

**MASTER UNIVERSITARIO DI PRIMO
LIVELLO
IN
TECNOLOGIE PER LA GESTIONE
DEI RIFIUTI**

*Organizzato da Alma Mater Studiorum Università di Bologna
Facoltà di Chimica Industriale in convenzione con Assoform Rimini*

VALORIZZAZIONE ENERGETICA DELLE BIOMASSE

Elena Riccardi

**Direttore del Master
Prof. Luciano Morselli**

**Tutor Aziendali
Dott. Marco Gasperoni
Consorzio Rilegno**

Attività finanziata dal FSE – Ob. 3 Misura C 3 – Rif. 2002-0066/SC3

INDICE

SOMMARIO.....	1
1 INTRODUZIONE.....	3
1.1 Lo scenario energetico mondiale.....	3
1.2 Lo scenario energetico italiano.....	5
1.3 Principali sviluppi normativi.....	6
2 CONSIDERAZIONI GENERALI SULLE BIOMASSE.....	9
2.1 Biomasse.....	9
2.2 La definizione di biomassa nella legislazione.....	10
2.3 Il potenziale delle biomasse.....	14
2.4 Colture energetiche.....	15
2.5 Attuale utilizzazione delle biomasse in Italia.....	16
2.6 Prospettive delle biomasse nel contesto delle FR.....	22
3 ASPETTI TECNICI.....	24
3.1 Principali forme di conversione energetica delle biomasse.....	24
3.1.1 <i>Processi biochimici</i>	24
3.1.2 <i>Processi termochimici</i>	25
3.2 Processi biochimici.....	26
3.2.1 <i>La digestione anaerobica</i>	26
3.3 Processi termochimici.....	28
3.3.1 <i>Combustione diretta</i>	29
3.3.2 <i>Pirolisi e gassificazione</i>	29
3.4 Biocombustibili.....	32
3.5 Sfruttamento dei residui derivati da biomassa: pellets.....	33
3.6 Tecnologia per la combustione.....	35
3.7 Tecnologie per la gassificazione.....	39
3.8 Caratteristiche generali degli impianti per pirolisi.....	41

4 ASPETTI AMBIENTALI.....	42
4.1 Vincoli ambientali.....	42
4.2 Aspetti ambientali derivanti dall'utilizzo delle biomasse.....	45
4.3 Valutazione di impatto ambientale mediante LCA.....	48
4.3.1 <i>Produzione di energia elettrica da biomassa e combustibili.....</i>	<i>52</i>
4.3.2 <i>Produzione di calore tramite biomassa o gas naturale.....</i>	<i>55</i>
5 UTILIZZO DELLE BIOMASSE IN REGIONI ITALIANE.....	58
5.1 Emilia Romagna.....	58
5.2 Liguria.....	64
5.3 Toscana.....	67
6 CONCLUSIONI.....	70
6.1 Barriere di natura tecnologica.....	70
6.2 Barriere di natura economica.....	70
6.3 Barriere di natura politica.....	71
6.4 Accettabilità sociale.....	71
BIBLIOGRAFIA.....	74
FONTI E RIFERIMENTI INTERNET.....	78

SOMMARIO

Durante il periodo di stage formativo presso la sede del Consorzio Nazionale per la gestione dei rifiuti di imballaggio in legno, RILEGNO, ho potuto seguire un progetto di ricerca e approfondimento sulle biomasse e sulla valorizzazione termica e energetica delle stesse.

Questo aspetto di recupero energetico si affianca, infatti, al recupero di materia (produzione di pannelli in truciolare), già da tempo affermato nella realtà di impianti associati al Consorzio.

Il Rapporto Energia e Ambiente 2000 realizzato da ENEA, indica in ca. 1 tonnellata a famiglia, il consumo medio nazionale di legna da ardere. Si tratta di un dato “sommerso” poiché buona parte del consumo di legna da ardere sfugge alle statistiche ufficiali. Il suo utilizzo infatti avviene in buona parte al di fuori dei circuiti commerciali e quindi è difficilmente quantificabile. Un’indagine ENEA del dicembre ’97 effettuata presso le famiglie italiane ha però fatto emergere la consistenza del fenomeno stimando il consumo complessivo nazionale di legna da ardere nelle abitazioni in 20,9 Mt.

Questa importante risorsa energetica equivale a ca. 5,2 Mtep (Milioni di tonnellate equivalenti petrolio) e rappresenta talvolta nelle zone rurali la principale fonte di consumo energetico. Questo dato si incrocia con la tradizione italiana che da sempre utilizza gli imballaggi ortofrutticoli dismessi ed i pallet, per alimentare stufe e camini nella quasi totalità delle abitazioni rurali ed in gran parte di quelle dei piccoli e medi centri urbani.

Il Rapporto ENEA valuta per l’anno ’99, ca. 1200 ktep il consumo di energia nel settore civile (residenziale e terziario) relativo al legno, cui deve aggiungersi il consumo di “legna non commerciale” di ca. 5,2 Mtep. Si tratta di quantitativi estremamente significativi se si considera che, nello stesso anno, con 40,8 Mtep il settore civile ha assorbito il 30% dei consumi finali nazionali. E in termini di incidenza sulla domanda totale, il settore residenziale e terziario si colloca in quanto a consumi dopo i trasporti e addirittura prima dell’industria.

Inoltre, in aggiunta alla produzione di energia nel settore civile, i rifiuti legnosi rappresentano una importante risorsa nel settore della produzione termoelettrica dedicata.

Numerosi sono gli impianti sorti in questi ultimi anni, cui sono conferiti rifiuti di legno raccolti in maniera differenziata, con una discreta presenza di rifiuti di imballaggio. Ne sono d'esempio, come ricorda il citato rapporto Enea, gli impianti di teleriscaldamento che utilizzano legna, localizzati in Piemonte e nella provincia autonoma di Bolzano (circa 9ktep), gli impianti industriali che utilizzano i residui di lavorazione (legna ed assimilati) per la produzione di calore, ecc.

1 - INTRODUZIONE

1.1 Lo scenario energetico mondiale

Il crescente peggioramento della qualità dell'ambiente, legato all'utilizzo dei combustibili fossili e la necessità di garantire una maggiore sicurezza all'approvvigionamento energetico implicano che, nell'ottica di uno sviluppo equilibrato e sostenibile, un ruolo di primaria importanza sia attribuito allo sfruttamento di fonti energia pulita, sicura e rinnovabile.

L'Unione europea importa il 50% del proprio fabbisogno energetico e più del 75% del petrolio grezzo. Le previsioni future indicano una domanda in crescita ad un tasso dell'1,9% annuo, alla quale si potrà far fronte, in assenza di soluzioni alternative, solo a costo di ulteriori rischi ambientali.

L'utilizzo indiscriminato dei combustibili fossili è tra le principali cause del fenomeno delle *piogge acide*, che sta provocando la morte di migliaia di ettari di foreste boreali. Inoltre, e non meno gravemente, esso contribuisce in modo sostanziale all'*effetto serra*, causato dall'aumento della concentrazione di anidride carbonica nell'atmosfera. In uno scenario invariato, la concentrazione di CO₂ atmosferica potrebbe raggiungere i 560 ppm entro l'anno 2050, portando a sconvolgimenti climatici difficilmente prevedibili, ma non certo positivi.

L'inquinamento dell'aria dovuto a gas di scarico (CO, SO_x, NO_x, benzene, ecc.) degli autoveicoli e degli impianti di riscaldamento ha raggiunto livelli insostenibili per la salute pubblica, soprattutto nelle aree metropolitane, nonostante l'impegno dell'industria petrolifera ad immettere sul mercato combustibili a minore impatto ambientale.

In questo contesto, la Conferenza di Kyoto del 1997 ha rappresentato un momento di svolta, avendo delineato obiettivi mirati alla riduzione dell'impatto ambientale dei sistemi di conversione dell'energia. Tali obiettivi, sebbene non ancora ratificati dalla maggior parte dei Paesi, hanno portato ad un incremento di iniziative in tutto il mondo. L'intendimento comune a tutti i paesi partecipanti è stato quello di ricorrere ad un massiccio uso delle fonti di energia rinnovabile al fine di contenere l'inquinamento da CO₂. Per l'UE è stato

individuato l'obiettivo di ridurre entro il 2010 le emissioni di CO₂ del 15% rispetto ai valori del 1990. Per l'Italia l'obiettivo è di ridurre del 6,5% tali emissioni.

Tra le fonti di energia rinnovabile, un ruolo di primo piano è assegnato alla biomassa, che rappresenta una delle risorse energetiche più interessanti, nonostante le molteplici difficoltà di impiego dovute all'ampiezza e all'articolazione delle fasi che costituiscono le singole filiere.

Con il termine *Biomassa* si intende, in genere, ogni sostanza organica vegetale o animale. In questo documento ci si riferisce, in particolare, a quelle biomasse che possono essere destinate, tra l'altro, alla produzione di energia. I *Biocombustibili* sono, invece, combustibili solidi, liquidi o gassosi derivati direttamente dalle biomasse (es. legna da ardere), od ottenuti a seguito di un processo di trasformazione strutturale del materiale organico (combustibili da rifiuti, biodiesel da piante oleaginose, bioetanolo da piante zuccherine, ecc.). La *Bioenergia*, infine, è qualsiasi forma di energia utile ottenuta dai biocombustibili.

Secondo le correnti stime, il potenziale energetico della biomassa prodotta in Europa supera i 400 milioni di tep (tep = tonnellate equivalenti di petrolio), ma solo una piccola parte di questa immensa risorsa viene oggi utilizzata. Attualmente, le bioenergie coprono circa il 14% del fabbisogno energetico mondiale e circa il 34 % di quello europeo. Nell'UE si producono 65 Mtep/anno di energia da biomasse, ma si prevede che tale produzione possa passare a 130 Mtep/anno entro il 2010.

Il Libro Bianco sulle Risorse Rinnovabili (1997) prevede che l'utilizzo della biomassa potrà consentire, entro il 2010, un risparmio di combustibili fossili di almeno 45 Mtep/anno, di cui i 2/3 attraverso il recupero di residui e sottoprodotti forestali, agricoli e dell'industria del legno, ed 1/3 da colture dedicate. L'uso principale è per alimentare impianti decentralizzati per la produzione di elettricità e calore (20 GWe e 60 GWt, con risparmi di 27 Mtep/anno) (ANPA, 2001).

1.2 Lo scenario energetico italiano

L'Italia è fortemente dipendente dall'estero per il suo fabbisogno energetico. Oltre l'80% delle materie prime energetiche ed il 15% dell'elettricità è importato. Questa situazione rende il paese molto vulnerabile rispetto alle continue oscillazioni del prezzo dei combustibili fossili.

Al contempo, la superficie agricola coltivata è passata dai 18 milioni di ha del 1966 ai 12 del 1995, mostrando una forte dinamica dello spopolamento rurale e l'estrema fragilità del comparto agricolo. Sono evidenti le conseguenze che tale fenomeno comporta, sia a causa di scompensi di natura economica e sociale, sia di problemi di gestione del territorio, incremento di rischi idrogeologici, ecc. Per invertire questa tendenza è necessario riconvertire l'agricoltura nazionale verso produzioni non eccedentarie ed al contempo promuovere fonti integrative di reddito, soprattutto nelle zone più svantaggiate.

In Italia, nel passato, sia per la complessità della tecnica che per un insufficiente interesse da parte del mondo imprenditoriale, non è stato mai lanciato un piano nazionale sulle biomasse. L'ultimo Piano Energetico Nazionale (PEN), approvato nel 1988, si limita a prospettare un contributo delle biomasse al bilancio energetico pari a 2,5 Mtep al 2000.

Una delle prime conseguenze della nuova sensibilità verso le problematiche oggetto della Conferenza di Kyoto è stata l'elaborazione *del Programma Nazionale Energia Rinnovabile da Biomasse* – PNERB (giugno 1998) – da parte del Ministero per le Politiche Agricole e Forestali. Successivamente, un passo fondamentale è stata la *Conferenza Nazionale Energia ed Ambiente* (CNEA), tenutasi a Roma nel novembre 1998 con l'intento di impostare una politica chiara sul tema del rapporto tra Energia e Ambiente.

Le linee guide per la valorizzazione delle energie da fonti rinnovabili sono il risultato di un percorso che è passato anche attraverso la presentazione del *Libro Verde per la Valorizzazione Energetica delle Fonti Rinnovabili* (novembre 1998) nel quale venivano stimate le potenzialità e i contributi ottenibili in Italia dalle fonti rinnovabili. A questo documento ha fatto seguito *Il Libro Bianco per la Valorizzazione Energetica delle Fonti Rinnovabili* (giugno 1999), che affronta una valutazione critica delle problematiche trattate nel Libro Verde, attraverso il confronto tra soggetti ed istituzioni pubbliche o private dei vari settori interessati.

Il Libro Bianco offre un preciso riferimento a tutti gli operatori dell'impresa e della ricerca che volessero valutare l'opportunità e l'importanza di contribuire alle filiere produttive prese in considerazione dal documento. (ANPA, 2001).

1.3 Principali sviluppi normativi

Ripercorrendo storicamente la politica energetica italiana in generale e lo sviluppo delle rinnovabili in particolare degli ultimi trent'anni ne emerge un radicale cambiamento. Infatti negli anni settanta, dopo la cosiddetta crisi petrolifera del '73, l'obiettivo primario era la sicurezza degli approvvigionamenti, ossia indipendenza energetica dall'estero e soprattutto diversificazione delle provenienze geopolitiche delle fonti energetiche al fine di garantirne la continuità. Infatti l'Italia non ha grosse disponibilità di risorse energetiche e dipende per la gran parte dalle importazioni.

Negli anni ottanta l'attenzione si è orientata verso lo sviluppo delle fonti rinnovabili e con il Piano Energetico Nazionale (PEN) del 1981 si inaugurò la politica di sostegno alle fonti energetiche rinnovabili. In questo decennio fra l'altro si è concretizzata la rinuncia al nucleare ed è aumentata sensibilmente la tendenza a ridurre una eventuale incompatibilità fra energia sviluppo e ambiente. La legge 308/82 è stata una diretta conseguenza del PEN81 con la quale si è cominciato a prevedere finanziamenti in conto capitale coinvolgendo nella gestione la regioni.

Con il PEN del 1988 si è cominciata a delineare la nuova politica energetica degli anni novanta caratterizzata da una maggiore attenzione verso l'ambiente. Gli obiettivi primari presi in considerazione nel PEN88 sono riconducibili principalmente al risparmio energetico, protezione dell'ambiente e della salute dell'uomo e sviluppo delle risorse nazionali.

L'impalcatura legislativa costruita per il raggiungimento di questi obiettivi è costituita principalmente da due leggi fondamentali:

- Legge 9/91 che contempla gli aspetti istituzionali, le centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione ed aspetti fiscali;

- Legge 10/91 che disciplina le norme in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.

- Delibera CIP 6 del 29 aprile 1992 pubblicata sulla gazzetta Ufficiale n. 109 del 12 maggio 1992 (in cui vengono fissati i prezzi dell'energia elettrica relativi a cessione, vettoriamento e produzione per conto dell'ENEL, parametri relativi allo scambio e condizioni tecniche generali per l'assimilabilità a fonte rinnovabile).

Gli anni novanta vedono un grosso cambiamento della politica energetica italiana che passa dal tipo "Command and Control" al sistema basato sulla liberalizzazione del mercato vincolata ad una chiara strategia ambientale, sulla scia anche degli avvenimenti internazionali e delle direttive comunitarie (Conferenza di Rio sui cambiamenti climatici del 1990, Protocollo di Kyoto 1997).

La politica attuale in materia energetica, sia nazionale che comunitaria, si presenta quindi complessivamente favorevole alle fonti rinnovabili (FR) con un ampio spazio di manovra per Regioni ed agli Enti Locali.

I nuovi punti di riferimento per quanto riguarda le fonti rinnovabili, soprattutto per la produzione di energia elettrica, sono:

- Autorità per l'energia elettrica e il gas istituita con la legge 481/95 con competenze in particolare sulle tariffe;

- Decreto Legislativo n. 79/99 "Attuazione della Direttiva europea 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica":

- < Precedenza nel dispacciamento all'elettricità prodotta da impianti con fonti rinnovabili (art. 3);

- < Obbligo all'acquisto di elettricità da fonti rinnovabili (2% dell'energia eccedente i 100 GWh a decorrere dall'anno 2001) (art. 11);

- < Priorità all'uso delle fonti rinnovabili nelle piccole reti isolate (art. 7).

- Legge 59/97 e decreto 112/98: delega, tra l'altro, agli Enti Locali le decisioni relative all'autorizzazione degli impianti di produzione di potenza inferiore ai 300 MW.

- Decreto MICA 11/11/99, Direttive per l'attuazione delle norme in materia di energia elettrica da fonte rinnovabili di cui ai commi 1,2 e 3 dell'articolo 11 del decreto legislativo 16 Marzo 1999, n. 79.

In virtù della "quota del 2%" viene a crearsi un mercato parallelo dell'energia elettrica da fonti rinnovabili, spostando in qualche modo gli incentivi dal "conto capitale" al kWh prodotto. Al fine di facilitare questo mercato viene introdotto il sistema dei "certificati verdi" emessi dal Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale (GRTN) a favore dei produttori che ne fanno richiesta. Tali produttori potranno quindi vendere questi certificati ad un prezzo che assicuri un'adeguata remunerazione degli investimenti per la realizzazione degli impianti ai soggetti sottoposti all'obbligo di acquisto.

Essendo i certificati verdi slegati dalla tecnologia rinnovabile utilizzata, le fonti rinnovabili considerate più competitive saranno avvantaggiate (Bartolelli, 2003). Inoltre incentivi in conto capitale potranno essere previsti a valere su fondi strutturali, come indicato nel DL 79/99.

2 – CONSIDERAZIONI GENERALI SULLE BIOMASSE

2.1 Biomasse

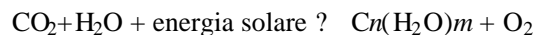
Con il termine biomassa si designa ogni sostanza organica di origine vegetale o animale, da cui sia possibile ottenere energia, attraverso processi di tipo termochimico o biochimico. Dette sostanze sono disponibili come prodotti diretti o residui del settore agricolo-forestale, come sottoprodotti o scarti dell'industria agro-alimentare, e come scarti della catena della distribuzione e dei consumi finali.

Prima di procedere è opportuno precisare che la conversione è solo uno degli aspetti di un problema più vasto, che investe, da un lato, la realtà presente o l'eventuale futuro ordinamento nel quale le biomasse si producono, e, dall'altro, le possibili utilizzazioni delle energie producibili. Con questo si evidenzia un circuito:

produzione – raccolta – conversione – utilizzazione

che va studiato in un contesto ottimale, e che presuppone iniziative ed interventi coordinati di largo respiro, in cui siano coinvolti il pubblico potere ed il mondo imprenditoriale. Particolare interesse presentano le colture energetiche che presuppongono la selezione delle specie più adatte per essere utilizzate, a turni brevissimi (circa cinque anni), per produzione energetica esclusiva, al fine di massimizzare la resa energetica e minimizzare il ciclo produttivo.

