

Località Piacenza	Doc. n. R 2.2/3	
Progetto ECATE	Rev. 0	

Progetto E.C.A.T.E.

Efficienza e Compatibilità Ambientale delle Tecnologie Energetiche



> ESPERIENZE DI PRODUZIONE E UTILIZZO DELLE BIOMASSE IN EMILIA ROMAGNA

NOTA : IL PRESENTE DOCUMENTO E' EMESSO IN REVISIONE 0, IN PRIMA EMISSIONE. ESSO PUO' ESSERE SOGGETTO A FUTURE REVISIONI

0	Prima emissione	Ing. Fiorese Dr. Paris			Aprile07
REV	DESCRIZIONE	ELABOR	VERIFICATO	APPROVATO	DATA

LEAP / Relazione del mese 12

Sottoprogetto 2 ENERGIE RINNOVABILI O ASSIMILABILI

Obiettivo Realizzativo 2.2 POTENZIALITA' DELL'UTILIZZO DI BIOMASSE E RESIDUI

Risultato R2.2/3 ESPERIENZE DI PRODUZIONE E DI UTILIZZO DI DELLE BIOMASSE IN EMILIA - ROMAGNA

A cura di:

**Marino Gatto, Stefano Consonni, Giorgio Guariso, Paco Melià, Giulia Fiorese,
Gianmarco Paris, Lorenzo Zullo, Fabrizio Ferrari**

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
2 IL QUADRO DEI CONSUMI ENERGETICI	4
2.1 La situazione in Italia	4
2.2 Le risorse rinnovabili in Italia.....	6
2.3 Le potenzialità delle fonti rinnovabili	7
2.4 Verso gli obiettivi del 2010 stabiliti dal Libro Bianco italiano ed europeo.....	7
2.5 Strategie di sviluppo delle fonti rinnovabili.....	8
3. LE BIOMASSE COME FONTE RINNOVABILE DI ENERGIA	11
3.1 Biomasse, biocombustibili e bioenergia	11
3.2 Energia da biomasse in cifre.....	12
3.3 Tipologie di risorse e loro disponibilità sul territorio italiano.....	14
3.4 Processi di conversione.....	15
3.5 Applicazioni e relative filiere	19
3.6 Benefici relativi all'uso delle biomasse come fonte energetica	26
3.7 Criticità relative alle bioenergie	28
3.8 Definizioni legislative.....	29
3.9 Politiche nazionali	30
4 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA.....	33
4.1 Popolazione, ambiente e territorio	33
4.2 Uso del suolo	41
4.3 Il sistema energetico.....	44
5 PROGETTI ATTUATI IN ITALIA E IN EMILIA-ROMAGNA	48
5.1 Centrali a biomassa per teleriscaldamento e cogenerazione in Valtellina.....	48
5.2 Minirete di teleriscaldamento in Trentino-Alto Adige	49
5.3 Elettricità da biogas in una piccola azienda agricola del Vicentino	50
5.4 Centrali a biomasse in Emilia-Romagna	50
BIBLIOGRAFIA.....	54

1. INTRODUZIONE

In questa terza relazione si è cercato di tracciare un quadro della situazione delle esperienze di produzione e di utilizzo delle biomasse nella regione Emilia-Romagna. Nel Capitolo 2 viene presentato il quadro dei consumi energetici in Italia e viene analizzata la potenzialità delle fonti rinnovabili. Il Capitolo 3 tratta sinteticamente l'argomento delle biomasse come fonti rinnovabili di energia mentre il Capitolo 4 presenta l'inquadramento territoriale della regione Emilia-Romagna. Nel Capitolo 5 presentiamo tre casi di studio relativi a centrali a biomasse esistenti nelle regioni Lombardia, Trentino e Veneto. Per la regione Emilia-Romagna, tuttavia, siamo stati in grado di ottenere solo informazioni frammentarie sulla distribuzione di centrali a biomasse nel territorio regionale. Alla data della stesura del presente rapporto siamo ancora in attesa di ricevere riscontri dalle autorità interpellate (sia a livello regionale che a livello di singole Province) e auspichiamo di poter presentare entro un paio di mesi un'integrazione alla presente relazione con informazioni più dettagliate riguardo allo stato dell'arte dell'utilizzo delle biomasse in regione.

2 IL QUADRO DEI CONSUMI ENERGETICI

Il fronte dell'energia è, insieme a quello dei trasporti (settori comunque intrinsecamente correlati), l'ambito destinato a influenzare maggiormente le prospettive di sviluppo del quadro politico e socio-economico della futura Unione Europea. Considerando solo i consumi finali di energia nell'Europa dei 15, si osserva un aumento dei consumi pari al 10% circa dal 1990 al 2000, del quale gran parte è da ricondursi al settore trasporti. Nello stesso periodo, si registra una diminuzione dei consumi energetici (38% circa) destinati all'industria manifatturiera da attribuirsi sostanzialmente a due fattori: in primis il miglioramento dell'efficienza energetica anche grazie ai mutamenti strutturali, come l'introduzione di sistemi industriali a basso consumo di energia, e il trasferimento delle industrie a uso intensivo di energia al di fuori dei paesi dell'UE.

La quota di energia elettrica nell'ambito del consumo energetico finale continua ad aumentare, in tutti gli stati dell'Unione, per il crescente impiego degli apparecchi elettrici nei settori terziario e domestico. Si rileva, inoltre, una marcata inefficienza nel consumo di energia elettrica per il riscaldamento. In Danimarca, per esempio, per contrastare questa tendenza è stato istituito il Fondo per il risparmio di energia (finanziato da un contributo sul consumo elettrico nazionale) che permette al governo di stanziare sovvenzioni per la conversione del riscaldamento elettrico delle abitazioni in teleriscaldamento o riscaldamento a gas naturale.

Le previsioni di riferimento [1] delineano prospettive di cambiamento modesto nella distribuzione delle fonti di energia. Si stima che i combustibili fossili occuperanno una parte più consistente nella produzione di energia elettrica; è previsto il proseguimento della transizione della produzione di energia elettrica da petrolio a gas.

