



AmBiogas + AmBiocell Ambientalia

Digestione anaerobica a secco in reattori amBiogas® e stabilizzazione aerobica del digestato in biocelle amBiocell®.



Digestione anaerobica a secco in reattori amBiogas[®] e stabilizzazione aerobica del digestato in biocelle amBiocell[®].

Ambientalia è da sempre impegnata nello sviluppo di soluzioni tecnologiche a servizio dell'Ambiente. Nel settore del trattamento biologico dei rifiuti ha messo a punto dapprima un sistema per la biostabilizzazione del rifiuto residuo destinato alla collocazione finale in discarica (ambiSystem) e, successivamente, una tecnologia per la gestione della fase intensiva del processo di compostaggio in biocelle aerate (amBiocell). Entrambe le soluzioni permettono il raggiungimento di elevati standard qualitativi dei prodotti ottenuti, rispettivamente il biostabilizzato da discarica e gli ammendanti compostati.

Ambientalia ha voluto fare un passo ulteriore, precorrendo quelli che sarebbero poi diventati gli orientamenti del settore: infatti la conversione dei rifiuti in fertilizzanti attraverso processi biologici rimane un'operazione di alta valenza

ambientale, ma gli elevati consumi energetici che il trattamento comporta sono sempre meno sostenibili. Gli sforzi devono pertanto concentrarsi sulla possibilità di sfruttamento energetico delle biomasse e dei rifiuti, operazione che diventa propedeutica e non alternativa alla successiva conversione in ammendanti. Solo in questo modo il percorso virtuoso si chiude: i rifiuti organici diventano una risorsa energetica ed agronomica, con un conto economico in attivo.

Da queste considerazioni è nata amBiogas, la tecnologia Ambientalia per la digestione anaerobica di biomasse e rifiuti organici e la cogenerazione di energia elettrica e termica, applicata in sinergia con amBiocell, la tecnica di compostaggio aerobico utilizzata per la conversione in compost del digestato che residua dai processi anaerobici.

AmBiogas® Ambientalia®, la forza di un'idea innovativa.

AmBiogas è una tecnologia ideata, sviluppata e brevettata da Ambientalia S.r.l. per la digestione anaerobica a secco di rifiuti e biomasse.

La tecnica della “dry digestion”, basata su processi di fermentazione di matrici solide, con contenuti di sostanza secca fino al 50%, ha degli indubbi vantaggi di ordine tecnico rispetto alla tradizionale digestione ad umido (s.s. massima 10%) in quanto consente di evitare la diluizione dei materiali avviati a processo con grandi quantità di acqua, con conseguente notevole riduzione dei volumi di digestato da smaltire. Inoltre la gestione di un digestato solido è molto meno problematica ed onerosa rispetto a quella di un prodotto liquido.

Da evidenziare poi che la digestione a secco viene condotta in batterie di reattori anziché in un unico digestore di grandi dimensioni e ciò consente una maggiore flessibilità operativa e scongiura il rischio del blocco totale della produzione di energia in caso di interruzioni del processo biologico.

Il digestore anaerobico a secco amBiogas messo a punto da Ambientalia è contraddistinto da importanti peculiarità che lo differenziano da altre soluzioni simili (reattori a modulo parallelepipedo a carico frontale).

L'alimentazione dei reattori di questo tipo viene effettuata con pale meccaniche attraverso un'apertura frontale e ciò comporta altezze dei reattori aumentate di circa 1,5 – 2,0 mt rispetto all'altezza utile per consentire lo svuotamento del materiale dalla benna. Questo spazio crea un vuoto tra il materiale ed il soffitto pari a circa un terzo del volu-

me totale del modulo. Come è noto, il calore e l'umidità fuoriuscenti dalla massa salgono verso l'alto nello spazio vuoto e per ovviare a questa dispersione occorre utilizzare maggiore energia per mantenere la massa a temperature mesofile (circa 36°C).

Nel digestore amBiogas ciò viene evitato grazie ad un controsoffitto mobile “opzionale”: durante il caricamento e lo svuotamento esso viene elevato all'altezza necessaria per permettere all'operatore di entrare con i mezzi meccanici; durante il processo viene abbassato creando un plenum di circa 300-500 mm tra il soffitto stesso ed il materiale depositato nel reattore.