La fotosintesi è il processo biologico mediante il quale le piante e le alghe trasformano la luce solare, l'acqua e l'anidride carbonica in carboidrati ed ossigeno, secondo la reazione



Ciò si svolge con un meccanismo complesso e che coinvolge un grande numero di differenti proteine e pigmenti.

Solo la parte visibile dello spettro solare (circa il 45% del totale) interviene nella fotosintesi; un ulteriore 20% dell'energia si perde per fenomeni di riflessione o cattivo assorbimento dovuto alla densità del fogliame.

La figura riporta una schematizzazione dei vari tipi di biomasse.

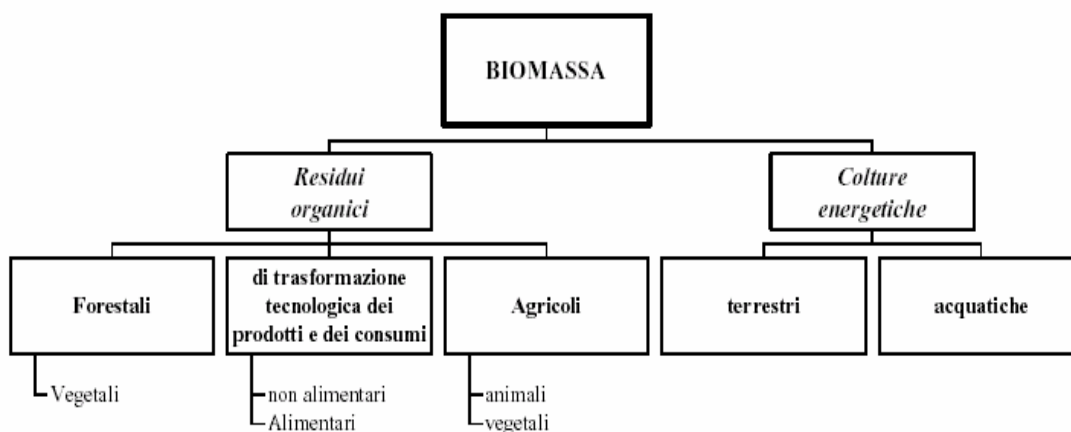


Fig. 2.1.1: Schema sintetico dei vari tipi di biomassa (ASTER, 2001)

2.2 La definizione di biomassa nella legislazione

La definizione di biomasse nella normativa italiana, e comunitaria, appare abbastanza confusa; diverse fonti legislative e normative la definiscono in maniera diversa e, spesso, contraddittoria.

Di seguito si citano le principali fonti nelle quali compare una definizione di *biomassa*.

1) D. LGS. N.22, 5 FEBBRAIO 1997 (C.D. "DECRETO RONCHI")

Per il Decreto Ronchi tutte le sostanze residue di lavorazione, anche se di origine vegetale e non trattate, rientrano nella categoria di rifiuto

art. 6: **Rifiuto**: qualsiasi sostanza od oggetto che rientra nelle categorie riportate nell'allegato A e di cui il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi.

Nell'allegato A, tra le varie categorie di rifiuti, si trovano:

- Q1 Residui di produzione o di consumo in appreso non specificati

- Q8 Residui di processi industriali (ad esempio scorie, processi di distillazione, ecc.)
- Q16 Qualunque altra sostanza, materia o prodotto che non rientri nelle categorie sopraelencate

art. 7, comma 3 Vengono definiti *rifiuti speciali*:

- i rifiuti da attività agricole e agro-industriali
- ...
- i rifiuti da lavorazioni industriali

Il CER (Catalogo Europeo dei Rifiuti) nella sua classificazione prevede le seguenti categorie di rifiuto:

02 00 00 Rifiuti provenienti da produzione, trattamento e preparazione di alimenti in agricoltura, orticoltura, caccia, pesca ed acquicoltura

02 01 00 Rifiuti delle produzioni primarie

02 01 02 Scarti animali

02 01 03 Scarti vegetali

02 01 05 Rifiuti agrochimici

02 01 07 Rifiuti derivanti dalla silvicoltura

03 00 00 Rifiuti della lavorazione del legno e della produzione di carta, polpa, cartone, pannelli e mobili

2) LEGGE N.10, 9 GENNAIO 1991, “NORME PER L’ATTUAZIONE DEL PIANO ENERGETICO NAZIONALE IN MATERIA DI USO RAZIONALE DELL’ENERGIA, DI RISPARMIO ENERGETICO E DI SVILUPPO DELLE FONTI RINNOVABILI DI ENERGIA”

Tra le fonti rinnovabili definite all'art.3, comma 3, è annoverata anche la trasformazione dei rifiuti organici ed inorganici o di prodotti vegetali.

3) D. LGS. 16 MARZO 1999, N.79 (C.D. “DECRETO BERSANI”) “ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA 96/92/CE RECANTE NORME COMUNI PER IL MERCATO INTERNO DELL’ENERGIA ELETTRICA”

Il Decreto Bersani (art.2, comma 15) definisce, fra le fonti rinnovabili, la trasformazione in energia elettrica di prodotti vegetali e rifiuti organici ed inorganici.

4) DECRETO DEL MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE E FORESTALI N.401, 11 SETTEMBRE 1999, "REGOLAMENTO RECANTE NORME DI ATTUAZIONE DELL'ARTICOLO 1, COMMI 3 E 4, DEL DECRETO LEGISLATIVO 30 APRILE 1998, N.173, PER LA CONCESSIONE DI AIUTI A FAVORE DELLA PRODUZIONE ED UTILIZZAZIONE DI FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI NEL SETTORE AGRICOLO"

Il regolamento, all'art.1, comma 3, definisce **biomasse**:

- la legna da ardere
- altri prodotti e residui lignocellulosici puri
- sottoprodotti di coltivazioni agricole, ittiche e di trasformazione agro-industriale
- colture agricole e forestali dedicate
- liquami e reflui zootecnici ed acquicoli.

5) DIRETTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO DEL 10 MAGGIO 2000 SULLA PROMOZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI NEL MERCATO INTERNO DELL'ELETTRICITÀ

La Direttiva, all'art.2, comma 1, definisce **biomasse** gli scarti vegetali provenienti dall'agricoltura, dalla silvicoltura e dall'industria alimentare nonché cascami di legno non trattati e cascami di sughero.

6) DECISIONE DELLA COMMISSIONE 2001/C 37/03, "DISCIPLINA COMUNITARIA DEGLI AIUTI DI STATO PER LA TUTELA DELL'AMBIENTE"

Tra le definizioni di fonti di energia rinnovabili vengono menzionate anche le biomasse (paragrafo B.6): "... e della biomassa nelle sue diverse forme (prodotti dell'agricoltura e della silvicoltura, scarti vegetali provenienti dall'agricoltura, dalla silvicoltura e dall'industria alimentare, nonché cascami di legno e di sughero non trattati)"

7) DIRETTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO 2001/77/CE DEL 27 SETTEMBRE 2001 SULLA PROMOZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA

PRODOTTA DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI NEL MERCATO INTERNO DELL'ELETTRICITÀ

All'articolo 2, lettera b), le biomasse vengono così definite: “la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali ed animali) e dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali ed urbani”.

La definizione di biomasse risulta qui più ampia perché anche i rifiuti possono essere utilizzati come fonti energetiche purché gli Stati membri rispettino la normativa comunitaria vigente in materia di gestione dei rifiuti.

8) DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 8 MARZO 2002 DISCIPLINA DELLE CARATTERISTICHE MERCEOLOGICHE DEI COMBUSTIBILI AVENTI RILEVANZA AI FINI DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO, NONCHÉ DELLE CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE DEGLI IMPIANTI DI COMBUSTIONE

L'articolo 3, comma 1, punto n) afferma che negli impianti di combustione per uso industriale è consentito l'uso, come combustibile, delle biomasse come individuate nell'Allegato III del decreto stesso.

Allegato III: Col termine biomasse vengono individuate le seguenti tipologie di sostanze:

- a) materiale vegetale prodotto da coltivazioni dedicate
- b) materiale vegetale prodotto da trattamento esclusivamente meccanico di coltivazioni agricole non dedicate
- c) materiale vegetale prodotto da interventi selvicolturali, da manutenzioni forestali e da potatura;
- d) materiale vegetale prodotto dalla lavorazione esclusivamente meccanica di legno vergine e costituito da cortecce, segatura, trucioli, chips, refili e tondelli di legno vergine, granulati e cascami di legno vergine, granulati e cascami di sughero vergine, tondelli non contaminati da inquinanti, aventi le caratteristiche previste per la commercializzazione e l'impiego;

e) materiale vegetale prodotto dalla lavorazione esclusivamente meccanica di prodotti agricoli, avente le caratteristiche previste per la commercializzazione e l'impiego (Bartolelli,2003).

2.3 Il potenziale delle biomasse

Lo sfruttamento delle biomasse, come contributo al soddisfacimento dei fabbisogni di energia sempre crescenti, presenta interessanti prospettive in tutto il mondo.

Purtroppo una piccola frazione dell'energia solare è fissata dalle specie vegetali, a causa della bassa efficienza del processo fotosintetico.

Un ulteriore ed importante fattore limitativo all'espansione dell'uso energetico delle biomasse è dato dalla necessità di garantire una sufficiente produzione di alimenti e di materiali industriali.

Mentre l'impiego di residui e di scarti dipende unicamente da valutazioni economiche (anche in comparazione con usi alternativi), il ricorso su larga scala a "colture energetiche" presuppone importanti decisioni di politica agricola e forestale. Conseguentemente il ruolo delle biomasse avrà caratteristiche ed incidenze diverse nei vari paesi, e nelle varie aree geografiche.

Come accennato, l'impiego energetico delle biomasse è strettamente legato da un lato alla disponibilità per molti versi stagionale e dall'altro all'alto costo di raccolta e trasporto. Infatti, mentre la domanda di energia è in genere distribuita durante tutto l'anno, la disponibilità di alcune tipologie di biomasse è concentrata in alcuni periodi dell'anno. Questo implica investimenti per lo stoccaggio e conservazione della sostanza organica. Un'altra necessità degli impianti di trasformazione energetica di sottoprodotti agricoli è rappresentata dalla superficie territoriale di riferimento per la materia prima che deve essere sufficientemente estesa in modo da soddisfare i fabbisogni dell'impianto. Questo implica che il territorio da cui si attinge la materia prima presenti caratteristiche di produzione concentrate, al fine di contenere i costi di raccolta e trasporto all'impianto.

Quando si parla di impiego energetico delle biomasse occorre, anzitutto, definire la quota parte destinabile a questo uso, rispetto ad altri possibili, sempre nel quadro della

competitività dei combustibili prodotti, e della disponibilità commerciale delle tecnologie di conversione.

Il ricorso alle biomasse per usi energetici é considerato economico quando siano soddisfatte le seguenti condizioni:

- non esistano altri impieghi più remunerativi,
- i prodotti della conversione siano economicamente competitivi, rispetto ad analoghi prodotti ottenibili da altre materie.

Infine è opportuno ricordare che con il termine biomassa si fa riferimento ad un insieme di sostanze originate con produzioni differenti. Infatti tale casistica comprende i residui delle produzioni agricole e della zootecnia (fanghi e deiezioni animali), gli scarti di alcune tipologie di industria (agro-alimentare, del legno, ecc.), residui o sottoprodotti del settore forestale e rifiuti solidi urbani.

2.4 Colture energetiche

Le colture energetiche sono coltivazioni specializzate per la produzione di biomassa ad uso energetico e possono riguardare sia specie legnose sia erbacee. Le coltivazioni energetiche erbacee a loro volta possono essere annuali, come il girasole, la colza, il sorgo da fibra, il kenaf oppure perenni, come la canna comune ed il miscanto.

Le coltivazioni energetiche legnose sono costituite da specie legnose selezionate per l'elevata resa in biomassa e per la capacità di ricrescita dopo il taglio; i boschi cedui tradizionali e le siepi alberate ne costituiscono un esempio.

Per quanto riguarda le caratteristiche qualitative della biomassa, si distinguono colture oleaginose (ad es. girasole, colza), alcooligene (sorgo zuccherino, barbabietola da zucchero, cereali), lignocellulosiche.

Particolare interesse presentano le colture energetiche che presuppongono la selezione delle specie più adatte per essere utilizzate, a turni brevissimi (circa cinque anni), per produzione energetica esclusiva (Short Rotation Forestry, SRF).

Il problema della convenienza ad introdurre "colture energetiche" in determinate aree è piuttosto complesso e può essere riferito ad ipotesi come:

- superficie minima di 12.000 ha
- produzione superiore a 17 ÷ 25 t per ha
- coltivazione intensiva che può presupporre l'uso di fertilizzanti.

Anche nel caso di colture energetiche, la convenienza economica a produrre combustibili liquidi e gassosi dipende da accurate valutazioni dell'efficienza globale del sistema produzione-utilizzazione.

Occorre, infatti, determinare e conteggiare le perdite energetiche dei singoli passaggi: coltivazione, raccolta, trasporto, conversione/combustione.

2.5 Attuale utilizzazione delle biomasse in Italia

Complessivamente l'energia primaria equivalente prodotta da fonti rinnovabili in Italia è stimata nel 1999 di poco superiore ai 18 Mtep, con un incremento negli anni novanta inferiore al 10%. Se si considerano solo le fonti rinnovabili non tradizionali (escludendo l'idroelettrico, la geotermia e la legna da ardere), l'incremento risulta invece superiore al 50%.

La produzione imputabile allo sfruttamento di risorse derivanti da biomasse in senso generale nel 1999 è stimata essere poco meno del 40%. Se si considerano solo le rinnovabili non tradizionali, le biomasse rappresentano comunque il 90% circa, con una grossa incidenza della legna e derivati (60%) (ENEA, 2000).

Energia primaria equivalente prodotta da fonti rinnovabili (ktep)

	1993	1996	1999*
IDROELETTRICA (1)	9.114	9.248	9.979
EOLICA	1	7	89
SOLARE	8	10	13
GEOTERMIA	1020	1041	1182
RIFIUTI	215	134	382
LEGNA ED ASSIMILATI (2)	6.424	6.463	6.504
BIOCOMBUSTIBILI	0	45	80

BIOGAS	4	59	167
TOTALE	16.786	17.007	18.396
Di cui non tradizionali (3)	1235	1301	1818

FONTE: La situazione energetico-ambientale del Paese - Rapporto 2000 - Enea

* Stime

1 - Solo elettricità da apporti naturali valutata a 2200 kcal/kWh

2 - Include risultato indagine ENEA sul consumo di legna da ardere nelle abitazioni

3 - Eolico, solare, rifiuti, legna (esclusa la legna da ardere), biocombustibili, biogas

Tab. 2.5.1: Energia primaria equivalente prodotta da fonti rinnovabili (ktep)

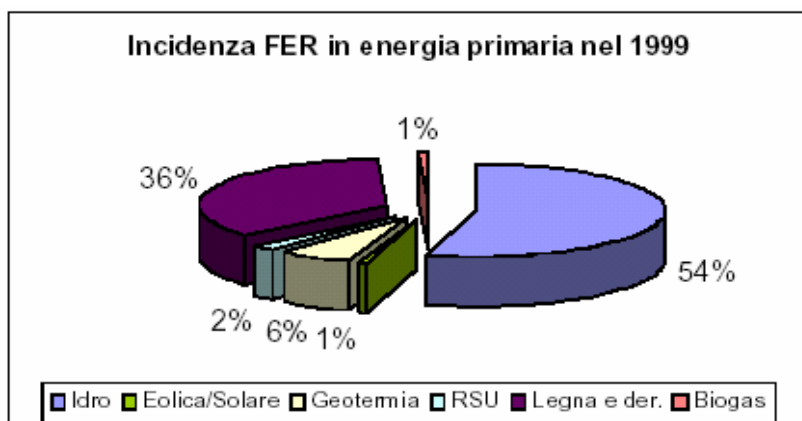


Fig. 2.5.1: Incidenza delle FER in energia primaria dal 1999 (ASTER, 2001)

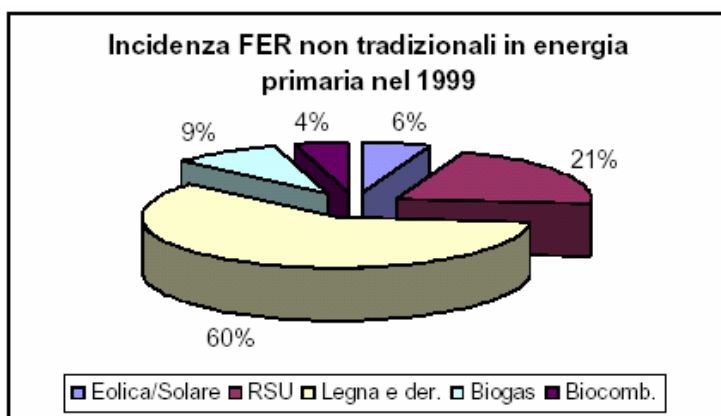


Fig. 2.5.2: Incidenza delle FER non rinnovabili in energia primaria nel 1999 (ASTER, 2001)

Produzione di energia elettrica per fonte rinnovabile (GWh)

	1993	1996	1999
IDROELETTRICA	41.426	42.035	45.358
EOLICA	5	32.7	402.5
FOTOV.	2.0	5.0	6.3
GEOTERMIA	3.667	3.762	4.403
RIFIUTI	210	240	653
LEGNA E ASSIM.	26	157	587
BIOGAS	12,5	207	583
TOTALE FER	45.349	46.439	51.992
TOTALE FER NON TRAD.	256	642	2.231
PROD. LORDA COMPLESSIVA	222.788	244.424	265.657

Fonte: La situazione energetico-ambientale del Paese - Rapporto 2000 - Enea

Tab. 2.5.2: Produzione di energia elettrica per fonte rinnovabile (GWh)

Prendendo in considerazione l'utilizzo delle fonti rinnovabili per la produzione di energia elettrica emerge un'incidenza sulla produzione complessiva italiana intorno al 20% nel periodo considerato, con una crescita per le FER nel loro complesso del 7,5% nel quinquennio 1994-1999.

Tale crescita si differenzia per ciascuna fonte evidenziando la performance migliore per l'eolico anche se l'incidenza della stessa nel 1999 è comunque ancora inferiore all'1%, seguito da biogas e legna.

L'idroelettrico ha presentato la crescita più contenuta (1.6%) legata al fatto che tale risorsa è caratterizzata da un alto grado di utilizzazione del potenziale, dimostrato anche dal fatto che presenta un'incidenza superiore all'87%.

Se all'idroelettrico si aggiunge la produzione geotermoelettrica si raggiunge una quota superiore del 96% circa, mettendo in luce come le FER non tradizionali contribuiscono alla produzione complessiva in Italia con valori ancora modesti.