Per conseguire l'obiettivo del miglioramento del sistema energetico europeo si rende necessaria una forte innovazione nei prodotti e nei processi produttivi, l'espansione delle fonti rinnovabili, la conversione del settore della mobilità, lo sviluppo di sistemi naturali in grado di trattenerne l'anidride carbonica e la corretta gestione dei meccanismi flessibili previsti nel Protocollo di Kyoto.

2.1 La situazione in Italia

Il quadro dei consumi energetici italiani degli ultimi 20 anni delinea una sostanziale stazionarietà per quanto riguarda il settore industriale e una crescita relativa al fabbisogno energetico per i settori della mobilità e civile (come illustra il grafico di Figura 2.1). I consumi energetici in questi ultimi anni sono però cresciuti in misura minore rispetto al PIL: l'Italia si colloca così all'ultima posizione nella graduatoria del fabbisogno energetico degli stati europei, dal momento che la quantità di energia utilizzata per ogni unità di prodotto (definita come intensità energetica) continua a diminuire. Il valore dell'intensità energetica italiana nel 2003 era pari a 192 Mtep M€95^{-1} (milioni di euro corrispondenti alla valuta del 1995, [2]). Deve tuttavia essere ricordato che l'intensità energetica è un indicatore relativo solo agli usi finali di energia e non considera quindi l'effettivo uso di risorse energetiche. Inoltre, non sono considerati altri fattori, come quelli climatici: le favorevoli condizioni climatiche dell'Italia incidono non solo sul fabbisogno

energetico del settore residenziale ma anche di quello dei servizi e dell'industria.

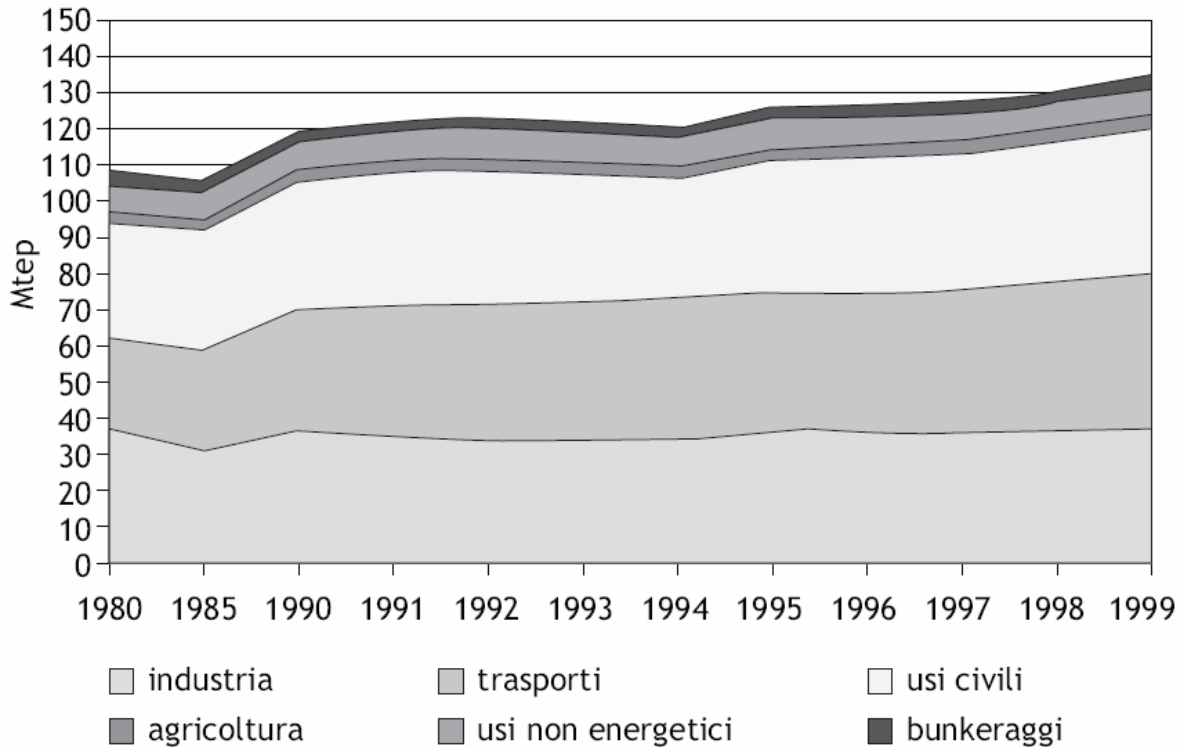


Figura 2.1: trend dei consumi energetici totali (Mtep) per settore [3].

Gli usi termici, che rappresentano la grande maggioranza (92%) di tutti gli usi domestici e il 54,2% della richiesta complessiva, sono soddisfatti attingendo a fonti non rinnovabili, in particolare gasolio e metano. È però ancora abbastanza diffuso l'impiego, di certo non tra i più efficienti, di dispositivi elettrici per uso finale di calore a bassa e media temperatura. Maggiori efficienze potrebbero essere raggiunte nell'attuale sistema di produzione di energia elettrica, basato per la quasi totalità sull'impiego del calore estratto da combustibili fossili: i rendimenti di trasformazione sono circa il 35% per le centrali tradizionali e il 55% per le centrali a ciclo combinato. Oltre il 70% dell'energia elettrica è generata attraverso un ciclo termoelettrico. I dati forniti dal GRTN [4] mostrano che la produzione di energia elettrica nel 2003 deriva prima di tutto dal gas naturale (112 miliardi di kWh), quindi dal petrolio e dagli oli combustibili (61,5 miliardi di kWh) e, infine, dal carbone (35,5 miliardi).

