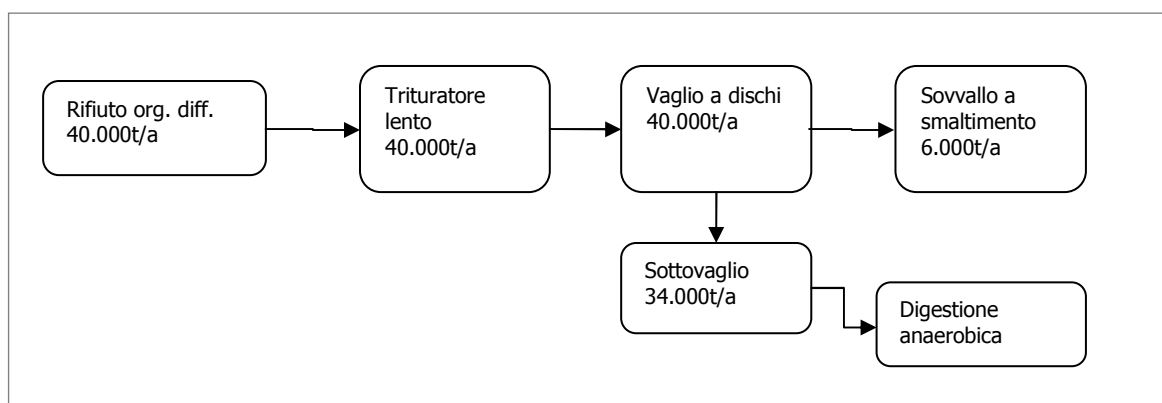


Figura 5 - Diagramma di flusso pretrattamento

### Pretrattamento rifiuti ligneocellulosici

Come accennato, i rifiuti ligneocellulosici verranno scaricati sotto tettoia per essere pretrattati mediante trituratore veloce a martelli.

La scelta di posizionare lo stoccaggio del verde in adiacenza al lato del capannone dove è ubicata la fossa di ricezione è legata alla volontà di automatizzare quanto più possibile il processo e quindi anche il conferimento del verde triturato in fossa. In questo modo è possibile eliminare il rischio di eventuali interferenze tra i mezzi che trasportano FOU e quelli di movimentazione del verde triturato.



Figura 6 - Trituratore veloce a martelli per rifiuti ligneocellulosici

Il verde triturato verrà pertanto conferito in modo automatico nella fossa di scarico localizzata all'interno del capannone. Il ragno preleverà la quota del verde (circa 7.500 t/a) da avviare alla

formazione della miscela per la digestione anaerobica all'interno della tramoggia di alimentazione del digestore. Di seguito si riporta un diagramma esemplificativo del pretrattamento dei rifiuti lignocellulosici.

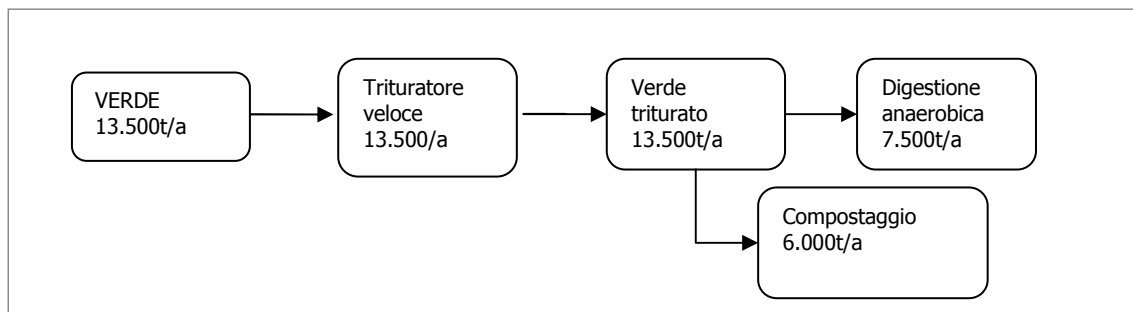


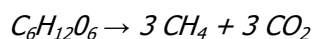
Figura 7 - Diagramma di flusso pretrattamento verde

### 3.3.5 Digestione anaerobica

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.

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.



Il meccanismo di degradazione è tuttavia complesso e formato da più fasi distinte, che comprendono numerose reazioni biochimiche in serie ed 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 ed 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.

La digestione termofila sta acquistando sempre maggiori consensi negli ultimi anni, in considerazione di una maggiore resa in biogas e soprattutto di un più elevato effetto igienizzante e stabilizzante sul materiale in ingresso.

#### Caratteristiche tecniche del digestore anaerobico

Per il trattamento dei rifiuti in ingresso all'impianto è stata scelta una tecnologia di digestione anaerobica di tipo "dry" (sostanza secca di circa il 30/35% in peso), modulare, in termofilo (55°) con "flusso a pistone".

La digestione a secco, termofila, viene effettuata in un digestore dotato di agitatore ad asse unico orizzontale con flusso a pistone continuo ad una temperatura di 55°C, con un tempo di permanenza idraulica in media di circa 14 – 28 giorni.

Il processo dry permette al materiale di passare dall'entrata all'uscita del digestore in un flusso a pistone stabile, evitando la miscelazione del materiale in entrata con il materiale già trattato e quindi corto circuiti di materiale non trattato in uscita dal digestore.

Il tempo di ritenzione permette di igienizzare il materiale eliminando organismi patogeni e garantisce un'ottimale decomposizione del materiale organico.

L'asse agitatore orizzontale previene la formazione di sedimenti nel fondo e dell'eventuale crosta alla superficie del substrato in digestione e favorisce l'accumulo del biogas nella parte superiore del digestore.

Tutte le parti che necessitano di manutenzione sono accessibili dall'esterno. Questo per fare in modo che non si debba interrompere la funzione del digestore per eventuale manutenzione.

I parametri principali del processo sono controllati dalla centrale elettronica.

Il flusso a pistone continuo è un processo stabile che permette un'alta controllabilità, sia organica che meccanica, questo assicura un grado di affidabilità tra i migliori per questo genere d'impianti ed è in grado di garantire:

- una miscelazione particolarmente potenziata ed efficiente nella zona di immissione;
- un'elevata capacità di trasporto dei sedimenti nella zona centrale;
- equalizzazione del flusso dei sedimenti nella zona di estrazione.

Il digestore sarà costituito da due moduli affiancati, ciascuno con le seguenti caratteristiche dimensionali:

- Lunghezza 32,0 m;
- Larghezza 7,1 m;





- Volume totale ca. 1600 m<sup>3</sup>;
- Volume utile ca. 1300 m<sup>3</sup>;

Il digestore sarà realizzato in cemento armato e dotato di un sistema di mixer con asse orizzontale in acciaio e di impianto di riscaldamento e isolamento termico.

Il calore necessario all'esercizio del processo in condizioni termofile verrà fornito da una caldaia a condensazione opportunamente dimensionata ed alimentata con gas di rete.

Si precisa che in fase di progettazione definitiva verrà valutata la possibilità di installare un cogeneratore per la produzione di energia elettrica e termica utili a soddisfare i fabbisogni energetici dell'impianto alimentato da gas di rete.

Il digestore può essere esercito con una pressione del biogas tra 5-60mbar controllata mediante valvole di sicurezza di sovra e sottopressione.

Il digestato è scaricato dal digestore tramite una robusta pompa a pistone che trasferisce il materiale attraverso un sistema di tubazioni alle successive sezioni di trattamento.

Una parte del materiale digerito viene ricircolato per inoculare il materiale in entrata del digestore mediante pompe di estrazione ed apposite saracinesche idrauliche; la disposizione delle pompe di estrazione e delle relative tubazioni è tale da rendere impossibile la presenza di sedimentazioni. Il sedimento eventualmente presente nel tratto della tubazione di uscita viene espulso al ciclo successivo di spinta, in questo modo i sedimenti vengono sistematicamente separati ed ogni ciclo di pompaggio di inoculo avviene quindi libero da sedimenti.

Questa disposizione particolare del sistema di estrazione assieme all'equalizzazione del flusso dei sedimenti ottenuto grazie all'albero di miscelazione consente di creare un complesso della digestione anaerobica fortemente insensibile agli inerti ed ai sedimenti.

Successivamente alle fasi di pretrattamento i due flussi di materiali (sottovaglio rifiuto organico differenziato e verde triturato) verranno avviati verso la tramoggia di alimentazione del digestore anaerobico, della capacità di 10 m<sup>3</sup>. La tramoggia verrà alimentata in modo automatico dal carroponete, senza presenza di operatore, in funzione delle caratteristiche e della portata del flusso.

Come descritto, il digestore verrà alimentato dai seguenti flussi di materiali:

- 34.000 t/a sottovaglio pretrattamento FOU;
- 7.500 t/a di rifiuti lignocellulosici tritati.

L'introduzione del materiale all'interno del digestore avviene mediante tramoggia di immissione dotata di coclea, presente su ciascun modulo, alimentata dal nastro trasportatore in arrivo dalla tramoggia di alimentazione.

L'immissione del materiale all'interno del digestore mediante coclea ha i seguenti vantaggi:

- costi di esercizio inferiori,



- omogeneizzazione all'interno del digestore in quanto il materiale input non necessita di ulteriore umidificazione,
- alta capacità di alimentazione.

### 3.3.6 Trattamento del biogas e produzione di biometano

Il sistema di collettamento del biogas è costituito da tubazioni in acciaio dotato di valvola di sovra e sottopressione e di valvole di intercettazione. Il biogas, dopo aver subito un processo di desolfurazione, mediante l'aggiunta al substrato in digestione di un opportuno reagente per l'abbattimento dell'acido solfidrico, viene indirizzato ad un sistema di upgrading per la produzione di biometano.

Come detto nell'elaborato FG BM RI 042a *Relazione Illustrativa*, in questa fase della progettazione sono state esaminate due diverse tecnologie per l'upgrading del biogas:

- lavaggio con acqua in pressione (PWS ( Pressure Water Scrubbing));
- separazione con membrane,

rinviano alla fase di progettazione definitiva la scelta della migliore tecnologia in grado di garantire le migliori performances ed il miglior equilibrio tecnico/economico.

#### **Lavaggio con acqua in pressione (PWS)**

L'impianto PWS è un sistema modulare prefabbricato, costituito da:

- n. 1 container che ospita la sala elettrica, la sala pompe, la sala di processo;
- n. 3 colonne di lavaggio; una colonna di assorbimento, una colonna flash, una colonna di desorbimento;
- n. 1 sistema di raffreddamento che condiziona la temperatura dell'H<sub>2</sub>O di processo, del compressore ed inoltre, a seconda delle esigenze, raffredda o riscalda la sala elettrica in funzione della temperatura esterna;
- n. 1 sistema di areazione per la colonna di desorbimento;
- separatori di condensa;
- strumenti per l'analisi del gas;
- scambiatori di calore;
- essiccatori;
- compressori.





Figura 8 - Esempio di impianto di upgrading PWS (fonte web)

Il processo PWS mira prevalentemente alla rimozione della  $\text{CO}_2$  e di altri composti quali  $\text{H}_2\text{S}$  presenti nel biogas grezzo e all'ottenimento di un biometano quanto più possibile ricco di  $\text{CH}_4$ . Il processo si basa sul principio della maggiore solubilità della  $\text{CO}_2$  e di altri composti gassosi in acqua rispetto al  $\text{CH}_4$  a basse temperature e pressioni più elevate; pertanto i composti quali  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  e  $\text{NH}_3$  vengono fisicamente legati al liquido di lavaggio, in questo caso l'acqua.