Nella produzione di calore l'utilizzo delle FER è stimato per il 1999 di poco superiore a 6,6 Mtep. Come si può notare l'incidenza della biomassa legnosa rappresenta la quasi totalità, mentre è ancora sottoutilizzata la potenzialità offerta dal solare.

Energia primaria equivalente per produzione di calore con fonti rinnovabili (ktep)

	1993	1996	1999
SOLARE	6	7	9
GEOTERMIA	213	213	213
RIFIUTI	26	10	16
LEGNA ED ASSIMILATI	6.382	6.399	6.414
TOTALE	6.627	6.629	6.652

Fonte: *La situazione energetico-ambientale del Paese - Rapporto 2000* – Enea

Tab.2.5.3: Energia primaria equivalente per produzione di calore con fonti rinnovabili (ktep)

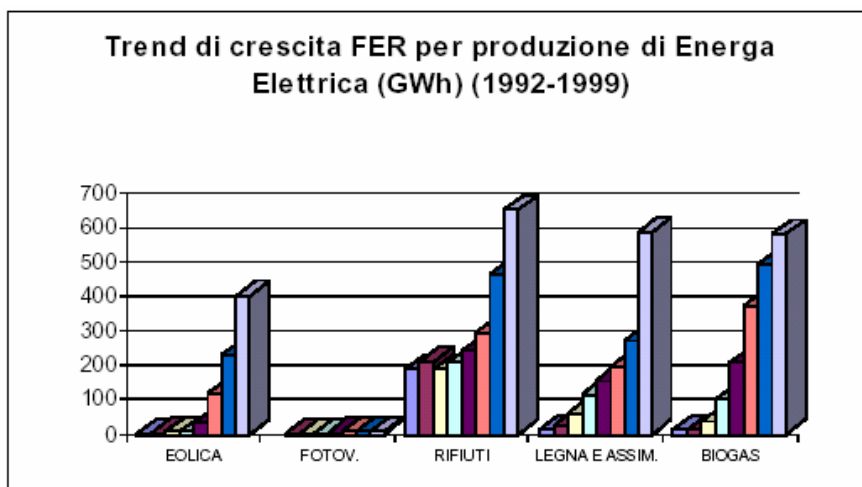


Fig. 2.5.3: Trend di crescita FER per produzione di energia elettrica (GWh) (1992-1999) (ASTER, 2001)

Considerando solo la biomassa legnosa emerge l'alta incidenza dell'utilizzo della legna da ardere valutata intorno al 5,4 Mtep. Quest'ultimo valore è frutto di un'indagine statistica sulle famiglie italiane promosso di recente dall'Enea, non evidenziato dalle statistiche ufficiali.

Tale utilizzo rappresenta l'83% circa del consumo totale di legna e derivati seguito dai residui di lavorazione utilizzati in impianti industriali per la produzione di calore (15% circa). Seppure nel complesso presentino ancora una bassa incidenza, l'utilizzo della biomassa negli impianti di teleriscaldamento (localizzati attualmente soprattutto nelle aree del nord Italia) e cogenerazione, nel quinquennio 1994-1999 essi hanno dimostrato un trend di crescita decisamente positivo che lascia presupporre una tipologia impiantistica di sicuro interesse per l'utilizzo della risorsa forestale in particolare.

Tale tipologia impiantistica, a differenza di analoghi impianti a combustibili tradizionali, è generalmente modesta (intorno agli 8 MWt e in alcuni casi piccoli impianti da qualche centinaio di kW).

Nella regione Alto Adige sono presenti le più significative realizzazioni, con gli impianti di dimensione più consistente e le tecnologie che sfruttano al meglio i residui prodotti dalle numerose segherie presenti nella zona.

Consumo di energia da legna ed assimilati per tipo di applicazione (Ktep)

	1993	1996	1999
Legna da ardere			
(stima da indagine campionaria ENEA - CIRM)	5417	5417	5417
Legna ed assimilati in impianti per teleriscaldamento	0	8	10
Legna ed assimilati in aziende per produzione di calore	946	946	946
Legna ed assimilati in impianti per generazione di elettricità (e calore) collegati alla rete elettrica	62	92	131
Totale	6424	6463	6504

Fonte: La situazione energetico-ambientale del Paese - Rapporto 2000 - Enea

Tab. 2.5.4: Consumo di energia da legna ed assimilati per tipo di applicazione (Ktep)

Il calore recuperato da impianti di trattamento dei rifiuti ha contribuito nel 1999 con circa 15 Ktep e, nonostante le perplessità dimostrate dalle comunità locali sull'accettabilità di questa tipologia impiantistica, nel quinquennio 1994-1999 è stata raddoppiata la quantità di calore prodotta.

Come è noto gli anni novanta sono stati caratterizzati, per quanto riguarda gli incentivi alle FER ed assimilate, dalle leggi n. 9 e n. 10 del 1991 che hanno creato le premesse per il CIP 6/92. Degli oltre 8.000 MW proposti ed ammessi nell'ambito degli incentivi previsti, nel 1998 se ne stimavano ultimati intorno al 40%.

In base alle richieste presentate, circa 1200 MW elettrici fanno riferimento a biomasse e rifiuti nelle prime 6 graduatorie previste, ed altrettanti sarebbero previsti nelle successive tre graduatorie sospese. Di questi poco più della metà si basano sull'utilizzo di rifiuti e la restante parte da biomasse con diversi mix.

2.6 Prospettive delle biomasse nel contesto delle Fonti Rinnovabili

La politica attuale in materia energetica, sia nazionale che comunitaria, si presenta complessivamente favorevole alle fonti rinnovabili. La loro promozione infatti è una priorità sia a livello di politica comunitaria che nazionale, legata soprattutto agli impegni in materia ambientale e alla sicurezza negli approvvigionamenti che sono fra i principali obiettivi delle politiche energetiche attuali.

Nel Libro Bianco "Una politica energetica per l'Unione Europea" la Commissione si è impegnata a raddoppiare il contributo fornito dalle energie rinnovabili dall'attuale 6 al 12% al 2010. Tale incremento, se attuato, comporterebbe da solo una riduzione di 230-360 milioni di tonnellate di CO₂ che rappresenta un valore superiore all'8% stabilito dal Protocollo di Kyoto.

Sulla base degli impegni sottoscritti nel protocollo di Kyoto, l'Italia ha sancito, con la delibera del CIPE 137 del 19 novembre 1998, le linee guida per le politiche e le misure di riduzione delle emissioni dei gas serra.

In questo ambito si richiama:

- La realizzazione di un libro bianco nazionale per la valorizzazione energetica delle fonti rinnovabili, che recuperando i dati di base e le possibili opportunità tracciate nel libro verde, indichi, per ciascuna fonte rinnovabile, gli obiettivi da perseguire. Questo documento frutto della collaborazione fra l'Enea e vari organi ministeriali è stato approvato dal CIPE il 6 agosto 1999.

- L'attuazione di un "Programma nazionale di valorizzazione delle biomasse agricole e forestali" (PNVBAF) che detti criteri finalizzati, tra le altre cose, alla produzione di energia termica e/o elettrica da biomasse; all'impiego di energia da biomasse nei settori dei trasporti e del riscaldamento; alle coltivazioni destinate parzialmente o totalmente alla produzione di energia.

- L'elaborazione di provvedimenti legislativi in materia finanziaria volti alla creazione di fondi per attività di promozione, di ricerca, di sviluppo.

Sulla base di questo scenario favorevole alle fonti rinnovabili sono state fatte previsioni/obiettivi al 2010 sia per l'Italia e l'Europa che per il mondo.

Per quanto riguarda la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili è prevista/auspicata una crescita dei MW installati in Italia in modo da triplicare nel prossimo quindicennio gli attuali 3.000 MW.

In questo contesto assumono un ruolo significativo soprattutto l'eolico e la biomassa, mentre sarà più contenuto lo sviluppo del mini-idroelettrico e della geotermia, legati soprattutto alla disponibilità della risorsa.

Situazione analoga presenta lo scenario a livello europeo, mentre a livello mondiale le risorse dell'idroelettrico sono considerate ancora in fase di sviluppo.

In relazione alle biomasse, il costo del kWh prodotto attualmente è stimato fra le 140-180 Lit/kWh. In particolare la materia prima (residui) presenta costi bassi se utilizzata sul posto di produzione, altrimenti occorre considerare il costo della logistica di raccolta, trasporto ed immagazzinamento. Impianti per la produzione di elettricità con turbina a vapore, della potenza fino ad una decina di MW elettrici costano intorno ai 3-5 milioni a kWe.

AL 2010 viene stimata una potenza installata pari a 2.500 MWe per impianti che usano legno e residui legnosi, biogas di discariche, fanghi e deiezioni animali.

Occorre tenere presente che nel breve termine solo gli usi termici risultano essere concorrenziali sul mercato dell'energia.

A livello dell'Unione Europea a fronte dei 22,5 TWh prodotti nel 1995 si prevede un potenziale livello di produzione pari a 230 TWh.

Dal punto di vista tecnico, l'elevato costo di investimento degli impianti e la loro bassa efficienza di conversione, unitamente alla opportunità di avere impianti molto versatili, pluricombustibili, costituiscono ulteriori ostacoli alla diffusione di questa fonte rinnovabile.

Il raggiungimento delle previsioni espone in precedenza è fortemente legato, pertanto, ad iniziative di sostegno pubblico in quanto lo sviluppo delle fonti rinnovabili è limitato da fattori di vincolo o barriere collegate sia alla tecnologia che alla normativa più in generale.

L'Unione Europea appoggia da oltre un decennio la ricerca e lo sviluppo nel campo delle fonti rinnovabili nell'ambito dei programmi quadro di ricerca e sviluppo tecnologico.

3 – ASPETTI TECNICI

3.1 Principali forme di conversione energetica delle biomasse

La conversione di biomasse in combustibili può essere ottenuta con diversi processi termochimici o biochimici (ASTER, 2001).

3.1.1 Processi biochimici

Tra questi è annoverata la *digestione anaerobica*, dovuta a particolari famiglie di batteri, in assenza di ossigeno. Il gas prodotto (biogas) è costituito principalmente da metano, anidride carbonica, idrocarburi saturi, e tracce di acido solfidrico. Si applica, con ottimi risultati, ai residui organici caratterizzati dal rapporto carbonio/azoto (C/N) compreso tra 16 e 30, e da una percentuale di umidità superiore al 50%, quali sono le deiezioni animali, e molti sottoprodotti di colture vegetali (mais, patate, pomodori, barbabietole, colture ortive).

A questa si possono aggiungere la *trasformazione idrolitica dei materiali cellulosici* di scarto in monomeri zuccherini, e successiva *fermentazione ad alcool etilico* (etanolo), ed altri prodotti chimici.

Altri processi come la digestione aerobica ed il compostaggio, richiamati per completare il quadro, non sono destinati alla produzione di energia. Infatti la *digestione aerobica* o *metabolizzazione* di sostanze organiche attraverso l'azione di microrganismi, che si sviluppano in presenza di ossigeno viene utilizzata prevalentemente per la depurazione di liquame e acque di scarto industriale. Il *compostaggio* o decomposizione biologica della materia organica, prevalentemente solida, in condizioni aerobiche, è utilizzato per la produzione di ammendanti agricoli.

Solitamente a monte di tutti i processi di conversione sono necessari opportuni pretrattamenti del materiale di base.

Questi possono comprendere lavaggio con acqua, essiccazione con mezzi meccanici (pressatura) o termici, riduzione in piccole dimensioni, densificazione (produzione di pellets, cubetti o formelle), separazione delle fibre (estrazione con solventi). I prodotti

finali, a seconda dell'impiego, debbono, a loro volta, essere trattati: per separarli (ad es. dal substrato che non ha reagito, dai catalizzatori, dai microrganismi, dai solventi), per purificarli e per concentrarli. Si ricorre, a seconda dei casi, alla sedimentazione, alla filtrazione, alla centrifugazione, alla distillazione, all'assorbimento, alla estrazione con solventi, ecc.

3.1.2 Processi termochimici

La *combustione* diretta è il più antico e più semplice mezzo per lo sfruttamento energetico delle biomasse, adatta a sostanze abbastanza secche. I principali prodotti della combustione sono costituiti da anidride carbonica, vapore d'acqua, e ceneri.

Un altro processo importante è la *pirolisi*, che prevede il riscaldamento delle biomasse in assenza di aria, e che permette di ottenere prodotti liquidi, solidi e gassosi in proporzioni diverse, a seconda della temperatura alla quale si effettua il processo. La pirolisi avviene a bassi livelli di temperatura, che favoriscono la formazione dei combustibili liquidi e solidi. Se la temperatura è inferiore a 400-500°C, la pirolisi è definita *carbonizzazione*, e produce carbone di legna, combustibili gassosi, e combustibili liquidi (oli pesanti e leggeri). Quando la temperatura raggiunge i 1000°C si ha la *gassificazione* completa della biomassa.

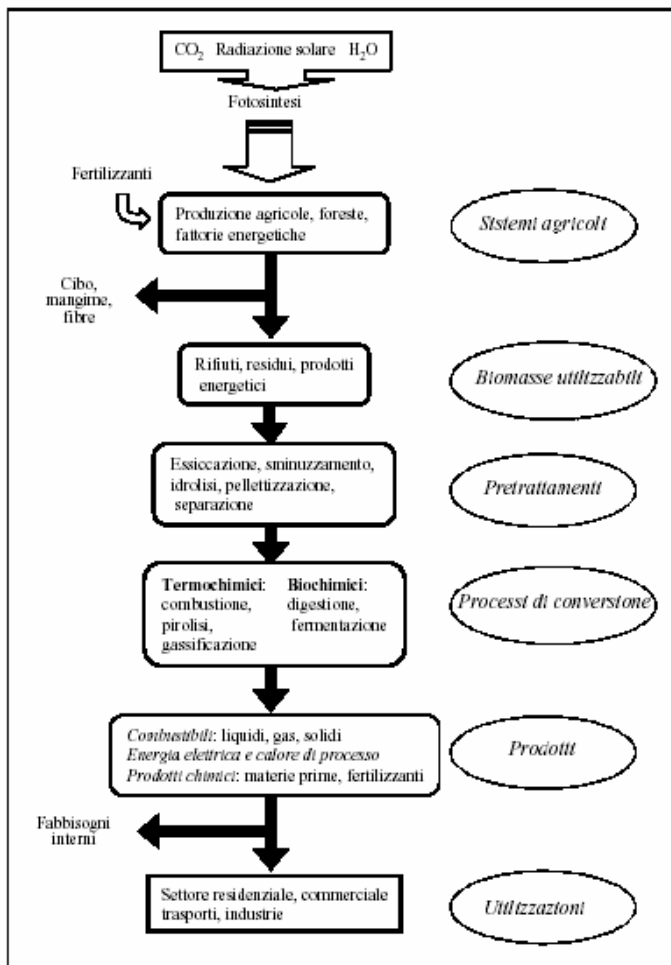


Fig. 3.1.1: Ciclo completo di produzione e utilizzazione di biomasse (ASTER, 2001)

3.2 Processi biochimici

3.2.1 La digestione anaerobica

La digestione anaerobica è un insieme di processi biologici mediante i quali le sostanze organiche possono essere "digerite" in un ambiente privo di ossigeno, arrivando alla produzione di gas combustibile e di fanghi humificati e mineralizzati, con migliorate caratteristiche fertilizzanti.

Il termine "mineralizzati" significa che il materiale presente non può essere ulteriormente degradato, mentre per "humificazione" si intende la trasformazione del materiale organico, originariamente putrescibile, in un prodotto stabile ed innocuo, soggetto a decomposizione molto lenta.

Questi processi avvengono ad opera di una flora batterica di natura anaerobica, che può sussistere solo in ambiente privo di ossigeno. I batteri responsabili della fermentazione metanica sono saprofiti eterotrofi, che utilizzano come fonte di carbonio e di energia i composti organici.

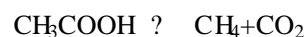
In relazione all'intervallo di temperatura in cui agiscono, i batteri sono suddivisi in:

- Psicrofili, quando agiscono a temperature inferiori a 25°C
- Mesofili, quando agiscono a temperature comprese tra i 25°C e 45°C
- Termofili, quando agiscono a temperature superiori a 45°C.

Tali batteri sono sempre presenti nella massa organica originale, si sviluppano rigogliosamente in ambiente chiuso, e trasformano i composti organici in CH₄ e CO₂, utilizzando gli enzimi come catalizzatori biologici. Gli enzimi sono molecole di natura proteica, sintetizzati dall'organismo stesso che li usa; possono essere di natura unicamente proteica, oppure costituiti da due parti, il coenzima, che è una molecola organica di origine vitaminica, e l'apoenzima, che è la parte propriamente proteica.

La digestione anaerobica è condotta in reattori (digestori), opportunamente concepiti per evitare il contatto tra la massa liquida in essi contenuta e l'ossigeno atmosferico. Si sviluppa in tre fasi successive:

1. idrolisi della cellulosa, delle proteine, dei lipidi e degli zuccheri e degli amminoacidi,
2. fase acidogenica con formazione di acidi grassi in particolare di acido acetico,
3. metanizzazione del prodotto della seconda fase; questo stadio metanogenico coinvolge una serie di metano-batteri, che completano la trasformazione in metano ed anidride carbonica degli acidi grassi (principalmente acetico), secondo la reazione seguente:



in cui un atomo di carbonio è l'accettore finale di idrogeno, e produce metano, mentre l'altro atomo va a costituire l'anidride carbonica.

I prodotti finali sono un gas combustibile con p.c.i. di 5300-5800 kcal/Nm³, un residuo liquido chiarificato, ed un fango inspessito.

Il gas prodotto è una miscela contenente il 65-70% di metano, il 30-35% di anidride carbonica, tracce di acido solfidrico, piccole percentuali di H₂, CO, e di idrocarburi saturi.

Il surnatante (liquido chiarificato), può essere impiegato per la diluizione, se necessaria, della sostanza organica in ingresso al digestore, per l'allestimento di zone di lagunaggio adibite a colture energetiche, e per la fertirrigazione.

Il fango, la parte inspessita del digerito, quasi inodore e stabilizzata (sia umida che essiccata), può trovare impiego in agricoltura come fertilizzante, in quanto contiene azoto, fosforo e potassio, essenziali per un buon concime.

Per le conversioni di tipo biochimico risultano idonee le colture acquatiche, alcuni sottoprodotti colturali (foglie e steli di barbabietola, patata, ortive, ecc.), i reflui zootecnici ed alcuni scarti di lavorazione (acque di vegetazione dei frantoi, ecc.), nonché la biomassa organica eterogenea immagazzinata nelle discariche controllate.

3.3 Processi termochimici

Tutti i processi termochimici iniziano con la pirolisi: ad essa possono seguire altre fasi, a seconda dei prodotti finali desiderati.

Durante la pirolisi, la olocellulosa e la lignina, (i principali componenti dei materiali lignocellulosici) danno origine a composti diversi.