Uno dei dati più rappresentativi è quello delle importazioni, pari all'84,7% circa dei consumi [5]: in particolare i prodotti petroliferi (provenienti per lo più dai paesi del Medio Oriente e del nord Africa) rappresentano il 54% delle importazioni complessive, seguiti da gas naturale (30%, di origine soprattutto russa e algerina), combustibili solidi (8%) ed energia elettrica (7%). Non è soltanto l'Italia a importare quantitativi energetici di queste dimensioni: si tratta di un fenomeno che coinvolge molti altri paesi europei. La rilevanza del fenomeno è testimoniata dalle statistiche dell'Unione Europea [6], secondo cui, nel 2003, la dipendenza dalle importazioni di petrolio, gas naturale e carbone era complessivamente pari al 51% dei consumi interni lordi per l'UE15 (e si

prevede aumenti al 70% nei prossimi 30 anni in assenza di interventi). L'analisi della dipendenza energetica evidenzia come i settori maggiormente esposti a questa situazione siano la generazione di elettricità e i trasporti, che non possono prescindere dalla risorsa petrolio. Di conseguenza, l'Italia è inevitabilmente esposta alle fluttuazioni del prezzo dei combustibili fossili: una momentanea riduzione della disponibilità di petrolio può originare gravi danni all'economia locale, come già accaduto in occasione delle crisi del 1973 e degli anni '80. Anche a livello nazionale appare quindi giustificato, nel contesto sinteticamente riassunto in questo paragrafo, il crescente interesse verso le prospettive di sviluppo offerte dalle fonti rinnovabili, risorse in grado di fornire soluzioni concrete ad alcune problematiche dell'attuale panorama energetico.

Lo scenario italiano presenta altri fattori atti a favorire lo sviluppo di una cultura del rinnovabile: basti pensare che la superficie agricola coltivata si è ridotta da 18 milioni di ettari del 1966 a 12 del 1995, a testimoniare il diradamento della popolazione agricola con i conseguenti squilibri sul territorio, sia di natura socio-economica che prettamente fisico-idrogeologica. Per invertire tale tendenza si possono rivelare di importanza strategica le potenzialità delle fonti rinnovabili da biomasse, settore fino ad ora scarsamente sfruttato (l'ultimo Piano Energetico Nazionale, approvato nel 1988, si limitava a valutare il loro contributo al bilancio energetico in 2,5 Mtep per il 2000).

Il percorso verso uno sfruttamento pianificato e completo delle energie da fonti rinnovabili è stato avviato nel 1996 con la pubblicazione del Libro Verde per la Valorizzazione Energetica delle Fonti Rinnovabili, contenente le valutazioni sulle potenzialità di tali risorse [7]. Al Libro Verde ha fatto seguito il Libro Bianco per la Valorizzazione Energetica delle Fonti Rinnovabili [8]. In quest'ultimo documento sono approfonditi i punti di forza e le problematiche aperte delle risorse rinnovabili attraverso un confronto tra soggetti, istituzioni pubbliche e operatori privati dei settori interessati. Più recentemente è stato pubblicato il Libro Verde "Verso una strategia europea per la sicurezza dell'approvvigionamento energetico" [9], nel quale si rileva la forte dipendenza dell'UE dalle importazioni di energia. Le biomasse, essendo una risorsa locale, possono concorrere a incrementare la sicurezza energetica europea, sostituendo in parte il gas naturale nella produzione di calore ed energia elettrica. Nel Libro Verde, inoltre, è definito l'obiettivo del raggiungimento del 12% del consumo lordo di energia nel 2010 mediante fonti rinnovabili, anche per il rispetto degli obiettivi stabiliti dal Protocollo di Kyoto di riduzione l'emissione dei gas serra.

2.2 Le risorse rinnovabili in Italia

L'energia rinnovabile proviene da sorgenti non esauribili: con il termine "fonti rinnovabili" si considerano le fonti energetiche con tempi di ripristino sufficientemente contenuti da prevedere una reintegrazione compatibile con la domanda. Il quadro di riferimento per le politiche di potenziamento di queste fonti di energia è definito a livello nazionale dal Decreto Legislativo 387 del 29 dicembre 2003 (decreto di recepimento della Direttiva Europea 2001/77/ CE, relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità). Tale decreto definisce come fonti energetiche rinnovabili: il sole, il vento, l'energia idraulica, le biomasse, le risorse geotermiche, le maree, il moto ondoso, il biogas, i gas di scarica e i gas residuati dai processi di depurazione.

Per quanto concerne il settore delle biomasse, va specificato che la direttiva 2001/77/CE definisce come biomasse solamente la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti o residui

proveniente dall'agricoltura (contenente sostanze vegetali e animali) e dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, e la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani. Il Decreto Legislativo 387 include, a beneficiare del regime riservato alle fonti energetiche rinnovabili, la frazione non biodegradabile dei rifiuti e i combustibili derivanti da quest'ultimi.

2.3 Le potenzialità delle fonti rinnovabili

Le fonti di energia rinnovabili sono citate in numerose occasioni come una valida e concreta soluzione per la riduzione delle emissioni dei gas serra, nell'ottica dell'adozione di politiche energetiche orientate ai principi dello sviluppo sostenibile e al rispetto del Protocollo di Kyoto. A evidenziare le potenzialità delle fonti rinnovabili di energia, le proiezioni dell'International Energy Agency [10] stimano che queste possano soddisfare il 20% della domanda di elettricità nel 2020 e costituire il 50% di energia primaria nel 2050. La promozione delle risorse rinnovabili è una delle priorità dell'Unione Europea, stabilita nel Libro Bianco [7] e nella Direttiva 2001/77/CE, non solo ai fini degli obiettivi di Kyoto. La valorizzazione delle rinnovabili implica altri benefici, quali la riduzione nel consumo di combustibili fossili e il conseguente parziale affrancamento dalle importazioni di energia, la sicurezza nell'approvvigionamento energetico come illustrato nel Libro Verde Europeo sulla Sicurezza dell'Approvvigionamento Energetico della Commissione Europea [9], lo sviluppo della generazione distribuita, la creazione di un settore produttivo conforme alle piccole e medie imprese in grado di generare nuova occupazione. Questi fattori giustificano lo sviluppo a livello mondiale delle fonti energetiche rinnovabili, settore in cui si registra un'elevata crescita di potenza ed efficienza degli impianti grazie agli investimenti nella ricerca e nell'innovazione tecnologica e alla diffusione della sperimentazione in diversi paesi. Le strategie della UE in questo settore hanno permesso il conseguimento di risultati importanti, sia in termini di innovazione tecnologica sia in ambito sociale, con la creazione di decine di migliaia di posti di lavoro, inseriti in un sistema industriale all'avanguardia. In questo contesto, l'obiettivo dell'UE è di raddoppiare il contributo delle rinnovabili al fabbisogno energetico dal 6% del 1997 al 12% del 2010.

