

## Lo sfruttamento energetico delle biomasse di origine agricola. Breve inquadramento tecnologico ed economico.

I **materiali di origine agricola** utilizzabili a fini energetici sono costituiti da:

- coltivazioni apposite: oleaginose (colza, girasole) o ligneo-cellulosiche (mais, canna, cannetta, miscanto etc)
- scarti di coltivazioni destinate ad altri scopi (stocchi di mais, etc)
- materiale legnoso derivante da Short Rotation Forestry
- materiale legnoso derivante da patate
- materiale legnoso derivante da siepi e filari.

L'interesse per tali fonti energetiche ha diverse origini: in alcuni casi si tratta semplicemente di utilizzare dei materiali residui (patate e scarti agricoli), in altri casi la coltivazione è mirata all'ottenimento di combustibili.

In tutti i casi il materiale utilizzato fornisce una fonte energetica rinnovabile che presenta il vantaggio, rispetto alle fonti fossili, di essere neutrale rispetto alle emissioni di anidride carbonica, ciò perché l'anidride carbonica emessa viene riassorbita dalle piante stesse in fase di accrescimento.

I quantitativi che possono essere prodotti dall'impiego dei suddetti materiali sono riassumibili nella seguente tabella:

Biomassa	concentrazione territoriale (t/ha)	Note
coltivazioni apposite: oleaginose (colza, girasole)	1 t di olio/ha/a	
coltivazioni apposite ligneo-cellulosiche (mais, canna, cannetta, miscanto etc)	3-15 t/ha/a	ancora sperimentali
scarti colture erbacee (mais, riso, grano)	2-5 t/ha/a	
materiale legnoso derivante da patate	1-4 t ss/ha/a	incostante lungo il ciclo, problemi logistici per il prelievo
produzione delle siepi e filari	2- 3 t/100 m lineari/a	

### Modalità di trasformazione energetica.

Prima di focalizzarsi sull'utilizzo energetico, si ritiene opportuno ricordare che le biomasse possono essere utilizzate anche a fini non energetici: limitandosi a citare alcuni esempi si pensi all'industria dei pannelli in legno, alla produzione di compost, tutti impieghi che concorrono sul mercato con quello energetico e che pertanto possono influenzare in maniera anche notevole i prezzi delle biomasse, eventualmente alterando le condizioni di convenienza per l'utilizzo energetico.

### Combustione

Poiché l'impiego delle biomasse rappresenta il più antico sistema per disporre di energia la nuova tendenza potrebbe essere considerata un ritorno al passato. Di fatto i nuovi impianti di produzione termica assomigliano solo lontanamente alle stufe di una volta per quanto riguarda l'efficienza, la praticità e le emissioni in atmosfera.

La combustione è la modalità di utilizzazione energetica più antica e conosciuta; in tale ambito la distinzione principale è fra impianti di piccole e grandi dimensioni. Nel caso di soluzioni impiantistiche di grandi dimensioni, adatte alla produzione di considerevoli quantità di energia termica, di energia elettrica o di energia elettrica e termica (cogenerazione) ci si basa principalmente sulla tecnologia a letto fisso (rappresentata dalle varie tipologie di griglia mobile e dal sistema sottoalimentato) o su quella a letto fluido, in cui si distinguono letti bollenti e circolanti.

La tecnologia a griglia è adatta ad utilizzare anche combustibili di pezzatura disomogenea, con un grado di umidità ed un contenuto di ceneri elevati, ed ha il pregio di essere piuttosto semplice; importante in questo contesto è che il combustibile sia ben distribuito sopra la griglia, per garantire una distribuzione omogenea dell'apporto di aria primaria; perché queste condizioni siano rispettate occorrono una griglia che si muova in continuo, un sistema di controllo dell'altezza delle braci e ventilatori indipendenti per l'aria primaria delle varie sezioni della griglia. Le griglie possono essere raffreddate ad acqua, ciò che riduce la scorificazione e prolunga la vita dell'impianto. E' poi opportuno che venga ottenuta una combustione a due stadi con la separazione dell'aria primaria e secondaria: questo perché l'aria primaria deve essere poco turbolenta per non smuovere le braci, mentre una combustione ottimale degli effluenti gassosi richiede una turbolenza elevata.

Nella combustione a letto fluido il combustibile è mescolato in camera di combustione a sostanze solide (sabbia silicea o dolomia) che costituiscono un volano termico, l'aria viene fornita dal basso e mantiene il materiale in uno stato fluido: a seconda dell'intensità di fornitura dell'aria si distinguono in impianti a letto bollente o circolante, in tali condizioni è possibile far svolgere la combustione con un basso eccesso d'aria e a basse temperature (800-900°C); quest'ultimo particolare permette di evitare problemi con il materiale che ha basso punto di fusione delle ceneri.

