

# AMBIENTE

NILE - TECNOLOGIE AMBIENTALI PER L'INDUSTRIA E LA PUBBLICA AMMINISTRAZIONE -

ANNO XXI  
1° FEBBRAIO 2010

## RECUPERO DEI RIFIUTI

### Le conseguenze della crisi



a pagina 26

## GRANDI CENTRALI

### Le BAT in impianti di combustione



a pagina 44

## CASI SEMPLICI E COMPLESSI

# ACQUE DI PRIMA PIOGGIA: CHE FARE?

a pagina 22

AMBIENTALIA

# Il digestore a secco

Sviluppato un innovativo impianto in grado di produrre fertilizzante ed energia in un unico ciclo, con notevoli risparmi economici

La tecnica della digestione anaerobica a secco, basata su processi di fermentazione di matrici solide con contenuti di sostanza secca fino a 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. La conseguenza è una notevole riduzione dei volumi da trattare, con tutti i benefici che ne derivano (digestori di minori dimensioni e minor quantità di digestato da smaltire). Da segnalare, in particolare, il digestore anaerobico a secco AmBiogas messo a punto dalla società Ambientalia, che si basa sul sistema del modulo tubolare a carico frontale, con alcune importanti peculiarità che lo distinguono da altre soluzioni.

Come noto il materiale in uscita dalla fase anaerobica (digestato) può essere trasformato in ammendante sottoponendolo a processi di biossidazione aerobica. La trasformazione in compost del digestato avviene usualmente attraverso la miscelazione con una frazione lignocellulosica di supporto e la conduzione di processi aerobici in reattori dedicati (biocelle, biotunnel, ecc.) e, successivamente, in cumuli di maturazione. Conclude il ciclo la raffinazione del compost ottenuto.

Il reattore AmBiogas è stato concepito per la gestione sia della fase anaerobica sia di quella aerobica del processo, senza trasferimento del materiale, prevedendo l'aggiunta del coadiuvante lignocellulosico all'inizio del ciclo di lavorazione. Tale soluzione consente evidenti semplificazioni costruttive e gestionali. La possibilità di gestire l'intero ciclo biologico all'interno dello stesso reattore offre anche notevoli risparmi economici e la drastica riduzione delle emissioni maleodoranti; tutto ciò per il mancato trasferimento di ingenti quantità di masse organiche dai reattori anaerobici alle biocelle aerate. Inoltre, 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.

Per capire appieno i vantaggi derivanti dall'impiego di AmBiogas, bisogna tener conto che di norma l'alimentazione dei moduli orizzontali è effettuata con pale meccaniche attraverso un'apertura frontale e che ciò comporta altezze dei reat-

tori maggiorate di circa 2-2,5 m rispetto all'altezza del materiale depositato (spazio necessario per lo svuotamento del materiale dalla benna). Questo spazio crea un vuoto tra il materiale ed il soffitto, pari a circa la metà del volume totale dell'involucro. Il calore e l'umidità fuoriuscenti dalla massa salgono verso l'alto nello spazio vuoto. Per ovviare a questa dispersione, occorre utilizzare maggiore energia per mantenere la massa alla giusta temperatura. Nel digestore Ambienta-

## Il software ambiControl

AmBiogas è dotato di un sofisticato software dedicato, denominato ambiControl, che registra i dati, li elabora ed è in grado di impostare in autonomia le fasi di aerazione durante la fase aerobica. Controllando la portata dei ventilatori ed agendo sugli inverter, tale software garantisce la giusta quantità di aria alla massa. Nella fase anaerobica il programma controlla: le pompe per l'inoculo microbico, la commutazione delle valvole; il sollevamento e

l'abbassamento del controsoffitto; 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, in modo da eliminare i rischi di apertura accidentale da parte degli operatori); il gonfiaggio e lo sgonfiaggio della guarnizione gonfiabile; le temperature della massa e del percolato di inoculo. Il software controlla e memorizza tutte le fasi del processo, segnalando al capo turno dell'impianto qualunque anomalia non prevista nei parametri preimpostati.

lia, invece, questo vuoto viene evitato con la dotazione di un controsoffitto mobile mediante cilindri: durante il caricamento e lo svuotamento, il controsoffitto viene elevato all'altezza necessaria per permettere all'operatore di entrare con i mezzi meccanici. Ultimata la fase di carico, il soffitto viene abbassato, mantenendo una minima intercapedine fra questo e il materiale depositato. La tenuta del calore e dell'umidità all'interno del reattore è garantita dal controsoffitto. Ultimato il ciclo, il controsoffitto viene riportato nella posizione alta per permettere all'operatore di entrare con la pala e lavorare in massima sicurezza. Nelle fasi di scarico e carico del reattore il sistema di aerazione forzata, del quale è dotato per supportare la fase aerobica, viene utilizzato per mantenere condizioni ambientali idonee all'ingresso degli operatori, attraverso l'aspirazione di grandi quantità di aria.