La olocellulosa produce soprattutto sostanze volatili. Nella combustione diretta, esse, reagendo con l'ossigeno, sono bruciate completamente. Potrebbero essere, però, estratte come gas, o liquefatte. La lignina produce principalmente carbone di legna, unitamente a sostanze volatili. Il carbone può essere usato come tale, o ulteriormente trattato per ottenere sostanze gassose.

3.3.1 Combustione diretta

La combustione diretta è stata, per molto tempo, l'unico mezzo per produrre calore ad uso domestico ed industriale.

Oggi la combustione interessa non solo la legna, ma anche gli scarti forestali, la paglia, i residui dell'industria del legno (segatura, trucioli), dell'industria agroalimentare (bagasse, gusci, noccioli, ecc.), ed i rifiuti solidi urbani.

In maniera più o meno accentuata tutti questi materiali presentano caratteristiche di dispersione nel territorio, di modesto valore unitario, di grandi volumi, e di discontinuità nel tempo. Ciò pone problemi non facili (in termini economici) di raccolta, di conservazione, di pretrattamento e di distribuzione (comuni, d'altra parte, a tutte le tecnologie di conversione).

Il processo di combustione permette la trasformazione dell'energia chimica intrinseca alla biomassa in energia termica, mediante una successione di reazioni chimico-fisiche. Quando la biomassa viene immessa in camera di combustione subisce inizialmente un'essiccazione, quindi, man mano che la temperatura aumenta si succedono processi di pirolisi, gassificazione e combustione.

Il risultato dei suddetti processi è la produzione di calore che viene recuperato mediante scambiatori di calore in cui si trasferisce l'energia termica ad altri fluidi vettori, quali aria o acqua. La quantità di energia termica fornita dalla biomassa è funzione del tipo utilizzato, della quantità di ceneri e del contenuto di umidità.

3.3.2 Pirolisi e gassificazione

Le sostanze organiche con piccolo tasso di umidità (minore del 50%) ed un alto tenore di carbonio, riferito all'azoto presente (rapporto C/N maggiore di 30) possono essere impiegate nel processo di pirolisi: ad esempio: il legno, la segatura, i trucioli, le foglie, la paglia, i residui di potatura, i cascami derivanti dalla pulitura del bosco, altri residui vegetali, i rifiuti solidi urbani e quelli industriali (gomma, plastica) a carattere organico.

La scelta del materiale da impiegare per l'alimentazione del reattore di pirolisi, è legata al prodotto finale desiderato.

La composizione del legno ha molta influenza sulle caratteristiche dei prodotti ottenuti: ad esempio, la cellulosa produce acido acetico, ma non alcool metilico, mentre la lignina origina principalmente quest'ultimo, oltre che prodotti solidi.

Qualora si voglia ottenere carbone di legna, è preferibile impiegare legno proveniente da piante sempreverdi. Se, invece, si richiede alcool metilico o acido acetico, si utilizzerà legno proveniente da piante a foglie caduche. Qualora, infine, si effettui la gassificazione si può ricorrere a qualunque tipo di biomassa

Il materiale di alimentazione, ed in particolare la legna, deve essere sottoposto ad un pretrattamento di essiccazione e di sminuzzamento.

Il tasso di umidità ha un ruolo importante, poiché l'acqua richiede un elevato calore di vaporizzazione, e, quindi incide notevolmente sulla quantità di combustibile necessario per la distillazione.

Per un buon rendimento, il tasso di umidità non deve superare il 20%. Per raggiungere questo valore l'essiccazione può essere condotta per via naturale, lasciando la biomassa per un periodo opportuno a temperatura ambiente, oppure mediante l'impiego di forni, con apporto di calore ad una temperatura intorno ai 100°C, per evitare possibili accensioni del vegetale.

La pirolisi è un processo di decomposizione fisica e chimica di materiali organici, ottenuta riscaldando questi ultimi in assenza di aria. Nell'evolversi delle varie fasi si ottengono prodotti diversi, a seconda delle temperature raggiunte. Per valori sino a 400-500°C avviene la *carbonizzazione*, che origina carbone di legna, una miscela di gas (condensabili ed incondensabili), e composti liquidi (catrami, oli, ecc.), secondo la reazione:



legno

carbone

catrame, gas

di legna

di legna e

composti

dell'acido

pirolignoso

Durante la carbonizzazione la produzione del carbone di legna corrisponde al 30-35% del materiale secco di partenza (il carbone di legna ha un contenuto di carbonio compreso nel

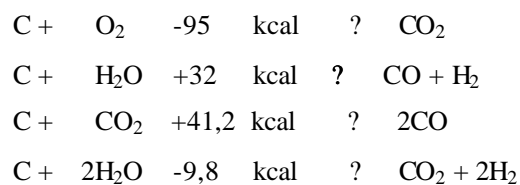
campo 75÷85%, ed un potere calorifico di circa 6000/7000 kcal/kg); la produzione di gas è pari al 15÷20% della sostanza secca; i componenti liquidi rappresentano circa il 25%, e sono costituiti da catrami e dall'acido pirolegnoso.

Per le temperature superiori a 600° e sino a 900-1000°C, si ha essenzialmente una produzione di gas, composto da H₂, CO, CO₂ (quest'ultima in percentuali sempre più basse), e da idrocarburi: il potere calorifero è circa 3000 KcallNm³.

Quando il processo avviene in tempi molto brevi e ad elevate temperature, la pirolisi è denominata del tipo "flash".

Il carbone di legna e le altre sostanze solide possono essere portate alla completa gassificazione (con un piccolo scarto di ceneri) immettendo ossigeno od aria, in presenza di una certa quantità di acqua.

Tra il carbone di legna e gli agenti gassificanti avvengono le seguenti reazioni:



In questa fase si dissocia anche il catrame.

Quando per la gassificazione si usa aria, il bilancio globale dei materiali può essere così espresso: 1 kg di materia vegetale secca + 0,2 kg di acqua + 2 kg di aria (composta da 0,4 kg di O₂ + 1,6 kg di N₂) = 3,1 kg di gas povero.

Il gas è composto essenzialmente da CO, H₂ ed N₂ (introdotto con l'aria), ed ha un potere calorifico di 1100/1800 kcal/Nm³. Ricorrendo, invece, all'ossigeno si otterrà un gas privo di N₂, ed avente un potere calorifico di 3000 kcal/Nm³.

In questo caso, a parità di vegetale di partenza, la quantità di gas ottenuta è di soli 1,5 kg, in quanto è assente l'azoto.

Il combustibile gassoso ottenuto è utilizzabile in motori a combustione interna o in caldaie per la produzione di energia meccanica o termica ma anche in forni di produzione, per esempio, di cementi o laterizi.

3.4 Biocombustibili

Un ulteriore aspetto che riguarda le biomasse non ancora considerato riguarda i biocombustibili. La filiera dei biocombustibili bioetanolo e biodiesel riveste particolare attenzione in relazione alla individuazione di soluzioni praticabili per il contenimento dell'inquinamento causato dai combustibili fossili usati per il trasporto.

Il biodiesel deriva dalla transesterificazione degli oli vegetali effettuata con alcol metilico ed etilico. Ne deriva un combustibile simile al gasolio. Gli oli vegetali prodotti provengono da colture su terreni a set-aside di colza e girasole.

Il bioetanolo viene prodotto tramite processi di fermentazione e distillazione di materiali zuccherini o amidacei. La destinazione più considerata è il suo utilizzo nella sintesi dell'ETBE (etil-terbutil-etero), usato in miscela alle benzine come additivo ossigenato ed antidetonante in sostituzione del piombo tetraetile o degli idrocarburi aromatici.

A questo proposito il Programma Nazionale Biocombustibili (PROBIO) predisposto dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali rappresenta il primo strumento di attuazione operativa di programmi mirati. Il PROBIO è stato predisposto in ottemperanza all'art. 3 della legge 2.12.98 n. 423, *“Interventi strutturali e urgenti nel settore agricolo, agrumicolo e zootecnico”*. Tale articolo indica: *“Per avviare le azioni nazionali derivanti dall'applicazione delle determinazioni adottate dalla conferenza di Kyoto per la riduzione delle emissioni gassose, il Ministro per le Politiche agricole, d'intesa con la conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, presenta al CIPE per l'approvazione un programma nazionale denominato “Biocombustibili”. Per la realizzazione del predetto programma è autorizzata la spesa di lire 5 miliardi annue ad decorrere dal 1999”*.

Il programma PROBIO non prevede interventi di sostegno “ordinario” al mondo produttivo ed è orientato verso l'attuazione di attività dimostrative/divulgative con una forte caratterizzazione territoriale.

Le tipologie di intervento sono strutturate su due livelli:

- centrale, coordinato direttamente dal MIPAF con il contributo di rappresentanti regionali;

- regionale, basato essenzialmente su “progetti dimostrativi regionali” in grado di ottimizzare l’impatto di PROBIO.

Fra le attività che fanno riferimento al livello centrale sono indicate il coordinamento e monitoraggio del programma, definizione di metodologie di raccolta, analisi e valutazione dei risultati, supporto tecnico scientifico, campagne informative e promozione.

Le attività di tipo dimostrativo sono gestite dalle Amministrazioni regionali e dalle Province Autonome che predispongono e presentano al MIPAF specifici programmi. Inoltre, a livello locale, viene evidenziato il supporto delle amministrazioni locali riguardo alla definizione di eventuali strutture locali e delle collaborazioni da attivare, l’organizzazione della raccolta di biomasse residue o di scarto da utilizzare come base per la produzione di biocombustibili, sviluppo della produzione di biocombustibili individuando quelli più confacenti alle specifiche caratteristiche del sistema agro-forestale e delle richieste di mercato.

La dotazione finanziaria del PROBIO è ammontata a 5 miliardi di lire/anno per un triennio a partire dal 1999, di cui 4.5 miliardi alle Regioni.

3.5 Esempio di sfruttamento dei residui derivati da biomassa: pellets

Il pellet è un’estrusione in continuo che viene suddivisa poi in tronchetti di differenti dimensioni (diametro da 6 a 12 mm altezza da 12 a 18 mm) idonei per l’alimentazione di stufe e caldaie. Si ottiene grazie all’azione di macchine pellettizzatrici che agiscono comprimendo residui legnosi di ridotte dimensioni, trucioli, segatura, corteccia, appartenenti a diverse specie legnose. La fase di compressione può essere preceduta, se necessario, da interventi di triturazione qualora il pezzame presenti dimensioni elevate, e di essiccazione. Questo per evitare che il materiale troppo umido possa essere soggetto a riscaldamento, di conseguenza perdere di sostanza, perdere in termini di massa e contemporaneamente dare origine a incrementi nell’emissione di polvere.

I pellets sono caratterizzati da un basso contenuto di umidità, 6-10%, così come un basso contenuto di ceneri, approssimativamente 0.5%. Peculiarità del pellet, che lo contraddistingue dal legno, è quella di presentare un volume praticamente costante. Questa

sua caratteristica è conseguenza del processo di formazione; la compressione di materiale fine, infatti, porta alla realizzazione di un prodotto con porosità nettamente inferiore rispetto al legno. Il pellet ha un potere calorico inferiore di circa 4200 kcal/kg, nettamente superiore rispetto agli altri combustibili d'origine legnosa.

Queste proprietà contribuiscono ad evidenziare le qualità del prodotto dal punto di vista della commercializzazione e degli spazi necessari per lo stoccaggio.

Le caratteristiche sopra descritte, insieme alla disponibilità sul mercato di tecnologie per il suo utilizzo affidabili ed efficienti, fanno del prodotto una valida alternativa ai combustibili tradizionali. Infatti le modalità di utilizzo sono paragonabili a combustibili tradizionali come il gasolio in termini di stoccaggio, alimentazione, distribuzione ed automazione del processo di combustione.

In Europa la Svezia è il più grande produttore ed utilizzatore di questa tipologia di prodotto, che è comunque diffuso in molti altri paesi europei. In Italia l'utilizzo dei pellets è molto contenuto anche se negli ultimi anni presenta un trend di crescita decisamente positivo.

Infatti la produzione italiana è stimata intorno alle 500 tonnellate annue, decisamente non comparabile a paesi come la Svezia con produzione superiore alle 500.000 tonnellate, Danimarca (~ 150.000 ton.), Austria (~ 35.000 ton.). Attualmente in Italia si importano pellets soprattutto da Austria, Spagna e Romania.

Un aspetto importante che può influenzare le prospettive future di questo prodotto e non deludere le aspettative del mercato, è la necessità di opportune garanzie sulla qualità del prodotto, in quanto allo stato non esistono specifiche standard di riferimento. A questo scopo è necessario caratterizzare la qualità dei pellets dal punto di vista, ad esempio, di dimensione, umidità, densità, contenuto delle ceneri, potere calorifico, ecc.. In tal modo si garantisce all'utente finale uno standard qualitativo nella resa del prodotto. In questo senso hanno già lavorato sia il CTI che l'equivalente struttura della UE per garantire uno standard unificato a livello europeo.

In Svezia, che, come accennato, è il paese più avanzato nella produzione ed utilizzo di pellets, esiste una specifica classificazione prodotta dall'ente di certificazione preposto alla predisposizione della normativa per le proprietà ed i metodi di prova dei pellets. Tale ente esegue inoltre ispezioni presso i fornitori almeno una volta all'anno. Questo monitoraggio

include una valutazione sulla conformità della qualità, incluso il campionamento dei pellets certificati.

3.6 Tecnologie per la combustione

Tra i vari processi di utilizzazione energetica della biomassa, la combustione è senza dubbio la più antica e la più matura.

In relazione al tipo di biomassa utilizzata quale combustibile, al contenuto di umidità presente e alla quantità di ceneri, il Potere Calorifico Inferiore (PCI) derivante dalla combustione varia nella gamma 10.500 - 19.000 kJ/kg.

Gli impianti che sfruttano la combustione di biomassa a scopi energetici possono essere suddivisi in due categorie:

1. Impianti per la produzione di energia termica eventualmente in cogenerazione, a partire da combustibile solido (generalmente <5-6 MWt);
2. Impianti per la produzione di energia elettrica eventualmente in cogenerazione a partire da combustibile solido o liquido (2-15 MWe).

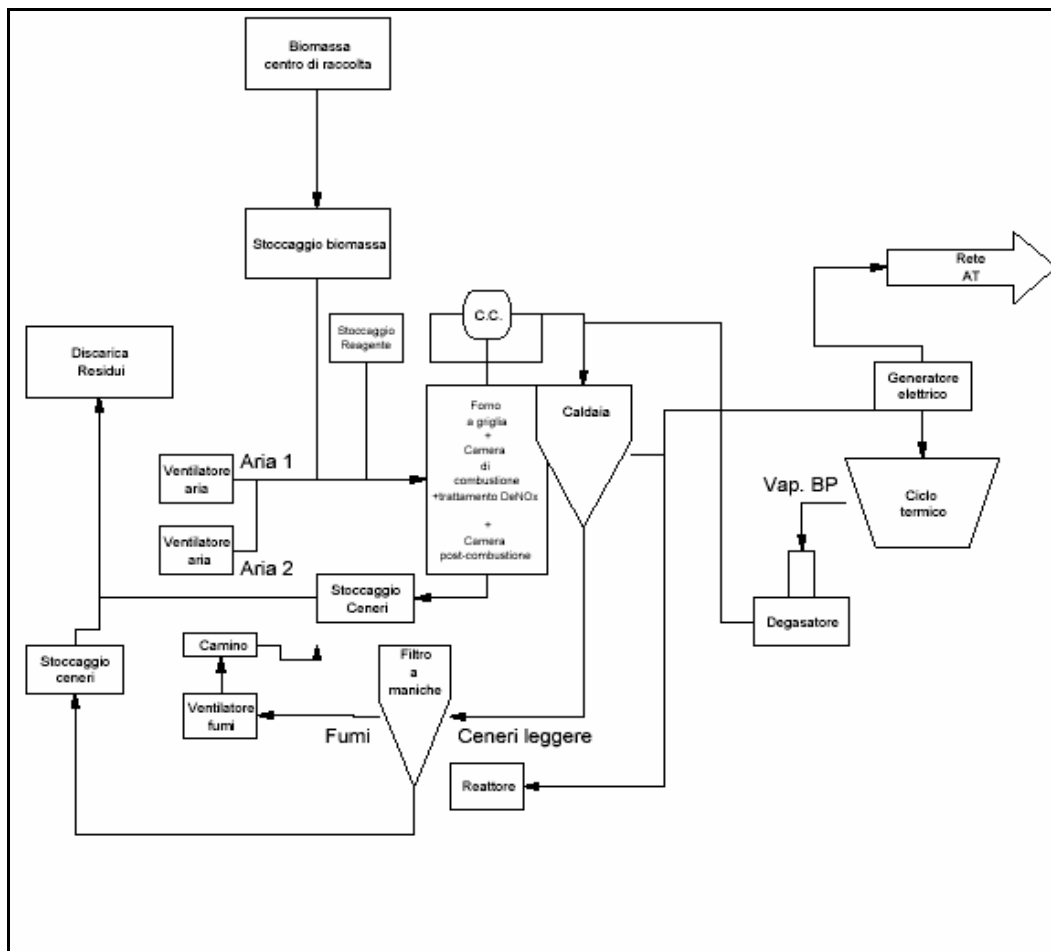


Fig.3.6.1: Schema di impianto a biomassa lignocellulosica (CTI, 2002)

Gli impianti appartenenti alla prima categoria sono quelli che presentano, da un punto di vista tecnico ed economico, le migliori prestazioni generali, anche in termini di potenziale risparmio energetico.

Gli schemi impiantistici, per impianti inferiori a 0,5 MW, operano nella seguente maniera:

- combustione a fiamma inversa con alimentazione manuale del combustibile;
- ? combustione di tipo convenzionale (o ancora a fiamma inversa) con tramoggia di alimentazione e relativo bruciatore automatico.

Mentre per impianti superiori a 0,5 MW:

- accumulo di materiale ligno-cellulosico sminuzzato a tenori di umidità molto variabili;

- Prelevamento automatico del combustibile dall'accumulo o carico di tramogge con mezzi gommati;
- Introduzione del combustibile in caldaia in quantità dipendente dalla temperatura dei fumi e dell'acqua circolante nella caldaia stessa;
- introduzione di aria comburente per mantenere un prefissato tenore di ossigeno nei fumi;
- Sistema d'abbattimento del particolato con cicloni.

Le principali problematiche inerenti l'utilizzo di questi impianti riguardano:

- L'approvvigionamento del combustibile in termini organizzativi;
- L'impegno economico richiesto dai sistemi di teleriscaldamento;
- La gestione degli impianti e della vendita del calore.

Gli impianti descritti, oltre che per la produzione di calore, si prestano anche per la generazione di elettricità in piccole taglie (circa pari al 15% della potenza termica) utilizzando la tecnologia del ciclo Rankine. Si può produrre elettricità sia impiegando turbine a vapore sia utilizzando macchine OCR con fluidi organici.