La soluzione basata sull'impiego del letto fluido consente di ottenere emissioni di NOx inferiori ed una certa flessibilità per quanto riguarda i combustibili, anche se richiede una maggior omogeneità della pezzatura e cautela rispetto alle impurità; presenta, per contro, un quantitativo di polveri emesse superiore. Gli impianti a letto fluido sono comunque un'opzione solo per dimensioni superiori ai 30 MWth, che nella realtà italiana sono dimensioni ragguardevoli e probabilmente raggiungibili agevolmente solo utilizzando scarti del settore agro-industriale.

Le soluzioni di piccole dimensioni (in cui si produce solo calore) sono quelle meglio conosciute: fra queste vi sono gli apparecchi tradizionali, caricati a mano, come caminetti, inserti per caminetti, stufe, termocucine, ma anche le meno conosciute stufe ad accumulo termico, e le caldaie a tronchetti di legna (incluse quelle a fiamma inversa).

Recentemente sono poi stati sviluppati sistemi che prevedono il caricamento automatico e che funzionano in continuo; fra questi gli impianti a pellets, che bruciano dei cilindretti fatti di segatura ricompattata e quelli a cippato, che funzionano a scaglie di legno. Questi impianti, proprio grazie al loro funzionamento in continuo, offrono migliori possibilità di controllo del quantitativo di combustibile e della quantità di aria fornita. Ciò si riflette positivamente sia sul rendimento della combustione che sulle emissioni.

Esaminando sommariamente questi apparecchi si può dire che:

I caminetti aperti siano estremamente poco efficienti, con rendimenti termici compresi che non superano il 10%, non sono quindi un'opzione per il riscaldamento, ma hanno piuttosto valore estetico.

Gli inserti per caminetti forniscono risultati migliori dal punto di vista dell'efficienza energetica. Essi trasmettono il calore prevalentemente per convezione, in minor parte per radiazione. Tali sistemi possono sostituire i caminetti aperti con considerevoli miglioramenti di efficienza.

Le stufe funzionano anch'esse per convezione-radiazione, ad esse può essere applicato un sistema catalitico per la riduzione delle emissioni derivanti dalla combustione incompleta. Quest'ultimo sistema non è molto diffuso in Europa, ma potrebbe essere interessante.

Le stufe ad accumulo termico sono stufe in cui il calore viene accumulato in una particolare tipologia di pietra (la pietra ollare) o nella ceramica che circonda la stufa (le tradizionali stufe in maiolica) e viene poi rilasciato sotto forma di un piacevole calore radiante; tali stufe vengono

accese una o due volte al giorno durante la stagione fredda e mantengono il calore abbastanza a lungo, tuttavia si presti attenzione al fatto che la risposta termica di tali stufe è piuttosto lenta e sono quindi più adatte a condizioni climatiche costanti.

Le caldaie a legna, siano o meno a fiamma inversa, sono dotate di uno scambiatore termico e solitamente di un accumulatore per l'acqua: per minimizzare le emissioni è infatti necessario che tali impianti vengano fatti funzionare a pieno carico. Le caldaie a fiamma inversa consentono una miglior regolazione dell'aria primaria e secondaria e permettono emissioni fra le più basse.

L'efficienza energetica di tali sistemi di conversione è notevolmente variabile.

Si riassume, nella tabella, l'efficienza energetica delle possibili soluzioni impiantistiche:

Impianti a Legno	Rendimenti
Caminetto tradizionale	5-15%
Cucina economica tradizionale	15-30%
Inserto per caminetto	50-60%
Impianto a cippato di piccole dimensioni	60-75%
Caldaia a fiamma inversa	70-80%
Caldaia industriale a biomassa	75-90%

### Fermentazione

Tutte le sostanze contenenti zuccheri in buone quantità possono essere lasciate fermentare in condizioni aerobiche con relativa facilità e da esse può essere ricavato etanolo (alcool) utilizzabile, dopo ulteriori trattamenti, come combustibile.

Anche le biomasse ligneocellulosiche possono essere trasformate in etanolo, ma queste richiedono alcuni passaggi tecnologici in più e si tratta di una tecnologia non ancora pienamente sviluppata e non commerciale.

