

Bioenergie: risorsa per diversificare le fonti di approvvigionamento

Prevedere il prezzo del petrolio è diventata la cosa più facile tra gli eventi che il futuro ci riserverà. Io stesso, oltre un anno fa, avevo preannunciato il superamento dei 100 dollari al barile entro il 2007: ho sbagliato di soli 2 giorni; il 2 gennaio 2008 infatti il prezzo del petrolio ha superato la fatidica soglia. Ormai è chiaro a tutti che non ci saranno più lunghi periodi di basso costo dell'oro nero e del più pregiato combustibile gas naturale, complici il repentino sviluppo di Paesi come Cina, India e sud est asiatico. L'Italia sconta un ritardo incredibile e pericoloso nella diversificazione delle fonti energetiche; l'immobilismo degli ultimi anni ha aggravato la situazione. Oggi è in discussione lo sviluppo, l'economia italiana ha un freno sempre più potente rappresentato dai costi dell'energia. Le famiglie riducono i consumi e vedono aumentare i costi incompressibili direttamente o indirettamente connessi all'energia cioè le bollette dei servizi: acqua, luce, gas, nettezza urbana, anche per mancanza di vere liberalizzazioni. Per uscire dal tunnel della recessione e del pericolo energetico l'unica ricetta è puntare egualmente con decisione su rigassificatori per GNL, sul carbone cosiddetto pulito, sull'energia nucleare e sulle fonti energetiche rinnovabili. Gli stessi termovalorizzatori per RSU di cui si parla tanto funzionerebbero molto meglio se si aggiungesse una certa percentuale di carbone in co-combustione. Fra le soluzioni a medio termine per attenuare la crisi energetica, anche le bioenergie e l'efficienza energetica rappresentano al tempo stesso una sfida ed una opportunità. Per quel che concerne il settore delle biomasse, cui è dedicato questo numero de *La Termotecnica*, si possono distinguere diverse filiere a seconda delle caratteristiche chimico-fisiche e delle tecnologie: combustione, gassificazione e pirolisi nel caso di biomasse a matrice ligno-cellulosica, digestione anaerobica nel caso di biomasse erbacee e reflui zootecnici, filiera dell'olio vegetale. Queste differenti filiere si prestano sia alla realizzazione di impianti di valorizzazione energetica "dedicati" sia ad impianti di microgenerazione distribuita fruibili direttamente dall'utenza finale; per esempio, il biogas prodotto da impianti di digestione anaerobica potrà alimentare celle a combustibile ad elevata efficienza di conversione energetica. Le opportunità di sviluppo economico-industriale di queste filiere sono strettamente legate alla realizzazione ed alla gestione delle infrastrutture. Questo perché, se da un lato le energie rinnovabili costituiscono un beneficio ambientale, dall'altro l'intera filiera viene ad oggi realizzata mediante impiego di energia da fonte fossile, per cui la mancanza di adeguate infrastrutture può portare a ricadute ambientali negative maggiori dei benefici. Ad esempio, per le grandi utenze tipo ospedali e centri commerciali, è conveniente attivare una filiera a partire da biomassa ad alto contenuto energetico, così da ridurre le superfici destinate all'impianto e le infrastrutture ausiliare. Analizzando le diverse filiere, nel campo delle infrastrutture necessarie, si può immaginare come opportunità di sviluppo:

- *per la filiera del cippato da legna*: la creazione di sistemi di incentivazione per la costituzione di aziende agroforestali in grado di produrre e distribuire considerevoli quantità di biocombustibile;
- *per la filiera dell'olio vegetale*: la nascita di aziende specializzate nella produzione delle infrastrutture di stoccaggio, nella produzione di impianti di spremitura meccanica ad alto rendimento delle oleaginose, nel recupero e valorizzazione del pannello di spremitura in mercati alternativi a quello dei mangimi zootecnici, nella spremitura e distribuzione di olio vegetale puro;

- *per la filiera del biogas*: la nascita di nuovi impianti di produzione che utilizzino sia biomasse dedicate (ad esempio sorgo da fibra, triticale e mais ceroso) sia biomasse di scarto di altri settori agroindustriali (ad esempio reflui zootecnici, scarti di produzione dell'industria alimentare), la realizzazione di reti di distribuzione locali del biogas, la nascita di aziende specializzate nella fornitura puntuale di biogas attraverso carri bombole pressurizzate, l'approvazione di un protocollo e di una normativa a livello nazionale per l'immissione in rete ed il vettoriamento del gas prodotto da fonte rinnovabile (non solo il biogas da digestione anaerobica, ma anche il syngas da gassificazione o pirolisi).

In merito alla possibilità di vettoriamento del gas prodotto da fonti rinnovabili (immetti gas in un punto e lo riprendi in un altro anche a grande distanza), è allo studio del Centro nazionale di Ricerca sulle Biomasse da me diretto un progetto originale che, se adottato, permetterebbe lo sfruttamento della rete esistente per trasportare "virtualmente" anche a grande distanza gas da fonte rinnovabile sottoforma di kJoule immessi e riutilizzati, sfruttando un sistema di misura innovativo (di portata e potere calorifico).