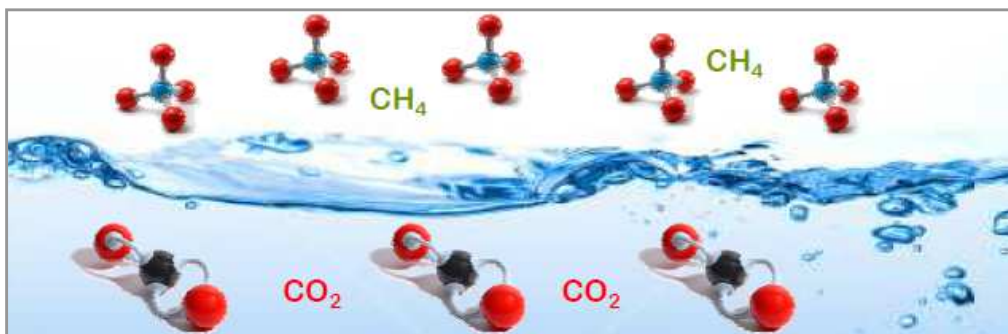


Figura 9 - Processo di assorbimento

Il biogas grezzo giungerà all'impianto PWS alla pressione di 20-130 mbar grazie all'azione della soffiante connessa alla tubazione in arrivo dal digestore. Per aumentare la solubilità in acqua, il biogas viene compresso, all'interno del container dell'upgrading, ad una pressione di circa 7 bar, successivamente raffreddato e fatto fluire attraverso una torre di lavaggio (colonna di assorbimento), in controcorrente rispetto all'acqua di processo che viene nebulizzata nella parte alta della torre, nella quale avviene l'assorbimento della  $\text{CO}_2$ , dell' $\text{H}_2\text{S}$  e di altri composti gassosi solubili in acqua.

Il biogas arricchito di  $\text{CH}_4$  esce dalla parte superiore della torre di assorbimento, all'interno del quale sono distribuiti degli elementi di materiale plastico che aumentano la superficie di contatto tra il gas e l'acqua per massimizzare l'efficienza di assorbimento. La torre è mantenuta

ad una pressione definita, garantendo così un costante assorbimento di  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{S}$  e di altri composti.

L'acqua di processo, satura di  $\text{CO}_2$ , e  $\text{H}_2\text{S}$  e contenente ancora piccole quantità di  $\text{CH}_4$  è collettata alla base dello scrubber ed inviata ad una seconda torre denominata "colonna flash" in cui la brusca riduzione della pressione (a circa 1,5 bar) consentirà il rilascio del  $\text{CH}_4$  disciolto che verrà riciclato a monte della colonna di assorbimento.

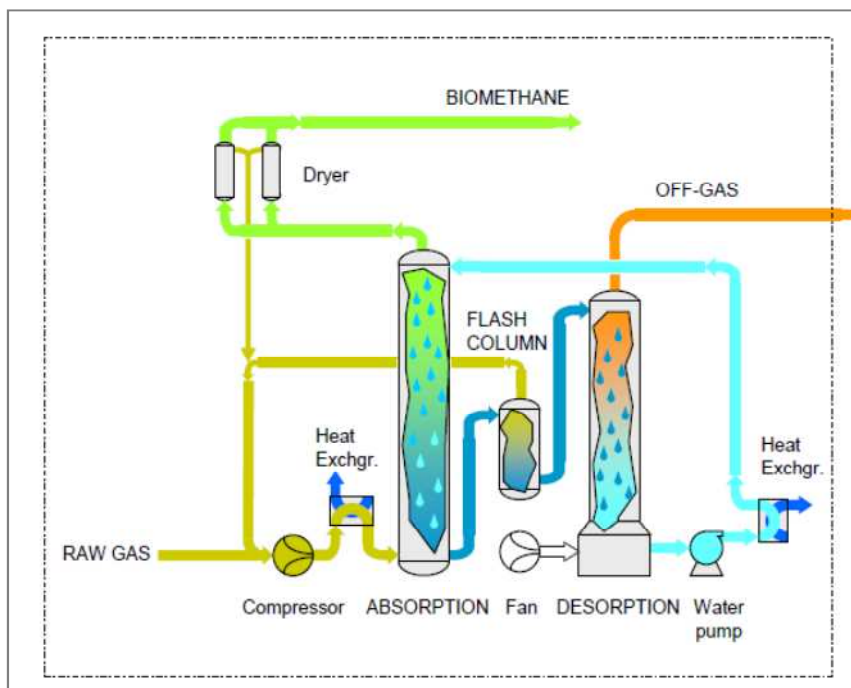


Figura 10 - Schema del processo PWS

In uscita dalla colonna flash l'acqua, ancora satura di  $\text{CO}_2$ , e  $\text{H}_2\text{S}$ , verrà inviata alla "colonna di rilascio", nella quale avviene la rigenerazione del liquido mediante l'insufflazione di aria a pressione atmosferica. In questa colonna l'acqua verrà pompata nella parte superiore mentre l'aria verrà insufflata dalla base. In questo modo la  $\text{CO}_2$  e l' $\text{H}_2\text{S}$  catturate in precedenza verranno liberate in forma gassosa e lasceranno il processo dalla flangia posta all'estremità superiore della colonna di rilascio andando a costituire l'off gas.

L'acqua necessaria al processo di upgrading verrà prelevata dall'acquedotto pubblico.

Il "biometano" in uscita dalla torre di lavaggio, verrà fatto fluire in una doppia torre di essiccazione atta ad eliminare il vapore acqueo. Il sistema di essiccazione utilizzerà 2 colonne di assorbimento riempite con un agente essiccante. Le colonne saranno autorigeneranti e funzioneranno alternativamente, ossia quando una colonna sarà attiva e garantirà l'essiccazione e la depurazione del gas prodotto, l'altra si rigenererà.

Un analizzatore del punto di rugiada controllerà le prestazioni del sistema di essiccazione del gas, commutando automaticamente le colonne quando necessario, al fine di assicurare che il punto di rugiada del gas prodotto soddisfi le specifiche richieste.

In uscita dagli essiccatori il biometano sarà analizzato in continuo nelle sue componenti fondamentali quali: CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>O, temperatura, pressione e portata.

### **Separazione con membrane**

Nel caso della separazione con membrane, le installazioni tecnologiche sono ubicate all'interno di un container preassemblato, ciò rende tale tecnologia estremamente flessibile nel layout ed adattabile al sito di produzione del biogas.

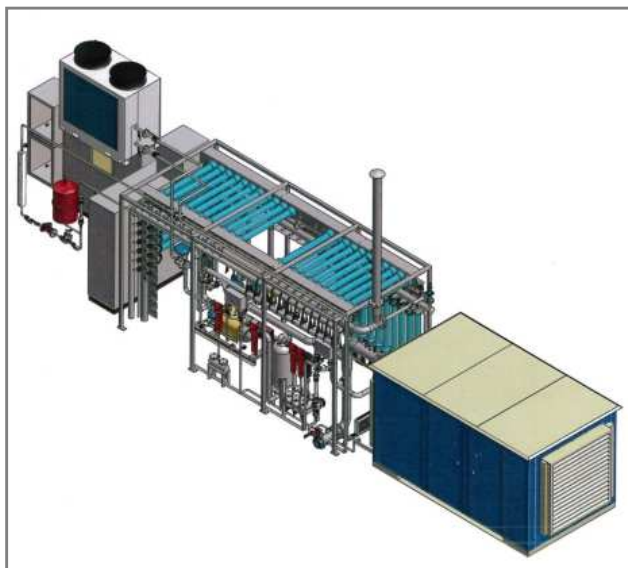


Figura 11 - Esempio di impianto di upgrading con membrane (fonte web)

L'impianto è costituito pertanto dalle seguenti sezioni:

- Raffreddamento e deumidificazione
- Desolforazione
- Compressione
- Unità di separazione con membrane

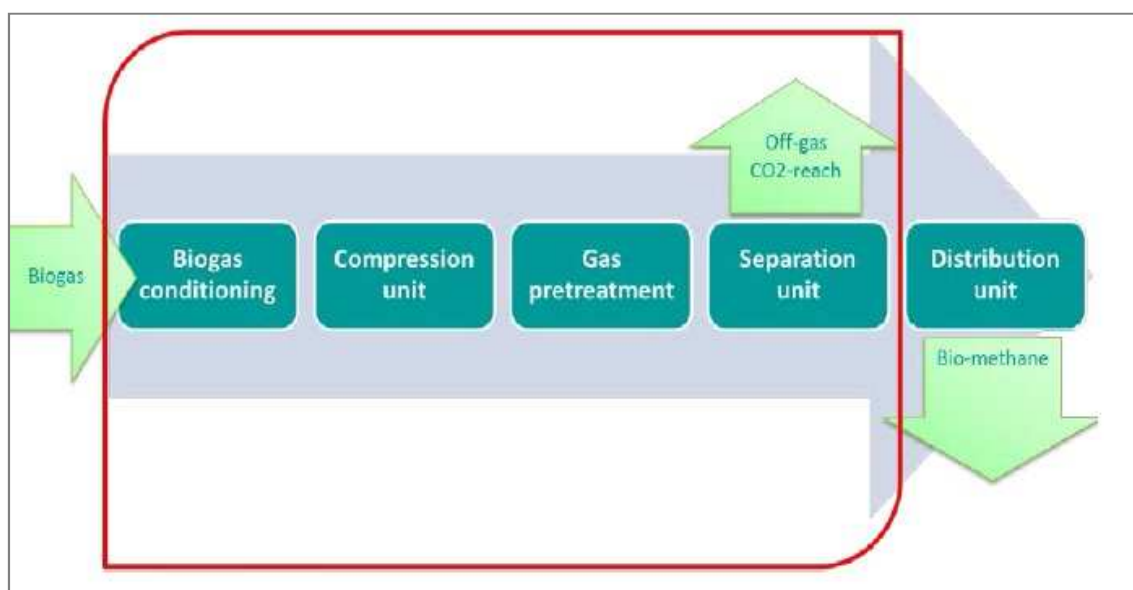


Figura 12 - Schema upgrading con membrane

Il biogas in uscita dal digestore è saturo di acqua e pertanto è necessaria una prima sezione di deumidificazione.

A valle della deumidificazione è prevista l'unità di desolforazione, costituita da una batteria di carboni attivi per la rimozione dell'  $H_2S$ , la cui rimozione è necessaria per non compromettere le performances delle membrane. Il gas viene fatto fluire dal basso verso l'alto all'interno di un letto di carboni attivi dimensionato in funzione della portata da trattare. Il sistema è costituito generalmente da due colonne che possono operare grazie alla regolazione di un sistema di valvole sia in serie oppure alternativamente.

Una volta purificato e desolforato il biogas viene compresso fino ad una pressione di 16-18 bar attraverso un compressore alloggiato in un container dedicato ed insonorizzato, le cui caratteristiche sono conformi alle direttive antincendio. Il gas in uscita dal compressore viene raffreddato ed il calore può essere recuperato o eventualmente disperso con radiatori installati sul compressore stesso.

La sezione principale dell'impianto è costituita dalle membrane attraverso le quali si ha la separazione della  $CO_2$  dal biogas. Il biogas in uscita dal compressore viene convogliato al sistema a membrane disposto in batterie verticali di membrane.

Il trattamento può avvenire in più stadi ognuno dei quali è costituito da un numero definito (a seconda della portata di gas da trattare) di filtri a membrana che vengono attraversati in parallelo dal gas in pressione. L'elevata pressione aumenta l'efficienza di separazione.

Le membrane sono costituite da materiali che sono permeabili alla  $\text{CO}_2$ , all' $\text{H}_2\text{O}$ , all' $\text{NH}_3$ , meno permeabili all' $\text{H}_2\text{S}$  e all' $\text{O}_2$  e molto poco permeabili all' $\text{N}_2$  e al  $\text{CH}_4$  e si presentano in forma di fascio di fibre cave rivestite di materiale polimerico.