La produzione di etanolo da zuccheri è basata fondamentalmente sulla canna da zucchero, sulla barbabietola da zucchero e sul mais: infatti anche i cereali, ed il mais in particolare, contengono zuccheri, sotto forma di amidi.

La produzione di etanolo da sostanze zuccherine richiede quattro passaggi tecnologici comuni:

- il trattamento della materia prima per ottenere una soluzione zuccherina
- l'utilizzo di lieviti o batteri per la conversione dello zucchero in etanolo, secondo la reazione
- la distillazione dell'etanolo dal substrato di coltura
- la deidratazione dell'etanolo, se necessaria.

Nel caso della canna da zucchero, questa ha un contenuto di zuccheri del 16-17% e le fibre solide possono essere utilizzate per la combustione (la cosiddetta "bagasse").

Il succo viene portato ad una concentrazione del 14-18% di zuccheri e fatto fermentare ad una temperatura di 33-35°C, la reazione viene fermata quando la concentrazione di alcool raggiunge il 10% perché da tale livello l'etanolo inizia ad uccidere i lieviti (principalmente *Saccaromyces cerevisiae*). A questo punto il liquido viene distillato ottenendo alcool idrato che poi viene eventualmente deidratato con trattamenti chimici (benzene o cicloesano) o mediante filtri molecolari.

L'ottenimento di alcool dalla barbabietola da zucchero non è molto differente, tranne per il fatto che le fette di barbabietola durante il processo di estrazione devono essere portate ad una temperatura di 70-80°C. Tale range di temperatura è cruciale per l'estrazione degli zuccheri. I residui dell'estrazione, dopo essiccamento, vengono poi utilizzati per l'alimentazione animale.

L'ottenimento degli zuccheri dal granoturco è leggermente differente, poiché si parte dagli amidi invece che da zuccheri semplici. Per fare ciò vi sono varie procedure, ma la più comune è la macinazione ad umido che consente di ottenere, oltre all'etanolo, anche sottoprodotti per l'alimentazione animale e olio di mais per utilizzo umano.

Per quanto riguarda l'ottenimento dell'etanolo da fermentazione di zuccheri derivanti dal mais un minimo di bilancio energetico dimostra la convenienza in termini energetici della produzione: il potere calorifico superiore è di 23.6 MJ/l (l'inferiore è di 21 MJ/l), cui si aggiungono 3.9 MJ/l di energia inclusa nei prodotti ottenuti. Per produrre un litro di etanolo occorrono 4.9 MJ/l per la coltivazione del mais e 14 MJ/l per l'ottenimento del prodotto, dal che si deduce che il contenuto energetico dell'etanolo è quasi il doppio di quello utilizzato per ottenerlo.

L'ottenimento dell'etanolo dalla biomassa ligno-cellulosica è, come si diceva, più complesso: si tratta infatti di rompere le molecole della cellulosa e dell'emicellulosa per ottenerne rispettivamente zuccheri a sei e cinque atomi di carbonio. Il vantaggio di questa procedura sarebbe quello di basarsi su materie prime non-food, ma si tratta di un processo che è energeticamente meno efficiente dell'utilizzo mediante combustione diretta delle biomasse ligno-cellulosiche. Il processo di rottura della cellulosa ed emicellulosa è detto di idrolisi e può essere svolto per via chimica o enzimatica. L'idrolisi chimica è basata sull'utilizzo di acido solforico, quella enzimatica sull'enzima cellulasi (questa richiede un pretrattamento come la steam explosion per poter agire: in sostanza si tratta di rendere più accessibile all'enzima la cellulosa).

I processi chimici o di steam-explosion tendono comunque a generare degli inibitori dei microorganismi che devono essere opportunamente eliminati, essi inoltre richiedono energia.

### Combustibili liquidi

Si tratta di ottenere oli vegetali e di procedere poi alla loro trasformazione in metil esteri. Gli oli vegetali più utilizzati sono quello di colza e di girasole e, negli Stati Uniti, soia. Il procedimento di spremitura implica generalmente un trattamento meccanico e/o chimico (in tal caso solitamente si utilizza l'esano come solvente). Da tali trattamenti si ricavano dei sottoprodotti utilizzabili per l'alimentazione del bestiame; in particolare, dal solo trattamento di spremitura si ottiene il pannello, che presenta un maggior contenuto di sostanze grasse, e dal trattamento chimico (successivo a quello fisico) le farine, che contengono solo proteine e risultano, quindi, un alimento non completo, ma sono più facili da conservare.