Già oggi in Svizzera è possibile immettere metano prodotto da biogas in rete, in Italia non è previsto. I gas da fonte rinnovabile, come detto in precedenza, sono biogas, syngas da gassificazione e gas di pirolisi; tali gas possono essere prodotti in impianti di taglie contenute in virtù del fatto che il problema principale a livello gestionale di tali filiere è dato dal trasporto della biomassa e del prodotto finale. Utilizzare gas da diversi processi produttivi, se da un lato è un vantaggio in termini di produttività e di utilizzo di diverse tipologie di biomasse, dall'altro comportano la soluzione di alcune problematiche ancora aperte perché i gas hanno caratteristiche chimico-fisiche molto differenti. Le problematiche principali che dovranno essere affrontate nel progetto di vettoriamento sono quindi identificabili principalmente in quelle giuridico-amministrative ed in alcune tecniche: disciplina giuridica del vettoriamento e dispacciamento del gas da fonte rinnovabile attraverso la rete; priorità di dispacciamento del gas da fonti rinnovabili rispetto al gas naturale proveniente dall'estero; definizione di uno standard di caratteristiche chimico-fisiche ed energetiche del gas da fonte rinnovabile che verrà immesso nella rete al fine di garantire gli standard attualmente in vigore alle utenze finali del servizio; ricerca delle migliori tecnologie per la purificazione del gas da fonte rinnovabile, al fine di garantire gli standard di cui sopra; programmazione della quantità massima che si può iniettare/immettere nella rete a seconda del punto di immissione e della potenza della rete; realizzazione di un sistema di contabilizzazione per l'analisi della portata e del potere calorifico del gas naturale immesso in rete: certificazione della filiera corta e verifica della garanzia d'origine. Altro settore strategico cui bisogna indirizzare cospicui finanziamenti della ricerca è quello delle Biotecnologie per l'Energia e l'Ambiente. Enzimi, biocatalizzatori, batteri, miglioramento genetico e OGM rappresentano la nuova frontiera in grado di aprire concrete prospettive nel miglioramento dell'efficienza delle filiere dei biocarburanti (in particolare di II generazione), delle biomasse per uso energetico, dei biopolimeri e della nuova chimica delle bioraffinerie. Concludo con l'auspicio che gli esponenti del prossimo governo prendano spunto anche dalle proposte riportate da questa rivista, sappiano ascoltare e, senza indugio, inizino a fare bene ed in fretta.

Attività e progetti del Centro di Ricerca sulle Biomasse

Il CRB, Centro di Ricerca sulle Biomasse, istituito e cofinanziato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio presso l'Università di Perugia, è il Centro di riferimento Italiano per la ricerca sui biocarburanti e le biomasse ad uso energetico. Il CRB¹ nasce nel giugno del 2003 con lo scopo di realizzare gli obiettivi dei Programmi già in essere e di intraprendere nuove azioni volte allo sviluppo ed all'impiego delle biomasse su tutto il territorio nazionale, nonché lo sviluppo delle filiere dei biocombustibili.

Con l'istituzione del CRB si vogliono rendere più organiche ed incisive le azioni intraprese a livello nazionale e regionale in tema di impiego delle biomasse a fini energetici; in particolare:

- aumentare in maniera sostanziale le risorse dedicate a progetti di ricerca e sperimentazione di particolare interesse, attraverso la realizzazione di laboratori e campi sperimentali;
- migliorare la qualità della ricerca e sperimentazione, demandando direttamente al CRB le attività ritenute di interesse preminente, che vengono quindi espletate in ambito accademico;
- realizzare l'Osservatorio Nazionale sulle Biomasse per Energia che, sebbene previsto dal PNERB, non era stato ancora attivato;
- dare impulso alle necessarie azioni di normazione, standardizzazione ed informazione previste dal PNERB e dal PNVBAF. In tal senso sono dirette alcune azioni attuate dal CRB, quali l'istituzione di un laboratorio per la certificazione energetica ed ambientale dei bio-combustibili, l'introduzione dell'etichettatura energetico-ambientale degli stessi e dei processi di conversione e l'istituzione di sportelli informativi, che realizzano un significativo passo in avanti;
- ottimizzare le risorse destinate all'impiego energetico delle biomasse, coordinando a livello centrale le azioni intraprese e gli

strumenti finanziari disponibili;

- istituire un organo ufficiale di riferimento per dare visibilità alle attività italiane in materia di biomasse ad uso energetico;
- certificare le diverse filiere energetiche sia ai fini del rilascio dei certificati verdi sia a fini della garanzia d'origine degli impianti a biomasse [1].

Il CRB propone, reperisce i relativi finanziamenti e realizza, anche attraverso impianti pilota, attività di Ricerca e Sperimentazione. Taluni progetti finanziati con fondi Ministeriali sono già in fase di realizzazione o ultimazione. Di seguito saranno descritti alcuni tra i più significativi progetti proposti e avviati dal CRB.

Progetto FACEB: Filiera Agroforestale per Centrali a Biomassa di piccola taglia

Una centrale da 1 MWe ogni 100 km

Il progetto FACEB si propone di implementare un programma di sviluppo dell'energia rinnovabile da biomasse solide residuali e dedicate sul territorio italiano, denominato ERAP (*Energia Rinnovabile ed Aria Pulita*), che prevede lo studio, la realizzazione e l'analisi di una filiera integrata di produzione, conferimento, stoccaggio e conversione della biomassa in energia elettrica ed energia termica; ogni fase della filiera risulta caratterizzata dall'adozione di metodologie e tecnologie innovative il cui impiego consentirà di ottenere un'elevata efficienza globale del processo. In particolare, la filiera che sarà attivata mediante questo progetto è quella della combustione

TABELLA 1 - Dati tecnici principali di un Ciclo Rankine Organico da 1 MW

Fluido intermediario	Olio diatermico
Temperatura d'ingresso olio diatermico	300 °C
Temperatura di uscita olio diatermico	250 °C
Fluido di lavoro	Olio di Silicene
Fluido di raffreddamento	Acqua
Temperatura di ingresso acqua di raffreddamento	60 °C
Temperatura di uscita acqua di raffreddamento	80 °C
Potenza termica in ingresso (Olio diatermico)	5,5 MW
Potenza elettrica (nominale) generata	1 MW
Potenza termica (nominale) al condensatore	4,5 MW
Efficienza elettrica nominale	18%
Efficienza termica nominale	80%
Perdite	2%

Prof. Franco Cotana, ing. Gianni Bidini, ing. Gianluca Cavalaglio, ing. Daniele Giraldi, CRB-Centro di Ricerca sulle Biomasse, Università degli Studi di Perugia.