I portelloni, come tutta la struttura dei reattori, sono progettati per lavorare con una sovrappressione interna fino a 50 mbar. Questa scelta progettuale permette di lavorare in massima sicurezza anche se si dovesse, per qualunque motivo, verificare una perdita di gas.

Utilizzando la tecnologia dei reattori a modulo orizzontale le fasi più critiche per gli operatori sono il carico e lo scarico dei materiali, effettuati mediante pale meccaniche, a causa dell'intensa produzione di vapore acqueo e di emissioni odorigene da parte delle masse in trasformazione. I digestori amBiogas sono dotati di un sistema di aspirazione dell'aria di processo in grado di creare e mantenere al loro interno condizioni ambientali idonee all'ingresso degli operatori.

Queste ed altre soluzioni rendono il digestore amBiogas un sistema unico ed altamente innovativo.

Ambientalia AmBiogas

Descrizione del reattore

Il digestore a secco amBiogas è costituito da un modulo parallelepipedo avente le seguenti dimensioni: larghezza utile max 9,0 metri, lunghezza utile max 35 metri, altezza interna struttura in C.A. 5,5 metri, altezza al controsoffitto “opzionale” 5,3 metri. La struttura è realizzata in cemento armato trattato con resine per garantire la tenuta di gas e integrata con pannelli in materiale isolante per un’elevata coibentazione. All’interno sono annegati i riscaldatori costituiti da tubi in PE con barriera antiossidante, alimentati ad acqua calda per il riscaldamento della massa. Il portellone frontale a tenuta di gas è di tipo basculante con apertura verso l’alto mediante pistoncini pneumatici, realizzato in pannello sandwich con la parte interna in acciaio INOX AISI 304, coibentato internamente e la tenuta al gas è garantita da una guarnizione gonfiabile. Il sistema di chiusura si avvale di catenacci pneumatici con blocco di sicurezza, il cui sblocco può essere comandato esclusivamente dal software di gestione ambiControl.

Il digestore è dotato, a richiesta, di un controsoffitto mobile per mezzo di cilindri pneumatici, realizzato in materiale plastico a tenuta d’aria. Lungo tutto il perimetro del modulo, in corrispondenza della “battuta” del controsoffitto in posizione abbassata, sono fissate apposite chiusure in materiale sintetico che garantiscono la tenuta della temperatura e dell’umidità.

Durante le operazioni di carico e scarico il controsoffitto (quando previsto) viene elevato in modo da agevolare l’azione della pala meccanica. Nel corso del processo anaerobico esso viene abbassato lasciando un’intercapedine tra lo stesso e la biomassa.

Per massimizzare il volume utile e nel contempo proteggere il portellone dalla spinta del materiale caricato è stata predisposta una paratia di contenimento apribile che viene chiusa manualmente nelle ultime fasi di carico.

Il sistema di raccolta dei percolati emessi dalle masse a processo è costituito da un pozzetto grigliato con tubazione di scarico, ove i reflui confluiscono grazie alla pendenza conferita al pavimento del reattore, e da una vasca interrata di stoccaggio, quest’ultima a servizio di più digestori. Per garantire la tenuta di gas si utilizza il sistema della “guardia idraulica”, ossia l’immersione della tubazione di scarico in un pozzetto mantenuto costantemente pieno. Il percolato all’interno delle vasche di stoccaggio è mantenuto a temperatura costante, controllata tramite software.

Il digestore è dotato di un sistema di aspersione a pioggia fine mediante ugelli anti intasamento, alimentato con il percolato prelevato dalle vasche di stoccaggio mediante apposita pompa, preventivamente riscaldato mediante scambiatore di calore. La distribuzione del percolato sulla biomassa ha una duplice funzione: di inoculo microbico e di mantenimento della temperatura mesofila.

Come già accennato, il digestore è inoltre provvisto di un sistema di areazione forzata che consente l’aspirazione dell’aria all’interno del reattore per aspirare le emissioni gassose maleodoranti nelle fasi di riempimento e di svuotamento. Una valvola motorizzata a tenuta di gas è posta tra la condotta principale di aspirazione ed il condotto di ripresa dal reattore. L’aria aspirata verrà avviata al biofiltro per la sua purificazione.

