

ENERGIA DALLA BIOMASSA

Indice

Introduzione >

Produzione di energia >

Gassificazione

Cofiring

Pirolisi

Combustione

Carbonizzazione

Digestione anaerobica

Digestione aerobica

Impianti a biomassa >

Il teleriscaldamento

Una soluzione ottimale

ENERGIA DALLA BIOMASSA

Introduzione

Le tecnologie per ottenere energia (**biopower**) dai vari tipi di biomasse sono naturalmente diversi e diversi sono anche i prodotti energetici che si ottengono. Le tecnologie del biopower convertono i combustibili rinnovabili della biomassa in calore ed elettricità usando apparecchiature simili a quelle usate con combustibili fossili. Una vantaggiosa caratteristica della biomassa è la sua disponibilità rispetto alla domanda, in quanto essa è in grado di conservare intatta la sua energia fino al suo utilizzo.

Produzione di energia

In sintesi, i processi di conversione in energia delle biomasse possono essere ricondotti a due grandi categorie: processi termochimici e processi biochimici.

Processi termochimici: i processi di conversione termochimica sono basati sull'azione del calore che permette le reazioni chimiche necessarie a trasformare la materia in energia e sono utilizzabili per i prodotti ed i residui cellulosici e legnosi in cui il rapporto C/N abbia valori superiori a 30 ed il contenuto di umidità non superi il 30%. Le biomasse più adatte a subire processi di conversione termochimica sono la legna e tutti i suoi derivati (segatura, trucioli, ecc.), i più comuni sottoprodotti colturali di tipo ligno-cellulosico (paglia di cereali, residui di potatura della vite e dei fruttiferi, ecc.) e taluni scarti di lavorazione (lolla, pula, gusci, noccioli, ecc.).

Processi biochimici: i processi di conversione biochimica permettono di ricavare energia per reazione chimica dovuta al contributo di enzimi, funghi e microrganismi, che si formano nella biomassa sotto particolari condizioni, e vengono impiegati per quelle biomasse in cui il rapporto carbonio/azoto sia inferiore a 30 e l'umidità alla raccolta superiore al 30%. Risultano idonei alla conversione biochimica le colture acquatiche, alcuni sottoprodotti colturali (foglie e steli di barbabietola, ortive, patata, ecc.), i reflui zootecnici e alcuni scarti di lavorazione (borlande, acqua di vegetazione, ecc.), nonché alcune tipologie di reflui urbani ed industriali. Le tecnologie attualmente impiegate nel biopower sono: *cofiring*, pirolisi, gassificazione, combustione, sistemi "small-modular", digestione aerobica, digestione anaerobica e carbonizzazione.

Gassificazione

Attualmente, in materia di biomasse, la cosiddetta "gassificazione", che è un processo termochimico, viene considerata una delle tecnologie più valide e promettenti ai fini della produzione di energia elettrica sia per quanto riguarda l'efficienza, sia per quanto riguarda l'impatto ambientale. Ogni impianto si suddivide in tre sezioni, dove avvengono altrettante fasi del processo produttivo: gassificazione, turbina a gas e ciclo termico. Durante la gassificazione, la biomassa ancora umida viene immessa in un essiccatore che fa evaporare l'acqua in eccesso. Una volta essiccata, la biomassa passa nel gassificatore dove viene trasformata in un gas sintetico composto da azoto molecolare (N₂), vapore (H₂O), monossido di carbonio (CO), anidride carbonica (CO₂), idrogeno

molecolare (H_2), metano (CH_4) e una piccola frazione di idrocarburi più pesanti. Successivamente il gas sintetico viene raffreddato, filtrato per eliminare le polveri e purificato da contaminanti (acido cianidrico, ammoniaca e acido cloridrico) e composti organici (fenoli e acidi grassi). Dopo essere stato compresso, esso è pronto per alimentare la turbina a gas dove verrà bruciato per riscaldare l'aria da inviare al ciclo termico. In quest'ultima sezione dell'impianto, una caldaia recupera il calore contenuto nell'aria proveniente dalla turbina a gas e produce vapore per una seconda turbina, questa volta "a vapore". Infine, quest'ultima alimenta un generatore di corrente elettrica.