2.4 Verso gli obiettivi del 2010 stabiliti dal Libro Bianco italiano ed europeo

Il Libro Bianco italiano [8] definisce, per ogni fonte rinnovabile, gli obiettivi di riferimento per conseguire le riduzioni delle emissioni di gas serra previste dalla delibera CIPE e stabilisce gli strumenti per il conseguimento di tale obiettivo. Per il nostro paese il Libro Bianco prevede il raggiungimento delle 20,3 Mtep di energia prodotta dalle fonti rinnovabili per il periodo 2008-2012; nel 1997 il quantitativo di energia prodotta era pari a 11,7 Mtep. Un quadro riassuntivo della situazione attuale e delle strategie di sviluppo delle diverse fonti energetiche è fornito in 2.1.

Tabella 2.1: quadro riassuntivo della situazione attuale e degli obiettivi del Libro Bianco sulle fonti rinnovabili [11].

	2002-2003	2008-2012
Idroelettrico < 10 MW	14.517 MW	15.000 MW
Idroelettrico > 10 MW	2.223 MW	3.000 MW

Geotermia	860 MW	800 MW
Eolico	904 MW	2.500 MW
Fotovoltaico	25 MW	300 MW
Biomasse e biogas (impianti di produzione di elettricità e cogenerazione che usano legno e residui legnosi)	225 MW	2.300 MW
Solare termico	470.000 m	3.000.000 m
Biomasse (legna da ardere dei circuiti commerciali, legno e residui per teleriscaldamento)	0,9-1,2 MTep anno ⁻¹	1,75 Mtep anno ⁻¹
Biodiesel	220.000 t anno ⁻¹	500.000 t anno ⁻¹
Geotermia (usi diretti)	0,213 MTep anno ⁻¹	0,4 MTep anno ⁻¹

Dall'analisi della situazione delle rinnovabili in Italia si nota che alcuni settori, come l'eolico, il trend di crescita è abbastanza avviato. Altre tecnologie accusano invece un certo ritardo nel livello di sviluppo: tra queste il solare fotovoltaico e termico e le biomasse. Ciò nonostante, le biomasse in particolare possono rappresentare una delle più vantaggiose strade percorribili nella valorizzazione delle rinnovabili nel nostro paese.

Il Libro Bianco per la valorizzazione energetica delle fonti rinnovabili [8] indica i target a livello nazionale per ogni fonte (relativi al periodo 2008-2012). Le potenzialità delle fonti rinnovabili in Italia (in particolare i settori solare, eolico e delle biomasse) possono permettere di recuperare ampiamente questo ritardo, se supportate da una politica fiscale e industriale mirata alla riduzione dei consumi e all'utilizzo razionale di energia. La quota delle fonti rinnovabili è cresciuta marginalmente, essendo passata dall'8% del 1995 al 9% del 2001; la Figura 2.2 mostra il contributo delle fonti rinnovabili all'energia primaria in Italia [11]. Nel grafico di Figura 2.3, invece, è proposto un confronto tra i tassi di crescita reali e quelli necessari per il conseguimento degli obiettivi del 2010 definiti dal Libro Bianco.

2.5 Strategie di sviluppo delle fonti rinnovabili

Secondo numerose associazioni ambientaliste italiane, tra cui la sezione nazionale del WWF e Legambiente (che ha pubblicato nel 2004 il dossier "Idee e proposte per rilanciare le fonti rinnovabili in Italia"), il principale ostacolo nella promozione delle energie rinnovabili è rappresentato dall'assenza di una scelta strategica di sviluppo in termini di politiche energetiche e industriali. Tali linee guida sono invece la chiave del buon livello di diffusione di queste fonti in altri stati europei come la Germania, la Spagna o la Danimarca. Nel nostro paese invece sono relegate, nonostante i passi avanti che ci sono stati, a un ruolo secondario: manca ancora la percezione delle potenzialità di queste risorse nella prospettiva della riduzione dei consumi e dell'inquinamento atmosferico; molti progetti, in particolare quelli legati all'installazione di impianti eolici e solari, sono resi difficoltosi dalla lunghezza e dalla complessità delle procedure di approvazione, oppure anche dagli alti costi d'allaccio per la generazione distribuita sul territorio.

Lo sviluppo delle fonti rinnovabili presuppone un'inversione di rotta rispetto alle classiche logiche dell'attuale modello energetico, in cui le centrali elettriche di grandi dimensioni (per sfruttare i vantaggi dell'economia di scala) detengono un ruolo fondamentale. L'espansione del rinnovabile implica un sistema sempre più distribuito, in grado di far fronte a una domanda sempre più

suddivisa nel territorio: questi cambiamenti sono resi possibili dalla natura stessa delle energie rinnovabili, che presuppongono l'accorciamento delle catene di produzione dell'energia. Il nuovo sistema di generazione, gestione e distribuzione dell'energia richiede la riconversione di molte strutture, la nascita di nuove aziende (lontane dagli schemi classici dei grandi gruppi industriali) e una forte sinergia tra industria e ricerca. Le regioni possono agevolare questi processi attraverso l'elaborazione di piani energetici regionali che annoverino tra gli obiettivi l'introduzione del rinnovabile nello specifico contesto territoriale, i programmi di incentivazione per aziende e cittadini e la semplificazione delle procedure autorizzative. I provvedimenti pratici in grado di dare una svolta alla diffusione del rinnovabile si traducono in una serie di misure: prima fra queste l'approvazione dei provvedimenti del DL. n. 387, al fine di definire le regole e le tariffe per l'elettricità prodotta da impianti solari fotovoltaici. I contenuti di tale decreto comprendono anche le linee guida per l'approvazione dei progetti di impianti da fonti rinnovabili e le regole per gli impianti di potenza inferiore ai 20 kW (per la generazione diffusa).