Per ogni tonnellata di semi si ottengono 390 kg di olio vegetale raffinato, 30 kg di residui di processo e 580 kg di pannello. A partire da un ettaro di terreno coltivato si possono ottenere in media 2,6 t di semi, ossia circa 1 t di olio. L'olio grezzo ottenuto dalla spremitura necessita quindi di essere depurato e poi raffinato. Ciò fatto si passa alla transesterificazione, il cui scopo è quello di ottenere un combustibile meno viscoso per il cui utilizzo non si rendano necessarie sostanziali modifiche a motori e caldaie. La transesterificazione consiste nel rompere le molecole degli oli vegetali ottenendo molecole più piccole e quindi meno viscosi.

Il processo di transesterificazione consiste nella miscelazione di una mole di olio (composto prevalentemente da trigliceridi) con tre di metanolo in presenza di un catalizzatore basico (generalmente idrossido di potassio). Con tale procedimento, da 1000 kg di olio raffinato e 100 kg di metanolo si ottengono 1000 kg di biodiesel e 100 kg di glicerolo; quest'ultimo viene poi raffinato e venduto all'industria farmaceutica (è la comune glicerina). Il biodiesel può essere utilizzato tanto per il riscaldamento quanto per l'uso motoristico puro o, più comunemente, miscelato al gasolio tradizionale.

Nel valutare l'efficienza energetica della produzione del biodiesel si consideri però che, a fronte dell'ottenimento di 1000 litri di combustibile e di altri prodotti, si è impiegata anche una certa quantità di energia, che deve essere scomputata per ottenere la produzione netta di energia per ettaro. Nel far ciò l'energia utilizzata sarà imputata in parte al biodiesel ed in parte agli altri prodotti. Tracciando un minimo di bilancio energetico si ha che: la coltivazione del colza richiede da 14.000 a 19.600 MJ/ha (siccome un ha produce circa una tonnellata di biodiesel gli stessi valori possono essere utilizzati per quest'ultima grandezza), lo stesso ettaro di terreno coltivato a girasole richiede 8.500-10.700 MJ. Emerge pertanto come il girasole sia più "parsimonioso" del colza. La maggior parte del consumo energetico connesso alla coltivazione deriva dalla fertilizzazione (circa 12.000 MJ/ha per il colza e 5.000 MJ/ha per il girasole rispettivamente)

I consumi energetici legati alla trasformazione del prodotto in biodiesel variano tra i 2700 ed i 7.400 MJ/t, che, approssimativamente, sono legati per un 41% circa all'estrazione dell'olio, per il 23%

alla raffinazione, per il 5% alla transesterificazione e per il restante 31% al contenuto energetico del metanolo.

Riassumendo il bilancio energetico complessivo del biodiesel ottenuto dal colza e dal girasole si ha che il biodiesel da colza richiede input compresi tra i 12.170 MJ/t ed i 19.360 MJ/t, mentre il biodiesel da girasole richiede tra i 15.900 ed i 16.870 MJ/t (la perdita di competitività del girasole è dovuta al maggior consumo di energia in fase di lavorazione industriale). Questi valori sono da comparare ai 37.000 MJ/t ottenuti in termini di p.c.i. dal biodiesel.

I risultati suesposti cambiano leggermente se si considera che durante il processo per la produzione del biodiesel si ottengono anche altri prodotti, cui imputare parte del fabbisogno energetico. In tal caso il rapporto fra output energetico ed input di energia fossile impiegata per la produzione varia fra 0.25 e 0.45. Occorrono cioè da 0,25 a 0.4 MJ di energia fossile per ottenere 1 MJ di energia disponibile .

### Un rapido raffronto tra tecnologie

La tecnologia della combustione non presenta particolari problemi tecnologici: si può definire questo procedimento “maturo”; semmai una certa attenzione deve essere rivolta alle peculiarità della materia utilizzata, agli aspetti ambientali ed ai costi che, per i sistemi più avanzati, sono ancora elevati.

Parlando specificamente della *combustione del legno* una criticità è data dalla scarsa densità energetica del legno (si ricordi quanto detto nell'introduzione a proposito delle equivalenze energetiche: 4 kg di legno corrispondono a circa 1 kg di gasolio). Ciò implica l'esigenza di considerevoli spazi per lo stoccaggio del materiale appena si superi una dimensione “familiare”.

Gli impianti a cippato richiedono pezzature omogenee del materiale che viene loro fornito, specialmente quelli alimentati con l'utilizzo di coclee in cui il meccanismo di trasporto del materiale è delicato: un pezzo fuori misura potrebbe in questo caso bloccare l'impianto. Anche l'umidità del materiale è un aspetto critico per tali impianti, perché porta più facilmente alla formazione di ponti del materiale insilato: quando questi crollano possono danneggiare seriamente il meccanismo di alimentazione.

