



L'impianto Eni di Sannazzaro de' Burgondi per la sintesi Fischer-Tropsch

Mario Beccari, Ugo Romano

BIOMASSE PER UN'ENERGIA RINNOVABILE

L'esame dello scenario energetico globale mostra l'importanza del contributo fornito dalle biomasse alla produzione di vettori energetici solidi, liquidi e gassosi destinabili ai mercati finali dell'energia termica, dell'energia elettrica e della mobilità.

La società civile è sempre più consapevole che le problematiche dell'energia e dell'ambiente sono fortemente interconnesse e influenzano profondamente gli aspetti più salienti del vivere quotidiano (dall'uso dei mezzi di trasporto alla organizzazione ottimale del territorio). In particolare, la sostenibilità ambientale della produzione energetica ha assunto ormai tale rilevanza che a questo tema è stato dedicato il 3° volume dell'Enciclopedia degli Idrocarburi (nuovi sviluppi: energia, trasporti, sostenibilità) dove vengono analizzati anche gli aspetti più significativi connessi con l'impiego delle energie rinnovabili.

Scenario energetico

I consumi mondiali di energia primaria, trainati principalmente dalla generazione elettrica e dai trasporti, cresceranno del 30% circa nel periodo 2005-2020 (media annuale di crescita pari all'1,7%); la crescita media annuale del Prodotto Interno Lordo (PIL) sarà di circa il 3%, cioè sarà superiore alla crescita media annua della domanda energetica primaria in quanto l'intensità energetica, definita come la quantità di energia necessaria a produrre una unità di PIL, continuerà a diminuire lentamente per effetto del miglioramento dell'efficienza energetica e

della minore incidenza dell'industria pesante sull'economia mondiale. I combustibili fossili generatori di diossido di carbonio (petrolio, gas naturale e carbone), che nel 2005 hanno inciso per l'80,4%, continueranno ad essere le principali fonti energetiche primarie, e nel 2020 il loro contributo sarà molto vicino alla percentuale riscontrata nel 2005. Il petrolio, per il quale è previsto un incremento medio annuo dell'1,4%, continuerà a essere la fonte principale di energia primaria, sospinto soprattutto dalla domanda di carburanti, mentre la domanda di gas naturale registrerà un incremento medio annuo maggiore (2,8%) a causa delle richieste del settore termoelettrico (soprattutto in Europa) e della preferenza accordata a questo combustibile in virtù delle migliori qualità ambientali rispetto alle altre fonti fossili; il carbone rimarrà il principale combustibile per la produzione di energia elettrica, in competizione con il gas naturale.

La percentuale di consumo delle energie rinnovabili (energia idroelettrica, energia da biomasse, energia eolica, energia geotermica ed energia solare) rimarrà sostanzialmente stabile (complessivamente intorno al 13-14%) e in questo ambito il contributo dato dall'energia da biomasse si manterrà largamente prevalente in quanto coprirà circa il 10% della domanda energetica primaria.

Energia da biomasse

Con il termine biomassa si intende, in senso più generale, ogni sostanza organica derivante, direttamente o indirettamente, dalla fotosintesi clorofilliana. Quindi, oltre alle biomasse di origine forestale e ai residui della lavorazione del legno, vengono incluse in questa categoria le cosiddette 'colture energetiche' (specie vegetali che vengono espressamente coltivate per essere destinate alla produzione di energia e/o di combustibili), i residui agricoli, gli scarti di lavorazione e gli effluenti delle industrie agroalimentari, le deiezioni animali, la frazione organica dei rifiuti solidi urbani.

Come già sottolineato, fra le fonti rinnovabili le biomasse rivestono un ruolo fondamentale in termini di contributo alla copertura della domanda energetica. Il peso relativo delle biomasse nella produzione di energia è molto differente nei vari Paesi. Infatti, l'85-90% dell'energia prodotta da biomasse viene ottenuta e utilizzata nei Paesi non-OCSE.

In Europa l'impiego delle biomasse copre soltanto il 3,5% del consumo energetico, sebbene il potenziale d'uso di tale fonte sia molto più elevato. Peraltro, in alcuni Paesi europei il contributo dell'energia da biomasse al fabbisogno energetico totale è significativamente più elevato rispetto al dato medio (per esempio Finlandia: 19,3%, Svezia: 16,2%, Austria: 10,2%, Danimarca: 9,8%). In Italia, invece, il contributo dell'energia da biomasse è più limitato (non superiore al 2%).