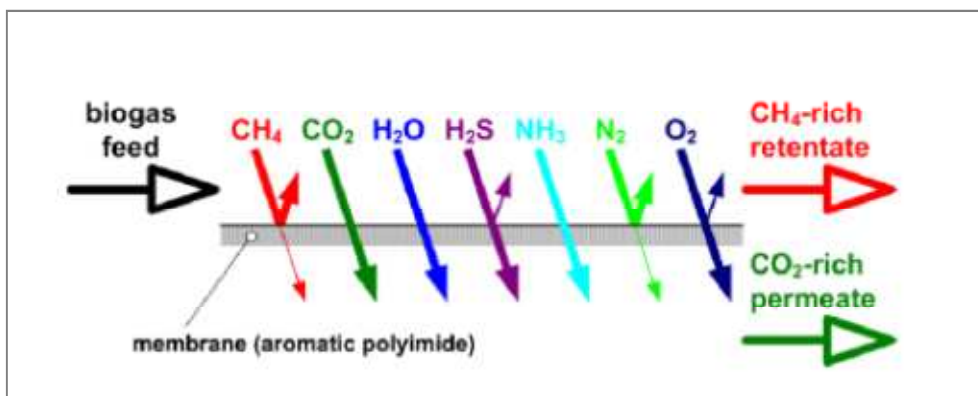


Figura 13 - Membrane

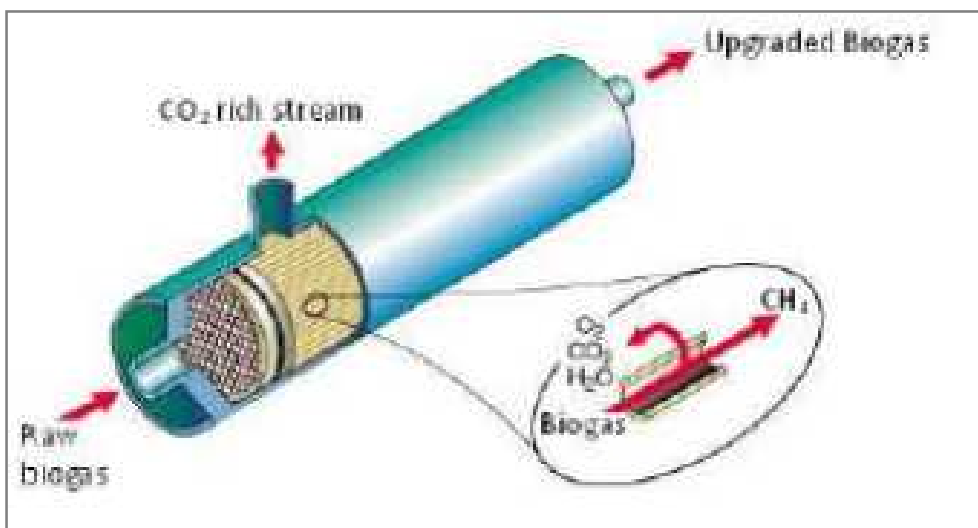


Figura 14 - Membrane

Nel passaggio attraverso lo stadio di membrane, la  $\text{CO}_2$  permea attraverso le membrane e viene aspirata ed estratta dal fondo, mentre il  $\text{CH}_4$  attraversa la cavità e fuoriesce in cima alla colonna, il numero di stadi del processo a membrane è funzione della qualità del biometano in uscita.

Al termine del processo di upgrading, il biometano avrà una portata massima prevista di ca **499  $\text{Sm}^3/\text{h}$**  per una produzione annua complessiva di **3.900.000  $\text{Sm}^3$** .

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche chimiche previste per il biometano.

Parametro	Unità di misura	Valore	Condizioni
Potere calorifico superiore	MJ/m <sup>3</sup>	34,95 - 45,28	Pressione = 101,325 kPa Temperatura = 288,15 K
Indice di Wobbe	MJ/m <sup>3</sup>	47,31 - 52,33	Pressione = 101,325 kPa Temperatura = 288,15 K
Densità relativa	g/L	0,5548 – 0,8	
Ossigeno (O <sub>2</sub> )	% mol	≤ 0,6	
Anidride Carbonica (CO <sub>2</sub> )	% mol	≤ 3	
Solfuro di idrogeno (H <sub>2</sub> S)	mg/ Sm <sup>3</sup>	≤ 6,6	
Zolfo da mercaptani	mg/ Sm <sup>3</sup>	≤ 15,5	
Zolfo Totale (S)	mg/ Sm <sup>3</sup>	≤ 150	
Punto di Rugiada dell'acqua	°C	≤ -5	Pressione di 7000 kPa relativi
Punto di Rugiada degli idrocarburi	°C	≤ 0	Nel campo di pressione compreso tra 100 e 7000 kPa relativi

Tabella 2 - Caratteristiche biometano

#### Immissione in rete del biometano

Il biometano prodotto può essere immesso nella rete di distribuzione del gas naturale qualora le caratteristiche chimico-fisiche lo permettano. Il biometano fuori specifica verrà ricircolato in testa all'impianto di upgrading.

L'AEEG ha emanato, con Deliberazione n. 46/2015/R/GAS del 12.02.2015 *le Direttive per le connessioni di impianti di biometano alle reti del gas naturale e disposizioni in materia di determinazione delle quantità di biometano ammissibili agli incentivi.*

Lo scenario normativo è tuttavia ancora incompleto, si è infatti ancora in attesa dell'emanazione delle specifiche tecniche europee di qualità del biometano per l'immissione in rete e dell'aggiornamento dei codici di rete dei gestori. Pertanto ai fini dell'immissione in rete del biometano, oltre all'impianto di upgrading per la raffinazione del biogas descritto nei precedenti paragrafi, potranno essere necessarie ulteriori apparecchiature utili a svolgere alcune funzioni tra le quali:

- odorizzazione;
- misura del volume e della composizione del biometano;
- controllo dei parametri di qualità





### 3.3.7 Abbattimento degli odori

Come descritto nei paragrafi precedenti, l'impianto svolgerà la maggior parte delle lavorazioni in ambiente chiuso e confinato, senza la presenza fissa di operatori.

La sezione dell'impianto che presenterà il maggiore rischio osmogeno nel presente progetto è quella di ricezione e pretrattamento, dove la FOU presenta un'elevata fermentescibilità, ossia caratteristiche biochimiche di una biomassa ancora "fresca".

Infatti, il processo di digestione anaerobica, a differenza del processo di compostaggio, si configura come un sistema "chiuso", nel corso del quale la degradazione delle frazioni organiche più fermentescibili ha luogo entro reattori chiusi ermeticamente per garantire le condizioni di anaerobiosi. Ne segue che tutte le fasi del processo biologico di digestione anaerobica non possono per propria natura emettere odori molesti.

Analogamente la sezione di captazione, trattamento ed upgrading del biogas non sono suscettibili di emissione di odori molesti poiché sono progettati per evitare ogni possibile fuga di gas dal sistema.

Pertanto la sezione di ricezione e pretrattamento sarà localizzata entro un capannone chiuso munito di sistema di captazione e depurazione delle arie e dotato di pavimento in calcestruzzo impermeabilizzato e sistema di raccolta degli eventuali percolati.

L'aria contaminata da composti osmogeni all'interno della zona di ricezione e pretrattamento sarà aspirata in continuo in modo da garantire mediamente il ricambio di **4 volumi di aria ogni ora** e successivamente convogliate ad una torre di lavaggio, prima di essere inviate al biofiltro.

La portata complessiva del sistema di aspirazione, che manterrà in depressione il fabbricato, sarà pari a circa 73.500 Nm<sup>3</sup>/h.

Al fine di evitare la fuoriuscita accidentale di odori molesti dagli accessi carrai che garantiranno la viabilità per i mezzi di trasporto da e verso il capannone, gli stessi saranno muniti un locale equipaggiato con porte automatizzate e ad impacchettamento rapido con apertura alternata.

#### **Torri di lavaggio**

Le arie captate dal capannone prima di essere avviate al biofiltro, verranno trattate all'interno di una torre di lavaggio in polipropilene in grado di trattare l'intera portata. Il sistema di lavaggio sarà realizzato in controcorrente in torri a letto di contatto flottanti.

Questo stadio di trattamento avrà la funzione di:

- abbattere eventuali polveri in sospensione;
- umidificare il flusso aeriforme in transito;
- assorbire i composti chimici odorigeni idrosolubili;



- ridurre le concentrazioni di ammoniaca in ingresso al biofiltro;
- uniformare la temperatura degli aeriformi in transito.

### **Biofiltro**

La biofiltrazione è la rimozione e la decomposizione di contaminanti in forma gassosa attraverso l'utilizzo di microrganismi. Infatti la biofiltrazione risulta essere il miglior sistema di trattamento dell'aria quando si ha a che fare con grossi volumi di aria e basse concentrazioni di sostanze inquinanti.

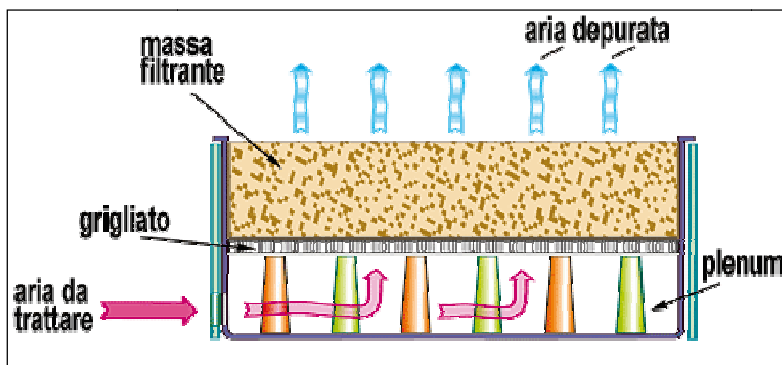


Figura 15 - Schema tipo biofiltro

I principi su cui si basa l'azione del biofiltro sono in via generale analoghi a quelli utilizzati nei processi di trattamento biologico delle acque reflue; anche questi sistemi infatti prevedono lo sfruttamento di un largo spettro di microrganismi (batteri, attinomiceti e funghi) in grado di metabolizzare, attraverso una serie di reazioni biologiche (ossidazione, riduzione ed idrolisi) i composti naturali e di sintesi, inorganici ( $H_2S$  e  $NH_3$ ), organici sia aromatici che alifatici (acidi, alcoli, idrocarburi, ecc.), presenti nei reflui gassosi che li attraversano. In particolare, nel biofiltro le sostanze da depurare vengono temporaneamente adsorbite su uno strato di circa 2 metri di materiale soffice e poroso, generalmente di origine vegetale, dove in condizioni controllate di umidità, pH, tempo di contatto e di nutrienti inorganici e organici, i microrganismi metabolizzano gli inquinanti contenuti nel flusso gassoso.

Di particolare importanza a tal fine risulta essere la composizione microscopica e macroscopica del materiale filtrante. Le proprietà richieste ad una ottimale miscela filtrante riguardano la porosità, che deve mantenersi a valori elevati (80-90%), le condizioni idriche ottimali per la vita microbica (60-70% di umidità) e la capacità di mantenere il più a lungo nel tempo le caratteristiche originarie. Tali proprietà, oltre che sull'efficienza del biofiltro, influiscono favorevolmente sui costi di gestione, garantendo minori perdite di carico del sistema e quindi minori consumi energetici ed un numero inferiore di interventi di manutenzione necessaria a ripristinare le originarie condizioni di porosità. Alcuni dei processi biologici tipici della biofiltrazione sono i seguenti:



Il biofiltro sarà realizzato a pianta rettangolare con dimensioni massime d'ingombro pari a 18\*27m.

Le parti principali dell'impianto saranno essenzialmente 2:

- un plenum;
- una platea su plotte, (divisa in 3 parti) su cui poggierà il letto biofiltrante.

I setti di separazione della platea permetteranno di avere un biofiltro costituito da tre moduli singolarmente disattivabili. Il vantaggio di avere tre moduli singolarmente disattivabili è quello di poter operare manutenzioni o sostituzioni del letto biofiltrante, senza interrompere l'aspirazione dai locali di lavorazione e l'operatività del sistema di abbattimento delle emissioni in atmosfera.

Il letto biofiltrante sarà costituito da materiale ligneocellulosico, triturato grossolanamente per garantire una lunga efficienza, dell'altezza di circa 2 metri.