## GESTIONE DEL BIOGAS

In un reattore dedicato alla digestione anaerobica le soluzioni per la tenuta, la captazione ed il convogliamento del biogas all'esterno (cogeneratore) rappresentano la parte più delicata del sistema, sia per l'ottimizzazione delle rese produttive sia per gli aspetti relativi alla sicurezza degli operatori. AmBiogas è realizzato per garantire la perfetta tenuta ai gas: pareti e pavimento in cls trattato con resine, portellone e controsoffitto in vetroresina, guarnizioni gonfiabili sull'apertura delle porte, sistema di raccolta e aspersione percolati e di aerazione forzata dotati di valvole di sicurezza.

Per quanto attiene la captazione del biogas, una valvola di sovrappressione opportunamente tarata scarica il biogas prodotto in un gasometro, che viene da qui aspirato e mandato ai motori a gas per la produzione di energia elettrica e termica. Attraverso opportuni scambiatori, parte del calore generato dai motori è utilizzato per scaldare sia il pavimento del digestore sia il percolato.

Al termine della fase anaerobica il reattore deve essere ripulito dal biogas prima dell'apertura del portellone e/o prima dell'avvio della fase aerobica, in quanto l'immissione di ossigeno, in presenza di metano, potrebbe innescare reazioni esplosive. Allo scopo è stato previsto un'insufflaggio di gas inerte.

Continua a pag. 30

Continua da pag. 28

### Il digestore a secco

Ogni biotunnel del digestore è dotato di sensori che, circa ogni 2 ore, rivelano la presenza di  $CH_4$ ,  $CO_2$ ,  $O_2$ ,  $H_2S$ . Le stesse funzioni sono inoltre controllate all'interno delle vasche anaerobiche di raccolta del percolato.

Ogni biotunnel è dotato di tre sonde Atex per il rilevamento in continuo della temperatura, sia durante la fase aerobica che anaerobica all'interno della massa. Un'altra sonda all'interno del reattore ne controlla la temperatura ambiente. Le sonde di rilevamento e controllo confluiscono i dati di ogni biotunnel nel quadro di alimentazione, controllo, rilevamento e trasmissione dati. Il software di gestione e controllo ambiControl analizza i dati in continuo, trasferendoli in tempo reale al centro di controllo, ed interviene in caso di anomalie e/o errori umani.

### SISTEMA DI AERAZIONE FORZATA

Il sistema di aerazione forzata, che consente di impiegare il reattore anche per sostenere la fase intensiva del processo di compostaggio aerobico, è costituito da una struttura in vetroresina e acciaio inox. Al suo interno sono posizionati due ventilatori (dei quali uno centrifugo per l'insufflazione dell'aria nel modulo biocella e l'altro per l'aspirazione parziale del flusso gassoso da avviare alla biofiltrazione), un demister per la captazione dell'acqua di trascinarsi contenuta nell'aria aspirata dal sistema, la strumentazione di controllo e la gestione del processo. Ogni biotunnel è alimentato e controllato singolarmente per essere completamente indipendente.

L'aerazione delle masse avviene a mezzo di tubi corrugati in polietilene opportunamente forati con fori calibrati in funzione della quantità di aria da insufflare. I tubi sono posti sul fondo del modulo durante il caricamento e connessi al ventilatore di insufflazione. L'aria che esce dalla sommità del materiale è aspirata attraverso aperture ricavate sul lato del reattore e, mediante un secondo ventilatore, inviata ad un filtro biologico. Circa il 75% dell'aria estratta è ricircolata nel modulo, mentre la parte restante è avviata a depurazione. Un demister posto a monte del ventilatore capta il vapore acqueo di trascinarsi per scaricarlo in un apposito serbatoio di

stoccaggio. Tutte le aperture sono controllate da valvole motorizzate a tenuta di gas. Il processo è gestito dal software ambiControl, che elabora i dati rilevati dalle masse tramite sonde di temperatura e ossigeno e, sulla base di questi, regima l'aerazione.

### GESTIONE DEL PROCESSO

I rifiuti organici (umido da raccolta differenziata, scarti agroindustriali, deiezioni zootecniche, ecc.) sono opportunamente miscelati con un'aliquota prestabilita di frazione lignocellulosica (scarti vegetali tri-

turati, che vengono immessi nel digestore con l'aiuto di una pala meccanica). Ultimato il carico, viene chiuso il portellone frontale e viene attivata una prima fase aerobica. Attraverso la fornitura di un'adeguata quantità di ossigeno alla miscela viene garantito un rapido innesco delle reazioni biossidiative termofile per l'attività dei microrganismo aerobi, che in poche ore provocano l'innalzamento della temperatura della massa fino a 50 °C e oltre. Raggiunti questi valori, l'insufflazione viene sospesa e le condotte di adduzione aria vengono chiuse da apposite valvole, ma la