Ogni reattore è dotato di un sistema di aspirazione autonomo per essere completamente indipendente.

Ambientalia AmBiogas

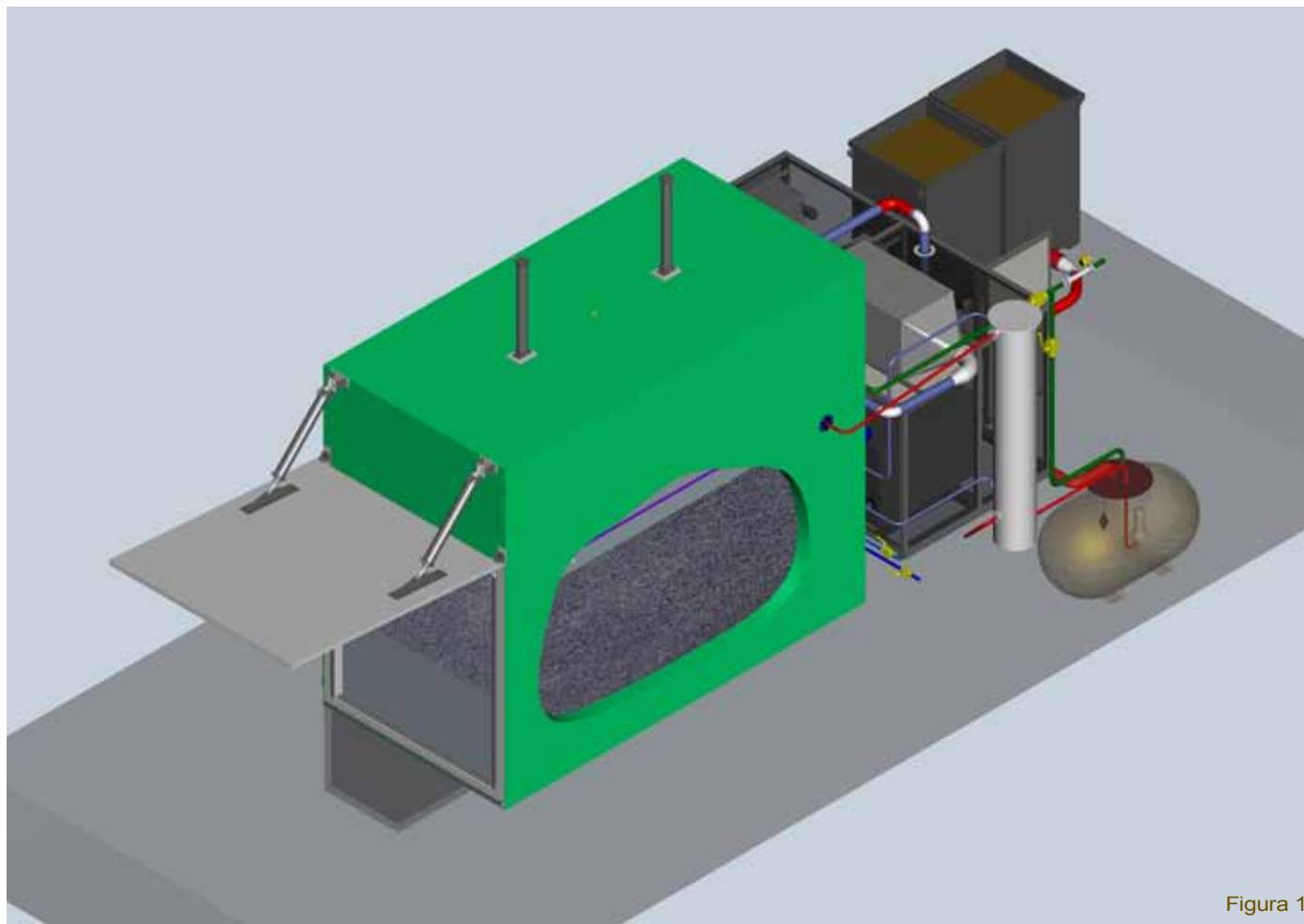


Figura 1

AmBiogas è costituito da moduli parallelepipedi di larghezza e lunghezza variabili.