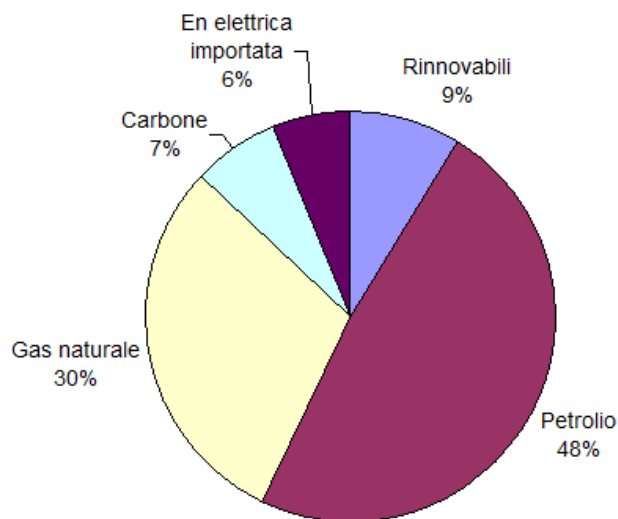


Figura2.2: energia primaria in Italia per fonte nel 2001 [11].

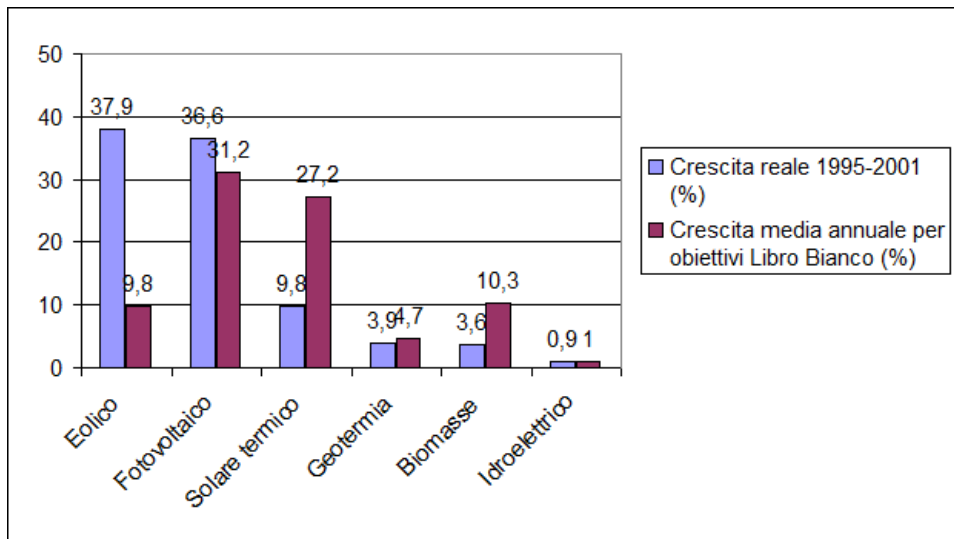


Figura 2.3: tassi di crescita medi annuali per gli obiettivi del Libro Bianco Europeo al 2010 e crescita reale [11].

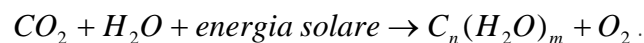
Il decreto n. 79/1999 prevede inoltre che, mediante il meccanismo dei Certificati Verdi, le società produttrici di energia elettrica immettano in rete almeno il 2% di energia da fonti rinnovabili. Un'altra proposta prevede l'introduzione del meccanismo dell'incentivo del conto energia per la produzione di energia da tutte le fonti rinnovabili. È auspicabile l'introduzione di obiettivi di programmazione degli impianti eolici e solari (anche tramite la definizione delle aree adatte all'installazione di queste tecnologie) e l'obbligo di dotazione dei pannelli solari termici – secondo l'esempio della Spagna – negli edifici di nuova costruzione e nelle ristrutturazioni più importanti (quest'ultimo accorgimento è di competenza dei regolamenti edilizi). I regolamenti edilizi dovrebbero essere strumenti che garantiscano l'inclusione di criteri per il risparmio e la certificazione energetica e, in generale, regole e incentivi per la promozione delle energie rinnovabili a livello locale.

3. LE BIOMASSE COME FONTE RINNOVABILE DI ENERGIA

Le criticità legate alla decrescente disponibilità delle fonti energetiche di origine fossile, nonché alla loro distribuzione geografica in aree politicamente instabili, unitamente alle ingenti problematiche ambientali a scala globale, hanno indotto una crescente attenzione verso la ricerca di fonti energetiche alternative. In questo capitolo si focalizza l'attenzione sull'energia ottenuta dalle biomasse: questa energia è ricavata tramite la trasformazione di prodotti caratterizzati dalla loro natura organica di neoformazione.

3.1 Biomasse, biocombustibili e bioenergia

Il contenuto in carbonio originario delle biomasse deriva da processi di fotosintesi vegetale, ovvero quella reazione biologica tramite la quale le piante trasformano la luce solare, l'acqua e l'anidride carbonica in carboidrati e ossigeno, secondo l'Equazione:



Questa prima definizione di biomassa contiene implicitamente il concetto di fonte rinnovabile, in quanto esclude tutte le biomasse fossilizzate e derivati, i cui tempi di formazione, dell'ordine dei milioni di anni, non sono comparabili con i tempi di sfruttamento della risorsa, ben più rapidi considerando l'attuale tasso di consumo.

Il termine biomasse, inteso come insieme delle sostanze organiche di origine vegetale o animale, racchiude un'ampia gamma di prodotti di origine dedicata o derivanti da scarti e residui di varie produzioni, che spaziano da quelle agricole-forestali e agroindustriali ai rifiuti domestici [12] [13]. In Figura 3.1 è riportata una schematizzazione dei vari tipi di biomasse e della loro provenienza. Con il termine biocombustibili si indicano, invece, tutti quei combustibili solidi, liquidi o gassosi derivati direttamente dalle biomasse (per esempio la legna da ardere), oppure ottenuti in seguito ad un processo di trasformazione del materiale organico in esse contenuto in combustibile di diversa forma e proprietà (per esempio il biodiesel è ricavato da piante oleaginose, mentre il bioetanolo da piante zuccherine). Infine, con il termine bioenergia si va a indicare qualsivoglia forma di energia utile (termica o elettrica) ottenuta tramite l'uso di biocombustibili. Si sottolinea che quando si parla di energia da biomasse, l'aspetto della conversione è solo una parte di un processo esteso che comprende, a livello generale, le fasi illustrate in Figura 3.2, generalmente definita come filiera energetica.