Quest'ultima soluzione si basa sull'impiego, come fluido intermedio, di olio diatermico alla temperatura nominale di 300°C e sulla produzione di acqua calda direttamente dall'olio o al condensatore della macchina OCR.

La categoria di impianti del secondo tipo ha avuto una certa spinta a seguito delle agevolazioni previste dalle Leggi 9 e 10/91 e dal provvedimento CIP 6/92. Tuttavia non è ancora chiara l'effettiva penetrabilità di queste soluzioni impiantistiche.

Le maggiori difficoltà derivano dai seguenti aspetti:

- Problemi tecnologici che, sembra, interessino in pratica tutte le soluzioni impiantistiche che mirano ad elevate rese in energia elettrica;
- L'esperienza di biomassa a costi contenuti;
- Bassa accettabilità da parte delle comunità;
- Attuale scarsa stabilità del quadro normativo;
- Difficoltà a trovare situazioni ove sia possibile, in termini di utenze, la cogenerazione.

Le diverse tecnologie di combustione della biomassa fanno riferimento a:

- Combustione a griglia (fissa o mobile);
- Combustione in sospensione;
- Combustione a tamburo rotante;

- Combustione a doppio stadio;
- Combustione a letto fluido.

Nella *combustione a griglia* si distinguono i sistemi a griglia fissa che sono utilizzati per impianti di piccola taglia e i sistemi a griglia mobile utilizzati soprattutto in contesto industriale per la maggiore facilità di movimentazione, rimescolamento del combustibile e rimozione delle ceneri.

La *combustione in sospensione* è una tecnologia indicata nel caso di utilizzo di biomasse leggere e polverulenti quali lolla di riso, segatura, paglia, ecc.. La biomassa, inserita nella parte superiore del combustore, brucia mentre cade sulla griglia sottostante.

La *soluzione a tamburo rotante* viene utilizzata nelle applicazioni in cui il combustibile ha caratteristiche termo-fisiche molto povere e contiene elevati carichi inquinanti. Durante il processo, in conseguenza del rimescolamento continuo della biomassa dovuto alla rotazione del tamburo, la combustione avviene in maniera più completa con conseguente diminuzione degli incombusti.

La *tecnologia a doppio stadio* è quella in cui si verificano preliminarmente la gassificazione e la pirolisi in una prima camera. La completa combustione dei prodotti gassificati avviene in una seconda camera posta a valle che costituisce il corpo principale di trasferimento dell'energia al fluido vettore.

Con il *sistema a letto fluido* possono essere trattati vari tipi di biomassa, inclusi i materiali più "difficili" quali ligniti, torbe, RSU e fanghi, anche in presenza di un forte gradiente di umidità.

La camera di combustione è parzialmente riempita con un materiale inerte (sabbia per esempio) che viene fluidificato dall'aria comburente in modo da costituire un letto bollente che viene recuperato e reimmesso in circolazione nella camera di combustione.

Tutte le apparecchiature sopra descritte puntano a recuperare il massimo calore sviluppato dal processo di combustione mediante una delle due modalità che seguono:

- in modo diretto tramite le pareti del dispositivo;
- in modo indiretto per mezzo di un fluido termovettore.

In entrambi i casi la sezione di recupero del calore costituisce un elemento fondamentale in fase di progettazione perché, oltre a consentire un adeguato recupero energetico, deve il più

possibile abbattere la temperatura dei fumi di scarico per portarla ad un adeguato livello al trattamento.

I dispositivi di combustione presentano caratteristiche costruttive differenti a seconda del loro impiego, come illustrato nella figura seguente.

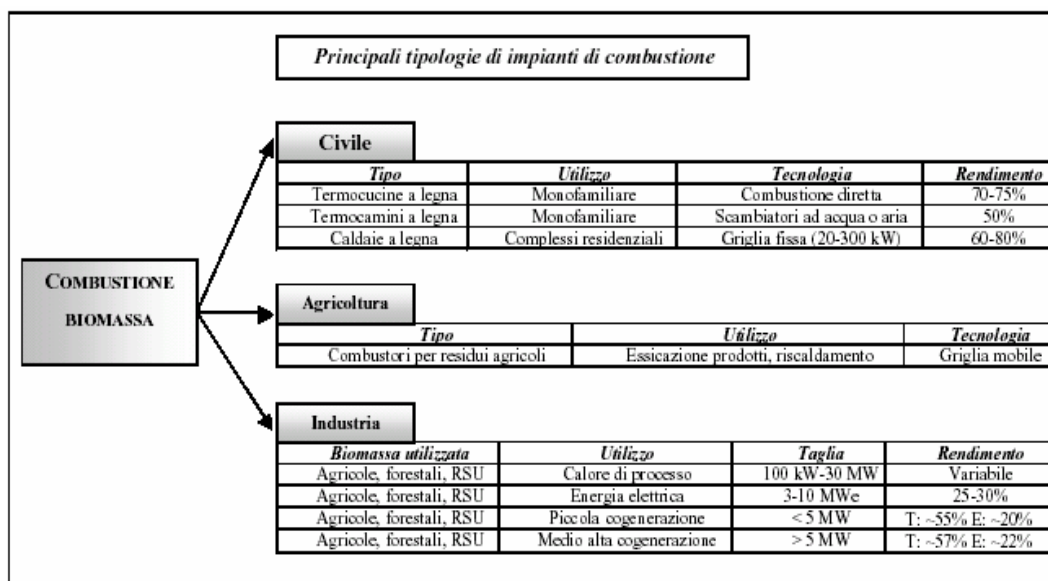


Fig. 3.6.2: Principali tipologie di impianti di combustione (ASTER, 2001)

3.7 Tecnologie per la gassificazione

I dispositivi per la gassificazione hanno le stesse caratteristiche costruttive di quelli impiegati per la combustione a letto fisso o a letto fluido e si differenziano soltanto per pochi particolari costruttivi e di processo.

In genere il processo si articola in tre fasi:

- Essiccamento;
- Pirolisi;
- Processi ossido-riduttivi.

La biomassa, al suo ingresso nel sistema, viene liberata dal suo contenuto di umidità e successivamente trasformata in vapore d'acqua, anidride carbonica, sostanze catramose, idrocarburi e residui carboniosi; le sostanze volatili, procedendo dal basso verso l'alto, subiscono un successivo processo di trasformazione combinandosi con l'aria di gassificazione e formando il gas grezzo finale.

Nel bilancio generale di processo assumono rilevante importanza le seguenti variabili:

- portata oraria della biomassa;
- portata oraria dell'aria;
- temperatura del letto;
- contenuto di umidità della biomassa;
- tempo di residenza della biomassa e dei gas nel letto inerte.

A loro volta queste variabili sono influenzate dai parametri determinati per progettare un gasogeno a letto fluido:

- granulometria ottimale del materiale inerte costituente il letto fluido;
- velocità minima del vettore utilizzato per la fluidificazione;
- altezza ottimale del letto;
- dimensioni del reattore e delle apparecchiature accessorie.

A seconda della pressione di esercizio i gassificatori si distinguono in due tipologie:

- gassificatori atmosferici;
- gassificatori pressurizzati.

I gassificatori atmosferici hanno costi d'investimento più bassi soprattutto alle potenze inferiori e si adattano ad essere utilizzati nei MCI. Quelli pressurizzati sono più costosi per via di un sistema d'alimentazione più complesso e a parità di dimensioni richiedono un investimento maggiore ma l'efficienza che li caratterizza è più elevata.

La composizione del gas e il PCI non sono significativamente differenti nei due sistemi.

3.8 Caratteristiche generali degli impianti per pirolisi

Nell'ambito del processo di pirolisi le prestazioni sono determinate dai seguenti fattori:

- Temperatura finale di reazione;

- Velocità di riscaldamento della biomassa;
- Tempo di residenza del materiale alla temperatura di reazione;
- Dimensione e forma della biomassa trattata;
- Presenza di catalizzatori.

Le modalità più comuni di esecuzione del processo sono:

- La carbonizzazione;
- La pirolisi convenzionale;
- La fast pirolisi;
- La flash pirolisi.

Tipologia	Temperatura (°C)	Caratteristiche
Carbonizzazione (carbone)	300 – 500	Recupera solo frazione solida
Pirolisi convenzionale	< 600	Tre frazioni in uguale proporzione
Fast pirolisi	500 – 650	Produzione al 70-80% di frazione liquida
Flash pirolisi	> 700	Produzione di 80% di frazione liquida

Tab. 3.8.1: Temperature (°C) e caratteristiche dei processi di pirolisi (ASTER, 2001)

4 – ASPETTI AMBIENTALI

4.1 Vincoli ambientali

Come riferimento generale va tenuto presente che un intervento per la produzione di calore e/o elettricità deve essere compatibile con gli strumenti di pianificazione e di programmazione vigenti e rispettare eventuali vincoli presenti sull'area (quali vincoli paesaggistici, naturalistici, storico-artistici, archeologici, idrogeologici, demaniali, di servitù pubbliche o di altre limitazioni alla proprietà). Nell'analizzare gli adempimenti necessari per la realizzazione di tali interventi, si possono individuare quattro principali categorie di vincoli legislativi e normativi che fanno riferimento a:

- Norme urbanistico-edilizie
- Norme per la sicurezza e l'igiene del lavoro
- Norme relative alla tutela dell'ambiente e della salute
- Norme in materia di utilizzo di fonti energetiche, produzione e cessione di energia.

Questi adempimenti comportano in genere il rilascio di nullaosta da parte di enti, amministrazioni centrali e periferiche della stato e degli enti locali. In particolare per quanto riguarda gli aspetti ambientali tale tipologia di impianti deve comunque sottostare a diverse emanazioni normative a garanzia di un'elevata protezione dell'ambiente. Per ciò che concerne le emissioni in atmosfera il riferimento principale è il D.P.R. 24 Maggio 1988 n. 203 ed i suoi decreti applicativi, come D.M. Ambiente del 12 Luglio 1990.

Infatti tale decreto, riportante norme in materia di qualità dell'aria ai fini della protezione dell'ambiente e della salute, sottopone alla sua disciplina tutti gli impianti che possono emettere nell'atmosfera sostanze solide, liquide o gassose ritenute fonti di inquinamento atmosferico. In questo senso non è quindi un atto inerente esclusivamente installazioni dedite alla produzione di energia termica da biomassa. Sono riportati i valori limite della qualità dell'aria definiti come soglie massime di accettabilità delle concentrazioni e valori guida di qualità dell'aria intesi come misure a lungo termine in materia di salute e salvaguardia ambientale in accordo con la migliore tecnologia disponibile attualmente. Mentre con il DM 12 Luglio 1990 vengono stabilite:

- a) Le linee guida per il contenimento delle emissioni inquinanti degli impianti industriali, come definiti nel precedente DPR n. 203/88;
- b) i valori di emissione minimi e massimi per gli impianti esistenti;
- c) i metodi generali di campionamento, analisi e valutazione delle emissioni;
- d) i criteri temporali per l'adeguamento progressivo degli impianti esistenti;
- e) i criteri per l'utilizzazione di tecnologie disponibili per il controllo delle emissioni.

Inoltre con il decreto 16 Gennaio 1995 si stabiliscono le "norme tecniche per il riutilizzo in un ciclo di combustione per la produzione di energia dai residui derivanti da cicli di produzione o di consumo". Tale decreto oltre a classificare i residui vegetali derivanti da precedenti cicli di produzione e di consumo, riporta una serie di norme tecniche volte a definirne le modalità d'uso a fini energetici.

In particolare nel caso di residui della lavorazione del legno o affini trattati, esistono dei vincoli inerenti l'efficienza di combustione minima pari al 99% e le emissioni riferite ad un tenore di ossigeno dei fumi pari a 11% in volume. Con il successivo D.P.C.M. del 2 Ottobre 1995 vengono indicate le caratteristiche merceologiche dei combustibili impiegabili in impianti di tipo industriale e civili.

L'art. 7 indica come combustibili per uso civile quelli "non inseriti in un ciclo di produzione industriale" e impiegati per climatizzare e/o riscaldare ambienti, per il riscaldamento di acqua, per cucine, lavaggio biancheria, forni da pane, mense. In relazione a ciò l'art. 08 oltre a elencare i combustibili tradizionali (GPL, metano, gasolio, kerosene, ecc.) segnala la legna, il carbone di legna e altri, alle condizioni previste dal decreto del 16.01.1995, i residui di origine vegetale. Nello specifico, gli impianti termici descritti all'art. 7 destinati al riscaldamento e/o la climatizzazione di ambienti industriali e artigianali, possono avvalersi dei residui vegetali definiti dal decreto del 16.01.1995 solo se questi sono prodotti nello stesso luogo.

Infine, parlando di biomasse in generale e quindi di R.S.U. non si può non citare il Decreto legislativo n. 22 del 5 Maggio 1997 (Decreto Ronchi). Con l'introduzione di questo decreto recante norme di "attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CEE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio" si disciplina le modalità di gestione al fine di garantire una più ampia salvaguardia di tutti quegli elementi quali l'aria, l'acqua, il suolo, la fauna, e la flora, costituenti nel loro insieme l'ambiente,

attraverso atti volti a promuovere forme di riciclaggio, di reimpiego, di utilizzazione come combustibile o altro mezzo per produrre energia.

In questo senso viene data una definizione del termine rifiuti, intendendo “qualsiasi sostanza od oggetto che rientra nelle categorie riportate nell’allegato I e di cui il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l’obbligo di disfarsi”.

La stessa direttiva impone la realizzazione di un catalogo europeo dei rifiuti (CER) che elenchi e contraddistingua con un codice numerato le varie tipologie di rifiuti.

Nello specifico, anche le biomasse residuali di seguito elencate, vengono classificate come rifiuti solidi urbani.

020103 scarti vegetali;

020107 residui derivanti dalla selvicoltura;

020301 fanghi derivanti da operazioni di lavaggio pulizia sbucciatura centrifugazione e separazione di componenti;

020303 residui da separazioni con solventi;

020304 scarti inutilizzati per il consumo o la trasformazione;

020701 rifiuti da operazioni di lavaggio, pulizia e macinazione della materia prima;

020704 scarti inutilizzati per il consumo o la trasformazione;

030101 scarti di corteccia e sughero;

030102 segatura a base di legno vergine e trattato;

030103 scarti di rasatura, taglio, impiallacciatura, legno deteriorato a base di legno vergine e trattato;

030301 corteccia

150103 imballaggi in legno

170201 legno da costruzioni e demolizioni

200107 legno da rifiuti solidi urbani ed assimilabili da commercio, industria ed istituzioni inclusi quelli della raccolta differenziata.

Il decreto Ronchi e il successivo D.M. 05.02.98 hanno fatto proprio questo elenco dei rifiuti, e, senza vagliare le possibili considerazioni successive alla definizione di rifiuti, ha uguagliato le biomasse residuali a rifiuti solidi urbani portando così all’introduzione di una restrittiva normativa nel campo delle possibili utilizzazioni delle biomasse e a una profonda correzione dei provvedimenti in precedenza nominati.

In particolare ha stabilito che:

- i materiali provenienti da attività agricole, forestali e di prima lavorazione di prodotti agroalimentari (contraddistinti dal binomio 02), possano essere impiegati in processi di combustione volti alla produzione di energia solo nel caso in cui ci si avvalga di impianti di potenza termica nominale non inferiore a 0,5 MW.
- i materiali contraddistinti dai codici rimanenti ottenuti da processi di 1a e 2a lavorazione del legno, della carta e del sughero possano essere utilizzati, qualora vergini, in impianti di potenza termica nominale non inferiore a 0,5 MW; al contrario se trattati, esclusivamente in impianti con potenza superiore a 1 MW.
- gli impianti siano dotati di:
 - a) bruciatore pilota a combustibile gassoso o liquido;
 - b) alimentazione automatica del combustibile;
 - c) regolazione automatica del rapporto aria/combustibile anche nelle fasi di avviamento;
 - d) controllo continuo del CO del O₂ e della temperatura nell'effluente gassoso;
 - e) controllo in continuo per NO_x HCl HF SO₂ carbonio organico totale COT e polvere totale nel caso in cui vengano superati i 6 MW.
- siano introdotti severi limiti di emissione.

4.2 Aspetti ambientali derivanti dall'utilizzo delle biomasse

L'uso delle biomasse in sostituzione dei tradizionali combustibili (es. gasolio, metano) comporta importanti benefici ambientali come la sensibile riduzione della CO₂ immessa nell'atmosfera; in particolare gli impianti termici a biomassa, rispetto a quelli a gasolio, permettono una riduzione della CO₂ pari a circa 0,772 kg per W_{he} sostituito e pari a circa 0,33 kg per kWh_e sostituito. Inoltre le biomasse sono praticamente esenti da zolfo (0,01 - 0,15 %) e da cloro (0,01-0,1%).

I principali gas inquinanti nei fumi di un tipico impianto a biomassa sono i composti dell'azoto, dell'ossido di carbonio, degli idrocarburi incombusti, delle sostanze derivate dall'acido cloridrico e delle polveri, secondo le concentrazioni illustrate in tabella.

**Concentrazione dei gas inquinanti nei fumi di un tipico
impianto alimentato a biomassa (residui legnosi)**

Sostanza	Limiti [mg/mc]
Polveri	< 100
Anidride solforosa SO ₂	< 15
Ossidi di Azoto (NO _x)	< 100
Ossido di Carbonio (CO)	< 100
Composti organici	< 150
Ammoniaca	< 5
Cloro-Fluoro	< 6

Fonte: Progetto U.E. SORTE. Utilizzazione energetica di biomassa agro-forestale. 1997

Tab. 4.2.1: Concentrazione dei gas inquinanti nei fumi di un tipico impianto alimentato a biomassa (residui legnosi)

I composti azotati sono gli NO_x e gli N₂O che risultano nocivi per la salute dell'uomo poiché provocano un aumento dell'effetto serra e favoriscono la distruzione dell'ozono. La percentuale di azoto nei vegetali è in genere bassa (0,1-1,1%). La formazione di questi composti azotati è favorita in larga parte dalla alta temperatura di combustione in caldaia (temperatura della fiamma) che ossida l'azoto atmosferico contenuto nell'aria di combustione. Le emissioni possono variare da 25 a 140 mg/MJt- (25 mg/MJt = 1,5 mg di NO_x/kg di combustibile).

Gli ossidi di zolfo (SO_x) sono dovuti all'ossidazione dello zolfo totale contenuto nel combustibile (le emissioni possono varare da 0,1 a 30-40 mg/MJt).

Il monossido di carbonio (CO) è dovuto ad una incompleta combustione della biomassa per insufficiente ossigeno nell'aria di combustione o per tempi brevi di permanenza in camera di combustione (la quantità di emissioni può variare da 0,1 a 3 mg/MJt in impianti ben controllati e tecnicamente validi).