Tutti gli impianti a legna richiedono poi un'accurata e frequente pulizia dalle ceneri.

La mancanza di caratteristiche standard del combustibile (in termini di umidità e contenuto in ceneri) e l'influenza che questi parametri hanno sulla resa degli impianti suggerisce, almeno per i grandi impianti, di dotarsi di strumenti di misurazione di queste caratteristiche, per evitare di acquistare materiale inadeguato.

Anche la costanza dell'approvvigionamento può essere una criticità, pur se non specificamente tecnologica: non è infatti scontato ottenere un approvvigionamento costante del materiale, dato che spesso esso non viene appositamente prodotto ma deriva da scarti di altre produzioni, che operano sulla base delle proprie esigenze e non per produrre il materiale che qui interessa.

Dal punto di vista tecnologico ad oggi la combustione di sostanze erbacee può porre dei problemi per la presenza di significative quantità di ceneri; queste hanno due effetti negativi: da un lato sono inerti che non partecipano alla combustione e che poi andranno smaltiti e dall'altro –cosa ben più seria- questi materiali sono caratterizzati generalmente da un punto di fusione delle ceneri piuttosto basso. Ciò ha conseguenze serie perché le ceneri fuse incrostano l'impianto riducendone i rendimenti e possono anche solidificarsi rendendo inservibile la caldaia. Inoltre le sostanze erbacee sono materiali tipicamente deperibili, con un alto contenuto di acqua e basse densità, e quindi il loro stoccaggio pone considerevoli problemi.

Per quanto riguarda le criticità della produzione di metil esteri, non vi sono particolari difficoltà tecnologiche; si tratta, piuttosto, di raffinare le tecniche agricole per ottenere livelli produttivi elevati con il minor utilizzo possibile di risorse esterne, ciò sia per considerazioni di carattere economico che ambientale. In ciò particolare attenzione dovrà essere dedicata all'utilizzo dei fertilizzanti.

Un problema che si porrebbe nel caso in cui si volessero sostituire completamente, o in buona parte, i combustibili tradizionali con combustibili rinnovabili sarebbe quello dell'occupazione di spazio: si è calcolato –basandosi sulla produzione di etanolo- che per coprire il fabbisogno di combustibili italiano sarebbe necessario il 40% circa della superficie agricola utile, ossia circa il



20% del territorio nazionale. Probabilmente problemi simili si porrebbero per il biodiesel. Una tale decisione avrebbe probabilmente il solo pregio di rendere visibile l'insostenibilità del sistema dei trasporti.

### Aspetti economici

Per quanto riguarda le tecnologie di combustione della legna, si può dire che i costi delle caldaie per l'utilizzazione di cippato sono dell'ordine di diverse volte il costo di apparecchi di dimensioni simili basati su tecnologie tradizionali. Tali elevati investimenti iniziali rappresentano un serio ostacolo alla diffusione della tecnologia. Avere informazioni sui costi esatti di questi investimenti è tuttavia sempre piuttosto difficoltoso, in particolare sui singoli impianti e con riguardo a quelli di dimensioni piccole. Il costo degli impianti termici varia infatti molto e risente in particolare della scala.

Oltre al costo dell'investimento si deve considerare il costo di approvvigionamento della biomassa. Questo è sufficientemente contenuto quando ci si basi su scarti di produzione (trucioli, scarti di segherie ecc.) che hanno un prezzo pari a circa 35 €/t (almeno quello utilizzato dagli impianti di teleriscaldamento; per gli impianti privati si va dai 30 ai 60 €/t a seconda della qualità).

Più costoso risulterebbe utilizzare materiale proveniente dal bosco ed appositamente raccolto. Il prezzo della legna in pezzi, pur se fortemente variabile, può essere indicato attorno agli 80-110 €/t, se consegnata a domicilio, mentre risulta più basso se acquistata all'imposto (anche 45-55 €/t).

Il prezzo del pellet è decisamente più elevato e al dettaglio può raggiungere i 210-260 €/t.