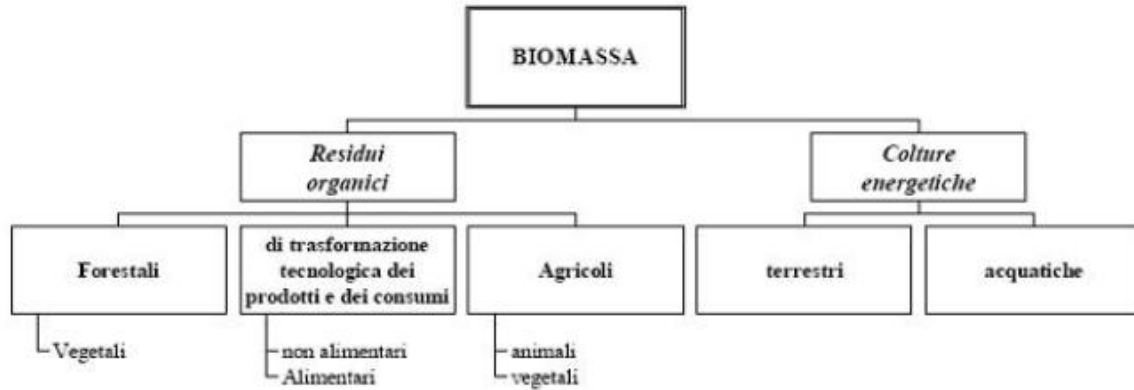


Figura 3.1: schema delle varie tipologie di biomassa e loro provenienza.

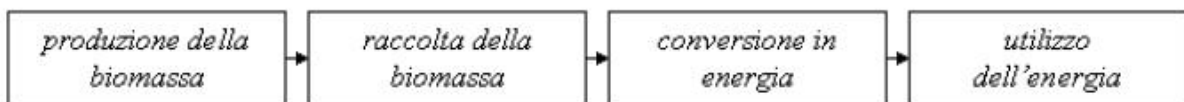


Figura3.2: fasi del processo di generazione di energia da biomassa.

3.2 Energia da biomasse in cifre

Pur non disponendo di una precisa stima della disponibilità di biomasse a scala globale, si può affermare che il loro utilizzo per la produzione di energia è largamente inferiore alle reali potenzialità offerte dal sistema ambiente-territorio. Le biomasse rappresentano, attualmente, la principale fonte energetica rinnovabile (FER): a livello mondiale forniscono quasi l'11% dell'energia primaria consumata, seguite dall'idroelettrico (2,2%) e da altre fonti quali la geotermia, il solare e l'eolico (0,5%) [14]. In Figura 3.3 è illustrata la ripartizione tra le varie fonti energetiche sul totale dell'energia consumata a livello mondiale. Esiste però una forte disomogeneità nell'utilizzo di questa risorsa per la produzione di energia. Attualmente, i paesi in via di sviluppo coprono il 38% del loro fabbisogno energetico tramite l'utilizzo delle biomasse, con alcuni casi estremi come il Nepal (98%) e l'Etiopia (95%). Molto differente è la situazione nei paesi industrializzati, i quali soddisfano mediamente il 3,3% del loro fabbisogno energetico tramite questa fonte [14]. In proposito si osservi la Tabella 3.1 [12] [13] che riporta i dati relativi al contributo delle fonti energetiche rinnovabili all'offerta energetica in varie aree del pianeta. Dai dati riportati si può osservare come l'energia da biomasse sia particolarmente rilevante sul totale dell'energia ricavata da fonti rinnovabili. A livello europeo tale contributo è ancora molto significativo (oltre il 60%), ma il dato relativo all'Italia è sotto la media comunitaria, attestandosi intorno al 25-30%.

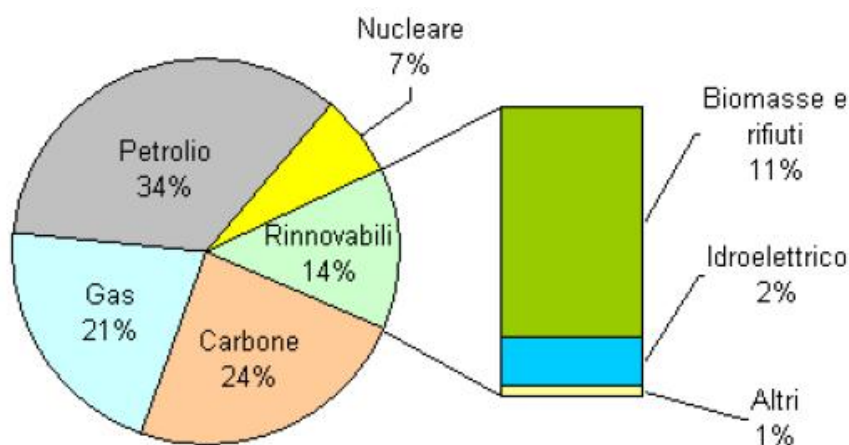


Figura 3.3: energia primaria per fonte a livello mondiale (IEA, 2005).

Tabella 3.1: incidenza delle biomasse sulla produzione energetica totale [14].

Anno	Mondo	OCSE		UE-15		Italia	
	2002	2002	2003	2002	2003	2002	2003
Offerta di energia totale (Mtep)	10.231	5.346	5.391	1.490	1.513	173	181
Energia da biomasse (Mtep)	1.118	178	181	57	60	3	3
Energia da FER (Mtep)	1.392	317	320	88	93	10	11
% biomasse/FER	80	56	57	64	64	26	27
% biomasse/totale	11	3	3	4	4	1	2

Nel 2004 l'energia primaria da biomasse nell'UE25 era pari a 55,4 Mtep (il 3,2% dell'energia primaria), con una crescita del 5,4% rispetto all'anno precedente. In Italia, invece, l'energia primaria da biomassa era pari a circa a 1,08 Mtep secondo le stime EurObserv'ER [15], mentre secondo le stime dell'ENEA [16] l'energia da legna e assimilabili nel 2004 era pari a 3,3 Mtep. Rispetto all'energia primaria dell'anno (196,8 Mtep secondo ENEA [16]), dunque, la percentuale da biomasse solide varia tra 0,55 e 1,68% (visto la difficoltà nel determinare la produzione di energia da rinnovabili e, in particolare, dalle biomasse, si è scelto di riportare i diversi valori). Per quanto riguarda l'elettricità da biomasse, nel 2004, sono stati prodotti 35 TWh nell'UE25 e 0,40 TWh in Italia [15].