Figura 16 - Esempio di biofiltro

Il dimensionamento del letto di biofiltrazione tiene in considerazione le indicazioni riportate nel D.G.R. 1 agosto 2003 - n. 7/13943 e nel D D.G.R. 30 maggio 2012 - n. IX/3552 della Regione Lombardia. Secondo dette linee guida sono ritenuti valori ottimali di portata specifica (portata di aria per m<sup>3</sup> di materiale biofiltrante)  $\leq 80 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^3$  ed un tempo di contatto, tra aria da trattare e materiale biofiltrante,  $\geq 45$  secondi.

Parametro	Unità di misura	Valore di progetto
Portata max trattata	m <sup>3</sup> /h	73.500
Superficie biofiltro	m <sup>2</sup>	576
Altezza letto filtrante	m	1,7
Carico specifico volumetrico	m <sup>3</sup> /h m <sup>3</sup>	75
Carico specifico superficiale	m <sup>3</sup> /h m <sup>2</sup>	128
Tempo residenza	s	48
Durata emissioni	h/giorno	24
Frequenza	-	continua

Tabella 3 - Caratteristiche biofiltro

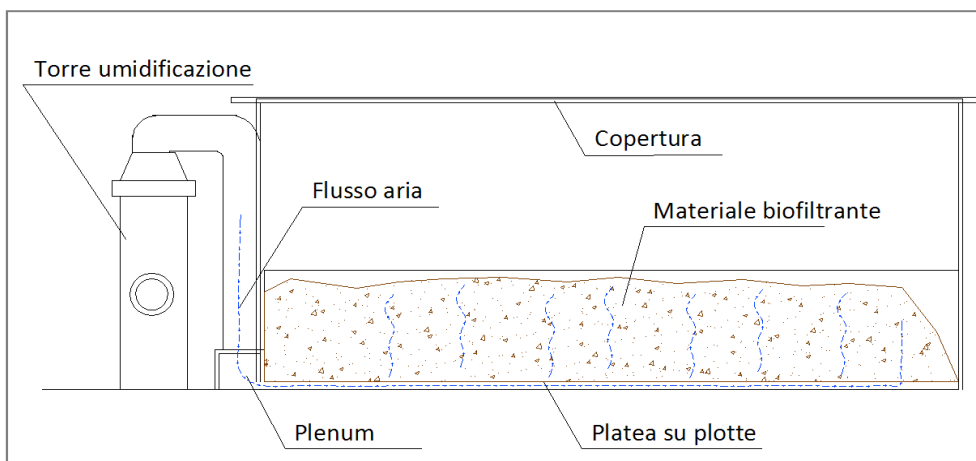


Figura 17 - Sezione tipo biofiltro

Come detto tutte le sezioni del capannone saranno dotati di sistema di aspirazione e trattamento dell'aria che garantiranno ricambi di aria riportati di seguito:

Sezione	Volume d'aria da trattare (m <sup>3</sup> /h)	Ricambi (vol/h)
Bussola	8.800	2
Fossa di scarico	19.700	4
Pretrattamento	45.000	4

Tabella 4 - Volumi d'aria e ricambi

Il letto biofiltrante sarà costituito da materiale di origine vegetale, cippato di legno e torba, e verrà umidificato dal flusso di aria in uscita dagli scrubber (umidità relativa > 90%).

L'efficienza di biofiltrazione sarà periodicamente monitorata al fine di garantire i valori limite di emissioni in atmosfera riportati di seguito nel rispetto di quanto stabilito dal D.G.R. Lombardia 16 aprile 2003 n. 7/12764

Parametro	Unità di misura	Limite di emissione
Polveri	mg/Nm <sup>3</sup>	10
NH <sub>3</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	5
UO	UO/Nm <sup>3</sup>	300

Tabella 5 - Limiti di emissione

### 3.3.8 Torcia di sicurezza

Nel caso in cui di manutenzioni ordinarie o per qualunque altro motivo che porti al blocco del funzionamento della sezione di upgrading, il gas sarà combusto nella torcia ad alta temperatura. La torcia sarà ubicata sopra al digestore e dotata di un sistema di controllo a termocoppia, collegato al relativo visualizzatore che monitorerà il valore della temperatura della fiamma ed un regolatore che mantiene la temperatura a valori superiori a 850 °C come previsto dal D.Lgs. 36/2003.

Le caratteristiche tecniche della torcia ottempereranno a quanto previsto dal paragrafo 2.5 dell'Allegato 1 del D. Lgs. del 13 gennaio 2003 n. 36 riguardante l'attuazione della direttiva 199/31/CE relativa alle discariche dei rifiuti ( $T > 850$  °C per un tempo di residenza dei fumi superiore a 0,3 s e concentrazione di ossigeno maggiore o uguale al 3% in volume).

La camera di miscelazione e di combustione avrà un tubo di protezione fiamma in acciaio speciale resistente ad alta temperatura ed isolata internamente con materiale refrattario ceramico; il bruciatore garantisce un'alta efficienza di combustione, intesa come rapporto, superiore al 99% consentendo un valore di ossigeno residuo superiore al 5%.

Un sistema di controllo a termocoppia, collegato al relativo visualizzatore, monitorerà il valore della temperatura della fiamma. Sul collettore di alimentazione della torcia è prevista l'installazione di un filtro di interruzione di fiamma.

La torcia sarà corredata di un misuratore della temperatura di combustione, con indicazione analogica o digitale, nonché di un elemento termico per lo spegnimento automatico a temperatura di combustione superiore alla temperatura di massima resistenza dell'isolamento termico. L'accensione su consenso sarà effettuata da un dispositivo ad elettrodi alimentati in alta tensione. L'attivazione di detto innesco avverrà tramite un circuito temporizzato programmato su un tempo sufficientemente lungo per garantire l'avvenuta accensione della fiamma.



### 3.4 Gestione delle acque meteoriche e di processo

La logistica dell'impianto in progetto è mirata a svolgere tutte le lavorazioni in ambienti confinati o coperti, al fine di evitare il contatto tra le acque meteoriche ed i rifiuti, con lo scopo di minimizzare i volumi di acqua da trattare prima dell'immissione nella rete fognaria esistente ed attualmente a servizio dell'impianto di compostaggio/selezione gestito dalla VUS S.p.A.

La gestione delle acque meteoriche dell'impianto verrà effettuata attraverso una rete di raccolta dedicata, composta da caditoie distribuite su tutte le aree impermeabili esterne.

Sono state identificate le seguenti zone dell'impianto:

- aree asfaltate: comprende il piazzale antistante il capannone dedicato alla manovra degli automezzi, la strada di accesso;
- area superfici coperte: comprende tutte le aree di dilavamento dei tetti, delle pensiline e delle coperture;
- area superfici impermeabili: comprende le aree coperte da solette o cementate.

La gestione delle acque di prima pioggia è uno degli obiettivi primari ai fini della tutela dei corpi idrici ricettori. Tali acque, infatti, costituiscono il veicolo attraverso cui un significativo carico inquinante costituito da un miscuglio eterogeneo di sostanze disciolte, colloidali e sospese, comprendente metalli, composti organici ed inorganici, potrebbe essere scaricato nei corpi idrici ricettori nel corso di rapidi transitori.

Le acque di prima pioggia, intese i primi 5 mm di acqua per ogni evento meteorico per ogni metro quadrato di superficie impermeabile dotata di rete drenante, necessitano pertanto di opportuni trattamenti al fine di assicurare la salvaguardia degli ecosistemi acquatici conformemente agli obiettivi di qualità fissati dalle Direttive Europee 2000/60/CEE e 91/271/CEE nonché dalla Delibera di Giunta Regionale n.424 del 24.04.2012.

Le acque di prima pioggia verranno convogliate tramite un pozzetto di by-pass (separatore acque di prima pioggia dalle acque di seconda pioggia) in un'apposita vasca in cls detta "Vasca di prima pioggia" di capacità circa 15 m<sup>3</sup>, parzialmente interrata, dove avverrà la sedimentazione delle sabbie.

Successivamente, le acque desabbiate verranno avviate al disoleatore per poi essere convogliate in una vasca di raccolta prima dell'immissione in fognatura (FG/BM/EDI/063 *Raccolta acque meteoriche*).

La separazione fra le acque di prima pioggia e quelle di seconda pioggia avverrà tramite un pozzetto separatore che contiene al proprio interno uno stramazzo su cui sfiorano le acque di seconda pioggia dal momento in cui il pelo libero dell'acqua nel bacino raggiunge il livello della soglia dello stramazzo.



Sulla base della configurazione impiantistica, non è previsto l'espletamento di alcuna attività lavorativa all'esterno che determini la presenza di acque di dilavamento; pertanto le acque sfiorate dal pozzetto di separazione, dette "acque di seconda pioggia", caratterizzate da un ridotto carico inquinante, verranno scaricate attraverso un'adeguata rete di convogliamento nel fosso Forma nelle vicinanze dell'impianto.

Le acque di processo assimilate alle acque di prima pioggia, che si produrranno all'interno delle aree di lavorazione (ossia i percolati dello stoccaggio del verde, quelle del biofiltro e delle torri di lavaggio dell'upgrading del sistema PWS), le acque reflue derivanti dai bagni a servizio del sito tecnologico saranno anch'esse convogliate nella vasca di raccolta per poi essere immesse nella rete fognaria esistente.

Le eventuali condense del biogas verranno smaltite in fognatura e anch'esse preventivamente immesse nella vasca di raccolta.

Le cosiddette acque di processo ( i colaticci della FOU, le acque di lavaggio del capannone di pretrattamento) verranno riciclate nel digestore.



## 4 Impianto di compostaggio

### 4.1 Quantitativi e tipologia di rifiuti trattati

Come accennato in premessa l'impianto di compostaggio prevede il trattamento di 40.000 t/a di rifiuti organici avviati al recupero dal limitrofo impianto di produzione biometano.

In particolare si prevede di trattare un quantitativo indicativo di circa 34.000 t/a di digestato prodotto dalla digestione anaerobica di FOU e verde, e di circa 6.000 t/a di residui lignocellulosici tritati. I rifiuti verranno semplicemente miscelati nel miscelatore, dato che non avranno bisogno di ulteriori trattamenti per l'avvio alla fase di compostaggio aerobico.

Nella tabella seguente si riportano i codici CER ed i quantitativi dei rifiuti in ingresso all'impianto in oggetto.

CER	Descrizione	Operazione di recupero	Quantità ind.iva (t/a)	Quantità max (t/a)
19 06 04	Digestato prodotto dal trattamento anaerobico di rifiuti urbani	R3	34.000	40.000
19 12 12	Rifiuti prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti		6.000	

Tabella 6 - Quantitativi e tipologia dei rifiuti in ingresso

È importante precisare che i rifiuti sopra descritti arriveranno esclusivamente dall'impianto di produzione biometano e saranno originati solamente da trattamento meccanico o digestione anaerobica di rifiuti organici differenziati.

I quantitativi indicativi dei singoli codici CER trattati annualmente all'interno dell'impianto, possono subire leggere variazioni in conseguenza di particolari scenari di mercato o gestionali, pur rimanendo invariato il quantitativo complessivo massimo trattabile.

È bene specificare che nel dimensionamento delle aree di lavorazione è stato considerato un flusso di circa 6.000 t/a di sovrappeso legnoso proveniente dalla fase di vagliatura finale, che verrà reintrodotta in testa al processo (nella fase di miscelazione) come materiale strutturante nella miscela destinata al compostaggio.

La miscela avviata a compostaggio avrà un contenuto iniziale in sostanza secca superiore al 35%, da considerarsi un valore ottimale per una corretta conduzione del processo di compostaggio, dove i cumuli verranno umidificati, se necessario, utilizzando le acque di processo (frazione liquida del digestato proveniente dal separatore solido/liquido).