¹ Il CRB è stato designato con decreto del Ministro delle Attività Produttive di concerto con il Ministro dell'Ambiente e Tutela del Territorio come ente verificatore degli impianti a biomasse: all'art. 6 del DM 24/10/2005 "Direttive per la regolamentazione dell'emissione dei certificati verdi alle produzioni di energia di cui all'articolo 1, comma 71, della legge 23 agosto 2004, n. 239", il decreto prevede che: "Il Gestore della rete, ai fini delle verifiche riguardanti gli impianti alimentati da biomasse, può avvalersi del Centro di Ricerca sulle Biomasse istituito dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio presso l'Università degli Studi di Perugia". Il CRB è stato inoltre designato con decreto del Ministro delle Attività Produttive di concerto con il Ministro dell'Ambiente e Tutela del Territorio come ente verificatore al rilascio dei certificati verdi per gli impianti a biomasse: all'art. 11 del DM 24/10/2005 "Aggiornamento delle direttive per l'incentivazione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili ai sensi dell'articolo 11, comma 5, del DL 16 marzo 1999, n. 79.", il decreto prevede che: "Il Gestore della rete, ai fini delle verifiche finalizzate al rilascio dei certificati verdi e della garanzia di origine per la produzione di energia elettrica da impianti, ivi incluse le centrali ibride alimentate da biomasse, può avvalersi del Centro di Ricerca sulle Biomasse istituito dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio presso l'Università degli Studi di Perugia".

di biomassa agroforestale vergine per la cogenerazione di energia elettrica e termica. La biomassa necessaria per l'alimentazione dell'impianto è reperita sia da coltivazioni dedicate sia da azioni di recupero quali: il taglio programmato dei boschi, la pulizia periodica dei boschi, la manutenzione delle infrastrutture pubbliche, l'esbosco, la manutenzione delle pertinenze stradali, la manutenzione delle pertinenze fluviali e canali di bonifica, la manutenzione delle pertinenze ferroviarie, le potature di oliveti e vigneti, etc. Il modello ERAP-FACED prevede l'adozione di un caldaia a griglia ad olio diatermico e di un sistema di generazione elettrica e termica a ciclo Rankine organico; questa opzione è prevalentemente orientata alla produzione di calore per grandi utenze termiche (ad esempio teleriscaldamento), mentre la produzione elettrica (tipicamente compresa tra 0,5 e 1,5 MW), avente rendimenti peraltro non trascurabili (fino al 15-18%), rappresenta un introito supplementare che porta la redditività di questa soluzione a valori superiori rispetto a quelli delle centrali di teleriscaldamento realizzate con generatori esclusivamente termici. Parallelamente la compattezza, la semplicità di controllo e l'assenza di circuiti ad elevata pressione fa sì che questo tipo di impianti facciano registrare dei costi di gestione minimi [2].

• *Conversione dell'energia*

Il combustibile è impiegato per l'alimentazione di un impianto di conversione dell'energia della potenzialità elettrica di 1MW; al fine di massimizzare l'efficienza energetica del processo si effettua il recupero termico del calore residuo del processo; si realizza quindi un sistema di produzione combinata di energia elettrica e calore (CHP) tramite un sistema a Ciclo Rankine Organico (ORC). I vantaggi del Ciclo Rankine Organico sono la robustezza, la possibilità di automatizzare il processo e il rendimento globale particolarmente elevato per un impianto a Biomassa (più dell'80%); in tal senso i cicli ORC presentano ampie prospettive di sviluppo nel campo dello sfruttamento energetico della biomassa.

• *La centrale a Biomassa*

Lo schema di principio della centrale è formato da tre sottosistemi principali: caldaia ad olio diatermico alimentata a biomassa; turbogeneratore a ciclo Rankine Organico; sistema di recupero del calore per teleriscaldamento.

Nella caldaia ad olio diatermico avviene la trasformazione dell'energia chimica contenuta nel combustibile derivato da biomassa in energia termica. Il flusso termico generato in caldaia è inviato, impiegando olio diatermico quale fluido termovettore, al turbogeneratore che converte l'energia termica in energia elettrica con un rendimento del 18%; il calore residuo, al netto delle inevitabili perdite, è quindi utilizzato per soddisfare le utenze termiche. Il Coefficiente di Utilizzazione del Combustibile (CUC) globale dell'impianto è pari all'80% (elettrico + termico) mentre il CUC elettrico è del 15%.



FIGURA 2 - esempio di impianto di digestione anaerobica orizzontale (fonte Archea GmbH)



FIGURA 1 - Esempio di soluzione architettonica della minicentrale progetto FACEB

Progetto ERAARZ: Energia Rinnovabile per le Aziende Agricole derivante da Reflui Zootecnici

Il progetto ERAARZ, presentato con modalità a sportello al Ministero delle Politiche Agricole e Forestali in data 9 Dicembre 2005, in base a quanto previsto dal DM 16 luglio 2003 è stato ammesso a finanziamento con comunicazione del 30 gennaio 2006 prot. N. 40114, pervenuta al Centro di Ricerca sulle Biomasse in data 6 febbraio 2006, prot. n. 58/06. Il progetto ERAARZ si inserisce nella filiera del recupero energetico dei reflui zootecnici in un'azienda agricola ombra, impiegando la digestione anaerobica come processo di conversione energetica. L'attuale assetto produttivo dell'azienda prevede l'allevamento di circa 140 vacche nutrici di razza chianina per la produzione di vitelli da carne, lasciate libere al pascolo per sei mesi l'anno, di 130 vacche di razza frisona, per la produzione di latte e di circa 90 manze e vitelli. La produzione giornaliera di liquami dell'azienda, sulla base dei capi disponibili, è pari a 12 m³. Per quanto riguarda la produzione di biogas, mediamente si possono ottenere 0,750 m³ di biogas al giorno dal liquame prodotto da una vacca da latte del peso vivo medio di 500 kg; nel caso in esame, considerando 130 capi bovini di 400 kg, 90 da 350 kg e 140 da 600 kg, la produzione di biogas dell'azienda sarebbe pari a circa 270 m³/giorno di biogas. L'impianto che verrà installato ha una potenza nominale di circa 80 kW elettrici e funzionerà in co-digestione con insilato di mais ed altre biomasse erbacee reperibili in azienda e su mercati locali. Il digestore è di tipo orizzontale, innovativo rispetto alle tradizionali soluzioni tecniche di impianti ad asse verticale. Nel complesso, l'impianto presenta una struttura mobile e modulare ed è costituito dalle seguenti sezioni:

- trituratore per ridurre lo stock della pannocchia di mais in pezzi unitari di pezzatura costante;
- agitatore idoneo alla miscelazione continua del liquame contenuto nella pre-vasca;
- digestori: n. 1 serbatoio contenitori da 140 m³ realizzato in acciaio;
- serbatoio accumulo acqua calda per mantenere la giusta temperatura all'interno del digestore;
- quadro elettrico di comando;
- sezione di purificazione del biogas;
- micro CHP da 80 KWe di potenza. L'elettronica di potenza consente la generazione di corrente elettrica trifase alternata;
- fermentatore secondario;
- gasometro;
- pompe ricircolo liquame.