È interessante leggere la ripartizione dell'energia da biomasse nelle sue tre principali forme: biogas, biocombustibili liquidi e combustione delle biomasse. La produzione di energia elettrica da rinnovabili in Italia ammonta nel 2004 a oltre 55 TWh, pari al 16% del consumo interno lordo di energia elettrica. Rispetto al 2003, si assiste a un aumento medio della produzione di elettricità da rinnovabili del 16% e del 25% per quanto riguarda le biomasse. Oltre il 75% della produzione da rinnovabili proviene dall'idroelettrico; le biomasse (inclusi i rifiuti) contribuiscono

per circa il 10% (5,6 TWh), così come il geotermico, l'eolico per il 3% e il fotovoltaico solo per lo 0,05% [16]. Secondo i dati riportati dal GRTN [17] per il 2004, i 5,6 GWh si dividevano nel seguente modo: 4,5 GWh da biomasse solide (di cui la metà sono però rifiuti solidi urbani) e il restante da biogas. Secondo le stime attuali il potenziale energetico delle biomasse prodotta in Europa è pari a 400 Mtep, di questi solo il 15% circa viene utilizzato per produrre energia. Secondo gli obiettivi del Libro Bianco [7], il contributo delle biomasse alla produzione energetica europea dovrebbe triplicare entro il 2012, attestandosi oltre i 130 Mtep, cifra che comprende tutte le forme di energia estraibili dalle biomasse; le biomasse secche dovrebbero contribuire per circa 100 Mtep sul totale dell'obiettivo. Si stima però che, seguendo i trend attuali nel 2010 si produrranno solo 78 Mtep da biomasse [15]. Il raggiungimento completo dell'obiettivo del Libro Bianco dovrebbe permettere un risparmio di combustibili fossili pari a 45 Mtep anno⁻¹, provenienti per i due terzi dal recupero di residui forestali, di scarti agricoli e dell'industria del legno, e per un terzo dallo sfruttamento di colture dedicate. Si tenga presente che, in generale, i dati sulla disponibilità di biomasse sono potenzialmente affetti da errori dovuti all'oggettiva difficoltà di stima delle quantità in gioco, principalmente perché trattasi allo stato attuale di risorse non commercializzate.

3.3 Tipologie di risorse e loro disponibilità sul territorio italiano

Le possibili fonti di biomassa sono strettamente correlate al contesto economico-produttivo di un paese, nonché alla realtà territoriale e alle caratteristiche geografiche dell'area considerata. Nel contesto italiano le fonti di biomassa disponibili sono principalmente le seguenti:

- i residui derivanti dalle coltivazioni agricole (paglie di cereali, lolla di riso, stocchi di mais ecc.);
- i residui derivanti dalle operazioni di manutenzione forestale (frascami, ramaglie, sfalci e residui di potature);
- gli scarti dell'industria del legno (ritagli di pannelli, segature e truciolame di varia pezzatura);
- i residui agroindustriali e delle lavorazioni alimentari (vinacce, sanse ecc.);
- la frazione organica dei rifiuti urbani;
- i reflui zootecnici;
- le colture energetiche dedicate (erbacee o arboree).

La maggior parte delle biomasse sono costituite dagli scarti delle diverse attività produttive agricole e industriali. Questi materiali, che vengono prodotti dalle aziende o prelevati al di fuori dei consueti circuiti commerciali dei combustibili, mal si prestano a precise rilevazioni quantitative. Per questo motivo, per valutarne la consistenza bisogna accontentarsi di stime indirette o parziali. Un'importante fonte di biomassa deriva dal potenziale utilizzo di quelle migliaia di ettari tolti alle produzioni agricole in quanto considerati eccedentari dalla norme economiche comunitarie. Tali terreni, denominati *set-aside*, potrebbero infatti essere adibiti a colture dedicate alla produzione di biomassa per scopi energetici.

Le varietà ritenute maggiormente interessanti per la produzione di biocombustibili sono quelle oleaginose o alcoligene, mentre per la produzione di elettricità e calore si considerano tutte le colture da fibra, di natura ligno-cellulosica. Una possibile classificazione delle colture energetiche è riportata in Tabella 3.2.

Tabella 3.2: classificazione delle colture energetiche e dei relativi prodotti.

Classificazione	Varietà	Prodotti
Colture alcoligene, amidacee e zuccherine	Cereali, sorgo zuccherino, barbabietola, ecc.	Combustibili o additivi per combustibili
Colture oleaginose	Girasole, colza, ecc.	Biodiesel
Colture erbacee ad alta efficienza fotosintetica	Sorgo da fibra, miscanto, arundo donax, canne, ecc.	Biomassa per combustione

3.4 Processi di conversione

Le biomasse sono una fonte energetica il cui contenuto calorico può essere sfruttato attraverso molteplici processi basati su diverse tecnologie. Il modo più semplice (e il più antico) per convertire le biomasse in energia termica ed eventualmente elettrica è la combustione diretta. Esistono tuttavia altri processi di natura biochimica o termochimica atti a trasformare le biomasse in vettori energetici differenti, che possono essere liquidi, solidi o gassosi. Il vantaggio di questi combustibili derivati è che hanno una più elevata densità energetica che ne abbatta i costi di trasporto, inoltre possono adattarsi all'impiego in svariate applicazioni, come per esempio in motori endotermici. Il tipo di processo a cui sottoporre la biomassa dipende in primo luogo da alcune caratteristiche fisiche (umidità) e chimiche (rapporto C/N). In particolare i trattamenti si dividono in due tipologie di processi: biochimici e termochimici [12] [13]. I processi termochimici si applicano principalmente a prodotti caratterizzati da umidità alla raccolta inferiore al 30% e con rapporto C/N superiore a 30. In questi processi l'energia viene ricavata dalla materia tramite l'azione del calore. Le biomasse che meglio si adattano a questo tipo di trattamento sono la legna e i suoi derivati (scarti di lavorazione dell'industria del legno) e gli scarti agro-industriali di natura ligno-cellulosica, come la paglia dei cereali e i residui di potatura e scarti di lavorazione (lolla di riso, pula, gusci, noccioli, ecc.).