## 4.2 Quantitativi e tipologia dei prodotti finali

L'attività dell'impianto di compostaggio consiste nel trattamento di rifiuti organici provenienti dall'attività limitrofa opportunamente miscelati, mediante il processo di compostaggio aerobico.

L'attività di compostaggio consente di recuperare quasi completamente il rifiuto in ingresso e di trasformarlo in fertilizzante organico da utilizzarsi in pratiche agricole. Si prevede la produzione di circa 18.000 t/a di ammendante compostato misto, grazie a perdite di processo del 55% circa in peso, con produzione di circa 2.000 t/a di rifiuto non compostabile, che verrà avviato a smaltimento con il CER 19 05 01 (*parte dei rifiuti urbani e simili non compostata*).

Il prodotto ottenuto dal processo di compostaggio e descritto nei precedenti paragrafi, è classificato come un fertilizzante e più precisamente come ammendante compostato misto così come definito ai sensi dell'allegato 2 del D.Lgs 75/2010 e s.m.i.

Il D.Lgs 75/2010 all'allegato 2 definisce ACM come *"prodotto ottenuto attraverso un processo di trasformazione e stabilizzazione controllato di rifiuti organici che possono essere costituiti dalla frazione organica degli RSU provenienti da raccolta differenziata, da rifiuti di origine animale compresi i liquami zootecnici, da rifiuti di attività agroindustriali e da lavorazione del legno e del tessile naturale non trattati, nonché dalle matrici previste per l'ammendante compostato verde"*.

Di seguito sono riportate le caratteristiche previste per l'ammendante ai sensi del D.Lgs 75/2010.



AMMENDANTE COMPOSTATO MISTO - ALLEGATO 2 D.LGS 75/2010		
PARAMETRI	UNITA' DI MISURA	Limiti D.LGS 75/2010
		Aggiornamento al 01/10/2013
pH		≥6 ≤8,8
Umidità totale	(% tq)	≤50
Carbonio organico	(% ss)	≥20
Azoto N org.	(% ss)	da dichiarare
Azoto N org.	(% ss N totale)	≥80
C/N	CALCOLO	≤25
Carbonio umico e fulvico	(% ss)	≥7
Salinità	(dS/m)	da dichiarare
Cadmio totale	(mg/kg ss)	≤1,5
Mercurio totale	(mg/kg ss)	≤1,5
Nichel totale	(mg/kg ss)	≤100
Piombo totale	(mg/kg ss)	≤140
Rame totale	(mg/kg ss)	≤230
Zinco totale	(mg/kg ss)	≤500
Cromo esavalente totale	(mg/kg ss)	≤0,5
Salmonella	(CFU/25g tq)	assenza in 25g di campione t.q. n(1) = 5 c(2) = 0 m(3) = 0 M(4) = 0
Escherichia coli	(CFU/g tq)	In 1 grammo di di campione tq n(1) = 5 c(2) = 1 m(3) = 1.000 CFU/g M(4) = 5.000 CFU/g
Materiali plastici, vetro e metalli (d≥2mm)	(% ss)	≤0,5
Inerti litoidi (d≥5mm)	(% ss)	≤5
Indice di germinazione (diluizione al 30%)	(%)	≥ 60
Tallio (solo per ammendanti con alghe)	(mg/kg ss)	<2

Note:  
 (1) n = numero di campioni da esaminare  
 (2) c = numero di campioni la cui carica batterica può essere compresa tra m e M; il campione è ancora considerato accettabile se la carica batterica degli altri campioni è uguale o inferiore a m  
 (3) m = valore di soglia per quanto riguarda il numero di batteri; il risultato è considerato soddisfacente se tutti i campioni hanno un numero di batteri inferiore o uguale a m  
 (4) M= valore massimo per quanto riguarda il numero di batteri; il risultato è considerato insoddisfacente se uno o più campioni hanno un numero di batteri uguale o superiore a M

Figura 18 -Caratteristiche previste per l'ammendante ai sensi del D.Lgs 75/2010

L'ammendante compostato misto:

- si presenta come un terriccio di colore bruno ed è caratterizzato da un contenuto di umidità mediamente pari o inferiore al 40%. La struttura fisica è omogenea, la pezzatura è variabile e dipende dal tipo di raffinazione;
- fornisce le migliori garanzie di carattere igienico-sanitario: le elevate temperature che si raggiungono nel corso del processo di compostaggio assicurano quella che alcuni definiscono una sorta di "pastorizzazione" del prodotto e l'inattivazione dei semi infestanti eventualmente presenti;
- è un prodotto ammendante, in quanto ricco di sostanza organica in parte umificata e,



quindi, di particolare utilità per migliorare la fertilità dei terreni; in funzione del materiale di partenza può comunque apportare anche una non trascurabile quantità di macroelementi (azoto, fosforo e potassio) e microelementi. Dato il contenuto di sostanza organica stabilizzata, il compost comporta un rilascio graduale dei nutrienti (per esempio, l'azoto è presente in maggior parte nella forma organica);

L'ammendante compostato misto è in grado di:

- aumentare la fertilità del terreno, grazie all'elevato contenuto di sostanza organica;
- migliorare le proprietà biologiche del terreno, in quanto sede e nutrimento dei microrganismi responsabili dei cicli degli elementi nutritivi essenziali alla vita vegetale,
- migliorare le proprietà fisiche del terreno, in quanto le particelle di sostanza organica, facendo da "collante", contribuiscono in modo determinante alla formazione di una buona struttura; inoltre, la tipica porosità dell'ammendante permette al terreno di acquisire una maggiore permeabilità all'acqua e all'aria oltre che una maggiore ritenzione idrica,
- migliorare le proprietà chimiche del terreno in quanto la sostanza organica contenuta nel compost è in grado di trattenere gli elementi nutritivi apportati per altra via al terreno; tali elementi una volta immagazzinati nella sostanza organica, vengono liberati gradualmente e resi disponibili per l'assorbimento radicale,
- fornire al suolo elementi nutritivi (N, P e K e microelementi) permettendo il minor impiego di concimi di sintesi.



## 4.3 Descrizione e dimensionamento dell'impianto

Nella presente sezione verranno descritte ed analizzate le fasi operative del processo produttivo di seguito elencate:

- conferimento e miscelazione rifiuti;
- biossificazione accelerata;
- maturazione;
- vagliatura;
- deposito ammendanti;
- abbattimento degli odori.

Le diverse aree di lavorazione descritte nei paragrafi seguenti sono riportate nella tavola FG/BM/LAY/060 *Planimetria*.

### 4.3.1 Bilancio di massa del processo

Come detto, annualmente verranno conferite all'impianto 40.000t/a (circa 130t/g) di rifiuti organici.

Nei dimensionamenti delle aree di lavorazione sono state considerate anche 6.000t/a circa di sovrappeso legnoso di ricircolo. Tali flussi comportano pertanto un totale di circa 46.000t/a di rifiuti da avviare a trattamento, ovvero, considerando un peso specifico medio di 0,75t/m<sup>3</sup>, un volume di circa 61.500 m<sup>3</sup>/a (circa 200 m<sup>3</sup>/g).

Le biocelle hanno un volume disponibile complessivo di circa 3.000 m<sup>3</sup> e pertanto sarà garantita una durata del processo di circa 20 giorni.

Dopo il processo di biossificazione accelerata, la miscela avrà subito perdite di processo stimate nel 35% in peso del rifiuto in ingresso ( $40.000t/a * 0,35 = 14.000 t/a$  circa), e pertanto verranno avviate alla maturazione circa 32.000t/a ( $43.000m^3/a$  ossia circa 140 m<sup>3</sup>/g).

Per la maturazione rivoltata è previsto un volume disponibile di circa 4.000m<sup>3</sup> ( $1.000m^2 * 4m$  di altezza dei cumuli), che garantisce una durata della fase di circa 30 giorni.

La durata totale del processo è di circa 50 giorni che, considerando il processo di digestione anaerobica già subito da parte dei rifiuti, rappresenta un tempo ampiamente cautelativo per il completamento del processo di compostaggio (*rif Linee guida recanti criteri per l'individuazione e l'utilizzazione delle MTD*, paragrafo D.3.4.1 let. c).

Al termine del processo di maturazione si ha una perdita di processo di circa il 20% ( $32.000t/a * 0,20 = 6.400 t/a$ ) e pertanto il compost maturo da avviare a vagliatura è di circa 26.000t/a. La vagliatura permette il recupero del sovrappeso legnoso non degradato che si stima in circa 6.000t/a, mentre l'ammendante compostato misto, al netto dei rifiuti non compostabili stimati in circa 2.000t/a, è di circa 18.000t/a.



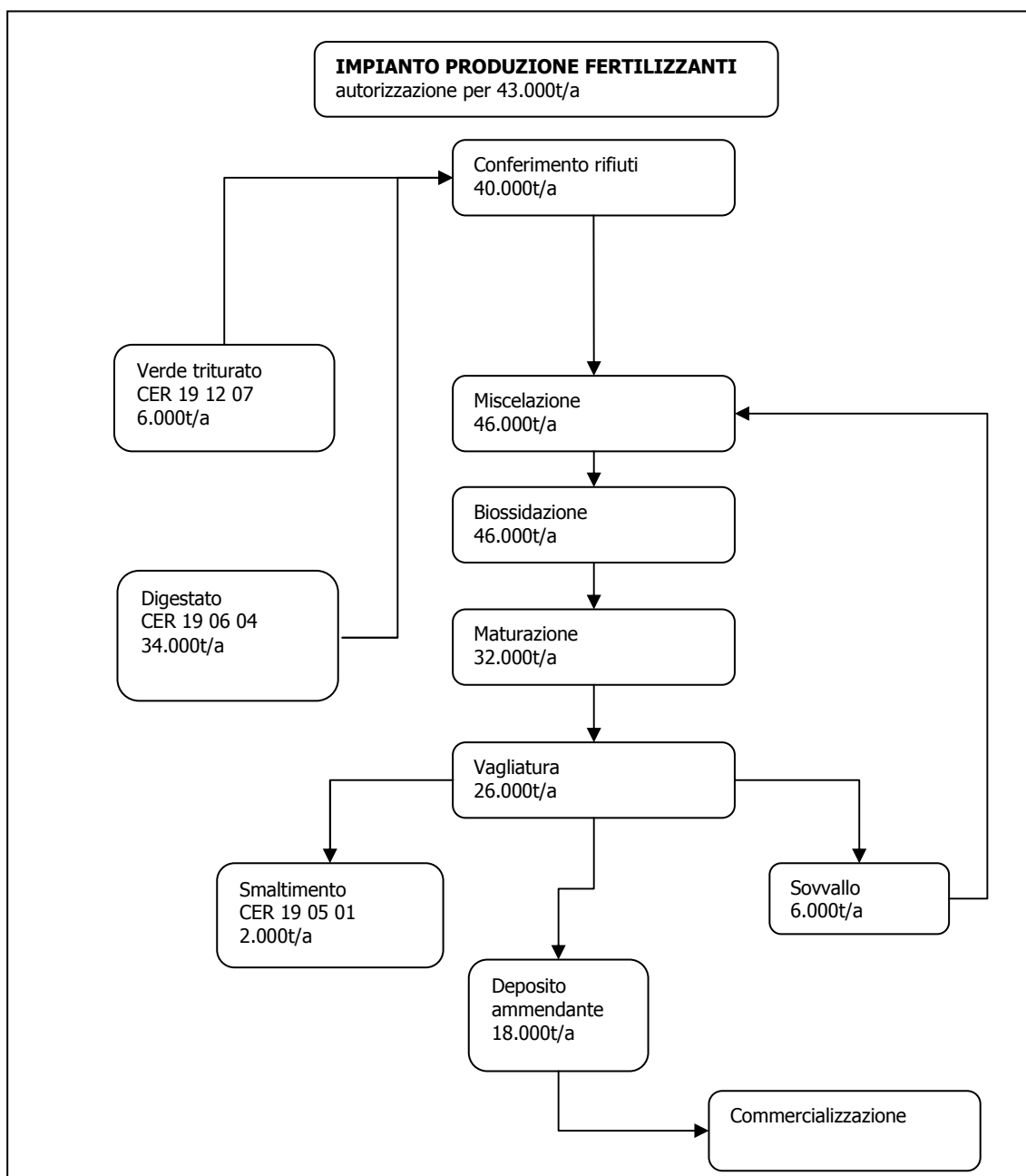


Figura 19 - Diagramma di flusso

#### 4.3.2 Conferimento e miscelazione rifiuti

Come illustrato i rifiuti trattati in impianto proverranno esclusivamente dal limitrofo impianto di produzione biometano. Data la loro differente natura, le due tipologie di rifiuti verranno conferite in maniera differente.