Cofiring

Al fine di ottimizzare gli impianti a carbone, è possibile utilizzare la biomassa come combustibile complementare al carbone. Questa soluzione è sicuramente una delle più economiche fra le opzioni energetiche offerte dalle fonti rinnovabili. Il **cofiring** consiste nella sostituzione di una porzione di carbone con biomassa da utilizzare nella stessa caldaia dell'impianto preesistente. Ciò può essere fatto miscelando la biomassa con carbone prima che il combustibile venga introdotto nella caldaia o utilizzando alimentazioni separate per il carbone e la biomassa. In base al tipo di caldaia e al sistema di alimentazione impiegato, la biomassa può sostituire fino al 15% del carbone in questa operazione di *cofiring*.

Pirolisi

La pirolisi è un processo di decomposizione termochimica di materiali organici ottenuto mediante l'applicazione di calore, a temperature comprese tra 400 e 800 gradi centigradi, in completa assenza di un agente ossidante, oppure con una ridottissima quantità di ossigeno (in questo ultimo caso il processo può essere descritto come una parziale gassificazione). I prodotti della pirolisi sono sia gassosi, sia liquidi, sia solidi, in proporzioni che dipendono dai metodi di pirolisi (pirolisi veloce, lenta, o convenzionale) e dai parametri di reazione. Uno dei maggiori problemi legati alla produzione di energia basata sui prodotti della pirolisi è la qualità di detti prodotti, che non ha ancora raggiunto un livello sufficientemente adeguato con riferimento alle applicazioni, sia con turbine a gas sia con motori diesel. In prospettiva, anche con riferimento alle taglie degli impianti, i cicli combinati ad olio pirolitico appaiono i più promettenti, soprattutto in impianti di grande taglia, mentre motori a ciclo diesel, utilizzando prodotti di pirolisi, sembrano più adatti ad impianti di piccola potenzialità. La combustione diretta viene generalmente attuata in apparecchiature (**caldaie**) in cui avviene anche lo scambio di calore tra i gas di combustione ed i fluidi di processo (acqua, ecc.).

Combustione

La combustione di prodotti e residui agricoli si attua con buoni rendimenti, se si utilizzano come combustibili sostanze ricche di glucidi strutturati (cellulosa e lignina) e con contenuti di acqua inferiori al 35%. I prodotti utilizzabili a tale scopo sono i seguenti: legname in tutte le sue forme, paglie di cereali, residui di raccolta di legumi secchi, residui di piante oleaginose (ricino, catramo, ecc.), residui di piante da fibra tessile (cotone, canapa, ecc.), residui legnosi di potatura di piante da frutto e di piante forestali, residui dell'industria agro – alimentare.

Sistemi "small-modular". Tali sistemi potrebbero potenzialmente soddisfare il fabbisogno energetico di oltre 2,5 miliardi di persone che sono sprovviste di energia elettrica. Tale potenzialità deriva dal fatto che la maggioranza di queste persone vive in aree dove sono disponibili grandi quantità di biomassa utilizzabile come combustibile. Uno *small system* con capacità di circa 5 megawatt potrebbe rappresentare un'ottima soluzione a livello di villaggio. Gli *small system* hanno un potenziale mercato anche nei Paesi industrializzati, in quanto potrebbero essere utilizzati come fornitura energetica complementare all'ordinaria rete elettrica. Rispetto ai sistemi a combustibile fossile, essi rappresentano una alternativa più accettabile dal punto di vista ambientale.

Carbonizzazione

La carbonizzazione è un processo di tipo termochimico che consente la trasformazione delle molecole strutturate dei prodotti legnosi e cellulósici in carbone (carbone di legna o carbone vegetale), ottenuta mediante l'eliminazione dell'acqua e delle sostanze volatili dalla materia vegetale, per azione del calore nelle **carbonaie** (catasta di legna a forma di cono, coperta di terra, con un canale centrale di sfogo (**camino**), nella quale si provoca una combustione lenta del legno per trasformarlo in carbone), all'aperto, o in **storte** (contenitori a forma di fiasco dal collo lungo e ritorto), che offrono una maggior resa in carbone.