Gli idrocarburi incombusti sono costituiti da prodotti non completamente ossidati e la loro formazione dipende da una combustione incompleta. Anche in questo caso è necessaria una

corretta regolazione dell'aria immessa in camera di combustione per contenere queste emissioni che, in genere, sono molto contenute (1 mg ogni kg di combustibile).

I composti del cloro (acido cloridrico, cloruro di ammonio, di calcio e potassio), sono presenti in piccolissima parte (circa 0,5 mg/kg); il fenomeno va in ogni caso tenuto sotto controllo.

La riduzione di questi inquinanti, variabile anche in rapporto alle caratteristiche fisico chimiche della biomassa impiegata, può essere attuata attraverso una razionale progettazione e gestione degli impianti termici, dove particolare cura andrà rivolta alla regolazione della quantità di aria di combustione immessa in caldaia, al mantenimento di una giusta temperatura di combustione ed al tempo di combustione.

Il particolato solido è costituito per lo più da cenere, fuliggine e inquinanti organici formati, anche in questo caso, da fenomeni di combustione incompleta ed è emesso all'esterno attraverso il trascinarsi da parte dei fumi.

Queste particelle di particolato, che possono assorbire sostanze più o meno nocive quali i residui della combustione, sono emesse in quantità variabili da poche decine di mg/kg di combustibile a qualche centinaio di mg/kg. Sono necessari pertanto opportuni sistemi di filtraggio dei fumi come:

- **la camera a gravità**; il principio di funzionamento è la precipitazione delle particelle per gravità. Permette l'abbattimento di particelle di dimensioni comprese fra 50 e 10 μm , in relazione alla loro densità (concentrazione nei fumi);

- **il ciclone centrifugo**; il principio di funzionamento è basato sulla forza centrifuga che tende a separare il particolato dal gas. La sua efficienza di abbattimento è del 90% circa per particelle con diametro superiore a 25 μm e del 60% circa per particelle con diametro superiore a 6 μm . Sistemi avanzati multiciclonici permettono l'abbattimento di particelle con diametro inferiore 3-5 μm .

- **i filtri porosi**; diffusi sono quelli a manica (filtri in tessuto) che possono raggiungere l'efficienza del 99% per particelle con diametro inferiore a 1 μm ; hanno elevate perdite di carico, richiedono frequenti pulizie e non possono essere usati per fumi con temperatura superiore a 250°;

- **i filtri elettrostatici**; il principio di funzionamento si basa sull'attrazione da parte di elettrodi di polarità opposta di particelle cariche. Hanno un'alta efficienza di raccolta (90-

95% per particelle con diametro pari o superiore a 1 µm), elevata capacità di trattamento volumetrico, bassi consumi di energia, basse perdite di carico. Operano ad alte temperature, sono ingombranti e costosi.

4.3 Valutazione impatto ambientale mediante LCA (Life Cycle Assessment)

Le biomasse di origine vegetale sono considerate neutre per quanto attiene l'effetto serra poiché l'anidride carbonica (CO₂) rilasciata durante la combustione viene riassorbita dalle piante stesse mediante il processo di fotosintesi. Il basso contenuto di zolfo e di altri inquinanti fa sì che, quanto utilizzate in sostituzione di carbone o di olio combustibile, le biomasse contribuiscano ad alleviare il fenomeno delle piogge acide.

Essendo comunque impianti di tipo industriale, come indicato nel paragrafo precedente, devono sottostare alla valutazione di impatto sul territorio per quanto attiene gli aspetti paesaggistici, ecologici ed acustici per cui è richiesto apposito studio per ciascuna tipologia impiantistica.

Da tener comunque presente che esiste l'obbligo della Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) per gli impianti di combustione con potenza termica superiore a 300 MW (art. 1 DPCM 10/8/1988 n. 377).

Una delle metodologie di valutazione di impatto ambientale utilizzate soprattutto nel settore della bioenergia è la LCA (Life Cycle Assessment). Tale metodologia è utile soprattutto quanto si vuole valutare gli impatti distribuiti lungo una linea di processo.

Da un punto di vista metodologico, la definizione di LCA proposta dalla SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) è la seguente: la LCA “è un procedimento oggettivo di valutazione dei carichi energetici ed ambientali relativi ad un prodotto, un processo o una attività, effettuato attraverso l'identificazione e la quantificazione dell'energia, dei materiali usati e dei rifiuti rilasciati nell'ambiente.

La valutazione include l'intero ciclo di vita del prodotto, processo o attività, comprendendo l'estrazione e il trattamento delle materie prime, la fabbricazione, il trasporto, la distribuzione, l'uso, il riuso, il riciclo e lo smaltimento finale”.

La LCA, soprattutto se utilizzata in termini comparativi, fornisce utili indicazioni per la scelta delle tecnologie più consone con il concetto di *sviluppo sostenibile* ed è attualmente oggetto di un intenso lavoro di normazione a livello internazionale (norme ISO serie 14000).

La metodologia della LCA è sintetizzabile in quattro fasi principali così definite:

- **Definizione degli obiettivi** (“*Goal Definition and Scoping*”): è la fase preliminare in cui vengono definiti le finalità dello studio, le unità funzionali, i confini del sistema studiato, il fabbisogno di dati, le assunzioni ed i limiti.
- **Inventario** (“*Life Cycle Inventory Analysis*”): è la prima parte del lavoro, dedicata allo studio del ciclo di vita del processo; lo scopo principale è quello di ricostruire la via attraverso cui il fluire dell'energia e dei materiali permette il funzionamento del sistema produttivo in analisi attraverso tutti i processi di trasformazione e trasporto. La base metodologica per affrontare questa parte è costituita dall'analisi energetica estesa chiaramente alle componenti di impatto sull'ambiente.
- **Analisi degli impatti** (“*Life Cycle Impact Assessment*”): è lo studio dell'impatto ambientale provocato da un processo, un'attività o un prodotto, che ha lo scopo di evidenziare l'entità delle modificazioni generate a seguito dei rilasci nell'ambiente e dei consumi di risorse evidenziati nella fase di inventario.
- **Interpretazione e miglioramento** (“*Life Cycle Interpretation*”): è la parte conclusiva di una LCA, che ha lo scopo di proporre i cambiamenti necessari a ridurre l'impatto ambientale dei processi industriali considerati, valutandoli in maniera iterativa in modo tale da non attuare azioni peggiori dello stato esistente.

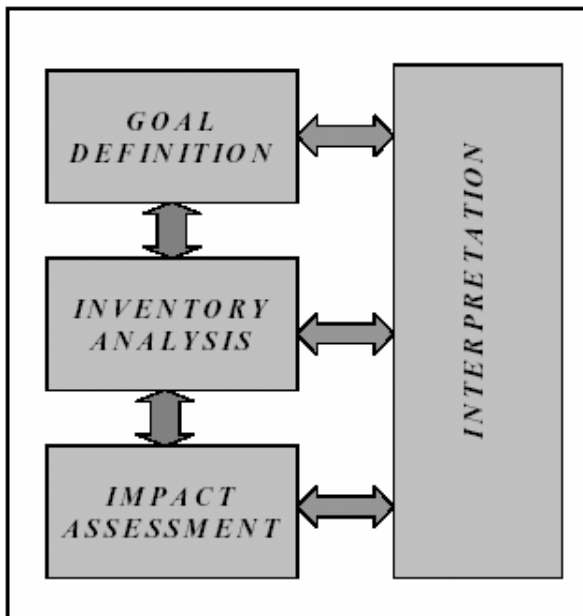


Fig. 4.3.1: Le fasi della LCA identificate dalla norma ISO 14.040 (ISO, 1997)

La LCA, soprattutto se utilizzata in termini comparativi, fornisce utili indicazioni per la scelta delle tecnologie più consone al concetto di *sviluppo sostenibile*. Ovviamente in situazioni di confronto tra diversi sistemi è necessario trovare un fattore comune di riferimento.

Uno degli aspetti più critici di questo tipo di analisi nel caso di applicazione all'utilizzo delle biomasse a fini energetici è rappresentato dal ciclo del carbonio ed in particolare dalle emissioni di CO₂ che il legno genera durante la combustione.

A questo proposito possiamo sottolineare una distinzione tra le due tipologie di CO₂: da una parte si hanno i combustibili fossili (petrolio, carbone, ecc.) che contengono carbonio immagazzinato nella materia vegetale trasformata in minerali e che è disponibile in giacimenti fossili; dall'altra parte vanno annoverati i combustibili rinnovabili (biomasse) che contengono il carbonio atmosferico sequestrato attraverso la fotosintesi e immagazzinato nelle strutture vegetali.

Se apparentemente il destino del carbonio è lo stesso, in realtà è lo *sfasamento temporale* tra la fase di fissazione nella pianta e quella di utilizzazione a fini energetici che determina

la rinnovabilità della risorsa. Le colture energetiche sono fonti di CO₂ rinnovabile perché lo sfasamento temporale è breve e conseguentemente il loro utilizzo a fini energetici non provoca aumento netto di CO₂ nell'atmosfera.

La CO₂ fossile è quella prodotta dalla combustione di combustibili fossili e quindi non prontamente riutilizzabile, mentre la CO₂ rinnovabile è quella prodotta durante la combustione delle biomasse e di conseguenza rapidamente reimpiegabile dalle piante stesse per la loro crescita. *Conseguentemente, i bilanci dei combustibili rinnovabili e fossili devono tenere conto della sola CO₂ di natura fossile emessa nel corso del ciclo di vita delle diverse filiere.*

Sono stati sviluppati diversi software che supportano gli operatori che intendono utilizzare tale approccio, basato su banche dati riguardanti tecnologie, sistemi, emissioni, ecc..

Come emerge da questa breve introduzione l'analisi si presenta impegnativa dovendo analizzare tutti i fattori che intervengono "dalla culla alla tomba" per un determinato sistema, definendone i confini in termini di orizzonti temporali, geografici e limiti veri e propri del processo produttivo specifico.

Ci limitiamo in questa sede a fornire brevi accenni su analisi LCA svolte che hanno coinvolto il tema delle biomasse, rimandando agli studi per ulteriori approfondimenti. In quest'ambito l'obiettivo è quello di mettere in risalto le principali ipotesi di base che gli autori hanno considerato ed i risultati in termini di efficienza energetica intesa come rapporto fra energia primaria consumata ed energia resa disponibile, e gli aspetti ambientali legati soprattutto al bilancio della CO₂.

I casi presi in considerazione riguardano:

- a) produzione di energia elettrica da biomassa e da combustibili fossili (olio e carbone);
- b) produzione di calore tramite biomassa o gas naturale nell'area industriale di Cairo Montenotte in Liguria.

4.3.1 Produzione di energia elettrica da biomassa e da combustibili fossili

L'unità funzionale utilizzata per confrontare i due sistemi è stata 1 MWh di energia elettrica da biomassa e da carbone ed olio al 50%.

In figura sono riportati i processi principali considerati nell'analisi del ciclo di vita della produzione di energia elettrica da biomassa, secondo il metodo *IDEFO* (*Integration Definition for Function Modelling*), che permette di descrivere qualunque processo, anche complesso, mediante la logica dell'analisi per attività.

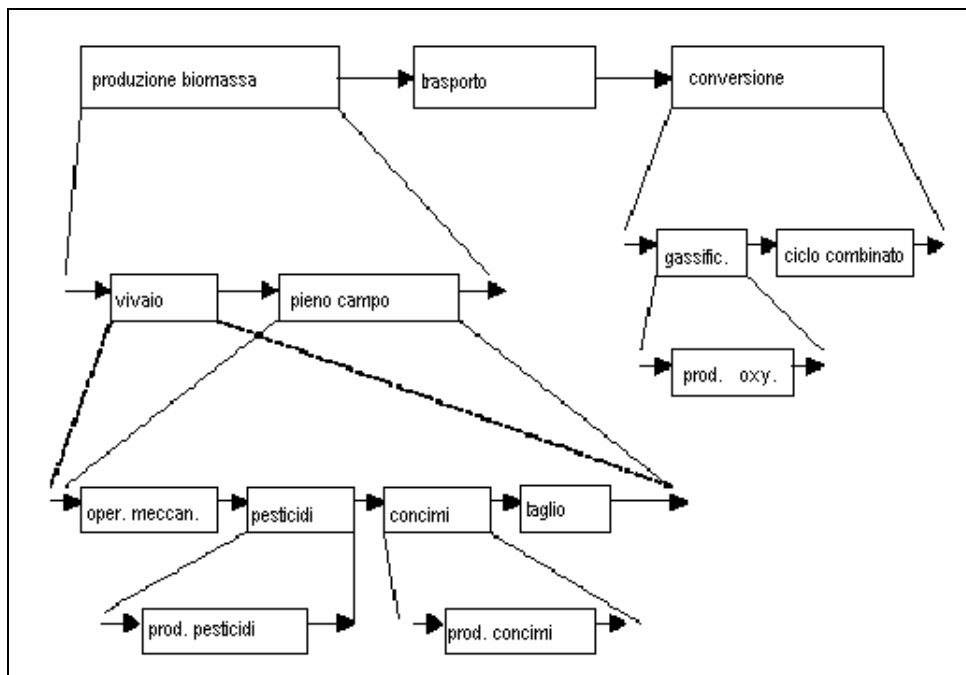


Fig. 4.3.2: Processi principali considerati nell'analisi del ciclo di vita della produzione di energia elettrica da biomassa, secondo il metodo *IDEFO* (ASTER, 2001).

Inoltre è stato preso in esame il sottosistema della produzione di biomassa da colture dedicate, andando ad analizzare tutti i consumi, di risorse naturali e prodotti intermedi, i processi e le relative emissioni implementando la fase di inventario nella *Life Cycle Assessment*.

Una delle ipotesi fondamentali fatta nell'analisi dei processi e sottoprocessi è di non valutare il flusso di materiali ed energia per la costruzione dei macchinari agricoli impiegati, essendo la maggior parte di essi utilizzabili in operazioni agricole di colture

tradizionali. Nello studio sono state svolte anche valutazioni sui problemi ambientali legati all'uso dei pesticidi.

L'impianto di conversione della biomassa per la produzione di energia elettrica considerato è basato sulla tecnologia IGCC (*Integrated Gassification Combined Cycle*), che prevede la gassificazione del combustibile solido con aria oppure ossigeno e l'eventuale aggiunta di vapore, con formazione di gas, a potere calorifico variabile a seconda dell'agente ossidante, da espandere in turbine appositamente progettate e recupero del calore del gas in uscita con un ciclo a vapore combinato.

Il gas in uscita dal filtro a caldo viene convogliato nella camera di combustione dove si combina con l'aria proveniente dal compressore. Successivamente la miscela raggiunge la turbina, che presenta due schiere refrigerate in cui avviene l'espansione con produzione di energia elettrica tramite un alternatore. Una parte della potenza sviluppata dalla turbina viene utilizzata dal compressore dell'aria comburente.

La tipologia impiantistica è riportata in modo schematico nella figura successiva.

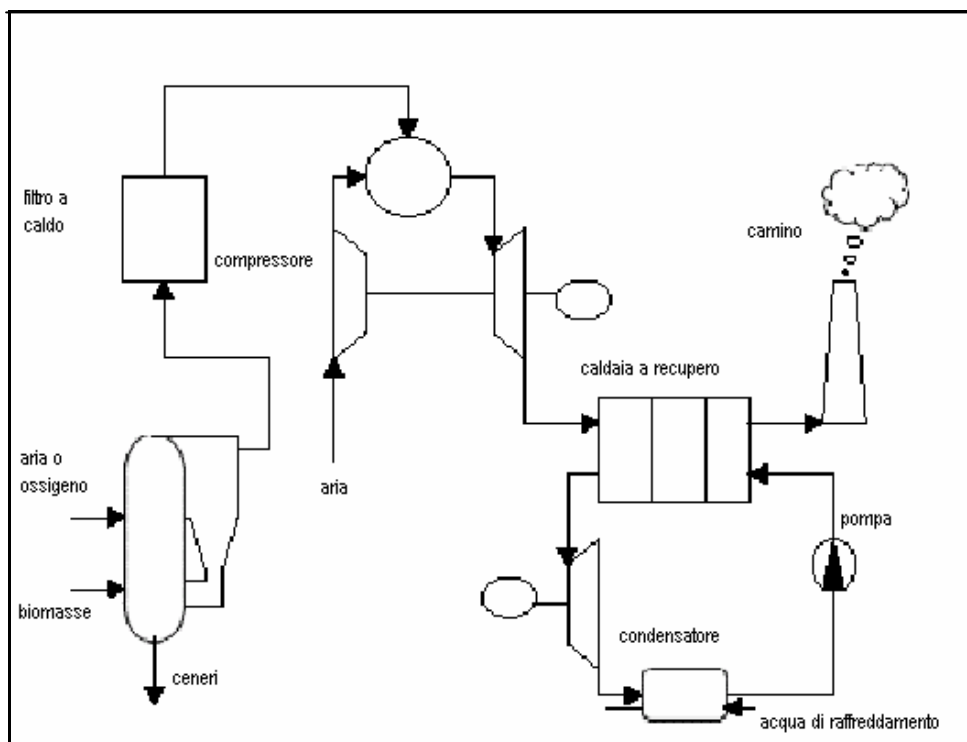


Fig. 43.3: Impianto di conversione della biomassa per la produzione d energia elettrica basato sulla tecnologia IGCC (ASTER, 2001).

Dall'analisi dei risultati emerge chiaramente che i problemi ambientali per tale sistema scaturiscono soprattutto dall'impiego di fertilizzanti chimici e pesticidi. Inoltre la maggior parte dell'emissione in atmosfera di CO_2 è dipendente principalmente dall'uso del gasolio nelle macchine agricole. Le emissioni di altri gas serra quali il metano (CH_4) e il protossido d'azoto (N_2O) sono di quantità minore e danno un contributo relativamente piccolo all'effetto serra dell'intero sistema.

Poiché la CO_2 emessa dall'impianto di conversione si suppone che venga assorbita dalle piante in crescita, il sistema nel suo complesso ha la capacità di ridurre l'emissione totale di questo gas, soprattutto se confrontato con il sistema a combustibili fossili. Inoltre c'è da tenere presente che non è stata considerata la quantità di carbonio che può assorbire il terreno nella fase di crescita delle piante in quanto i dati disponibili in letteratura (Spath

P.L., 1997) sono molto discordanti tra loro. Con l'aggiunta di un dato realistico l'emissione netta di CO₂ sarebbe sicuramente vicina a zero.

Le emissioni di NO_x ed SO_x, che per i due sistemi rappresentano le emissioni atmosferiche più importanti dopo la CO₂, sono da imputare in misura maggiore (più del 50%) per entrambi alla fase di generazione di energia elettrica nell'impianto di conversione e, relativamente alla produzione di biomassa, alla produzione ed applicazione dei fertilizzanti. Le emissioni di inquinanti in acqua sono nel totale maggiori per il sistema a combustibili fossili, con una prevalenza del sistema a biomassa solo nel caso dei pesticidi e dei fertilizzanti. Infatti si ha una grande differenza nell'emissione di composti azotati, responsabili dell'eutrofizzazione.