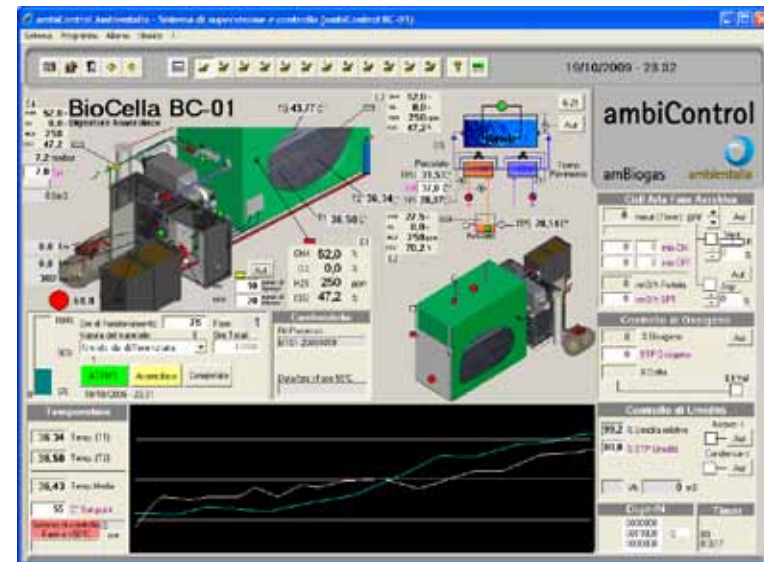
Ambientalia AmBiogas



Portellone frontale con guarnizione antigas.



Guarnizione gonfiabile per tenuta stagna al gas.



Schermata del software ambiControl®

Ambientalia AmBiogas



Particolare riscaldatore a pavimento.



Particolare aspersione percolato.

Ambientalia AmBiogas

Preparazione delle miscela e carico dei digestori

Il materiale organico fresco, parte del digestato, una aliquota prestabilita di strutturante, vengono omogeneizzati utilizzando un miscelatore dedicato, alimentato con pala meccanica o caricatore a polipo e messo nei digestori anaerobici.

La fase di miscelazione è fondamentale, in quanto il mix deve rispettare precisi valori. In caso contrario l'evoluzione di digestione anaerobica può risultare problematica.

Prima di iniziare il riempimento, il ventilatore di lavaggio del digestore sarà messo in funzione per permettere agli operatori di accedere all'interno in massima sicurezza.

Al termine del riempimento, vengono inserite le sonde di temperatura, chiusa la porta e dato l'avvio al processo. Il software ambiControl provvede automaticamente a gonfiare la guarnizione a tenuta di gas e ad avviare il processo.

Gestione del Biogas

La tenuta, la captazione ed il convogliamento del biogas al cogeneratore rappresentano uno degli aspetti più delicati del sistema, sia per l'ottimizzazione delle rese produttive che per gli aspetti relativi alla sicurezza degli operatori. Come già descritto, il digestore amBiogas è realizzato per garantire la perfetta tenuta ai gas: pareti e pavimento in c.a. trattato con resine, portellone con interno in acciaio INOX AISI 304 con guarnizione gonfiabile, sistema di aerazione forzata ed impianto di irrigazione dotati di valvole di sicurezza a tenuta di gas, sistema di evacuazione dei percolati munito di guardia idraulica.

Per quanto attiene la captazione del biogas, una valvola di sovrappressione opportunamente tarata "apre" quando nel digestore si raggiunge una determinata pressione favorendo il deflusso del biogas prodotto in un gasometro. Quest'ultimo è dedicato all'accumulo del biogas prodotto da più digestori e viene utilizzato come "polmone" volto a garantire un'alimentazione regolare e costante del cogeneratore, previo passaggio del gas in un sistema di trattamento dedicato alla sua deumidificazione e desolforazione.

Il cogeneratore è costituito da un motore endotermico che utilizza il biogas come combustibile e che produce energia elettrica tramite un generatore ad esso accoppiato ed energia termica derivante dal raffreddamento del motore stesso.

Il sistema è dotato di una torcia di sicurezza che in caso di problemi all'impianto di cogenerazione provvederà alla combustione del biogas prodotto.