Dal punto di vista tecnologico e industriale, le alternative per la valorizzazione energetica delle biomasse, già oggetto di realizzazioni industriali commercialmente competitive, sono sostanzialmente quattro:

- la combustione diretta che dà luogo a produzione di energia termica (da utilizzare per il riscaldamento domestico, civile e industriale) o a produzione di energia elettrica o a cogenerazione (produzione simultanea di energia elettrica e termica);
- la co-combustione, per esempio, in impianti dove le biomasse vengono impiegate in parziale sostituzione (5-15%) del polverino di carbone;
- la trasformazione in combustibili liquidi di particolari categorie di biomasse coltivate, come le specie oleaginose (produzione di biodiesel, via estrazione degli oli e successiva conversione chimica degli stessi in miscele di esteri metilici e/o etilici) e le specie zuccherine e amidacee per la produzione di etanolo via fermentazione alcolica. Tali combustibili possono poi essere utilizzati, puri o in miscela con gasolio o benzina, come carburanti per autotrazione e, in tal caso, vengono denominati "biocarburanti liquidi di prima generazione";
- la produzione di biogas ricco in metano mediante digestione anaerobica di substrati organici di scarto; il biogas così prodotto viene utilizzato per la generazione di energia termica e/o energia elettrica e per autotrazione. Il biogas può anche essere recuperato dalle discariche di rifiuti solidi urbani tramite appositi dispositivi di captazione. In quest'ultimo caso, l'aspetto energetico riveste un ruolo complementare rispetto a quello più propriamente ambientale, in quanto si evita la dispersione in atmosfera del metano (una molecola di metano ha un effetto 21 volte superiore a quello di una molecola di CO₂ nel provocare l'effetto serra').

Le tecnologie vicine alla fase di commercializzazione sono la gassificazione e la pirolisi. Nel primo caso, è possibile convertire materie prime, quali legno, biomasse lignocellulosiche coltivate, residui agricoli o rifiuti



solidi urbani, in un gas combustibile, a potere calorifico medio o basso, molto più versatile da utilizzare. Tale gas (spesso indicato con la denominazione "gas di sintesi" o "syngas") si ottiene per reazione della biomassa con aria (in difetto rispetto a quella richiesta per assicurare una combustione completa) ed eventualmente con vapore. Il gas contiene numerose impurezze e pertanto deve essere sottoposto a un adeguato trattamento di purificazione; particolarmente impegnativa è la rimozione dei catrami (*tars*) che sono costituiti da composti organici che condensano a temperature minori di 300 °C. Il gas, oltre all'impiego per sintesi chimiche e per la produzione di biocarburanti tramite lo sviluppo di processi Biomass-to-Liquids (sintesi di alcoli o di combustibili tramite Fischer-Tropsch), può essere utilizzato per alimentare motori alternativi o turbine a gas (spesso accoppiate in cascata con turbine a vapore nei cosiddetti cicli combinati) per la produzione di energia elettrica.

La pirolisi è un processo di decomposizione termica in assenza di ossigeno (condotto a temperature comprese in genere fra 400 e 550 °C) che mira a ottenere, a partire da biomasse lignocellulosiche, tre frazioni: una frazione combustibile liquida (50-60%) costituita da idrocarburi a lunga catena (bio-oli), una frazione solida (20-30%) costituita da prodotti simili al carbone bituminoso o antracitico (che può essere utilizzata per la cottura dei cibi), una frazione gassosa (15%) che viene utilizzata solitamente per fornire calore alla reazione endotermica di pirolisi. Rese in bio-olio superiori all'80% in peso rispetto alla biomassa originaria possono essere ottenute tramite pirolisi veloce (*flash pyrolysis*) che è caratterizzata da elevata velocità di riscaldamento e da rapida condensazione dei vapori prodotti. Il bio-olio, che ha una densità energetica notevolmente più elevata rispetto a quella della biomassa di partenza, può essere convenientemente "upgradato" con processi tipo hydrocracking o convertito in gas di sintesi tramite un processo di gassificazione o di steam reforming.

La filiera energetica prevede la raccolta/coltivazione della biomassa adatta alla conversione, il trasporto al luogo di stoccaggio, l'essiccamento (in genere fino a un contenuto di acqua non superiore al 10% in peso), la macinazione (al diminuire delle dimensioni del materiale macinato aumenta la resa energetica del processo di

combustione) e, infine, la conversione energetica (in impianti di tele-riscaldamento e/o di generazione elettrica) o la produzione di biocarburanti. L'energia elettrica prodotta corrisponde a circa il 25% dell'energia immessa con la biomassa (espressa tramite il potere calorifico inferiore per tenere conto che una parte dell'energia liberata dalla combustione viene consumata per la vaporizzazione sia dell'acqua contenuta inizialmente nella biomassa sia di quella che si forma per la combustione dell'idrogeno). La produzione di 1 kWh elettrico richiede il consumo di circa 1 kg di biomassa. Se l'impianto è finalizzato soltanto alla produzione di energia termica, questa corrisponde a circa il 70% del potenziale energetico della biomassa. Nel caso della cogenerazione la resa energetica complessiva (energia elettrica + energia termica) può salire fino a circa l'80%. Nell'impostare il bilancio energetico occorre tener conto anche che le possibili utenze sono spesso stagionali e, comunque, localizzate ad una certa distanza dagli impianti. Dal punto di vista dell'efficienza energetica molto più sfavorevole è l'impiego di etanolo per auto-trazione. Nel caso di impiego in motori a combustione interna, solo il 10% della bioenergia originale è, infatti, utilizzato.