FIGURA 3 - Rotoimballatura dei sarmenti di vite

I vantaggi di questo impianto rispetto alle soluzioni progettuali tradizionali sono la compattezza e la modularità del sistema che permettono di evitare, data la struttura in alluminio posizionata fuori terra, pesanti interventi di ingegneria civile funzionali alla realizzazione dell'impianto. Allo stato attuale, il progetto è nella fase della ricerca di mercato del miglior fornitore sul territorio nazionale ed europeo [3].

Progetto ERAASPV: Energia rinnovabile per le Aziende agricole derivante da scarti di potature dei vigneti

Il "Progetto biomasse: energia rinnovabile per le aziende agricole derivante da scarti di potatura dei vigneti", di seguito ERAASPV, riguarda la realizzazione di un impianto pilota per il recupero energetico degli scarti di potatura presso un'azienda vitivinicola umbra. L'azienda possiede circa 250 ha di vite, dai quali è possibile ricavare residui legnosi per l'alimentazione di una caldaia a biomasse. L'attuale assetto dell'azienda prevede l'impiego di caldaie alimentate a gasolio e GPL, per il riscaldamento dei locali e per la produzione di vapore, e di macchine frigorifere a compressione, impiegate per il condizionamento dei locali e per il processo di vinificazione.



FIGURA 5 - Caldaia ad olio diatermico alimentata a cippato di potature



FIGURA 4 - Cippatura delle rotoballe

La filiera energetica è così articolata:

- raccolta e stoccaggio delle potature: le potature prodotte in campo sono raccolte con una macchina rotoimballatrice, con una produttività di circa 40 balle al giorno. Lo stoccaggio è effettuato all'aperto, in prossimità della centrale a biomasse;
- cippatura: la fase di cippatura è necessaria per ottenere un biocombustibile (cippato) di caratteristiche dimensionali compatibili con le apparecchiature di conversione energetica di seguito considerate. Per ridurre la balle di potatura alla pezzatura richiesta dalle macchine di conversione energetica, ci si avvale di un carro miscelatore, derivante dal settore dell'alimentazione zootecnica, in grado di tritare le rotoballe;
- conversione energetica: il processo di conversione energetica prevede la combustione del cippato in una caldaia ad olio diatermico di potenzialità pari a 400 kW termici in grado di soddisfare le esigenze termiche dell'azienda relative al riscaldamento dei locali ed alla produzione di vapore. L'olio diatermico prodotto dalla combustione della biomassa, con temperature fino a 300 °C, sarà impiegato anche per l'alimentazione di macchine frigorifere ad assorbimento che andranno a sostituire le macchine frigorifere a compressione attualmente impiegate nell'azienda per il raffreddamento dei locali e per la produzione di acqua refrigerata (fino a -10 °C) nel processo di vinificazione.

I residui di potatura prodotti dall'azienda permetteranno energia nelle seguenti forme, con un considerevole risparmio in termini di impiego di combustibili fossili:

- acqua calda fino a 90 °C per il riscaldamento dei locali;
- vapore da impiegare nel processo di sterilizzazione delle bottiglie;
- acqua fredda a 7 °C per il condizionamento estivo dei locali, mediante l'impiego di gruppi frigo ad assorbimenti alimentati ad acqua calda;
- acqua refrigerata fino a -10 °C per il processo industriale di vinificazione, mediante l'impiego di gruppi frigo ad assorbimento alimentato ad olio diatermico [4].

Il progetto biomasse si articola nelle seguenti fasi:

- Fase I: caratterizzazione energetica del biocombustibile;
- Fase II: progettazione e realizzazione dell'impianto pilota;
- Fase III: campagna sperimentale;
- Fase IV: pubblicazioni risultati.

La prima fase si è svolta nel laboratorio del Centro di Ricerca sulle Biomasse e riguarda la caratterizzazione chimico-fisica della biomassa derivante dagli scarti delle potature dei vigneti. La seconda

fase ha riguardato la progettazione e la realizzazione di tutti i componenti dell'impianto e la loro integrazione presso l'azienda agricola selezionata. La terza fase ha riguardato l'esecuzione di prove sperimentali di funzionamento dell'impianto al fine di verificare la potenzialità energetica dell'impianto stesso; tali prove, inoltre, serviranno come verifica dei dati sperimentali del combustibile ottenuti nella prima fase, sia per quel che concerne il potere calorifico superiore ed inferiore, sia per quel che riguarda l'analisi dei fumi di combustione. In laboratorio si analizzano direttamente i fumi di combustione per avere i dati relativi alla loro composizione, mentre la caldaia, oltre ad avere un funzionamento in continuo che permette una migliore combustione con relativo abbattimento degli ossidi, è provvista di una sezione di trattamento fumi.