Al termine della fase anaerobica il reattore deve essere ripulito dal biogas prima dell'apertura del portellone, in quanto l'ingresso di ossigeno, in presenza di metano, potrebbe innescare reazioni esplosive. Allo scopo è stato previsto un sistema di insufflazione di gas inerte e, solo dopo che nell'atmosfera del digestore non è più presente metano, si sbloccano i chiavistelli di chiusura del portellone.

Sistema di monitoraggio del processo

Il digestore amBiogas è dotato di sonde e sensori che rilevano in continuo i principali parametri di processo: temperatura dell'atmosfera e temperatura della massa (n.3 sonde PT 100 ATEX), pressione interna. Attraverso più punti

Ambientalia AmBiogas

di prelievo campioni di atmosfera vengono estratti dal digestore ed avviati ad un analizzatore di gas che determina la concentrazione di CH₄, CO₂, O₂, H₂S.

Gli stessi parametri sono inoltre controllati all'interno della vasca anaerobica di raccolta del percolato.

Tutti i dati rilevati confluiscono ad un quadro elettrico di gestione e da questo ad un PC dedicato, a servizio di più digestori, sul quale è installato il software di gestione e controllo ambiControl che governa l'intero sistema.

Software di gestione e controllo ambiControl

Il sistema di controllo è costituito da un Personal Computer dotato di monitor LCD, di tastiera e di mouse, nonché di software dedicato per la supervisione del processo.

Il Personal Computer sarà posto all'interno degli uffici e collegato tramite cavo di rete al quadro elettrico di gestione di cui ogni singolo digestore è dotato.

Il processo viene gestito dal software ambiControl, che elabora i dati rilevati e controlla: il sistema di irrigazione, la commutazione delle valvole, il sollevamento e l'abbassamento del controsoffitto, quando presente, l'apertura e chiusura del portellone frontale, rendendola possibile esclusivamente quando la concentrazione di metano all'interno del digestore scende sotto la soglia potenzialmente pericolosa eliminando i rischi di apertura accidentale (errore degli operatori), il gonfiaggio e lo sgonfiaggio della guarnizione. Controlla e gestisce le temperature sia della massa che del percolato agendo rispettivamente sul sistema di riscaldamento a pavimento e sullo scambiatore.

Il software controlla e memorizza tutte le fasi del processo

e segnala qualunque anomalia nei parametri preimpostati.

Visualizza l'andamento del processo attraverso diagrammi di flusso e tabelle, menu delle funzioni disponibili e provvede all'archiviazione dei dati.

Dopo il carico di un reattore non sono richiesti interventi particolari da parte dell'operatore, che deve limitarsi a periodici controlli sullo stato del lotto in lavorazione: questo è possibile tramite le informazioni che compaiono a video: una tabella con tutti i parametri di funzionamento rilevati dal programma e un grafico che ne evidenzia l'andamento nel tempo. In caso di problemi, apposite finestre di segnalazione avvertono l'operatore dello stato anomalo delle lavorazioni in corso. Il programma rileva inoltre i consumi elettrici orari e totali per ogni ciclo di lavorazione.

Il programma avvisa con segnale luminoso l'operatore al termine del ciclo.

Sistema di filtrazione biologica delle emissioni gassose

Come precedentemente descritto, l'aria di processo estratta dai digestori nelle fasi di carico e scarico viene depurata in biofiltro prima di essere immessa in atmosfera. Inoltre, negli impianti con tecnologia Ambientalia vi sono ulteriori fonti di reflui gassosi da depurare, ossia le strutture di pretrattamento dei rifiuti e le biocelle di stabilizzazione aerobica. Allo scopo viene proposto un sistema di filtrazione biologica dimensionato sulla base delle linee guida della Regione Lombardia, le più rigorose del settore.

Il biofiltro sarà strutturato in moduli separati, autonomamente funzionanti, tali da poter rimanere in esercizio qua-

Ambientalia AmBiogas

lora uno di essi sia fermo per attività di manutenzione.

Sarà realizzato su una platea con opportuna pendenza (2% circa) realizzata in CLS per supportare il carico di riempimento.