Un esempio di confronto fra i costi che si avrebbero utilizzando le biomasse per produzione termica con una caldaia a cippato o a pellets da 100 kW e le fonti tradizionali è dato dalla tabella seguente che ipotizza l'assenza di sussidi; risultati anche più favorevoli si avrebbero se questi fossero disponibili.

	chip	pellets	gasolio	metano
potenza caldaia	100	100	100	100
ore d'impiego della caldaia	1500	1500	1500	1500
costo caldaia e installazione	12500	12500	5500	4500
costo opere civili	10000	8500	4500	4000
totale investimento	22500	21000	10000	8500
durata presunta	14	14	14	14
tasso d'interesse	0,05	0,05	0,05	0,05
costo del capitale	2273	2122	1010	859
costi totali combustibile	5102	6192	15028	11713
altri costi d'esercizio	2075	1718	528	445
totale costi esercizio	9450	10032	16566	13017
costo per MWh	0,063	0,067	0,110	0,087

A fronte di investimenti iniziali più elevati essi permettono tuttavia dei considerevoli risparmi sul costo dei combustibili.

Ciò fornisce un esempio di come l'energia dalla legna possa essere economicamente sostenibile.

Ciò detto gli aspetti economici dello sviluppo di una filiera locale legno energia debbono tenere in debito conto le condizioni del mercato locale della legna. E' pertanto opportuno che, prima di procedere a costruire degli impianti di dimensione significativa, venga verificata localmente sia la disponibilità del materiale che l'economicità del sistema, potendo questa essere influenzata sensibilmente dalle condizioni locali.

Per quanto concerne il costo della produzione di etanolo da biomasse esso è indicato per l'Europa in 0.50-0.80 €/litro; costi non diversi si ottengono per gli Stati Uniti (0.5 \$/litro). Perché tali costi siano competitivi dovrebbero essere ridotti almeno della metà.

### **Possibili fonti di contributi**

Diversi sono i filoni di incentivo, in relazione alle diverse tipologie di impianto ed ai diversi obiettivi che si intendono conseguire (fornire un reddito agli agricoltori, migliorare le condizioni dei boschi, diversificare le fonti di approvvigionamento energetico, ridurre le emissioni di anidride carbonica etc).

A livello nazionale il riferimento per la concessione dei sussidi alla produzione di energia elettrica è costituito, anche per le biomasse, dai certificati verdi. La maggior parte degli impianti in funzione è però stata realizzata (e/o programmata) sotto il più conveniente regime del CIP6.

La produzione di calore, invece, non beneficia ancora dei sussidi previsti dal Decreto sul risparmio energetico del 24/4/2001 in quanto tale meccanismo non è ancora effettivo. E' però possibile che in un futuro prossimo, quando il meccanismo previsto dai decreti diverrà operativo, l'Autorità per l'Energia vorrà riconoscere anche a tale fonte la possibilità di emettere certificati di risparmio energetico. Ciò condurrà ad un maggior equilibrio fra produzione termica ed elettrica.

In materia di produzione ed utilizzo delle biomasse, buona parte dei piani di incentivazione vengono svolti dalle Regioni, vuoi dal settore energetico per quanto concerne la produzione di energia termica, vuoi dal settore agricoltura-forestazione per quel che riguarda la parte iniziale della filiera. Complementari alle regioni sono le Provincie, che svolgono un ruolo soprattutto in campo energetico.

I finanziamenti che riguardano le attività agricolo-forestali sono generalmente inclusi nel Piano di Sviluppo Rurale, tale ad esempio la situazione in Regione Lombardia, Umbria, Toscana e Veneto, ma anche in molte altre.

Quelli per attività più propriamente energetiche derivano solitamente dal Piano Energetico regionale o Provinciale e vengono erogati mediante bandi. Vi è però talvolta la possibilità che finanziamenti degli impianti derivino da bandi che si riferiscono a misure del PSR (ciò è quanto verificatosi ad es. per il Veneto nel 2002).

A livello nazionale vi sono alcuni contributi: il Progetto PROBIO è rivolto all'avvio di azioni per la riduzione delle emissioni di gas serra e si articola su due livelli: uno a gestione centrale (da parte del Mipaf) ed uno a livello regionale -interregionale. Si tratta di un finanziamento mirato al sostegno di interventi di tipo dimostrativo/divulgativo.

Un contributo agli impianti a biomasse a livello nazionale si è avuto con la legge finanziaria del 2002 che consentiva la detrazione IRPEF del 36% e l'applicazione dell'IVA al 10% sulle spese sostenute per interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria degli immobili, fra cui sono comprese, ex art. 8 della l.10/91, gli interventi di risparmio energetico. Tali contributi sono tutt'ora utilizzabili e dovrebbero essere aumentati al 41% dalla prossima finanziaria.