Una volta verificato il corretto funzionamento dell'impianto, questo sarà avviato a regime e sarà svolta una attività costante di monitoraggio; tale attività permette di ottenere dati necessari alle successive pubblicazioni e contribuisce ad aumentare la replicabilità del progetto. Infine, l'ultima fase riguarda la divulgazione dei risultati ottenuti mediante pubblicazioni su riviste scientifiche specializzate e partecipazione a convegni inerenti il settore del recupero energetico da biomasse residuali. Il Progetto biomasse si concluderà nel mese di ottobre 2008. I lavori di realizzazione dell'impianto si concluderanno al massimo nel mese di marzo 2008; a questi seguirà un periodo successivo di monitoraggio dell'impianto che richiede sia una stagione invernale sia una stagione autunnale, al fine di monitorare sia la fase di riscaldamento e produzione di vapore, sia la fase di produzione di acqua refrigerata, che normalmente è richiesta dall'azienda nel periodo di settembre. Le criticità emerse riguardano:

- l'elevata percentuale di perdite sul materiale;
- l'impossibilità della macchina a passare attraverso i filari più stretti (2,00 e 2,30 m di larghezza), che sono quelli più impiegati nella viticoltura moderna;
- la cippatura delle rotoballe prodotte.

Il primo problema è stato già in parte risolto, avendo previsto nella raccolta del 2007 una maggiore accortezza da parte degli operai dell'azienda nel gettare i tralci di vite potati nella parte centrale del filare, più facilmente raggiungibile dal raccogliatore della macchina. Inoltre è prevista per il prossimo anno l'applicazione di spazzole convogliatrici alla macchina, in modo da ridurre in maniera ancora più significativa le perdite di biomassa alla raccolta.

Il secondo problema è stato invece risolto applicando alla macchina dei rulli al posto delle ruote, in modo da ridurre l'ingombro in larghezza della rotoimballatrice e consentire il passaggio di questa anche nei filari più stretti. Per quanto riguarda la terza criticità, la fase di cippatura delle rotoballe rappresenta l'anello di chiusura della filiera agroenergetica, in quanto consente di ottenere un biocombustibile di dimensioni omogenee, il cippato, utilizzabile dalle caldaie a biomasse disponibili in commercio. Le elevate dimensioni delle rotoballe (1,0 m di diametro x 1,1 m di altezza), se da un lato consen-

tono una facile raccolta in testa ai filari, non sono però compatibili con le dimensioni della bocca di carico delle cippatrici di piccola o media taglia ottimali per questa taglia di impianto; l'impiego di una cippatrice forestale, più adatta alla cippatura di grossi tronchi o rotoballe, non sarebbe stata economicamente sostenibile all'interno del progetto di filiera. Pertanto è stato sperimentato l'impiego di un carro miscelatore, normalmente utilizzato nel settore dell'alimentazione zootecnica, che ha un costo di acquisto paragonabile a quello di una cippatrice di taglia medio-piccola. Le prove di cippatura sono state eseguite su un carro miscelatore Storti modello Bulldog 15 m³. Il cippato ottenuto ha una granulometria media di circa 5-7 cm, abbastanza grossolano ma compatibile con il sistema di combustione a griglia mobile scelto nel progetto.

Piano Nazionale dei Biocarburanti e delle Biomasse agroforestali per usi energetici

La realizzazione di un sistema efficiente per la produzione di energia da biomasse presenta una serie di difficoltà collegate, principalmente, all'elevato numero di attori economici e sociali coinvolti nel processo. Pertanto allo scopo di coordinare le esperienze progettuali pregresse e in corso di realizzazione, il Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali si è impegnato alla realizzazione di un Piano Nazionale dei Biocarburanti e delle Biomasse agroforestali per usi energetici. A tal fine si è reso necessario individuare le priorità e le misure da adottare all'interno di un documento di riferimento propedeutico al suddetto Piano suddiviso in due sezioni, relative ad un'analisi dello stato dell'arte nel campo delle biomasse agroforestali e all'elaborazione di strategie per lo sviluppo del settore.

Nella prima parte si è provveduto innanzitutto a fotografare la situazione attuale nel campo delle biomasse a livello normativo, delineando le principali politiche comunitarie e nazionali in tema di sviluppo delle fonti rinnovabili e in particolare delle biomasse. In questa sezione del documento viene fornito anche un quadro dettagliato della disponibilità di biomassa agro-forestale e dell'attuale sfruttamento energetico sia a livello comunitario che nazionale.

In Europa l'attuale produzione di biomassa agro-forestale (Tabella 2)

TABELLA 2 - Produzione di biomassa agro-forestale in Europa [Mtep]

Tipologia di biomassa	Produzione al 2003	Potenzialità al 2010	Potenzialità al 2020
Forestale	67	43	39-45
Residui agricoli, rifiuti, reflui zootecnici		100	100
Coltivazioni energetiche	2	43-46	76-94
Totale	69	186-189	215-239

TABELLA 3 - Disponibilità annua di biomasse agricole residuali

Culture	Disponibilità potenziale di residui (000 t s.s. per anno)	Disponibilità effettiva di residui (000 t s.s. per anno)
Erbacee	10.500	6.000
Industriali	850	600
Arboree	3.200	1.600
Totale	14.550	8.200

si aggira attualmente attorno ad un quantitativo equivalente di energia primaria pari a 69 Mtep, che si prevede possa arrivare, nei prossimi 15-20 anni, a circa 215-240 Mtep, grazie all'impianto di coltivazioni energetiche su terreni lasciati incolti a seguito della riforma della Politica Agricola Comune (PAC) e su terreni setaside. A livello nazionale si è provveduto ad effettuare un'analisi dettagliata delle disponibilità di biomassa agricola e residuale (Tabella 3). Per quanto riguarda i residui agricoli, dalle stime effettuate si evince che il quantitativo di biomasse residuali potenzialmente disponibile ammonta a circa 14,5 milioni di tonnellate annue (sostanza secca), di cui poco più della metà si possono considerare effettivamente raccogliibili e destinabili ad usi energetici alternativi rispetto a quelli attualmente in essere.

Per quanto riguarda il comparto forestale, secondo i dati forniti dall'ISTAT relativi al 2004, attualmente la quantità di legna destinata ad uso energetico ammonta a circa 6 Mm³, valore che si è mantenuto sostanzialmente stabile negli ultimi anni. Occorre d'altra parte sottolineare che il sistema forestale italiano è in graduale espansione, per cui ipotizzando di non intaccare la quota di legname di qualità da destinare ad altri usi, la biomassa da energia potenzialmente asportabile potrebbe aumentare di tre-quattro volte rispetto alle disponibilità attuali, arrivando a circa 20 Mm³.