Il VERDE verrà trasportato automaticamente mediante nastro trasportatore e scaricato direttamente nella tramoggia del miscelatore. Il digestato, in arrivo dal limitrofo impianto di biometano, potrà essere convogliato o direttamente al miscelatore o inviato al separatore solido/liquido prima dell'immissione della frazione solida separata nel miscelatore.

L'utilizzo del separatore permette di:

- ridurre i volumi di digestato da destinare al trattamento aerobico;
- aumentare il contenuto dei solidi totali;
- ridurre il carico ammoniacale nella frazione solida.

Queste condizioni agevolano la preparazione della miscela da compostare, riducendo i quantitativi di strutturante necessari e limitando l'impatto sull'atmosfera delle arie esauste del processo di compostaggio. Il processo di separazione tuttavia dà origine ad una frazione liquida che verrà ricircolata nelle biocelle in funzione della biologia del processo e/o smaltita in fognatura nelle more dell'ottenimento dell'autorizzazione allo scarico.

La miscela sarà formata esclusivamente mediante l'ausilio del miscelatore, riducendo al minimo l'utilizzo dei mezzi per la movimentazione dei rifiuti.

I flussi costituenti la miscela saranno:

- digestato;
- verde triturato;
- sovrullo legnoso di ricircolo.

La realizzazione della miscela è una fase molto importante del processo di compostaggio, in quanto serve a ottenere un materiale con la giusta composizione e porosità, caratteristiche che favoriscono l'omogenea ossigenazione della massa e la migliore ossidazione della sostanza organica.

Le aree di lavorazione sono limitrofe e razionalmente disposte per ottimizzare la logistica delle varie fasi di trattamento, ciò comporta limitati spostamenti delle pale gommate e tempi contenuti per la movimentazione della miscela.

Il capannone è dotato di sistema di aspirazione e trattamento dell'aria in grado di aspirare mediamente **3 volumi di aria ogni ora**.

Tutta la miscela conferita sarà avviata a trattamento nella stessa giornata, ovvero, alla chiusura giornaliera dell'attività, l'area di miscelazione sarà sempre libera da rifiuti.



### 4.3.3 Bioossidazione accelerata

Successivamente alla fase di preparazione, la miscela verrà posizionata all'interno delle biocelle, nelle quali rimarrà per circa 20 giorni al fine di svolgere la fase attiva del processo di compostaggio (ACT).

Il processo statico in biocelle per l'igienizzazione e stabilizzazione del materiale si trova definito in letteratura come fase attiva, anche definita di "bioossidazione accelerata", in cui sono più intensi e rapidi i processi degradativi a carico delle componenti organiche maggiormente fermentescibili. In questa fase, che si svolge tipicamente in condizioni termofile, si palesa la necessità di drenaggio dell'eccesso di calore dal sistema e si ha una elevata richiesta di ossigeno necessario alle reazioni biochimiche.

La bio-ossidazione aerobica in biocella presenta le seguenti caratteristiche:

- le reazioni bio-chimiche sono più rapide;
- si evita l'instaurarsi di meccanismi anaerobici, causa di emissioni maleodoranti e nocive;
- l'energia sviluppata provoca un aumento della temperatura della biomassa, provocandone la sterilizzazione e l'essiccazione;

Il processo di bioossidazione è fortemente influenzato dalle condizioni atmosferiche, pertanto per ottimizzarne l'efficienza vengono controllati tutti i parametri operativi, in particolare l'umidità e la permeabilità della massa.

Le biocelle saranno costituite da una camera in cemento armato di dimensioni unitarie pari a 6\*21\*6 m.

Le biocelle vengono caricate attraverso la porta anteriore mediante pala meccanica, l'operatore della pala cura anche la distribuzione del materiale all'interno delle biocelle. Durante le fasi di carico e scarico la biocella viene ventilata mediante la condotta di sfogo. Una volta completato il caricamento, il portone viene chiuso e inizia il processo con gestione automatizzata. L'aria di processo viene insufflata nel materiale dal basso; dopo aver attraversato il materiale, l'aria viene ripresa per essere ricircolata finché il suo tenore di ossigeno è sufficiente. Quando il tenore di ossigeno scende sotto i valori preimpostati, automaticamente viene introdotta aria fresca. Il ricircolo dell'aria consente di limitare la quantità di aria fresca introdotta e quindi di mantenere l'umidità della massa nelle condizioni ottimali del processo. Viceversa, nel compostaggio eseguito tradizionalmente in cumuli aereati, l'umidità del materiale degrada rapidamente soprattutto nello strato superficiale inibendo l'attività microbica.

Per garantire un ottimale apporto di aria, all'interno di ciascun locale tecnico verranno installati dei sistemi di ventilazione forzata capaci di insufflare 40 m<sup>3</sup> di aria per ogni metro cubo di materiale.



Figura 20 - Particolare interno di una biocella.

Considerando la superficie unitaria di ciascuna biocella (circa 130m<sup>2</sup>) e l'altezza massima dei cumuli di circa 3m, il volume utile della biocella è di circa 400mc e pertanto ciascun ventilatore avrà una portata di circa 16.000mc.

Le condizioni aerobiche ottimali necessarie alla trasformazione microbiologica saranno gestite da un sistema remoto che monitorerà i parametri di processo quali:

- temperatura dell'aria;
- temperatura del materiale;
- umidità relativa dell'aria;
- portata di aria.

Il pavimento attrezzato per l'insufflazione del materiale sarà progettato per ottenere seguenti obiettivi:

- distribuire uniformemente l'aria sulla massa in trattamento;
- evitare l'occlusione di fori di insufflazione a causa delle operazioni ed il transito dei mezzi di movimentazione;
- raccogliere le acque di processo durante il trattamento;
- resistere all'aggressione chimica, alla temperatura del materiale e all'usura prodotta dai mezzi in movimentazione.

A questo scopo si prevede la realizzazione di un pavimento in calcestruzzo in cui sono inglobate tutte le tubazioni di insufflazione dotate di ugelli di distribuzione.





Figura 21 - Particolare della messa in opera del pavimento insufflato delle biocelle.

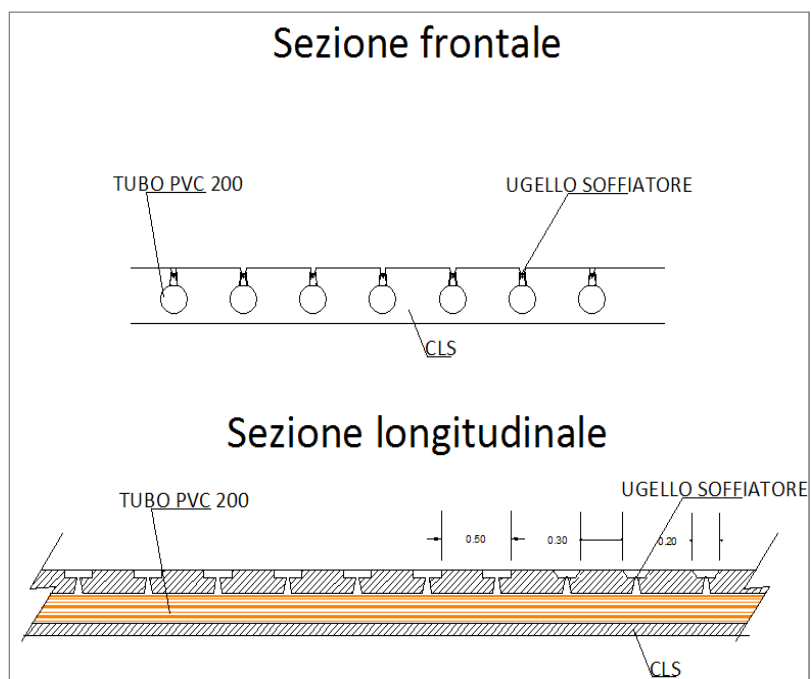


Figura 22 - Sezioni tipo di pavimentazione insufflata.

Per la chiusura delle biocelle saranno installati portoni del tipo a scorrere con carrello traslatore sospeso, ad apertura totale per rapide operazioni di carico e scarico, realizzate con intelaiatura in profilati in alluminio, fissati meccanicamente tra loro e dotati di un sistema di isolamento termico.

Il bloccaggio dei portoni avverrà con dispositivi multipli e indipendenti in acciaio AISI 304, registrabili che assicureranno sempre una perfetta tenuta.

Il carrello traslatore provvede al sollevamento e allo spaostamento del portone lungo la rotaia. Il sistema è realizzato con un servomeccanismo ed uno speciale dispositivo che provvede alla chiusura e all'appoggio della porta.



Figura 23 - Portoni di chiusura delle biocelle.

Le acque di processo saranno raccolte nei pettini d'insufflazione e convogliate verso la vasca di raccolta, dove, previa grigliatura e sedimentazione, saranno rilanciate per alimentare il sistema di umidificazione dei cumuli, al fine di garantire sempre la giusta umidità della miscela.

Il software di controllo della biossificazione accelerata consentirà di monitorare i parametri di processo al fine di garantire l'igienizzazione della miscela, che dovrà rimanere a temperature superiori ai 55°C per almeno 3 giorni consecutivi.

Al termine del processo, il materiale avrà subito perdite di processo stimabili nel 35% in peso.

Nel dimensionamento delle biocelle si è scelto un approccio cautelativo, non considerando che in fase operativa il digestato potrà essere sottoposto a separazione solido/liquido. Pertanto i volumi utili di trattamento e di conseguenza il numero delle biocelle calcolate sono tali da consentire la biossificazione del digestato tale quale in arrivo dal limitrofo impianto di produzione di biometano.

Sulla base di tali premesse, l'impianto sarà dotato di n.8 biocelle., ciascuna delle dimensioni 6\*21\*6 m.

#### 4.3.4 Maturazione

Al termine del processo di biossidazione accelerata, tramite pala gommata i materiali verranno trasferiti nell'area di maturazione, costituita da una platea statica.

Non è stata prevista la realizzazione di una platea insufflata in quanto i materiali che arrivano alla fase di maturazione hanno già subito, in parte un processo di digestione anaerobica e tutti, una fase intensiva di biossidazione accelerata, che garantiscono uno stato avanzato di degradazione della sostanza organica.

L'area di maturazione ha un'estensione utile di circa 1.000m<sup>2</sup> ed i materiali verranno disposti in cumuli dell'altezza massima di 4m circa.

Tramite continui rivoltamenti mediante pala gommata, verrà garantito il giusto apporto di ossigeno per la prosecuzione ed il completamento del processo di compostaggio.

Tutto il capannone di maturazione è dotato di sistema di aspirazione e trattamento dell'aria, in grado di aspirare 3 volumi di aria ogni ora. Il capannone è separato da un setto in c.a. dal capannone ricezione e miscelazione ed il passaggio avviene grazie ad un portone ad impacchettamento rapido.

Al termine della fase di maturazione, la miscela matura, che avrà subito ulteriori perdite di processo stimabili nel 20% in peso sui rifiuti in ingresso, è pronta per essere avviata alla fase di vagliatura.

#### 4.3.5 Vagliatura

Al termine del processo di seconda maturazione, la miscela è pronta per essere sottoposta alle operazioni di vagliatura.

La tramoggia di carico della stazione di vagliatura, sarà posta sulla parete opposta alla maturazione, sempre nell'ottica di limitare gli spostamenti della pala.