### IL REATTORE

## La tenuta è garantita

Il digestore a secco amBiogas assicura una perfetta tenuta ai gas. Il sistema è costituito da moduli parallelepipedi aventi le seguenti dimensioni: larghezza utile da 5 a 7 m; lunghezza massima di 50 m; altezza interna struttura in c.a./cemento armato biocella 5 m; altezza sotto il controsoffitto di 4,8 m. La sezione tecnica, per la gestione della fase aerobica e anaerobica, fa parte integrante del reattore ed ha le seguenti dimensioni: 2x2x2 m. La struttura del reattore è realizzata in cemento armato trattato con resine. Il portellone frontale è di tipo basculante con apertura verso l'alto mediante pistoni pneumatici e realizzato in pannello sandwich in vetroresina a forte spessore con rinforzi in acciaio e compensato marino, che lo rendono estremamente robusto.

Tutte le finiture sono in acciaio inox aisi 304. La tenuta stagna è garantita da una guarnizione gonfiabile, mentre l'apertura è comandabile esclusivamente dal software di gestione ambiControl. Il controsoffitto è mobile, per mezzo di cilindri pneumatici; lungo tutto il perimetro sono fissate apposite chiusure in idoneo materiale sintetico che garantiscono la tenuta della temperatura e dell'umidità dal reattore al controsoffitto. Il controsoffitto è realizzato in pannello sandwich coibentato con struttura a vista in vetroresina. Prima di dar corso al processo anaerobico il controsoffitto 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

Circa il 75% dell'aria estratta è ricircolata nel modulo, mentre la parte restante è avviata a depurazione

carica microbica aerobica continua la sua attività ossidativa fino all'esaurimento dell'ossigeno all'interno del digestore. Durante l'insufflazione l'aria di processo estratta dal reattore viene depurata in biofiltri dedicati. Esaurito l'ossigeno a disposizione, la popolazione microbica aerobica scompare e viene progressivamente sostituita da batteri anaerobici. In questo contesto risulta utile l'impiego, in miscela ai materiali organici "freschi", di un'aliquota di materiale digerito (ricircolo), con la funzione di inoculo. Per agevolare lo sviluppo e l'attività batterica, la temperatura del materiale a processo è mantenuta su valori prossimi a 35 °C, mediante il riscaldamento delle pareti e del pavimento del reattore e l'aspirazione di percolato preventivamente riscaldato. L'utilizzo del percolato, prodotto dai materiali in digestione e raccolto in una vasca dedicata, ha anche funzione di inoculo microbico. È evidente che la possibilità di aumentare la temperatura iniziale del materiale con la procedura so-

caricato, è stata predisposta una paratia amovibile di contenimento a posizionamento manuale. Sul pavimento sono annegati dei riscaldatori che, alimentati ad acqua calda, favoriscono il riscaldamento della massa e l'instaurarsi delle condizioni di mesofilia idonee ai microrganismi anaerobi. Per questo scopo il fondo, il controsoffitto ed il portellone sono coibentati. Grazie alla pendenza del pavimento, i percolati emessi dalla biomassa confluiscono a pozzetti grigliati, che li convogliano ad una vasca interrata di stoccaggio, tenuta in fase anaerobica. Un sifone posto sulla condotta garantisce la tenuta di gas. Il refluo prelevato dallo stoccaggio e preventivamente riscaldato, mediante scambiatore alimentato dal cogeneratore, viene asperso sulla biomassa con una duplice funzione: di inoculo microbico e di mantenimento della temperatura mesofila. Gli ugelli impiegati sono anti-intasamento.

## Il ciclo-giorno di rifiuti

pra descritta (processo biologico aerobico) consente notevoli risparmi di energia. In queste condizioni, il processo di produzione del biogas (assenza di ossigeno e mesofilia 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 150 e 180 mc di biogas per tonnellata di rifiuto. La percentuale di metano presente nel biogas varia fra 50 e 70%. Il ciclo operativo è condotto fino a quando le quantità di biogas prodotto si mantengono su valori economicamente convenienti. Mediamente ciascun ciclo ha una durata di 4 settimane. Ultimata la fase di digestione, è attivata una seconda fase aerobica, previo allontanamento dal reattore del metano residuo mediante l'insufflazione di gas inerte; ciò al fine di evitare la formazione di miscele gassose potenzialmente esplosive. Attraverso l'insufflazione di aria nel reattore si favorisce lo sviluppo della carica microbica aerobica (batteri e funghi) per l'innescò di una nuova fase di reazioni biossidative che, in circa 15-20 giorni, portano ad una buona stabilizzazione del materiale, rendendolo compatibile con la successiva fase di maturazione, ultimo anello della conversione dei rifiuti organici in compost.