Relativamente allo sfruttamento energetico delle biomasse a livello europeo (tabella 4), si sono considerati tre settori: la produzione di energia termoelettrica, di biocarburanti e quella di biogas. Per il primo comparto, i dati più recenti sono relativi all'anno 2004 e prevedono una produzione di energia primaria di 55.439 Mtep, superiore del 5,6% rispetto al 2003, grazie al sensibile incremento della produzione di energia elettrica. Anche le filiera dei biocarburanti, specialmente il biodiesel, e del biogas, impiegato soprattutto per la produzione di energia elettrica, stanno conoscendo un deciso incremento negli ultimi anni. A livello nazionale sono attualmente presenti circa 70 impianti termoelettrici, caratterizzati da una potenza elettrica complessiva installata, che si aggira attorno a 400 MWe. Va ricordato comunque che tali numeri sono in continua evoluzione, dal momento che risultano essere in progetto numerose centrali, alcune delle quali legate alla riconversione degli impianti dell'industria zaccarificera. Nell'ultimo anno si è assistito ad un incremento repentino di impianti ad olio vegetale ed altre biomasse e sono state avviate procedure autorizzative che hanno portato ad un raddoppio della po-

tenza complessiva installata (circa 800 MWe). Invece la produzione e l'uso di energia termica da biomasse è sicuramente più diffusa in Italia, ma una precisa valutazione dei quantitativi prodotti ed utilizzati a livello nazionale è estremamente ardua, data la grande frammentazione delle utenze sul territorio. Complessivamente si può stimare una potenza termica installata dell'ordine di circa 33.000 MWt, (di cui 30.000 in impianti domestici, 3.000 in impianti industriali e 378 in impianti di teleriscaldamento). Infine riguardo al settore dei biocarburanti, nel nostro Paese, la produzione industriale di biodiesel è stata avviata a partire dal 1993 e gli impianti oggi in funzione hanno una capacità produttiva stimata in circa 700.000-1.000.000 di t/anno, ben superiore alle produzioni attuali (396.000 t nel 2005). Il settore del bioetanolo invece risulta essere decisamente più indietro come appare dalle ultime stime del 2005, che non segnalano, in Italia, alcuna produzione di etanolo per auto-trazione, anche se non esiste certezza su tali dati.

Tuttavia si può affermare che l'attuale capacità produttiva degli impianti italiani si aggira attorno a 140-170.000 tonnellate di bioetanolo e che sono attualmente in fase di avvio iniziative industriali di rilevanti dimensioni per la sua produzione e trasformazione in ETBE. Nella prima sezione si è proceduto anche all'individuazione e alla valutazione tecnica, economica ed agroecologica delle colture erbacee e legnose maggiormente promettenti per produttività, adattabilità e facilità di gestione. In particolare si sono analizzate biomasse arboree (pioppo e robinia), erbacee annuali (colza, girasole, sorgo, triticale, mais e barbabietola) ed erbacee perenni (cardo, miscanto e canna comune) e per ciascuna specie considerata sono state redatte

delle schede culturali. Infine si sono anche analizzati, da un punto di vista tecnologico ed economico, sia i principali processi che consentono di ottenere dalla biomassa grezza i biocombustibili, idonei alla produzione di energia (attraverso trasformazione meccanica, biochimica o termochimica), sia i processi di conversione energetica dei suddetti biocombustibili, distinguendo tra quelli specifici per la produzione di energia termica (biocombustibili solidi o gassosi), quelli per la generazione termoelettrica (biocombustibili solidi, liquidi o gassosi) e quelli per la produzione di energia meccanica (biocarburanti liquidi). Relativamente alla seconda sezione del documento, essa contiene linee di sviluppo per il settore delle biomasse agro-forestali. Innanzitutto si è stimato che il contributo delle biomasse all'energia totale consumata in Italia può raggiungere nel 2016 una percentuale compresa tra il 7,6% e il 10,5%, contro l'attuale 3,6%, grazie in particolare modo alle seguenti filiere:

- biocarburanti: biodiesel e bioetanolo;
- impianti di co-combustione;
- micro-impianti di co-trigenerazione ($P_e < 500$ kWe e $P_t < 2.500$ kWt);
- mini-impianti di co-trigenerazione ($P_e < 5.000$ kWe e $P_t < 25.000$ kWt);
- altri impianti di co-trigenerazione ($P_e > 5.000$ kWe e $P_t > 10.000$ kWt);
- impianti termici a legna, cippato, pellet, bricchette.

Per raggiungere tali obiettivi si stima una richiesta di superficie agro-forestale, comprensiva di superfici boscate e terreni da adibire a coltivazioni energetiche, pari a 6-8 milioni di ettari, a seconda dello scenario di sviluppo previsto. In particolare allo scopo di favorire lo sviluppo delle filiere energeticamente ed economicamente più convenienti, sono state elaborate delle schede di filiera (figura

TABELLA 4 - Sfruttamento energetico della biomassa agro-forestale in Europa

Stati	Prod. energia primaria conversione termoeel. [Mtep] 2004	Produzione bioetanolo [t] 2005	Produzione biodiesel [t] 2005	Produzione biogas [ktep] 2004
Francia	9.180	99.780	492.000	210
Svezia	8.260	130.160	1.000	120
Finlandia	7.232	36.800	-	17
Germania	6.263	120.000	1.669.000	1.291
Spagna	4.107	240.000	73.000	275
Polonia	3.927	68.000	100.000	43
Austria	3.499	-	85.000	42
Portogallo	2.666	-	1.000	76
Lettonia	1.300	960	5.000	-
Regno Unito	1.231	-	51.000	1.423
Danimarca	1.113	-	71.000	93
Italia	1.083	-	396.000	203
Repubblica Ceca	1.007	1.120	133.000	50
Grecia	0.927	-	3.000	32
Ungheria	0,805	11.840	-	2
Olanda	0,720	5.971	-	110
Lituania	0,697	6.296	7.000	-
Slovenia	0,422	-	8.000	7
Belgio	0,382	-	1.000	43
Slovacchia	0,303	-	78.000	3
Estonia	0,150	-	7.000	3
Irlanda	0,144	-	-	19
Lussemburgo	0,015	-	-	5
Cipro	0,006	-	1.000	-
Malta	-	-	2.000	-
EU 25	55.439	720.927	3.184.000	4.117

6), in modo da proporre moduli informativi completamente dedicati all'analisi indicativa di filiere bioenergetiche realmente proponibili; esse potrebbero consentire ai principali soggetti o alle forme organizzative, che intendono prendere in considerazione la conversione energetica delle biomasse, di fare valutazioni preliminari sulla fattibilità o meno della produzione, trasformazione e conversione energetica di alcune tipologie di biomassa.