Per quanto riguarda la "materia prima", sempre maggiore interesse va assumendo la produzione di biomasse da colture dedicate. Le specie annuali (per esempio sorgo da fibra, canapa, kenaf) presentano il vantaggio di non occupare in modo permanente il terreno agricolo e quindi di poter essere coltivate su terreni messi temporaneamente a riposo (*set-aside*). Tra queste specie la più interessante sembra essere il sorgo da fibra che può essere coltivato con tecniche colturali e macchine agricole convenzionali, raggiungendo rese annuali fino a 30 t di biomassa secca per ettaro, come indicato dalla Tabella.

Notevole attenzione è data anche alle specie erbacee perenni (per esempio, canna comune, miscanto, panico, cardo) che, pur con gli svantaggi legati all'occupazione del suolo per diversi anni e agli alti costi di impianto, presentano, una volta che la coltura è stata impiantata, costi unitari molto più bassi rispetto alle colture annuali, anche

perché richiedono più ridotti quantitativi di fertilizzanti e pesticidi. Fra le colture erbacee perenni utilizzate come colture energetiche, la canna comune, se abbondantemente irrigata, può dar luogo a elevate produttività; in prospettiva, notevole interesse potrebbe assumere il panico che è coltivabile in terreni poveri e a scarsa piovosità, cioè in condizioni tipiche, per esempio di gran parte dell'area mediterranea.

Infine, la coltivazione di specie legnose perenni a destinazione energetica (SRF, Short Rotation Forestry) è tanto più redditizia quanto più brevi sono i cicli di crescita. I migliori risultati in termini di produttività sono stati ottenuti con cicli colturali compresi fra 3 anni (salice) e 10-15 anni (pioppo, con ceduzione effettuata ogni 2-3 anni e sestri d'impianto superiori a 10 mila piante per ettaro). A titolo d'esempio, un impianto da 30 MW elettrici, sufficiente a fornire elettricità a 30 mila abitazioni, richiede una superficie di coltivazione a SRF di 17 mila o 25 mila ettari a seconda che la produttività sia rispettivamente di 15 o di 10 t s.s per ettaro e per anno.

La biomassa presenta però anche degli svantaggi. La sua densità di energia (per unità di massa) è bassa in confronto alle fonti energetiche fossili (è circa 10 volte inferiore a quella del petrolio): anche più sfavorevole è la densità di energia per unità di superficie occupata (fino a tre ordini di grandezza). Inoltre, la produzione di biomassa può consumare molta energia: i macchinari agricoli, i dispositivi di essiccamento per la rimozione dell'acqua dal materiale di base e il trasporto ai centri di lavorazione utilizzano energia che deriva in gran parte dai combustibili fossili. L'utilizzazione energetica della biomassa è tanto più conveniente dal punto di vista economico quanto maggiore è la sua disponibilità in grandi quantità, localizzate geograficamente (cioè disponibili in un raggio di 50-100 km) e distribuite nel tempo.

La fase più problematica della filiera resta, comunque, la produzione della biomassa, per il rischio di conflitto con le colture alimentari, sia per le risorse ad esse dedicate (terreni fertili e acqua), sia per la destinazione finale dei raccolti.

Il fenomeno, se non correttamente gestito, può avere effetti negativi sulle economie dei Paesi in via di sviluppo dove le coltivazioni dedicate, particolarmente ai biocarburanti, per le favorevoli condizioni climatiche, tendono ad essere esportate verso Paesi sviluppati che superano così i loro limiti di capacità produttiva. In realtà la produzione di biomasse può essere un'importante occasione di sviluppo, posto che siano messe in atto tutte le misure necessarie al mantenimento e al controllo di tutta la filiera produttiva e si perseguano le sinergie possibili con l'uso alimentare oltre che con quello energetico.

Produttività e caratteristiche di alcune colture per uso energetico

| Coltura | Produttività (t s.s./ha anno) | Umidità alla raccolta (%) | Epoca di raccolta | Caratteristiche del materiale raccolto |
|--|-------------------------------|---------------------------|---------------------|---|
| Sorgo da fibra | 20-30 | 70 | agosto/settembre | stocchi imballati |
| Cardo | 10 - 20 ¹ | 20-25 | agosto/settembre | trinciato o stocchi imballati (umidità 20-25%) |
| Miscanto | 15-25 | 20-25 | da novembre a marzo | trinciato o stocchi imballati (umidità 25-20%) ² |
| Panico | 10-25 | 20-25 | da novembre a marzo | trinciato o stocchi imballati (umidità 25-20%) ² |
| Canna comune | 20 - 35 | 40 | da novembre a marzo | Trinciato (umidità 40-30%) ² |
| SRF (pioppo, eucalipto, robinia, salice) | 10-15 | 50 | da novembre a marzo | cippato (umidità 50-20%) ³ |

¹ più 2-2,8 t/ha di semi oleosi, eventualmente utilizzabili per la produzione di biodiesel
² il valore minimo corrisponde al materiale raccolto in marzo
³ il contenuto di umidità del cippato può scendere al 20-25% in caso di stoccaggio prolungato
 Fonte: V. Pignatelli, A. Robertiello, "Biomasse per un'energia rinnovabile", Enciclopedia degli Idrocarburi (Eni-Treccani), 2007, 3, 611