Un altro sussidio dedicato alla produzione di calore è quello a favore delle reti di teleriscaldamento disposto dalla l. 448/98 art. 8 c. 10 lett. F. che è stato prorogato al 30 giugno 2003 con il c. 4 art 21 della l. 289/2002. Tali sussidi dovrebbero essere riconfermati dalla Finanziaria 2004.

I contributi che vengono concessi dalle Provincie e dalle Regioni agli impianti a biomasse sono tipicamente in ragione di un 30% del costo e vengono erogati in conto capitale (questa ad esempio è la situazione tipica in Provincia di Bolzano e di altre Regioni, come la Regione Piemonte). Possono esservi comunque contributi superiori od inferiori, anche in funzione delle caratteristiche dell'impianto installato. A titolo di esempio si cita uno degli ultimi atti che finanzia gli impianti a biomassa di cui si sia venuti a conoscenza: la delibera della Giunta Regionale Toscana 556/2003 pubblicata nel BURT del 25/6/2003 n° 26 essa dispone un contributo in conto capitale del 35%.

## Aspetti ambientali

### Combustione della legna

Vi sono vari aspetti che meritano attenzione

In primis la sostenibilità dell'utilizzo energetico della legna, intendendo con ciò la necessità che esso non implichi uno sfruttamento eccessivo delle risorse boschive. Utile appare pertanto presentare la seguente tabella che riassume quali superfici boscate siano necessarie per poter alimentare impianti a legna in una prospettiva sostenibile, in funzione delle dimensioni degli impianti:

Potenza (kWt)	Utenza	Consumo biomassa (t di s.s.)	Trasporto	Superficie asservita (ha)	Tecnologia	Dimensioni impianto	Investimento (€)
20	Singola abitazione e solo termico	5	3 rimorchi trattore	10	caldaia	Cantina	Poche migliaia
350	Centro scolastico o solo termico	100	1 camion piccolo tonnellaggio a settimana	200	caldaia	Garage	Poche centinaia migliaia
2000	Piccolo villaggio solo termico	800	1 camion piccolo tonnellaggio al giorno	1600	caldaia	Edificio con piccola tettoia	Alcune centinaia migliaia
2500 (500el)	Intero quartiere termico ed elettrico	2000	3 camion medi al giorno	4000	Turbina a vapore	Edificio con tettoia di circa 1000 m <sup>2</sup>	Un milione
20000 (5000 el)	Comprensorio termico ed elettr.	25000	10 TIR al giorno	50000	Turbina a gas	Capannoni industriali	Alcuni milioni

(fonte M. Lazzari AIIA)

Altri aspetti ambientali da considerare riguardano le emissioni: a determinate condizioni infatti la legna è vantaggiosa sul piano delle emissioni di gas serra; d'altro canto un utilizzo energetico della legna in impianti di considerevoli dimensioni richiede l'adozione di opportuni filtri per evitare le emissioni di polveri sottili. L'adozione di limiti sufficientemente stringenti alle emissioni di tali sostanze è peraltro già prevista dalla normativa italiana ed è del tutto raggiungibile sul piano tecnico-economico.

Per quanto riguarda le emissioni di anidride carbonica come già detto si deve considerare che nella fase di accrescimento delle piante viene assorbita l'anidride carbonica emessa durante la combustione. In tal modo l'emissione di anidride carbonica rilevante per l'effetto serra è solo quella collegata all'ottenimento ed al trasporto della legna.

Un confronto tra emissioni di CO<sub>2</sub> causate dal legno, dal metano e dal gasolio nell'intero ciclo di vita per un TJ di energia utile prodotta per il riscaldamento lo offre la tabella sotto riportata. Si vede così come la legna sia in considerevole vantaggio dal punto di vista dell'effetto serra ed emetta complessivamente molta meno anidride carbonica.



<b>Emissione di anidride carbonica (kg/TJ di energia utilizzabile)</b>	<b>Legno</b>	<b>Gasolio</b>	<b>Metano</b>
Emissioni dovute alla combustione	150.000	78.700	57.700
Emissioni dovute all'ottenimento del combustibile	-148.000	11.900	7.900
Emissioni indirette dovute alla costruzione dell'impianto e della gestione	1.460	1.370	771
<b>Totale</b>	<b>3.460</b>	<b>92.000</b>	<b>66.400</b>

(fonte: BUWAL Kessler, Frischknecht: "Heiz-energie aus Heizöl, Erdgas oder Hölz", 2000)

Importante perché la legna possano avere emissioni favorevoli di CO<sub>2</sub> è che sia di origine locale: il trasporto su lunghe distanze aumenterebbe la quantità di anidride carbonica ad essa imputabile. Prescindere da questa considerazione significherebbe rinunciare ad una buona parte dei benefici, in termini di minor effetto serra, apportati dalle biomasse.