La componentistica base del biofiltro sarà la seguente:

- struttura di contenimento realizzata con elementi componibili in c.a. modulari o gettati in opera. Ogni elemento avrà un'altezza di 2 metri circa;
- grigliato di supporto del materiale biofiltrante rimovibile, composto da griglie modulari idonee ad un corretto passaggio a bassa velocità dell'aria ed in grado di garantire una omogenea distribuzione;
- sistema di scarico dei percolati dotato di guardia idraulica con scarico in pozzetto e da questo alla vasca di raccolta percolati;
- letto filtrante con pezzatura 25-120 mm, costituito da una miscela composita di materiale vegetale;
- sistema di umidificazione del letto filtrante regolato dal software di gestione e controllo.

Gestione dei flussi d'aria

L'aria aspirata dai digestori, dalle biocelle aerobiche e dai capannoni di lavorazione viene trasferita al biofiltro attraverso un collettore in acciaio inox, montato su traliccio di sostegno in acciaio al carbonio zincato fissato alla pavimentazione; tubi flessibili, giunti, collari, bocchette valvole

a farfalla e/o a ghigliottina con attuatori comandati dal sistema di controllo completano il sistema.

La digestione anaerobica nei reattori amBiogas

I rifiuti organici (umido da raccolta differenziata, scarti agroindustriali, deiezioni zootecniche ecc.), opportunamente miscelati con un'aliquota prestabilita di frazione lignocellulosica (scarti vegetali tritati) vengono immessi nel digestore con l'ausilio di una pala meccanica.

Per agevolare lo sviluppo e l'attività batterica la temperatura del materiale a processo viene mantenuta su valori prossimi a 35/38°C mediante il riscaldamento del reattore e l'aspirazione di percolato preventivamente riscaldato. L'utilizzo del percolato, prodotto dai materiali in digestione e raccolto in vasche dedicate, ha anche funzione di inoculo microbico. In queste condizioni il processo di produzione del biogas (assenza di ossigeno e mesofila costante) evolve attraverso una prima fase, detta acidogena, di demolizione delle molecole organiche e loro trasformazione in acidi grassi e acetato, ed in una seconda fase, detta metanogena, di degradazione dei prodotti della fase acidogena in metano, anidride carbonica e acqua.

La quantità di biogas prodotto varia a seconda delle biomasse trattate, ad esempio utilizzando la frazione organica dei rifiuti si possono ottenere fra 115 e 150 m³ di biogas per tonnellata di rifiuto. La percentuale di metano presente nel biogas varia mediamente dal 55 al 65%.

Il ciclo operativo viene condotto fino a quando le quantità di biogas prodotto si mantengono su valori economi-

Ambientalia AmBiogas + AmBiocell

camente convenienti. Mediamente, ciascun ciclo ha una durata di 4 settimane.

Una volta ultimata la fase di digestione anaerobica, viene insufflato nel reattore un gas inerte per allontanare dall'interno il metano residuo; ciò al fine di evitare la formazione di miscele gassose potenzialmente esplosive (ossigeno/metano) all'atto dell'apertura del portellone.

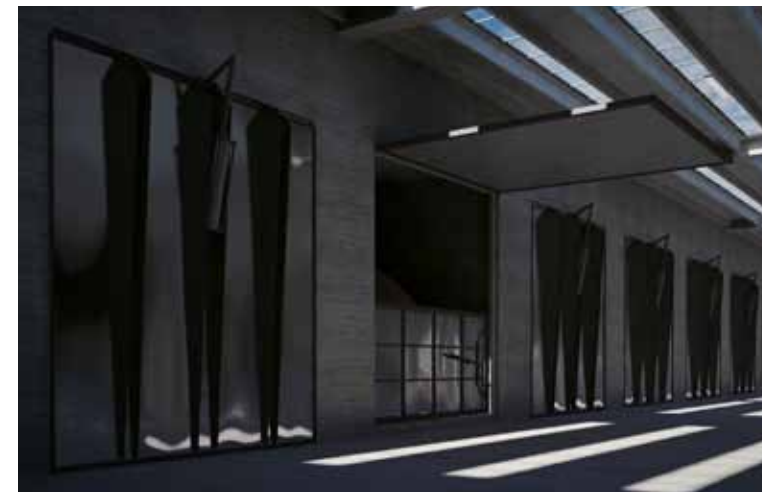
La sofisticata dotazione tecnologica, della quale è corredato il digestore amBiogas, consente la gestione automatizzata di tutte le fasi di processo, garantendo costantemente le condizioni ecologiche ottimali ai microrganismi presenti e la sicurezza per gli operatori.