Per quanto riguarda il consumo di risorse ed energia il sistema a biomassa ha il suo punto debole nell'uso del gasolio nelle varie operazioni meccaniche del processo di produzione della biomassa, anche se la determinazione dell'efficienza del ciclo di vita per entrambi i sistemi ha messo in evidenza come, anche da un punto di vista energetico l'utilizzo di biomassa al posto dei combustibili fossili convenzionali può essere conveniente.

I risultati delle fasi di caratterizzazione, normalizzazione e valutazione finale dei due sistemi, come c'era da aspettarsi, sono a favore della biomassa piuttosto che dei combustibili fossili, ma ciò dipende strettamente dal modello utilizzato, dalle ipotesi fatte, anche se già i dati reali sulle emissioni tendono favorevolmente verso la produzione di biomassa ad uso energetico.

4.3.2 Produzione di calore tramite biomassa o gas naturale

L'obiettivo dello studio, in questo caso, è la individuazione di vantaggi e svantaggi ambientali derivanti dalla realizzazione di un sistema di riscaldamento ambiente e produzione di acqua calda a biomassa forestale in un comune della Liguria. Tali impatti sono quindi confrontati con analogo sistema utilizzante gas naturale come combustibile, individuandone i vari processi nei quali si verifica una trasformazione di materia o di energia.

Nel definire il confine del sistema lo studio parte dalla disponibilità forestale dell'area in oggetto, delle modalità di raccolta previste, il trasporto all'impianto di cippatura, la

cippatura, il trasporto all'impianto di combustione e relativa combustione. Ognuna di queste fasi viene caratterizzata in termini di prelievi di energia e materia con carichi ambientali associati ai processi considerati.

Il ciclo di vita del gas naturale viene descritto a partire dall'estrazione seguendo i vari processi fino all'utilizzo finale, analizzato nei vari processi tramite un modello denominato GEMIS (Global Emission Model for Integrated Systems).

Le analisi svolte hanno portato alle seguenti conclusioni:

- La catena dei processi di upstream necessari al trasporto ed alla preparazione della biomassa si estende geograficamente su una superficie considerevolmente minore rispetto a quella necessaria per il trasporto del gas naturale nel nostro paese. Le conseguenze di questa diversità fanno sì che il trasferimento del gas naturale dal luogo d'estrazione a quello dove l'energia è fruita, necessiti di una maggiore quantità d'infrastrutture, materiali ed energia ausiliaria, rispetto al trasporto di un'equivalente quantità d'energia sotto forma di biomassa forestale.
- L'efficienza energetica del sistema a biomassa è superiore rispetto a quella del sistema basato su gas naturale.
- Le emissioni generate dal sistema basato su biomassa forestale sono prevalentemente costituite dai gas derivanti dalla combustione finale del legno (SO_2 , NO_x , VOC, polveri) i cui effetti tendono a manifestarsi nei pressi del luogo di rilascio. A confronto il processo di combustione del gas naturale presenta emissioni sensibilmente contenute.
- La quantità del gas serra CO_2 rilasciata durante la combustione della biomassa è bilanciata dal processo di fissazione di CO_2 nella fotosintesi. Le emissioni di anidride carbonica del sistema sono quindi determinate, nell'ipotesi di sfruttamento conservativo della biomassa, solamente dall'impiego di combustibili fossili nei processi di trasporto e trasformazione del legno.
- Il sistema del gas naturale, a causa della natura fossile del combustibile e del rilascio di quantità non trascurabili di CH_4 in ciascuno dei processi di upstream, si dimostra più impattante per la categoria "riscaldamento globale" rispetto all'opzione che impiega biomassa forestale.

· Il sistema energetico basato su combustione diretta di biomassa forestale non appare significativamente migliorabile in relazione agli impatti ambientali a scala locale esaminati (acidificazione, formazione di inquinanti fotochimici, tossicologia, eutrofizzazione).

L'adozione di dispositivi di controllo delle emissioni a valle del sistema, pur migliorando i risultati relativi a queste categorie, introduce effetti negativi sulle categorie a scala globale (riscaldamento globale, impoverimento di risorse).

L'aspetto per il quale gli impatti dei due sistemi sembrano differenziarsi in maniera significativa è la scala geografica sulla quale insistono: il sistema basato sulla biomassa mostra prevalentemente impatti su scala locale, il sistema del gas naturale si dimostra responsabile maggiormente degli effetti di fenomeni su scala globale.

5 – UTILIZZO DI BIOMASSE IN ALCUNE REGIONI ITALIANE

5.1 Emilia Romagna

Il territorio dell'Emilia Romagna si estende per 2.214.204 ettari, e presenta caratteri geomorfologici e biologici molto vari, tali da caratterizzare e differenziare notevolmente le unità paesaggistiche in cui è suddiviso. E' possibile tuttavia individuare tre zone omogenee: la montagna, che copre circa il 25,1% del territorio complessivo, la collina che copre il 27,1% circa e pianura che copre il restante 47,8%.

L'elevata presenza di zone pianeggianti consente una vasta gamma di produzioni agricole sparse complessivamente su 1,6 milioni di ettari, distribuiti in oltre 135.000 aziende agricole per una superficie agricola utilizzata (SAU) complessiva di circa 1,2 milioni di ettari. I tre quarti della SAU sono destinati ai seminativi (cereali, colture industriali, ortive e foraggiere avvicendate), il 14% a colture permanenti (fruttiferi e vite) e il 10% a prati e pascoli.

Il complesso delle aree forestali in Emilia Romagna ammonta ad oltre 518.000 ettari, pari al 23,4% dell'intero territorio regionale.

La superficie boschiva è distribuita nella zona di montagna per il 67,45%, in quella di collina per il 27,45% ed in pianura per il 5,1%.

La valutazione del potenziale di utilizzo di biomassa nella regione considerata risulta abbastanza difficoltosa, in quanto da un lato non sono ancora disponibili dati statistici aggiornati e dettagliati, dall'altro non sono state effettuate verifiche puntuali sul territorio in esame.

Alcune di queste verifiche rientrano normalmente nelle analisi preliminari alla definizione dei Piani Energetici Regionali, di cui però la regione Emilia Romagna non si è ancora dotata. L'avvio delle attività di indagine è infatti attualmente in corso.

Le valutazioni che vengono presentate di seguito sono state elaborate da ITABIA (Italian Biomass Association) e costituiscono un'indicazione di massima sulle conoscenze esistenti.

Le biomasse vegetali che interessano una possibile destinazione energetica sono costituite da:

- Residui delle coltivazioni erbacee (paglia, stocchi, ecc.)
- Residui delle coltivazioni erbacee (potature)
- Legname da bosco ceduo
- Residui legnosi del taglio delle fustaie
- Residui dalle attività agroindustriali
- Coltivazioni dedicate

Quest'ultima categoria, che pure ha notevoli potenzialità, soprattutto verso la produzione di biocombustibili liquidi, non è qui analizzata in quanto non si tratta propriamente di una "biomassa disponibile".

Anche i residui lignocellulosici di attività industriali non trovano un'analisi in questa sede in mancanza di dati attendibili ed utilizzabili.

I dati più attendibili, tra quelli reperibili in letteratura, fanno riferimento ad un'indagine condotta nel 1994 dall'AIGR (ora AIIA) con un finanziamento dell'ENEA.

Tenendo conto della dichiarata approssimazione dell'analisi, il quadro risultante per la regione analizzata è riportato nella tabella sottostante.

EMILIA ROMAGNA	Tonnellate
Residui agricoli	647.000
Residui forestali	615.000
Residui agroindustriali	200.000
Totale	1.462.000

Fonte: studio AIGR – ENEA 1994

Tab. 5.1.1: Biomasse disponibili secondo studio AIGR – ENEA 1994

ITABIA ha proceduto ad aggiornare il dato relativo ai residui agricoli (erbacee ed arboree), con i risultati esposti nella tabella sottostante. Le due tabelle non sono comparabili perché i dati sono stati analizzato seguendo metodologie diverse. I dati esposti nella tabella riportata sopra riguardano i residui realmente raccogliibili ed utilizzabili, ma non tengono conto della percentuale che viene attualmente destinata alla commercializzazione.

Residui di	Tonnellate
Grano	520.000
Orzo	85.000
Mais (stocchi)	730.000
Mais (tutoli)	106.000
Sub-totale	1.441.000
Melo	12.300
Pero	31.800
Pesco	46.200
Albicocco	6.000
Nettarine	21.100
Susino	6.300
Ciliegio	4.200
Olivo (solo frasca)	2.500
Vite	69.800
Sub-totale	200.200
TOTALE	1.641.200

Fonte: ITABIA

Tab. 5.1.2: Biomasse disponibili secondo preliminari valutazioni ITABIA

Per quanto riguarda il legame proveniente dal bosco ceduo e dalle fustaie l'analisi è ancora più complessa ed i risultati incerti.

La superficie interessata (al 1997 su elaborazioni ISTAT) dovrebbe aggirarsi su valori corrispondenti a 403.000 ha.

Estrapolando per quanto possibile i dati disponibili appare che in Emilia Romagna circa l'1 – 1,5% della superficie a ceduo è sottoposta annualmente a taglio con una produzione di legno dell'ordine di 300.000 t.

Considerando la conformazione del territorio e le condizioni strutturali al contorno è ragionevole ritenere che nel breve periodo la quantità del legname globalmente ottenibile possa arrivare, a seguito dell'incremento delle superfici interessate al taglio turnato, a quantità dell'ordine di 650.000 t.

Per quanto riguarda le fustaie, la cui utilizzazione attuale è fortemente limitata, la frazione destinabile ad energia è costituita dalla biomassa (cimali, rami, ramaglie, ecc.) che rimane esclusa dalle operazioni di esbosco dei tronchi, destinati a legname da opera; tale frazione è valutabile nel 30 – 40% del totale della massa legnosa.

Tenendo conto della durata dei turni, dell'ordine dei cento anni, la superficie interessabile da utilizzare non raggiungerebbe i 1.000 ha/anno, con produzioni di biomassa residuale di poche migliaia di t/anno. Anche se localmente ciò può essere di qualche interesse - anche in collegamento con l'incremento delle operazioni del bosco - a livello di analisi a grande scala queste quantità possono essere ignorate.

Per quanto riguarda il potenziale energetico derivante dalle biomasse è opportuno fare riferimento al potere calorifico inferiore, rapportato al contenuto di sostanza secca della varie biomasse.

I risultati sono esposti in tabella sottostante. E' tuttavia necessario ricordare che l'energia netta ottenibile dipende dal rendimento di conversione del sistema impiegato.

Emilia Romagna	tep/anno
Residui erbacee	510
Residui arboree	50
Legname da ceduo	150
Totale	710

Tab.5.1.3: Potenziale energetico lordo delle biomasse disponibili (tep/anno)

Una indagine effettuata presso i servizi della Regione competenti per la tematica delle biomasse ad uso energetico ha evidenziato che non sono disponibili studi o analisi che presentino la situazione di utilizzo delle biomasse ad uso energetico in Emilia Romagna, né un repertorio degli impianti operanti ad oggi.

Un indicatore dell'interesse che si sta sviluppando per il tema può essere tuttavia reperito nel numero di proposte progettuali ricevute dal Servizio Energia della Regione in occasione della pubblicazione del "Piano regionale d'azione per l'acquisizione di un primo parco-progetti in materia di uso razionale dell'energia, risparmio energetico valorizzazione delle fonti rinnovabili e limitazione delle emissioni di gas a effetto serra" il 16 giugno 1999 con scadenza 10 settembre dello stesso anno.

Titolo dell'iniziativa	Provincia	Importo (milioni di Lire)
Centrale termica ad olio diatermico alimentata da combustibili alternativi della potenza di 10MW con possibilità di produzione di energia elettrica	Bologna	29.820
Impianto termoelettrico a biomasse	Forlì – Cesena	94.695
Impianto per l'utilizzo di fonti rinnovabili di energia nell'industria del laterizi	Parma	8.000
Gestione sostenibile del patrimonio forestale con interventi di conversione all'alto fusto, diradamenti, imboschimenti e piani di assestamento	Parma	2.785
Montagna polmone verde del territorio	Piacenza	15.000
Impianti a combustibile biomassa "Calorina" (n. 10 progetti localizzati in diversi comuni)	Piacenza	2.117
Realizzazione di impianto di cogenerazione a biomassa integrato con rete di teleriscaldamento	Piacenza	60.000
Valorizzazione energetica delle biomasse agricole e dei rifiuti civili ed agroindustriali	Ravenna	460
Energia risparmiata totale (Tep/anno)	45.388	

Tab. 5.1.4: Valorizzazione energetica delle biomasse (proposte presentate) (Regione Emilia Romagna, 1999)

Titolo dell'iniziativa	Provincia	Importo (milioni di Lire)
Impianto digestione anaerobica termofila FORSU	Bologna	800
Estensione del servizio di teleriscaldamento	Bologna	3.551
Teleriscaldamento urbano impianto a biomassa	Parma	30.600
Energia risparmiata totale (Tep/anno)	5.669	

Fonte: Servizio Energia – Regione Emilia Romagna

Tab. 5.1.5: Teleriscaldamento con biomasse

Con i certificati verdi, l'interesse economico per iniziative di sfruttamento energetico delle biomasse è in crescita e si auspica che questa occasione venga colta per promuovere interventi qualificati, innovativi e volti alla sostenibilità.

Politiche regionali per un utilizzo energetico delle biomasse

Lo sfruttamento energetico delle biomasse, come tutte le fonti energetiche rinnovabili, era contemplato tra gli interventi ammissibili nel "Piano regionale d'azione per l'acquisizione di un primo parco-progetti in materia di uso razionale dell'energia, risparmio energetico valorizzazione delle fonti rinnovabili e limitazione delle emissioni di gas a effetto serra" della Regione Emilia Romagna. Questo intervento era finalizzato a raccogliere idee progettuali da co-finanziare successivamente con i fondi della Carbon Tax destinati alle regioni, la cui assegnazione ha però subito ritardi.

La Regione Emilia Romagna partecipa inoltre alla sperimentazione avviata con il progetto PROBIO del Ministero per le Politiche Agricole e Forestali per lo sviluppo della catena del biodiesel.

Infine è opportuno citare il Piano Regionale di Sviluppo Rurale che prevede un intervento specifico per l'incentivazione di specie forestali a rapido accrescimento da utilizzare per la produzione di biomassa (Asse 2, Misura 2H, AZIONE 2, intervento 2.3).

5.2 Liguria

La Liguria è una regione con caratteristiche esclusivamente collinari e/o montagnose in cui più di un terzo del territorio risulta coperto da boschi (circa il 35% secondo l'ultimo censimento agricolo-forestale dell'ISTAT).

Questa considerazione rende del tutto evidente che le biomasse forestali costituiscono una risorsa distribuita piuttosto uniformemente sul territorio e dalle stime sul potenziale teorico nella regione emerge che tale risorsa è predominante fra tutte le fonti rinnovabili d'energia.

Il potenziale teorico, ricordiamo, si riferisce all'intera risorsa presente sul territorio ma va sottolineato come solo una parte di questa, il cosiddetto potenziale effettivo, è in realtà sfruttabile nelle condizioni tecnologiche, economiche e sociali al contorno.

In relazione alla biomassa forestale, ben 41 comuni presentano un potenziale annuo superiore a 2 ktep derivanti dalla possibile gestione energetica della fonte.

Osservando in dettaglio il livello della densità specifica della risorsa, è facile constatare come lo sfruttamento energetico del patrimonio boschivo costituisca una grande opportunità per gran parte dei comuni liguri.

La valorizzazione delle biomasse agricole non costituisce invece un'opportunità altrettanto valida.

L'opportunità di un corretto sfruttamento di questo potenziale è da vedersi soltanto in concomitanza di una forte concentrazione della risorsa che va analizzata, caso per caso, valutando l'interesse che possono esprimere più aziende agricole dislocate su un territorio limitrofo o parallelamente ad un'iniziativa finalizzata allo sfruttamento di biomasse forestali.

Ancor più dei residui agricoli sono i residui solidi animali ad esprimere bassissime potenzialità in Liguria.

Sicuramente di maggior rilievo sono i risultati espressi dalla teorica valorizzazione energetica dei rifiuti solidi urbani nelle sue diverse forme. In quest'ottica non bisogna dimenticare che i RSU costituiscono solo in ultima fase un bene da valorizzare energeticamente, privilegiandone in ogni caso il recupero ed il riuso tramite raccolta differenziata.

Potenziale teorico delle Biomasse in Liguria (tep)

Provincia	Res. Zootec.	Res. Agric.	Biom. Forest.	RSU (1)
GENOVA	5.668	5.068	155.959	71.142
IMPERIA	1.464	5.810	69.244	19.770
LA SPEZIA	2.939	5.993	81.865	18.068
SAVONA	3.151	6.514	156.545	26.884

LIGURIA	13.222	23.385	463.613	135.864
---------	--------	--------	---------	---------

(1) Riferito alla produzione totale di RSU con relativa ipotesi di raccolta differenziata

Tab.5.2.1 : Potenziale teorico delle Biomasse in Liguria (tep) (Aster, 2001)

Dal punto di vista del potenziale energetico i comuni esprimono capacità proporzionali al reddito pro-capite della popolazione, alla densità abitativa e soprattutto in funzione del numero di abitanti.

È pertanto ovvio che i comuni più popolosi debbano prendere in considerazione forme di smaltimento differenti dalle tradizionali anche in un'ottica di recupero energetico.

Per i comuni più piccoli è invece necessario pensare a forme di aggregazione delle utenze per bacini in modo da costituire nuclei di dimensione tale da rendere efficiente il sistema di valorizzazione energetica soprattutto dal punto di vista economico.

Nel suo complesso il potenziale da fonti rinnovabili per l'intera regione è stato quantificato superiore al milione di tep, di cui l'80% circa che fa riferimento alle biomasse forestali ed al solare.

Nonostante il potenziale teorico espresso dalla regione, come illustrato nel punto precedente, non sono presenti sul territorio ligure impianti energetici di rilievo che utilizzano biomassa.

Pertanto l'utilizzo della risorsa fa principalmente riferimento alla legna da ardere, stimato essere nella regione di circa 155 Ktep, con un peso nel settore residenziale superiore al 14%. Sempre nel residenziale ritroviamo l'utilizzo di scarti da lavorazioni dell'industria olearia (sansa) soprattutto nell'imperiese, comunque con cifre poco significative.

La regione ha promosso di recente la realizzazione di tre impianti di riscaldamento con piccola rete di teleriscaldamento funzionanti a biomassa forestale in altrettanti comuni di una Comunità Montane della provincia di Genova. La potenza complessiva degli impianti è intorno ai 3 MWt, con le utenze servite che fanno principalmente riferimento ad enti pubblici (scuole, municipi,...).