La legna infatti presenta una densità energetica piuttosto bassa (1kg di petrolio contiene approssimativamente tanta energia quanta 4 kg di legna) e pertanto i consumi di combustibile necessari per trasportarla sono più elevati (e con essi le emissioni di anidride carbonica).

Si è già detto delle maggiori emissioni della legna in termini di polveri sottili, in assenza di filtri: esse sono ben rappresentate dalla tabella di seguito presentata:

<b>Emissione di particolato (in mg/MJ di energia utilizzabile)</b>	<b>Legno</b>	<b>Gasolio</b>	<b>Metano</b>
Emissioni dovute alla combustione	109	0.106	0.103
Emissioni dovute all'ottenimento del combustibile	5.29	8.22	3.82
Emissioni indirette dovute alla costruzione dell'impianto e della gestione	2.71	1.53	1.91
<b>Totale</b>	<b>117</b>	<b>9.86</b>	<b>5.84</b>

Queste possono comunque essere ridotte tranquillamente del 99% grazie all'adozione di opportuni sistemi di filtri, con ciò superando in maniera del tutto soddisfacentemente il problema. Le polveri emesse a seguito della combustione di legna derivante dalle foreste presentano contenuti di metalli pesanti tali da non destare alcuna preoccupazione.

Le emissioni di benzene e altri IPA che costituivano un problema per i vecchi caminetti e simili non sono più tali per le tecnologie moderne, grazie all'ottimizzazione della combustione raggiunta dalle tecnologie moderne.

### Combustibili liquidi

Per quanto riguarda l'ottenimento di combustibili liquidi, una particolare attenzione deve essere posta sulla parte agricola della filiera, con un approccio di tipo ciclo di vita: è infatti importante che, per produrre tali combustibili rinnovabili, non si faccia un uso sproporzionato di input non rinnovabili altrimenti i vantaggi ambientali vengono in parte persi.

Il bilancio del ciclo di vita dei biocombustibili dipende ampiamente sia dal tipo di coltura utilizzata che dalle metodologie colturali utilizzate. In generale si può dire che la colza presenti (almeno per l'Italia) una domanda maggiore di input e quindi risulti meno "rustica" del girasole. Nella fase di coltivazione il consumo di energia è preponderantemente legato alla produzione dei concimi. Il consumo di input energetici legato a questa fonte è pari o superiore a quello implicato dai processi industriali di estrazione ed esterificazione. Questa è la ragione per cui si deve focalizzare l'attenzione su un approccio a basso contenuto di input.

Sempre a seguito delle pratiche agricole si generano emissioni di gas serra diversa dalla CO<sub>2</sub> che riducono i benefici ambientali dell'uso di metil-esteri.

Se infatti l'utilizzo di un kg di biodiesel consentirebbe di risparmiare da 2.101 a 2.797 g di anidride carbonica questo vantaggio, quando si considerino anche le altre emissioni ed in particolare quelle legate al protossido d'azoto (N<sub>2</sub>O), scende a valori compresi tra 371 e 1.746 g di anidride carbonica equivalenti.

L'altro aspetto che incide sensibilmente sul bilancio energetico della produzione di biocombustibili è dato dalla trasformazione industriale degli stessi.

Per quanto riguarda le emissioni di inquinanti misurate al punto di scarico, il tema merita approfondimenti ulteriori; tuttavia si può dire che i biocombustibili presentano emissioni di NO<sub>x</sub> superiori, ma per una valutazione esaustiva è necessario considerare l'intero ciclo di vita: se viene considerato l'intero ciclo di vita del biodiesel si scopre infatti che le sue emissioni, in termini di Nox, sono inferiori (anche se non di moltissimo) a quelle del diesel; tuttavia le emissioni al tubo di scappamento sono in media più elevate, con un aumento del 10-13% rispetto al gasolio se si utilizza biodiesel puro e del 2-3% nel caso sia utilizzato al 20%. Quale importanza attribuire agli effetti locali rispetto al bilancio complessivo non può prescindere dalla localizzazione delle emissioni.

Per quanto concerne le emissioni di particolato, sembra evidenziarsi una riduzione sia dell'emissione delle polveri sottili che della loro pericolosità (quelle emesse dal biodiesel sono infatti "meno sottili" e meno cariche di sostanze tossiche). La riduzione varia tra il 30 ed il 60%; sembra perciò ragionevole assumere una media del 40%, sempre che il biodiesel sia utilizzato puro.