Il sistema di vagliatura sarà composto dalle seguenti macchine:

- tramoggia di carico;
- vaglio rotante dotato di tamburo a foratura 10 mm;
- sistema di nastri per il trasferimento delle matrici separate;
- sistema di soffianti per la separazione del film plastico da avviare a smaltimento.

La miscela matura verrà caricata nella tramoggia e tramite nastro verrà alimentato un vaglio rotante a tamburo con foratura 10mm.





Figura 24 - Immagine di un vaglio a tamburo rotante, con tramoggia di carico.

Il sottovaglio (ammendante compostato misto) verrà scaricato nell'area sotto tettoia, mentre il sovravaglio verrà trasportato lungo il nastro verso la batteria di soffianti per la rimozione dei film plastici dal sovravaglio legnoso.

Tale accorgimento progettuale sarà utile per separare frazioni plastiche di medie dimensioni e per ottenere un sovravaglio legnoso pulito al termine della vagliatura e prima del reinserimento in testa al processo. In tal modo, senza che la plastica torni in circolo, si eviterà la contaminazione del prodotto finale ottenendo un ammendante di migliore qualità.

Il rifiuto non compostabile verrà stoccato nell'area dedicata e avviato a smaltimento.

Pertanto a seguito delle operazioni di vagliatura si origineranno tre flussi:

- 18.000 t/a circa di ammendanti;
- 6.000 t/a di sovravaglio legnoso a ricircolo;
- 2.000 t/a di rifiuto non compostabile a smaltimento (CER 19 05 01)

#### 4.3.6 Deposito ammendanti

Dopo le operazioni di vagliatura, l'ammendante verrà trasportato mediante pala gommata nell'area di deposito ammendanti sotto tettoia.

Qui gli ammendanti verranno disposti in lotti in attesa della commercializzazione. In questa fase di progettazione si prevede la commercializzazione del prodotto sfuso, ma si precisa che una porzione dell'area di deposito sarà predisposta per un'eventuale sezione di pellettizzazione ed insacchettamento.

### 4.3.7 Abbattimento degli odori

Come descritto nei paragrafi precedenti, l'impianto svolgerà tutte le attività di compostaggio in ambiente chiuso e confinato, senza la presenza fissa di operatori che lavoreranno esclusivamente su mezzo meccanico dotato di cabina con sistema di filtrazione dell'aria.

I locali di lavorazione saranno tutti dotati di sistema di aspirazione e trattamento dell'aria.

La sezione dell'impianto che presenterà il maggiore rischio osmogeno nel presente progetto è la zona di maturazione, nella quale l'aria sarà aspirata in continuo in modo da garantire mediamente il ricambio di **3 volumi di aria ogni ora** e successivamente convogliate in n. 2 torri di lavaggio, prima di essere inviate al biofiltro.

La portata complessiva del sistema di aspirazione, che manterrà in depressione l'intero capannone, sarà pari a circa 88.000 Nm<sup>3</sup>/h.

#### **Torri di lavaggio**

Le arie captate dal capannone prima di essere avviate al biofiltro, verranno trattate all'interno di due torri di lavaggio in polipropilene, ciascuna della capacità di 45.000 Nm<sup>3</sup>/h. Il sistema di lavaggio sarà realizzato in controcorrente in torri a letto di contatto flottanti.

Questo stadio di trattamento avrà la funzione di:

- abbattere eventuali polveri in sospensione;
- umidificare il flusso aeriforme in transito;
- assorbire i composti chimici odorigeni idrosolubili;
- ridurre le concentrazioni di ammoniaca in ingresso al biofiltro;
- uniformare la temperatura degli aeriformi in transito.

#### **Biofiltro**

Il biofiltro sarà realizzato a pianta rettangolare con dimensioni massime d'ingombro pari a 23\*30m.

Le parti principali dell'impianto saranno essenzialmente 2:

- nn plenum;
- Una platea su plotte, (divisa in 3 parti) su cui poggierà il letto biofiltrante.

I setti di separazione della platea che permetteranno di avere un biofiltro costituito da tre moduli singolarmente disattivabili.

Il vantaggio di avere tre moduli singolarmente disattivabili è quello di poter operare manutenzioni o sostituzioni del letto biofiltrante, senza interrompere l'aspirazione dai locali di lavorazione e l'operatività del sistema di abbattimento delle emissioni in atmosfera.

Il letto biofiltrante sarà costituito da materiale ligneocellulosico, triturato grossolanamente per garantire una lunga efficienza, dell'altezza di circa 2 metri.







Figura 25 - Esempio biofiltro

Il dimensionamento del letto di biofiltrazione tiene in considerazione le indicazioni riportate nel D.G.R. 1 agosto 2003 - n. 7/13943 e nel D D.G.R. 30 maggio 2012 - n. IX/3552 della Regione Lombardia. Secondo dette linee guida sono ritenuti valori ottimali di portata specifica (portata di aria per m<sup>3</sup> di materiale biofiltrante)  $\leq 80 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^3$  ed un tempo di contatto, tra aria da trattare e materiale biofiltrante,  $\geq 45$  secondi.

Parametro	Unità di misura	Valore di progetto
Portata max trattata	m <sup>3</sup> /h	88.000
Superficie biofiltro	m <sup>2</sup>	690
Altezza letto filtrante	m	1,7
Carico specifico volumetrico	m <sup>3</sup> /h m <sup>3</sup>	75
Carico specifico superficiale	m <sup>3</sup> /h m <sup>2</sup>	128
Tempo residenza	s	48
Durata emissioni	h/giorno	24
Frequenza	-	continua

Tabella 7 - Caratteristiche biofiltro

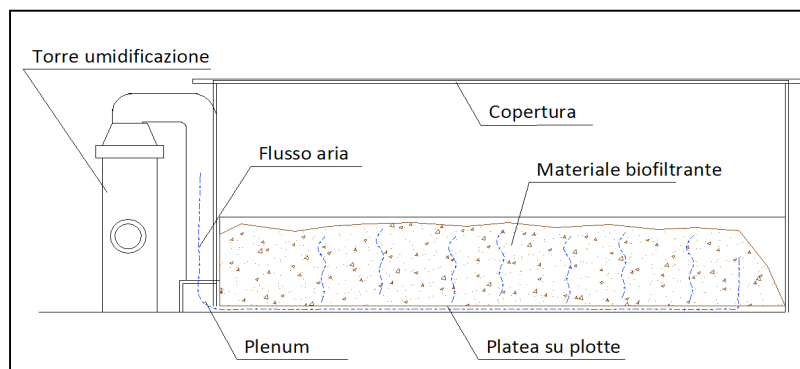


Figura 26 - Sezione tipo biofiltro.

Nel calcolo dei volumi di aria da trattare, non sono stati considerati i cumuli di materiale ed i macchinari presenti nelle aree aspirate.

Nella tabella di seguito si riportano i volumi di aria da trattare nelle diverse sezioni del capannone:

Sezione	Volume d'aria da trattare (m <sup>3</sup> /h)	Ricambi (vol/h)
Ricezione e miscelazione	29.100	2
Maturazione	58.900	3

Tabella 8 - Volumi d'aria e ricambi

Il letto biofiltrante sarà costituito da materiale di origine vegetale, cippato di legno e torba, e verrà umidificato dal flusso di aria in uscita dagli scrubber (umidità relativa > 90%).

L'efficienza di biofiltrazione sarà periodicamente monitorata al fine di garantire i valori limite di emissioni in atmosfera riportati di seguito nel rispetto di quanto stabilito dal D.G.R. Lombardia 16 aprile 2003 n. 7/12764

Parametro	Unità di misura	Limite di emissione
Polveri	mg/Nm <sup>3</sup>	10
NH <sub>3</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	5
UO	UO/Nm <sup>3</sup>	300

Tabella 9 - Limiti di emissione

#### 4.4 Gestione delle acque meteoriche e di processo

Le acque di prima pioggia verranno convogliate in una vasca in cls detta "Vasca di prima pioggia" di capacità circa 15 m<sup>3</sup>, parzialmente interrata, dove avverrà la sedimentazione delle sabbie.

Successivamente, le acque desabbiate verranno avviate al disoleatore per poi essere convogliate in una vasca di raccolta prima dell'immissione in fognatura (Rif. Tavola FG/BM/EDI/063 *Raccolta acque meteoriche*). La separazione fra le acque di prima pioggia e quelle di seconda pioggia avverrà tramite un pozzetto separatore che contiene al proprio interno uno stramazzo su cui sfiorano le acque di seconda pioggia dal momento in cui il pelo libero dell'acqua nel bacino raggiunge il livello della soglia dello stramazzo.

Sulla base della configurazione impiantistica, non è previsto l'espletamento di alcuna attività lavorativa all'esterno che determini la presenza di acque di dilavamento; pertanto le acque sfiorate dal pozzetto di separazione, dette "acque di seconda pioggia", caratterizzate da un ridotto carico inquinante, verranno scaricate attraverso un'ideale rete di convogliamento nel fosso Forma nelle vicinanze dell'impianto.

Le acque di processo assimilate alle acque di prima pioggia, che si produrranno all'interno delle aree di lavorazione (derivanti prevalentemente dal biofiltro), saranno anch'esse convogliate nella vasca di raccolta per poi essere immesse nella rete fognaria esistente.

Le acque di processo (chiarificato a valle della separazione solido/liquido del digestato, le acque di lavaggio del capannone e i percolati dei cumuli di compost) verranno riciclate nelle biocelle in funzione delle esigenze del processo e/o smaltite in fognatura, nelle more dell'ottenimento dell'autorizzazione allo scarico, in deroga ai limiti imposti dalla Tab. 3 All. 5 del D.Lgs n. 152/2006 e ss.mm.ii.





## 5 Gestione degli aspetti ambientali

Verranno di seguito analizzati le modalità di gestione degli aspetti ambientali relativi al nuovo impianto di produzione di biometano mediante upgrading del biogas proveniente da digestione anaerobica della FOU e al nuovo impianto di produzione del compost.

### 5.1 Odori

La formazione di odori in queste tipologie di impianti è dovuta prevalentemente ai fenomeni di fermentazione dei rifiuti, per cui nella progettazione dell'impianto si terrà in considerazione la gestione dell'aspetto ambientale costituito dalla formazione di odori, prevedendo un sistema spinto di trattamento delle arie provenienti dai capannoni.

Per minimizzare la dispersione in atmosfera di queste arie, gli accessi carrabili al capannone della biodigestione saranno dotati di un locale con porte ad impacchettamento. In tal modo essendo il capannone costantemente in depressione si eviterà la fuoriuscita di odori molesti.

Nell'impianto di compostaggio gli accessi carrabili al capannone saranno dotati di portoni ad apertura regolabile, che rimarranno chiusi durante le fasi di lavorazione.

La gestione dei due impianti sarà svolta in modo da garantire il funzionamento ottimale delle varie sezioni e soprattutto del sistema di trattamento aria.

### 5.2 Rifiuti

Le attività di gestione dei rifiuti prodotti dai due impianti verranno seguite dal momento della loro formazione al momento in cui risulteranno a tutti gli effetti smaltiti.

La Direzione Tecnica dell'impianto assegnerà ai rifiuti prodotti gli appropriati codici CER (Codice Europeo Rifiuti) e verificherà il corretto utilizzo del SISTRI (Sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti).

Gli operatori registreranno carico e scarico dei rifiuti come previsto dalla normativa vigente e, nella fase di trasporto dei rifiuti verso il sito di smaltimento definitivo, verificheranno che il trasportatore gestisca in maniera corretta la procedura di trasporto.

I rifiuti prodotti in quantità maggiore durante la fase di gestione dell'impianto di produzione del biometano saranno gli scarti provenienti dal pretrattamento della FOU (plastiche, sopravagli), il digestato. Si riportano di seguito le tipologie di rifiuto con relativo codice CER e i relativi quantitativi.