Biocarburanti di seconda generazione

Nell'ambito delle tecnologie innovative per la produzione di biocarburanti di seconda generazione, basati cioè sull'impiego come materia prima di biomassa lignocellulosica, il CRB è coordinatore di un progetto di ricerca relativo allo sviluppo di "tecnologie per la produzione di biodiesel di seconda generazione da biomasse lignocellu-



All'interno di questa seconda parte del documento vengono proposte infine linee di azione per incoraggiare l'impiego delle energie rinnovabili e specificatamente delle biomasse per la produzione di energia termica e frigorifera. Esse riguardano principalmente modifiche alle normative esistenti (in particolare al Decreto Ministeriale del 24 ottobre 2005 e al Decreto Legislativo del 3 aprile 2006, n. 152), l'elaborazione di uno schema di accordo di filiera per l'impiego di biomassa agroforestale, derivante da colture energetiche in centrali alimentate a carbone mediante il processo di co-combustione, e la definizione di una metodologia per l'individuazione dei cosiddetti distretti agroenergetici regionali, vale a dire ambiti territoriali, in cui sono presenti tutti i fattori che consentono l'attivazione/strutturazione di un'iniziativa secondo il modello operativo della "filiera agro-energetica". Il modello sviluppato è strutturato secondo una sequenza di progettazione che inizia con l'analisi della situazione ex-ante la proposizione del distretto, e che determina in seguito l'esercizio delle opzioni progettuali in modo mirato e sostanzialmente "su misura" per la singola realtà dell'agroecosistema nel quale si opera.

A tale scopo sono stati elaborati degli indicatori specifici, racchiusi in matrici tematiche, che fanno riferimento alle componenti territoriali, ambientali, culturali, economiche, organizzative, logistiche dei distretti analizzati, e che consentono di attribuire dei punteggi ai singoli parametri, con l'obiettivo di rendere la valutazione il più possibile oggettiva e confrontabile [5].



FIGURA 6 - Fasi vegetative della Jatropha nella piantagione sperimentale

siche", in attesa di ammissione a finanziamento. La filiera di produzione di biodiesel di seconda generazione si inserisce in un contesto energetico nazionale nel quale il gasolio rappresenta la fonte fossile principalmente impiegata, e potrebbe contribuire in maniera significativa al raggiungimento degli obiettivi prefissati dalle direttive europee. Il biodiesel di seconda generazione inoltre non andrebbe in competizione con l'agricoltura food, come invece accade nel caso di biodiesel di prima generazione, prodotto dalla spremitura meccanica di semi di colture oleaginose come girasole e colza. Infine la produzione di un biodiesel di altissima qualità, come è quello ottenuto dalla sintesi di Fischer-Tropsch, consentirebbe un netto miglioramento nelle emissioni di inquinanti del settore agricolo, caratterizzato da un parco macchine estremamente obsoleto. Il progetto di ricerca è stato presentato al MIPAAF (Ministero delle Politiche

Agricole Alimentari e Forestali) ed intende sviluppare come attività principale lo studio, la messa a punto e l'ottimizzazione dei processi della filiera di produzione di biodiesel di II generazione a partire da biomasse lignocellulosiche, intese come biomasse residue (potature di vite, olivo, frutteti, manutenzioni urbane e boschive), o colture dedicate (pioppo, robinia, miscanto, sorgo da fibra).

Il processo produttivo del biodiesel è costituito dalle seguenti fasi:

- Produzione, raccolta e stoccaggio della biomassa: Ottimizzazione dei processi di produzione di biomassa lignocellulosica. Lo sviluppo della filiera sarà applicato sia alle colture energetiche (pioppo, robinia, miscanto) sia alle biomasse residue (vite, olivo, frutteti).
- Pre-trattamento della biomassa: la biomassa lignocellulosica in arrivo all'impianto deve essere trattata meccanicamente attraverso processi di essiccazione e triturazione, che rendano la granulometria fine ed omogenea, al fine di renderla adatta ai successivi trattamenti.

- Gassificazione della biomassa e produzione di Biosyngas: la biomassa triturrata subisce un processo di gassificazione nel quale viene decomposta termicamente producendo un biocombustibile gassoso; la gassificazione deve essere controllata in modo da produrre un gas ricco di H_2 e CO (biosyngas).
 - Trattamento e pulizia del Biosyngas: il biosyngas prodotto deve essere lavato dalle impurità presenti che sono generalmente NH_3 , HCN, H_2S , COS, HCl, composti volatili e particolato.
 - Sintesi catalizzata Fischer-Tropsch: il biosyngas viene fatto reagire chimicamente con un catalizzatore, generalmente ferro o cobalto, trasformandolo nell'idrocarburo liquido voluto (C_nH_{2n}); il calore prodotto può essere recuperato ed impiegato all'interno del sistema.
- All'interno del progetto è prevista la progettazione e realizzazione di un impianto sperimentale in scala da laboratorio per la produzione del biodiesel, che consenta la sperimentazione di varie tipologie di biomasse e l'individuazione dei parametri chimico-fisici che regolano il processo.