L'impianto pilota realizzato presso l'Istituto Agrario di San Michele all'Adige.



Vista aerea dell'impianto.



Vista portoni a tenuta gas e paratia di contenimento.

AmBiocell® Ambientalia®, biocella aerobica per la stabilizzazione del digestato.

Stabilizzazione aerobica del digestato amBiocell

Al termine della fase di digestione anaerobica, il digestato viene prelevato dal reattore e una parte di esso, circa il 35%, verrà riutilizzato nella miscela del nuovo organico da trattare. Il rimanente viene conferito nelle celle di biossidazione accelerata amBiocell per il trattamento aerobico, che ha una durata da 7 a 10 giorni.

I reattori amBiocell sono costituiti da moduli parallelepipedi analoghi ai già descritti amBiogas, aventi le seguenti dimensioni: larghezza utile max 7,0 metri, lunghezza utile max 35 metri, altezza interna struttura in C.A. biocella 5,5 metri. Si differenziano dai reattori anaerobici per l'assenza del sistema di riscaldamento, per la struttura non a tenuta di gas e per la presenza di un sistema di aerazione forzata con insufflazione dal pavimento ed aspirazione dall'alto.

Carico delle biocelle aerobiche

Il digestato in uscita dai digestori anaerobici viene messo nelle biocelle con l'utilizzo di pala meccanica. Al termine del riempimento, vengono inserite le sonde di temperatura, chiude le porte a tenuta d'aria e, tramite il software di gestione, viene avviato il processo di biossidazione aerobica controllata.

Il processo si svolge con l'immissione dell'aria, regolata dal software ambiControl, che agisce sui tempi e sulla quantità da inviare al sistema di aerazione forzata. Ogni singola biocella è servita da un ventilatore principale gestito da inverter per modulare la quantità dell'aria necessaria al

processo. Una parte dell'aria (circa il 75%) viene ricircolata nella massa dallo stesso ventilatore dopo esser stata parzialmente deumidificata mediante un apposito demister. Un ventilatore secondario aspira l'aliquota rimanente d'aria dalla biocella e la convoglia al biofiltro, mentre una pari aliquota di aria ambiente viene immessa nel reattore.

Aerazione della biomassa

Il materiale in fase di processo nelle biocelle richiede un apporto d'aria allo scopo di rifornire di ossigeno i microrganismi aerobi responsabili delle reazioni biossidative. L'esigenza di ossigeno cambia nel tempo: è maggiore all'inizio, quando la miscela fresca è ricca di sostanza organica fermentescibile, e minore alla fine, quando le reazioni ne hanno consumato buona parte.

Per tale motivo il ventilatore ha una portata variabile gestita dall'inverter e in base all'andamento del processo, valutato con la misurazione della temperatura del materiale, la quantità di aria da inviare alla massa può essere aumentata o diminuita.

L'aria di processo si può distinguere, a seconda dell'utilizzo funzionale, in:

- aria "stechiometrica": indica la quantità d'aria strettamente necessaria allo svolgimento delle reazioni biochimiche nel materiale, in modo che le reazioni di biossidazione possano avvenire correttamente in tutta la massa di materiale; è una quota-parte minima della portata totale.

Ambientalia AmBiogas + AmBiocell

- aria di controllo della temperatura: è l'eccesso d'aria rispetto alla quota stechiometrica che si deve dare al materiale per contenere lo sviluppo di calore e l'innalzamento della temperatura. L'impianto di ventilazione è dimensionato in base alla massima portata d'aria di controllo termometrico.

Sistema di insufflazione mediante platea aerata

La platea aerata sarà realizzata con tubi di insufflazione a pettine alimentati da un ventilatore a parziale ricircolo e demister sulla ripresa dell'aria, dimensionato in base alla quantità di materiale massima che sarà depositato sulla platea stessa. Il ventilatore manda l'aria ad una condotta in calcestruzzo dove sono collocati i tubi.

La platea insufflata descritta presenta i seguenti vantaggi:

- a. Migliore distribuzione dell'aria.
- b. Basse perdite di carico.
- c. La tubazione è anti-intasamento in quanto i fori sono svasati e protetti da una scanalatura nel calcestruzzo che impedisce il compattamento dei materiali nel foro.
- d. In caso di intasamento è possibile pulire la tubazione.