Digestione anaerobica

La **digestione anaerobica** è un processo di conversione di tipo biochimico che avviene in **assenza di ossigeno** e consiste nella demolizione, ad opera di microrganismi, di sostanze organiche complesse (lipidi, protidi, glucidi) contenute nei vegetali e nei sottoprodotti di origine animale, che produce un gas (**biogas**) costituito per il 50-70% da metano e per la restante parte soprattutto da CO₂ ed avente un potere calorifico medio dell'ordine di 23.000 chilo joule al metro cubo. Il biogas così prodotto viene raccolto, essiccato, compresso ed immagazzinato e può essere utilizzato come combustibile per alimentare caldaie a gas per produrre calore (magari accoppiate a turbine per la produzione di energia elettrica), o centrali a ciclo combinato, o motori a combustione interna (adattati allo scopo a partire da motori navali a basso numero di giri). Al termine del processo di fermentazione nell'effluente si conservano integri i principali elementi nutritivi (azoto, fosforo, potassio), già presenti nella materia prima, favorendo così la mineralizzazione dell'azoto organico; l'effluente risulta in tal modo un ottimo fertilizzante. Gli impianti a digestione anaerobica possono essere alimentati mediante residui ad alto contenuto di umidità, quali le deiezioni animali, i reflui civili, i rifiuti alimentari e la frazione organica dei rifiuti solidi urbani. Tuttavia, anche in discariche opportunamente attrezzate per la raccolta del biogas sviluppato, solo il 40% circa del gas generato può essere raccolto, mentre la rimanente parte viene dispersa in atmosfera: poiché il metano, di cui è in gran parte costituito il biogas, è un gas serra con un effetto circa venti volte superiore a quello della CO₂, le emissioni in atmosfera di biogas non sono desiderabili; quando invece la decomposizione dei rifiuti organici è ottenuta mediante digestione anaerobica nei digestori (chiusi) degli appositi impianti, quasi tutto il gas prodotto viene raccolto ed usato come combustibile. Il recupero del biogas dalle discariche è un sistema adottato soprattutto in via sperimentale in vari

paesi (l'Inghilterra ha sviluppato un efficiente sistema di recupero di biogas da discariche, sia per usi termici sia elettrici). In Svezia, poi, esistono distributori di biogas per rifornire le vetture con impianto a metano.

Digestione aerobica

Consiste nella metabolizzazione delle sostanze organiche per opera di microrganismi, il cui sviluppo è condizionato dalla presenza di ossigeno. Questi batteri convertono sostanze complesse in altre più semplici, liberando CO₂ e H₂O e producendo un elevato riscaldamento del substrato, proporzionale alla loro attività metabolica. Il calore prodotto può essere così trasferito all'esterno, mediante scambiatori di calore a fluido. In Europa viene utilizzato il processo di digestione aerobica per il trattamento delle acque di scarico. Più recentemente tale tecnologia si è diffusa anche in Canada e Stati Uniti.

Impianti a biomassa

L'uso delle biomasse come combustibili è vantaggioso per diversi motivi. Innanzitutto, non incrementa la quantità globale di anidride carbonica presente nell'atmosfera. Il processo di combustione delle biomasse, infatti, libera tanta CO₂ quanta le piante ne assorbono nell'intero corso della loro vita. Inoltre, l'utilizzo di biomasse quali residui forestali, agricoli e delle lavorazioni del legno, contribuisce a tenere puliti boschi e terreni e crea nuovi posti di lavoro. Ha quindi un positivo riflesso sull'occupazione che, soprattutto nelle zone rurali, si somma a una minore "dipendenza energetica" dai paesi produttori di combustibili fossili. Altri vantaggi consistono nella sua abbondanza, nella facilità di estrazione energetica, nel basso tenore di zolfo con la conseguenza di non contribuire alle piogge acide, nel fatto che il suo fine ciclo costituisce potenziale fertilizzante.

Le svariate tecnologie per ottenere energia da biomasse sono molto interessanti anche per il fatto che ottenere energia da questa fonte significa sfruttare materie prime che ora sono oggetto di inquinamento (discariche, fosse biologiche, boschi e terreni incolti e/o abbandonati ecc.); inoltre favorirebbe la convenienza a rimboschire a rotazione quelle superfici ora spoglie a tutto vantaggio della resistenza idrogeologica alle frane, il presidio e l'attività forestale permette inoltre una minor facilità dell'opera dei piromani.

Non si deve dimenticare, però, che anche lo sfruttamento delle biomasse ha un suo impatto ambientale. In alcuni casi l'uso della legna come combustibile, se non avviene seguendo un principio di sostenibilità (ovvero preoccupandosi di ricostituire il patrimonio di alberi tagliati), può portare alla progressiva deforestazione, processo attualmente in atto in alcune aree povere di risorse energetiche alternative.