Il finanziamento di tali impianti è a carattere pubblico (regione, Provincia, Comunità Montana e Comuni coinvolti) in quanto considerati impianti pilota sul territorio. La fornitura della biomassa necessaria al funzionamento degli impianti viene garantita da un

consorzio forestale privato che già opera sul territorio con la necessità di collocare gli scarti della loro attività.

Politiche regionali per un utilizzo energetico delle biomasse

Le attività relative al PER Liguria finora svolte hanno portato ad individuare quattro temi o settori di interesse regionale:

- fonti rinnovabili (biomasse e solare termico);
- trasporti (considerati dal punto di vista della intermodalità, funzionale agli obiettivi di riduzione delle emissioni atmosferiche);
- aree dismesse (numerose nella Regione, in cui operare delle scelte industriali ambientalmente compatibili);
- consumi domestici (rappresentano il 37% dei consumi energetici regionali).

Inoltre in tutti i documenti elaborati in questi ultimi anni da parte dell'Amministrazione regionale attinenti l'energia, l'ambiente ed il territorio, iniziative riguardanti l'utilizzo delle biomasse (soprattutto forestali) sono viste con favore. Si fa principalmente riferimento a:

- Piano Energetico Regionale (I fase)
- Agenda 21 regionale
- Piano di risanamento e tutela della qualità dell'aria

Inoltre lo sfruttamento della risorsa biomassa si colloca perfettamente nella strategia di sviluppo indicata nell'ultimo Documento Unico di Programmazione - Obiettivo 2000-2006 (DOCUP). Infatti nella definizione delle linee strategiche generali del suddetto documento viene indicato espressamente che "la strategia deve essere orientata a soddisfare i seguenti obiettivi: accrescere la competitività del sistema economico, rafforzare la struttura occupazionale e conservare e valorizzare le risorse naturali". Tutti questi elementi trovano rispondenza in un ipotetico piano di sfruttamento della risorsa forestale nella regione.

A questo proposito Le Regione Liguria, negli ultimi anni, ha emanato due leggi regionali che fanno riferimento, direttamente o indirettamente, alla gestione delle foreste nella regione:

- Legge regionale n°9 del 28/1/1993 *'Organizzazione regionale della difesa del suolo in applicazione della legge 18 maggio 1989 n. 183'*;

- Legge regionale n°4 del 22/1/1999 recante norme in materia di foreste ed assetto territoriale.

5.3 Toscana

Le biomasse residue disponibili in Italia, se si escludono le produzioni boschive (assortimentilegnosi da lavoro, legna da ardere) sono stimate in 17.206 kt/anno.

Anche il sistema agroforestale della Regione Toscana ha grandi potenzialità produttive di biomasse di scarto che ad oggi vengono distrutte o abbandonate in loco e solo in misura limitatissima utilizzate come risorse energetiche.

I boschi, che ricoprono una superficie complessiva di circa 981.312 ettari, arbusteti esclusi, potrebbero rappresentare la fonte principale per il recupero di biomasse di scarto; tuttavia anche il settore agricolo con i suoi 63.286 ettari di vigneto, 93.772 ettari di oliveto, 5.242 ettari di frutteti e 173.338 ettari di seminativi, può costituire una fonte di primaria importanza per la produzione di residui agricoli per uso energetico. Secondo recenti studi e stime inerenti le caratteristiche e le disponibilità potenziali delle principali biomasse agroforestali di scarto, in Toscana sarebbe possibile recuperare le tipologie di prodotto illustrate nella tabella.

Disponibilità annua potenziale biomassa di scarto in Toscana

TIPOLOGIE SCARTI	Sost Fresca q/y	Sost Secca q/y	P.C.I Kcal/Kg S.S.	TEP
Ramaglie cedui di valore	1.058.262	529.131	4.100	21.269,00
Ramaglie cedui dolci	1.187.907	593.953	4.000	23.292,30
Altri cedui tutta la produzione	3.563.718	1.781.859	4.000	69.876,80
Scarti da fustaie resinose	246.050	123.02	4.200	5.065,70

Scarti da fustaie latifoglie	150.858	75.429	4.100	3.031,90
Residui tagli di utilizz. fustaie varie	172.780	86.390	4.100	3.472,50
Ripulitura cesse - linee elettriche	40.000	26.750	4.200	1.101,50
Cure colturali castagneti da frutto	232.500	116.250	4.000	4.558,80
Materiale risulta vigneti	1.193.000	596.000	4.300	25.125,50
Materiale risulta oliveti	937.000	421.650	4.200	17.162,10
Materiale risulta frutteti	128.000	64.000	4.300	2.698,00
Materiale risulta vivai	16.000	9.600	4.300	404,70
Recupero paglia	3.300.000	2.800.000	3.950	108.431,40
Biorifiuti				
Potature(76%)	836.000	668.800	3.298	21.624,50
Erba fresca (20%)	220.000	55.000	575	310,00
Foglie secche	44.000	39.600	4.337	1.683,80
Scarti lavorazione industria del legno	77.265	61.812	4.100	2.484,60
TOTALE	13.403.340	8.949.249		311.793,10

Fonte: elaborazione dati Progetto U.E. SORTE "Utilizzazione energetica di biomassa agro-forestale", 1997

Tab.5.3.1: Disponibilità annua potenziale biomassa di scarto in Toscana

Politiche regionali per un utilizzo energetico delle biomasse

La Regione Toscana ha recentemente approvato il proprio Piano Energetico Regionale, che contiene una sezione specifica dedicata all'utilizzo energetico delle biomasse, con i seguenti contenuti.

Obiettivi strategici

- Dimensionare gli impianti non sulla domanda ma sull'effettiva disponibilità di biomassa
- Necessità di nuclei minimi di aggregazione degli utenti.
- Diffusione della conoscenza delle tecnologie.

Risultati da raggiungere

Incrementare l'utilizzo di tale fonte energetica in modo da raggiungere uno sfruttamento completo della biomassa effettivamente disponibile con tecnologie avanzate.

Analisi svolte

- Censimento delle attuali installazioni di impianti a biomassa.
- Analisi della quantità di biomassa effettivamente recuperabile tenendo presenti le potenziali barriere (pendenze, vincoli idrogeologici, ecc.).
- Analisi delle tecnologie di utilizzazione energetica della biomassa.

Linee guida di piano

- Incentivi fiscali che portino alla creazione di nuclei di utilizzatori della biomassa.
- Apertura di sportelli di informazione e formazione per l'utilizzo di tale fonte.

Considerazioni finali

Il potenziale energetico legato all'utilizzo della biomassa per fini energetici è molto elevato. Attualmente tale risorsa risulta sfruttata in modo marginale.

Le tecnologie per l'utilizzo in modo semplice della biomassa per fini energetici in modo da garantire il rispetto dell'ambiente esistono già ma sono poco conosciute.

6 – CONCLUSIONI

Nonostante il crescente interesse rivolto alle bioenergie e il pressoché unanime riconoscimento dei vantaggi legati alla diffusione delle bioenergie nel contesto economico italiano, tale settore non ha raggiunto una dimensione di mercato. Ciò è riconducibile ad una serie di fattori e barriere, che ne rallentano tuttora lo sviluppo. In estrema sintesi, gli ostacoli alla crescita di questo settore possono essere ricondotti alle seguenti considerazioni (ANPA, 2001).

6.1 Barriere di natura tecnologica

Malgrado la maggior parte delle tecnologie siano state ampiamente sviluppate, alcune di queste rimangono a livello pre-commerciale. In assenza di un vero mercato, non si è ancora assistito all'affermarsi delle principali tecnologie. Inoltre le applicazioni disponibili non sono sufficientemente conosciute.

6.2 Barriere di natura economica

Il limite principale alla diffusione delle bioenergie è il prezzo di mercato dei combustibili fossili, che, attualmente, rende poco competitiva qualsiasi altra forma di energia.

Tuttavia questa mancanza di competitività è legata anche all'attuale sistema dei prezzi, che non tiene conto delle esternalità e dei costi sociali connessi allo sfruttamento delle risorse fossili (danni alla salute pubblica, degrado dei monumenti, cambiamento climatico, fuoriuscite di greggio, ecc.).

Inoltre i costi iniziali di investimento per impianti bioenergetici sono, in genere, piuttosto elevati. Tali tecnologie, infatti, dato il loro carattere innovativo e l'attuale limitata diffusione, non sono in grado di beneficiare di economie di scala.

Va tuttavia sottolineato che il maggior costo di produzione delle bioenergie è legato anche ad una maggior manodopera a parità di investimento. Nel caso della biomassa, ad esempio, si hanno costi rilevanti per la coltivazione, la raccolta, lo stoccaggio, il trasporto.

6.3 Barriere di natura istituzionale e politica

Il mercato dell'energia in Italia è stato caratterizzato dalla forte presenza di due colossi ENI ed ENEL. Ciò ha reso difficile l'avvio dell'iniziativa privata, nonché l'interazione tra settori come quello agricolo e quello energetico. Conseguentemente, la diffusione delle bioenergie ha sofferto della mancanza di informazione e consapevolezza sull'argomento, sia a livello di classe politica sia a livello di opinione pubblica.

E' innegabile, però, che negli ultimi anni, dopo la conferenza di Kyoto, la Conferenza Nazionale Energia e ambiente, la pubblicazione del Libro Bianco per le rinnovabili, questo panorama stia lentamente mutando e che, dunque, i tempi possono a breve essere maturi per un considerevole rilancio del settore bioenergetico (ANPA, 2001).

6.4 Accettabilità sociale

Il sistema economico e sociale delle società avanzate è stato progettato e si è sviluppato in modo centralizzato intorno alle energie convenzionali (petrolio, gas, carbone nucleare) e, in particolare, sulla produzione di energia elettrica da grandi impianti di potenza.

Le nuove rinnovabili, presuppongono, viceversa un sistema decentralizzato, si basano su impianti di piccola taglia con un forte legame con il territorio le cui risorse naturali alimentano gli impianti di produzione di energia.

Lo sviluppo su ampia scala delle energie rinnovabili, quasi sempre attuato in assenza di una approfondita pianificazione territoriale, ha fatto emergere problematiche fino a quel punto non prese in considerazione.

E' evidente che uno dei problemi più importanti è quello di ordine economico, e infatti molte delle fonti rinnovabili, non sono, allo stato attuale, competitive e hanno bisogno di supporti finanziari.

Imprevedibilmente, oltre agli ostacoli tecnici e amministrativi, una delle barriere emergenti è rappresentata dall'accettabilità sociale. Le fonti rinnovabili sono la risposta alle attuali minacce ambientali; le associazioni ambientaliste e dei consumatori, le organizzazioni culturali e scientifiche e i comitati di cittadini sembrano consapevoli della necessità di promuovere l'utilizzo di queste fonti. In Italia, un sondaggio condotto su campione di 1.500 persone rappresentative della popolazione maggiorenne, ha mostrato che il 78% degli intervistati accetta di pagare una bolletta più cara pur di avere energia prodotta in modo "ecologico" (Bartolomeo & Pacchi, 2003).

Il paradosso è, che le rinnovabili, la cui promozione è sostenuta per i benefici per la salvaguardia dell'ambiente, vengono ruscate principalmente per motivi di carattere ambientale. Quando dalla dichiarazione di intenti si passa al problema concreto di realizzare impianti il dissenso emerge. Questo comportamento ben noto e diffuso in tutto il mondo viene definito come la sindrome "NIMBY" (not in my backyard, ovvero "non nel mio cortile"). Essa riguarda non solo gli impianti energetici, ma le installazioni, le infrastrutture, i servizi ambientali (principalmente impianti di trattamento e combustione dei rifiuti), ecc.. Si può dire, più semplicemente, che qualsiasi processo che abbia impatti sul territorio è potenzialmente in grado di suscitare il conflitto ambientale (CIPE, 1999).

Le situazioni in cui si presentano problemi di accettabilità sociale sono grandemente differenziate in rapporto al contesto socio-economico locale, alla tipologia della fonte energetica, alla sensibilità delle comunità verso i temi della salvaguardia ambientale.

Ciò significa che anche le azioni proponibili per superare questa barriera, sono, in linea di massima specifiche. In generale è quindi più facile elencare cosa non si dovrebbe, in ogni caso, fare:

- ignorare, trascurare e sottovalutare il problema perché da qui derivano alcuni degli impedimenti amministrativi, burocratici, politici, che di fatto ostacolano la realizzazione degli impianti;
- non applicare alle rinnovabili la strategia del DAD (decide, announce, defend). Occorre viceversa perseguire la strategia del consenso;

- rifarsi a strategie adottate con successi in altri paesi ma che non sono applicabili per ragioni di contesto al nostro.

Per quanto riguarda gli interventi per prevenire si deve rafforzare il legame con il territorio coinvolgendo il più possibile le comunità di insediamento degli impianti. Ciò può significare partecipazione di soggetti locali alle iniziative imprenditoriali, confronto con le realtà economiche, sociali e culturali, e attivazione di strumenti di consultazione permanente. Occorre anche investire in conoscenza, in quanto la circolazione delle informazioni è lo strumento basilare per prevenire l'insorgere del conflitto (Smedile, 2003).

BIBLIOGRAFIA

ANPA, 2001. *Biomasse agricole e forestali, rifiuti e residui organici: fonti di energia rinnovabile. Stato dell'arte e prospettive di sviluppo a livello nazionale*. Studio effettuato da ITABIA.

ASTER, CESEN, CESVIT e Commissione Europea DG TREN, 2001. *Utilizzo energetico della biomassa. Programma Energie*. Progetto OPET.

Atti convegno "*Gestione ed utilizzo energetico dei residui vegetali: problemi e soluzioni*". Saluggia, 2000

Avella R., Calabrò A., Gerardi V., Pignatelli V., Scoditti, Viaggiano D. *La gassificazione delle biomasse*. Scheda tematica 22 Conferenza Nazionale Energia e Ambiente

Bartolelli V., 2003. *Disponibilità di biomasse sul territorio italiano e aspettative reali di sfruttamento*. ITABIA

Bartolomeo M., Pacchi C., 2003. *Produzione di energia da fonti rinnovabili tra accettabilità locale ed opportunità per lo sviluppo sostenibile*. Nuova Energia, 4. Milano

Bozza Decreto legislativo xxxxxxxxx, n. yyy, *recepimento della direttiva 2001/77/ce del parlamento europeo e del consiglio del 27 settembre 2001 sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità*

Bozza di Decreto relativo alla *regolamentazione del recupero energetico delle biomasse*. Roma, 24 settembre 1999

CESEN, 1999. *Potenziale delle Fonti Rinnovabili in Liguria*. Regione Liguria.

CIPE, 1999. *Libro Bianco per la valorizzazione energetica delle Fonti Rinnovabili*. Delibera n° 126

CTI, 2002. *Programma Nazionale “Biocombustibili” (PROBIO). Progettualità e problematiche negli insediamenti energetici alimentati a biomassa.* Regione Piemonte

Decreto 14 marzo 2003 (Certificati verdi - attivazione del mercato elettrico)

DECRETO LEGISLATIVO 16 marzo 1999. *Attuazione della Dir. 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica.* (GU n. 75 del 31-3-1999)

DIRETTIVA 2000/76/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO *sull'incenerimento dei rifiuti*, 4 dicembre 2000

DIRETTIVA 2001/77/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO *sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato*

DIRETTIVA 2003/54/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO *relativa a norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica e che abroga la direttiva 96/92/CE*, 26 giugno 2003

Dm 11 novembre 1999 (Dlgs 79/1999 - energia elettrica da fonti rinnovabili - direttive per l'attuazione delle norme)

Dm 18 marzo 2002 (Fonti rinnovabili - Dlgs 79/1999 - modifiche al Dm attuativo 11 novembre 1999 - Testo vigente)

DM 5/2/98, *Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22*

ENEA – A.I.G.R., 1994. *Banca Dati Biomasse*

ENEA, 1995. *Piano Locale per lo Sviluppo e la Promozione dell'uso energetico delle Fonti Rinnovabili.* Regione Liguria.

ENEA, 1998. Libro Verde – *Fonti Rinnovabili di energia*. Elaborato nell'ambito del processo organizzativo della Conferenza Nazionale energia e Ambiente

ENEA, 2000. *La situazione energetico ambientale del paese*. Rapporto 2000

Gerardi V., Perrella G., 2001. *Il consumo di biomassa a fini energetici nel settore domestico*, ENEA

Gracceva F., 2002. *Rapporto sugli scenari energetici e ambientali*. ENEA, Roma

ITABIA, 1999. *Analisi comparativa delle legislazioni inerenti l'utilizzo delle biomasse agricole e forestali nei paesi europei*. Roma

Libro Bianco comunitario delle fonti rinnovabili: Com (97) 599. *Energia per il futuro: le Fonti Energetiche Rinnovabili – Libro Bianco per una strategia e un piano d'azione per la comunità*, Novembre 1997

MiPAF, 1988. *Programma Nazionale Energia Rinnovabile da Biomasse (PNERB)*

MIPAF, 1999. *Programma Nazionale per la Valorizzazione delle Biomasse Agricole e forestali (PNVBAF)*.

Progetto UE SORTE, 1997. *Utilizzazione energetica di biomassa agro- forestale*.

Rafaschieri A., Tucci M., Manfrina G., Rapaccioni M.. *Analisi comparata del ciclo di vita della produzione di energia elettrica da biomassa agricola e da combustibili fossili tradizionali*, Tesi di laurea

Rapporto Enea, 1999, 2000. *La situazione energetico-ambientale del Paese*

Regione Emilia Romagna, 1999. *Piano di Sviluppo Rurale Regione Emilia Romagna 2000-2006*

Regione Emilia Romagna, 1999. *Piano regionale d'azione per l'acquisizione di un primo parco- progetti in materia di uso razionale dell'energia, risparmio energetico valorizzazione delle fonti rinnovabili e limitazione delle emissioni di gas a effetto serra*

Regione Piemonte, *Biomasse lignocellulosiche per usi energetici*

Regione Toscana. *Piano Energetico Regionale della Regione Toscana – Rapporto di sintesi.*

Rilevamento dati riguardanti la costruzione e l'esercizio di impianti di teleriscaldamento alimentati da biomasse operanti sul territorio nazionale. Conferenza Nazionale Energia e Ambiente

Schiamone F. D., Canepa P., 2000. *Valutazione del ciclo di vita di un sistema di produzione di energia da biomassa forestale.* Tesi di laurea

Smedile E., 2003. Impianti energetici da fonti rinnovabili: aspetti legati all'accettabilità sociale in *Ambiente e sicurezza* n. 4/2003. Il sole 24 ore. Roma

FONTI E RIFERIMENTI INTERNET

www.aiel.cia.it

www.aster.it

www.cogen.org

www.cti2000.it

www.enea.it

www.energiablab.it

www.fiper.it

www.fire-italia.it

www.greenfuels.org

www.ilsolea360gradi.it

www.isesitalia.it

www.itabia.it

www.legambiente.org

www.legnoenergia.it

www.managenergy.net

www.puntoenergia.com

www.reteambiente.it