Rifiuto	Codice CER	Quantità prevista [t/anno]	Destinazione [Allegati Be C parte IV del D.Lgs n.152/2006 s.m.i.]
Plastiche e sopravaglio	19 12 12	≈ 6.000	D1/R1
Digestato	19 06 04	≈ 34.000	R3

Tabella 10 - Rifiuti prodotti durante la gestione

Nell'impianto di compostaggio i rifiuti prodotti in quantità maggiore saranno i rifiuti non compostabili derivanti dalla linea di raffinazione del compost identificati dal codice CER 19 05 01 e quantificabili in circa 2.000 t/a.

La gestione dei rifiuti prodotti sarà svolta nel pieno rispetto della normativa vigente; i luoghi ed i contenitori fissi destinati al deposito dei rifiuti saranno conformi alle prescrizioni dell'art. 183 del D.Lgs 152/06, e saranno indicati in modo da rendere riconoscibile il tipo di rifiuto cui sono dedicati. La pavimentazione dei luoghi destinati ai contenitori di deposito dei rifiuti verrà realizzata con strutture e materiali idonei a contenere eventuali percolazioni.

I rifiuti caratterizzati da codici diversi saranno raccolti separatamente nei depositi temporanei ed in particolare i rifiuti pericolosi saranno stoccati in modo da essere distinti dai rifiuti non pericolosi.

I rifiuti prodotti saranno inseriti all'interno del Sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti.

Per il trasporto e lo smaltimento dei rifiuti saranno incaricati soggetti esterni appositamente selezionati, in possesso di tutte le necessarie autorizzazioni. Nell'ambito del Sistema di Gestione Ambientale applicato presso l'impianto sarà predisposta un'apposita procedura operativa per la gestione dei rifiuti, ed il personale operativo sarà soggetto a periodiche attività di formazione e di verifica dell'applicazione della stessa.

### 5.3 Sostanze Pericolose

Nei due impianti non è previsto l'utilizzo di sostanze pericolose, classificate ai sensi dell'art. 29ter, comma 1, lettera m del D.Lgs. 152/2006, come modificato dal D.Lgs. 46/2014 (attuativo della Direttiva 2010/75/UE relativa alle emissioni industriali).

Le altre eventuali sostanze pericolose che si renda necessario utilizzare in fase di gestione saranno impiegate dopo l'esame delle pertinenti schede di sicurezza, che dovranno contenere tutte le informazioni previste da D.Lgs 3 febbraio 1997 n. 52 "Classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose".

Per lo stoccaggio di tali sostanze saranno predisposte idonee aree pavimentate e dotate di opportuni bacini di contenimento, indicate con adeguata segnaletica. Tutti i contenitori utilizzati per lo stoccaggio di sostanze pericolose saranno idonei allo scopo ed adeguatamente etichettati.



La manipolazione delle sostanze sarà condotta da personale adeguatamente informato e dotato degli appositi dispositivi di protezione individuale.

Presso l'impianto sarà messo a disposizione apposito materiale assorbente, da utilizzare in caso di versamenti accidentali.

Nell'ambito del Sistema di Gestione Ambientale saranno predisposte apposite procedure per la gestione delle sostanze pericolose, nonché per la gestione delle eventuali emergenze costituite da versamenti accidentali.

Per l'applicazione delle procedure saranno condotte specifiche attività di formazione del personale e di verifica periodica dell'applicazione.

L'applicazione delle procedure sarà richiesta anche ad eventuale personale esterno che svolgerà servizi presso l'impianto.

## 5.4 Rumore

Durante la fase di progettazione preliminare è stato analizzato l'aspetto ambientale costituito dal rumore prodotto da tutte le apparecchiature che saranno installate presso l'impianto.

A corredo del presente progetto è stata redatta una valutazione previsionale dell'impatto acustico nel rispetto dei limiti del Piano di zonizzazione acustica approvato con Delibera del Consiglio Comunale n° 93 del 28/11/2007 (Rif. Elaborato FG BM IF 025a *Indagine fonometrica previsionale*).

Le apparecchiature costituenti l'impianto saranno selezionate adeguatamente con un livello di insonorizzazione tale da garantire il rispetto dei limiti imposti dalla normativa vigente. E' da segnalare che gran parte delle operazioni che rappresentano fonte di emissione sonora verranno eseguite all'interno di un capannone per cui la stessa attenuazione della struttura fa sì che i limiti imposti dalla classificazione acustica per l'area in esame siano rispettati.

## 5.5 Rischio Incendio

Nella fase della progettazione definitiva verrà redatto uno studio di valutazione del rischio incendio ai sensi del D.Lgs 81/08 e dell'art. 2 - comma 1 e del Decreto Ministeriale 10 marzo 1998, volto ad indicare le misure di prevenzione e di protezione antincendio da adottare, al fine di ridurre il rischio di insorgenza di un incendio e di limitarne le conseguenze qualora esso si verifichi.

Il complesso impiantistico sarà sottoposto ad Esame Progetto dei Vigili del Fuoco, in accordo con quanto previsto dal D.P.R. n. 151/2011.



## 6 Operazioni di recupero impianto di produzione biometano

L'attività di recupero del rifiuto biogas durante tutta la vita dell'impianto sarà gestita in accordo a quanto prescritto dal D.Lgs 152/06 e s.m.i..

La tipologia di rifiuto recuperato per la produzione di biogas sarà prevalentemente rifiuto organico proveniente da raccolta differenziata (FOU) e l'attività di recupero cui si farà riferimento ai sensi dell'allegato C alla parte quarta del D.Lgs 152/06 e s.m.i. è la **R3** "Recupero delle sostanze organiche non utilizzate come solventi".

Si prevede che annualmente verranno recuperate quantità di rifiuto non superiori a 53.500 t.

Si prevede che annualmente verranno recuperate quantità di biogas non superiori a 13.999 t.

La tipologia di rifiuto recuperato per la produzione di biometano sarà il biogas, codice CER 19 06 99, e l'attività di recupero cui si farà riferimento ai sensi dell'allegato C alla parte quarta del D.Lgs 152/06 e s.m.i. è sempre la **R3** "Recupero delle sostanze organiche non utilizzate come solventi".

E' prevista, inoltre, la messa in riserva temporanea della FOU in ingresso all'impianto in attesa dell'avvio alle operazioni di recupero e ai sensi dell'allegato C alla parte quarta del D.Lgs 152/06 e s.m.i. è identificata come attività **R13** "Messa in riserva di rifiuti per sottoporli ad una delle operazioni indicate nei punti da R1 a R12".

Come già accennato nei capitoli precedenti, in fase di progettazione definitiva verrà valutata la fattibilità tecnico/economica di installare presso l'impianto un cogeneratore per la produzione di energia elettrica e termica utile a soddisfare le esigenze dell'impianto. Eventualmente il cogeneratore verrebbe alimentato da gas di rete e pertanto l'installazione rientrerebbe tra le attività in deroga di cui all'art. 272, comma 1 del D.Lgs n. 152/2006 e ss.mm.ii così come definito nell'Allegato IV , Parte I lett dd "*Impianti di combustione alimentati a metano o GPL di potenza termica nominale inferiore ai 3MW.*"



## 7 Operazioni di recupero impianto di compostaggio

La tipologia di rifiuto recuperato per la produzione di compost sarà esclusivamente rifiuto proveniente dal limitrofo impianto di produzione di biometano e l'attività di recupero cui si farà riferimento ai sensi dell'allegato C alla parte quarta del D.Lgs 152/06 e s.m.i. è la R3 "Recupero delle sostanze organiche non utilizzate come solventi".

Si prevede che annualmente verranno recuperate quantità di rifiuto non superiori a 40.000 t e prodotta una quantità di ammendante compostato misto di circa 18.000t.

## 8 Considerazioni conclusive

Il presente progetto propone la realizzazione di un complesso impiantistico costituito da 2 diversi impianti di trattamento indipendenti e complementari:

- un impianto di digestione anaerobica per la produzione di biogas e la sua successiva purificazione per ottenere biometano da immettere nella rete del gas naturale;
- un impianto di compostaggio per la produzione di compost.

Gli impianti in progetto seppur distinti ed autonomi dal punto di vista funzionale, sono in grado di espletare il ciclo di trattamento dei rifiuti in modo completo ed efficiente, e sono progettati e dimensionati per operare in modo integrato, al fine di ottenere un sistema completo di trattamento e gestione del rifiuto che consenta l'ottenimento di prodotti (biometano e compost) in un'ottica di filiera chiusa.

L'impianto di produzione del biometano è progettato per il trattamento di 40.000 t/anno di FOU da raccolta differenziata e di 13.500 t/anno di VERDE e prevede la produzione annua di circa **3.900.000 Sm<sup>3</sup>** di biometano che sarà destinato all'immissione nella rete del gas naturale.

Data la natura della biomassa in ingresso all'impianto di digestione anaerobica, l'impianto nel suo complesso è da considerarsi in via prioritaria quale impianto per il trattamento dei rifiuti atto al recupero di materia attraverso l'attività R3: *"riciclaggio/recupero di sostanze organiche non utilizzate come solventi comprese le operazioni di compostaggio e altre trasformazioni biologiche"* (allegato C D.Lgs 152/2006 e s.m.i.).

La produzione di biometano, classificata sempre come attività R3 ai sensi del allegato C D.Lgs 152/2006 e s.m.i., rende l'impianto un'installazione dedicata alla produzione di energia da fonti rinnovabili con benefiche ripercussioni per l'ambiente e per la popolazione residente nei territori limitrofi.

L'impianto di compostaggio è progettato per il trattamento di 40.000 t/anno di rifiuti organici e prevede la produzione annua di circa **18.000t** di ammendante compostato misto da destinare alla commercializzazione.



Data la natura dei rifiuti in ingresso al processo di compostaggio, l'impianto nel suo complesso è da considerarsi in via prioritaria quale impianto per il trattamento dei rifiuti atto al recupero di materia attraverso l'attività R3: *"riciclaggio/recupero di sostanze organiche non utilizzate come solventi comprese le operazioni di compostaggio e altre trasformazioni biologiche"* (allegato C D.Lgs 152/2006 e s.m.i.).

Per il complesso impiantistico in progetto si possono formulare le seguenti considerazioni conclusive:

- esso sarà in grado di valorizzare il rifiuto in ingresso, mediante la produzione di biometano e di compost;
- tutti i locali di lavorazione saranno confinati e dotati di sistema di aspirazione e trattamento dell'aria, abbattendo l'impatto legato ad emissioni odorigene;
- la logistica progettuale consentirà ridotti ed essenziali movimenti dei mezzi d'opera;
- i ricambi d'aria dei locali di lavorazione e la non presenza di personale "libero" nei locali produttivi, saranno garanzia di una elevata sicurezza delle maestranze sul posto di lavoro;
- i conferimenti dei rifiuti non interferiranno in nessun modo con lo svolgimento dell'attività, evitando il rischio di incidenti tra mezzi esterni e mezzi d'opera;
- evitando il contatto tra rifiuti ed acque meteoriche non ci saranno grossi volumi di acqua da trattare od avviare a smaltimento;
- l'adiacenza dei due impianti consentirà di limitare lo spostamento dei rifiuti prodotti e l'impegno di viabilità pubblica.



## 9 Allegati

### Elaborati Grafici

- FG/BM/ITR/030 *Inquadramento Territoriale*
- FG/BM/CDV/042 *Analisi vincoli PRG e PAI*
- FG/BM/CDV/041 *Analisi vincoli Cono di volo*
- FG/BM/LAY/060 *Planimetria*
- FG/BM/PLC/031 *Ipotesi nuova viabilità*
- FG/BM/PLN/062 *Viabilità Impianti*
- FG/BM/PLC/040 *Ipotesi allaccio rete metano*
- FG/BM/SCH/065 *Schema a Blocchi*
- FG/BM/PLP/061 *Linee di processo*
- FG/BM/EDI/063 *Raccolta acque meteoriche*
- FG/BM/PLN/064 *Punti di Emissione*