Attualmente gran parte dell'energia fornita dalle biomasse deriva dalla legna da ardere. Vi sono alcuni paesi del terzo mondo, soprattutto africani, dove più del 70% del fabbisogno energetico è coperto dalla combustione della legna, una risorsa che, a causa dell'eccessivo sfruttamento, in certe zone non può essere considerata rinnovabile. Inoltre, la coltivazione intensiva di alcune piante finalizzata alla successiva produzione di energia (le cosiddette colture energetiche), oltre a richiedere

ampie porzioni di territorio per ottenere quantità di combustibili significative (terreni che vengono sottratti all'attività agricola per produzione alimentare), può comportare l'utilizzo di fertilizzanti ed altre sostanze inquinanti del suolo e delle acque.

Il teleriscaldamento

Un sistema di teleriscaldamento si compone di una rete di trasporto e di una centrale di produzione del calore, messi entrambi al servizio contemporaneamente di più edifici. La centrale di teleriscaldamento può utilizzare tecnologie cogenerative e/o fonti rinnovabili.

Gli impianti. Il calore che viene distribuito con i sistemi di teleriscaldamento urbano deriva da impianti a **produzione semplice** (solo calore) e a **produzione combinata** (calore + energia elettrica). Alla prima tipologia di impianti appartengono le caldaie per produzione di calore in forma di vapore, acqua calda, acqua surriscaldata, olio. Gli impianti a produzione combinata, invece, sono gli impianti di **cogenerazione** che nella pratica attuale possono essere alimentati da un ciclo a vapore con motori a combustione interna, con turbine a gas, a ciclo combinato. La rete di distribuzione è la parte più costosa dell'impianto di teleriscaldamento: si stima che il suo costo possa incidere sull'investimento complessivo per una quota compresa tra il 50% e l'80%. Il sistema di distribuzione può utilizzare diversi tipi di fluidi: la tendenza in Italia è quella di utilizzare acqua calda (80-90 gradi centigradi) o leggermente surriscaldata (110-120 gradi centigradi).

La distribuzione del calore. Il sistema di distribuzione può essere diretto o indiretto. Nel primo caso, un unico circuito idraulico collega la centrale di produzione con il corpo scaldante (termosifone o piastra) dell'utente. Viceversa, nel secondo caso, sono presenti due circuiti separati, mantenuti in contatto attraverso uno scambiatore di calore. Il sistema diretto comporta un minore investimento e minori perdite di calore.

Una soluzione ottimale

Tra gli utilizzi innovativi del gas naturale un ruolo di primo piano spetta alla cogenerazione, ovvero la **produzione combinata di energia elettrica e calore**. La cogenerazione è l'uso combinato di un'energia primaria, come il gas naturale, per produrre in sequenza il calore e l'elettricità. Il concetto è basato sul recupero e sull'uso dei residui di calore prodotti durante la generazione di elettricità che nelle altre centrali elettriche sarebbero perse, con conseguente riduzione dell'efficienza rispetto alla cogenerazione.

Ad esempio, un motore alimentato a metano produce elettricità e i fumi di scarico sono poi impiegati come fonte termica, ad esempio per riscaldare l'acqua. Vengono così prodotte in modo combinato energia elettrica ed energia termica che, se invece venissero prodotte da processi di produzione separati, richiederebbero quantità ben maggiori di energia primaria. Si tratta quindi di un processo che ottimizza l'impiego delle risorse energetiche con notevoli benefici economici e ambientali. Il gas naturale è il combustibile economicamente preferibile nelle applicazioni di cogenerazione industriale e commerciale, soprattutto a causa dei costi fissi e di gestione più bassi e perché è il combustibile fossile più pulito. Una varietà di tecnologie di cogenerazione del gas naturale è attualmente in uso, compreso le piccole unità preimballate che comprendono tutti i componenti



Energia / Biomassa / Energia dalla biomassa

necessari per un sistema di cogenerazione. Questi sistemi sono disponibili nei formati che variano da 2,2 chilowatt a diverse centinaia di megawatt. In questi casi si parla di microgenerazione, intendendo la produzione contemporanea e localizzata di energia termica e di energia elettrica. Grazie allo sviluppo tecnologico di nuove e più efficienti turbine e macchine alimentate a gas naturale, la cogenerazione, un tempo sfruttata solo nella grande industria, sta oggi diffondendosi anche nella piccola e media industria e nel terziario. In particolare, i sistemi di cogenerazione rappresentano una soluzione efficace per ridurre i costi di energia elettrica e di riscaldamento nell'industria cartiera, farmaceutica, alimentare, tessile, nella raffinazione del petrolio, ed in alcune industrie petrolchimiche, così come negli ospedali, nelle università, negli hotel, nei centri di calcolo e nei centri commerciali.

Testo aggiornato ad agosto 2022