Progetto Jeca (Jatropha Energy Chain in Africa)

Nel contesto dei biocombustibili ottenibili da colture oleaginose (olio vegetale e biodiesel), sta acquisendo un ruolo centrale la jatropha quale specie oleaginosa in grado di raggiungere produttività di semi superiori alle colture classiche come girasole e colza. La jatropha è un grosso arbusto sub-tropicale, originario dell'America Centrale. È una specie oleaginosa che presenta un'elevata produttività e si adatta a terreni semi-aridi con scarsi valori nutrizionali; per tali motivi è frequentemente impiegata per la lotta alla desertificazione.

Il CRB ha avviato, nel marzo 2007, una sperimentazione sulla coltivazione della jatropha in serra, nella quale sono state seminate 2 diverse varietà di semi di jatropha, una proveniente dal Nicaragua e l'altra Indiana. Dalle prove sperimentali si è notato un buon accrescimento della jatropha nelle condizioni estive. All'inizio della stagione invernale la jatropha è entrata nel periodo di dormienza evidenziato dalla caduta delle foglie. La fase vegetativa dovrebbe riprendere nei mesi di marzo-aprile.

Il progetto pilota Jeca (Jatropha Energy Chain in Africa) consiste nella realizzazione di 500 ettari di piantagione di Jatropha Curcas in un territorio africano in cui sono disponibili terreni adatti alla coltivazione di tale oleaginosa. Lo scopo è quello di verificare l'effettiva fattibilità tecnica della coltivazione nella regione considerata per consentire l'acquisizione del know-how necessario per avviare coltivazioni di ben più ampie dimensioni (fino a 1.000.000 di ettari). La sperimentazione prevede il monitoraggio della pianta dalla fase della semina fino alla fase della spremitura per massimizzare la resa in olio, velocizzare i tempi di sviluppo della pianta, sviluppare idonei metodi di irrigazione e di semina. La sperimentazione sarà rivolta anche allo studio e alla progettazione di attrezzature che rendano possibile la raccolta meccanizzata della jatropha, ottimizzando in questo modo i tempi di raccolta e rendendo più competitiva la filiera energetica della jatropha. Attualmente infatti, la fase di raccolta non meccanizzata richiede una forza lavoro consistente (si stima che sono necessarie 300 persone per effettuare la raccolta di 500 ha in 3 mesi). La progettazione di macchine per la raccolta meccanica partirà dall'analisi dei sistemi meccanizzati per la raccolta delle olive o dell'uva, delle andanatrici per le nocchie, adattandole alla conformazione dei frutti della jatropha e alla loro disposizione lungo la pianta. Sarà inoltre necessario sperimentare una tipologia d'impianto della piantagione che possa rendere possibile la raccolta meccanizzata.

Cogenerazione ad olio vegetale

Nell'ambito del progetto di ristrutturazione della Rocca di S. Apollinare, ubicata nel Comune di Marsciano (PG), una parte del fabbisogno termico ed elettrico della struttura sarà garantito da un impianto ad energia rinnovabile, costituito da un sistema di produzione di olio vegetale a partire dai semi di piante oleaginose come il girasole, la colza, (brassica napus e brassica carinata), e da un cogeneratore alimentato ad olio vegetale di potenza elettrica pari a circa 300 kW e potenza termica pari a circa 300 kW. [6] Di seguito sono descritti i principali componenti costituenti l'impianto di cogenerazione ad olio vegetale:

- Silos di stoccaggio semi: saranno sfruttate delle strutture in disuso, ex-essiccatori del tabacco per garantire lo stoccaggio di semi necessario al funzionamento di almeno 2 mesi del cogeneratore; il volume recuperato è pari a circa 280 mc, in grado di immagazzinare circa 170 tonnellate di semi.
- Impianto di spremitura meccanica di semi oleici: il sistema consente la produzione di olio vegetale crudo mediante spremitura a bassa temperatura (temperatura ambiente, 25 °C) senza l'impiego di alcun solvente o diluente chimico. Opportune resistenze elettriche garantiscono il preriscaldamento dei semi ad una temperatura di 90-100 °C. Un sistema di coclee provvede alla movimentazione del seme fino alla spremitrice e alla successiva estrazione dell'olio e del pannello zootecnico.
- Sistema stoccaggio e filtrazione olio: il sistema è costituito da una vasca di raccolta olio, da serbatoi di primo stoccaggio e prima filtrazione, da serbatoi di secondo stoccaggio e seconda filtrazione che garantiranno lo stoccaggio e la filtrazione dell'olio vegetale.
- Miscelatore: sistema di emulsione di olio vegetale con acqua per il miglioramento del rendimento elettrico e della viscosità del fluido.
- Cogeneratore per la produzione di energia elettrica e termica: impianto per la produzione di energia elettrica in parallelo con la rete elettrica nazionale, e scambiatore di calore per il recupero dell'energia termica dei fumi di combustione. Il cogeneratore è costituito da un motore diesel modificato per il funzionamento con olio vegetale, completo di sistema di gestione automatica mediante sistema PLC.

L'impianto sarà in grado di produrre annualmente circa 2.200 MWh elettrici e 2.200 MWh termici, che consentiranno di coprire quasi completamente i fabbisogni energetici della struttura.

Bibliografia

- [1] F. Cotana, G. Bidini, C. Buratti, F. Fantozzi (2004), *CRB-Centro di Ricerca sulle Biomasse*, 59° Congresso ATI vol.1, p.609.
- [2] F. Cotana, D. Giraldi (2007), *Tecnologie ed applicazioni energetiche delle biomasse agroforestali*, Atti del Workshop "Dai residui vegetali zootecnici ed urbani energia per il territorio".
- [3] F. Cotana, D. Giraldi (2007), *Renewable energy for agriculture companies: a biogas micro-chp project*, 15th European Biomass Conference & Exhibition.
- [4] G. Cavalaglio, S. Cotana (2007), *Recovery of vineyards pruning residues in an agro-energetic chain*, 15th European Biomass Conference & Exhibition.
- [5] AA.VV. (2007), *Documento propedeutico alla redazione del Piano Nazionale Biocarburanti e Biomasse agroforestali per usi energetici*.
- [6] U. Di Matteo, S. Cotana (2007), *Trigeneration from vegetable oil*. ■