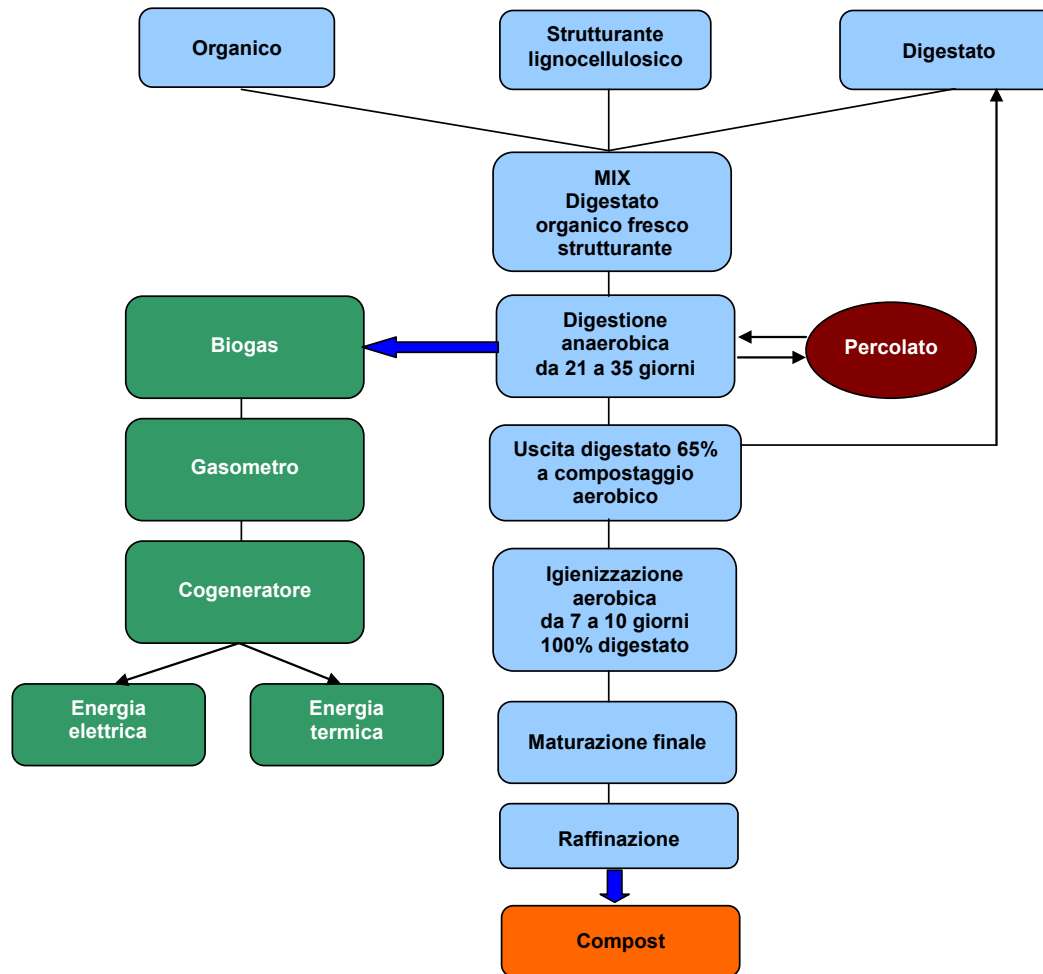
Nel tratto sottostante la parte da insufflare ogni tubazione è dotata di ugelli tronco conici anti-intasamento che immettono aria. Gli ugelli sono protetti da una canaletta realizzata nella superficie della platea.



Vista portone con paratia di contenimento.

Le tubazioni confluiscono tramite il collettore di raccordo in un pozzetto per la raccolta dei percolati, dotato di guardia idraulica per impedire all'aria di fuoriuscire dallo scarico.

Ambientalia - Processo anaerobico + aerobico



Ambientalia AmBiogas + AmBiocell



L'impianto con il portellone frontale.



I comandi di apertura del portellone frontale.



Ambientalia S.r.l.

Via Rodolfo Morandi, 76
40060 Toscanella di Dozza (BO), Bologna, Italy

Tel. +39 0542 674004
Fax +39 0542 51722

www.ambientalia.com