I processi biochimici [12] [13] si applicano a prodotti caratterizzati da umidità alla raccolta superiore al 30% e con rapporto C/N inferiore a 30. Questi processi, basati su reazioni chimiche prodotte da enzimi, funghi e micro-organismi che si formano nella biomassa in particolari condizioni, permettono di ricavare energia termica per l'utilizzo diretto e potenziale nel caso in cui si producano combustibili. Risultano particolarmente adatti a questi trattamenti alcuni scarti di produzioni agricole quali foglie e steli di barbabietola, ortive, patate ecc. È possibile utilizzare anche i reflui derivanti da allevamenti zootecnici e alcuni scarti di lavorazioni agro-industriali come le borlande o le acque di vegetazione. A questi processi può essere sottoposta anche la frazione organica dei rifiuti urbani immagazzinati nelle discariche controllate.

Tutti i processi di conversione delle biomasse in energia si basano quindi sull'estrazione del contenuto calorico della sostanza usata o nell'immagazzinamento di questo in un vettore energetico differente, usato in un secondo momento. Per avere una quantificazione dell'energia immagazzinata è necessario considerare il potere calorifico della sostanza. Per quanto riguarda le biomasse ottenute da scarti e materiali di risulta vegetali, il potere calorifico è pari a circa $16.700 \text{ kJ kg s.s.}^{-1}$ (a titolo di confronto, il potere calorifico del gas naturale è pari a $34.500 \text{ kJ kg s.s.}^{-1}$). Attualmente sono disponibili diversi processi di conversione, basati su tecnologie affidabili e sperimentate. L'opportunità del singolo processo è da valutare in funzione del tipo di prodotto di partenza e dell'utilizzo energetico finale, sia esso volto alla produzione diretta di

energia termica (ed eventualmente elettrica) oppure alla produzione di un combustibile in forma diversa da utilizzare in appositi impianti di combustione. Le tecnologie a oggi sviluppate, suddivise per tipologia di reazione, sono elencate in Tabella 3.3 e sono brevemente descritte nei paragrafi successivi, con l'indicazione del principio di funzionamento e dei prodotti finali ottenibili.

Tabella 3.3: principali processi di conversione della biomassa.

Processi di tipo biochimico	Processi di tipo termochimico
Digestione anaerobica	Combustione diretta
Digestione aerobica	Carbonizzazione
Fermentazione alcolica	Massificazione
Produzione di metanolo	Pirolisi
Estrazione di oli e produzione di biodiesel	Steam explosion

3.4.1 Combustione diretta e co-combustione

La combustione diretta è il modo più semplice per convertire in calore l'energia chimica contenuta nelle biomasse. La combustione può essere volta alla sola produzione di calore per riscaldamento o acqua calda sanitaria, ma è anche possibile utilizzare il calore ottenuto per la produzione di energia elettrica, tramite per esempio un impianto a turbina a vapore. La produzione di energia da biomasse, però, è caratterizzata da bassi rendimenti: una combustione a biomassa associata a un impianto a ciclo a vapore Rankine ha un rendimento elettrico netto dell'ordine del 25% per potenze intorno ai 10 MWe, per potenze inferiori i rendimenti sono ancora più bassi [12].

Un'alternativa alla combustione consiste nell'alimentare gli impianti tradizionali (a combustibile fossile) anche con una frazione di biomassa, in questo caso si parla di co-combustione. I rendimenti di combustione, che dipendono fortemente dal tipo di combustibile usato, sono sufficientemente elevati se si utilizzano prodotti ricchi di glucidi strutturati, come la lignina e la cellulosa, e con basso contenuto di acqua (preferibilmente inferiore al 35%). I prodotti che meglio rispondono a queste caratteristiche sono il legname di varia pezzatura, le paglie di cereali, i residui di legumi, di piante oleaginose (ricino, catramo, ecc.) e di piante da fibra (cotone, canapa, ecc.), tutti i residui di patate di varia origine, nonché i residui di lavorazione delle industrie agrarie.

3.4.2 Gassificazione

La gassificazione è un processo di parziale ossidazione di una sostanza solida (legno, scarti agricoli, ecc.) posta ad alta temperatura (intorno ai 900-1.000°C) in ambiente ipossico o anossico, tipicamente in un particolare reattore detto gasogeno. Il prodotto è un combustibile in forma gassosa detto gas di gasogeno (o *syngas*), caratterizzato da un basso potere calorifico inferiore, mediamente intorno ai 10.000 kJ Nm⁻³. Il gas di gasogeno è composto da una miscela

di H_2 , CO , CH_4 , CO_2 , vapore acqueo e N_2 , frammisti a ceneri in sospensione e a tracce di idrocarburi (C_2H_6). Esistono diversi tipi di gassificatori: quelli ad aria, che producono un gas con pci pari a 4.000 kJ Nm^{-3} , quelli a vapor d'acqua con PCI pari a $10.000 \text{ kJ Nm}^{-3}$ e quelli a ossigeno che arrivano a un PCI pari a $14.000 \text{ kJ Nm}^{-3}$. Questo trattamento complesso è ancora affetto da alcune problematiche relative al basso PCI del prodotto e alle molte impurità presenti sotto forma di polveri e catrami. Una diffusa applicazione del *syngas* è la co-combustione in tradizionali impianti a gas. I rendimenti complessivi dei processi di gassificazione si attestano attorno al 75-80% [18].

3.4.3 Pirolisi

La pirolisi è un processo di decomposizione termochimica dei materiali organici posti a elevata temperatura ($400-1.000^\circ\text{C}$) in ambiente anossico o ipossico, in questo secondo caso il processo è simile alla gassificazione. Esistono tre metodi di pirolisi (convenzionale, lenta o veloce) che, in base ai parametri di reazione usati, forniscono prodotti in fase gassosa, liquida e solida in diverse proporzioni. Allo stato tecnologico attuale, tali prodotti sono affetti da impurità che possono inficiarne l'utilizzo in turbine a gas o motori diesel. La scelta del materiale con cui alimentare il reattore è strettamente collegata al prodotto finale che si vuole ottenere, soprattutto per quanto riguarda la composizione del legno in termini di contenuto in lignina e cellulosa. In termini generali la lignina produce alcool metilico mentre la cellulosa produce acido acetico. Per ottenere questi due prodotti è necessario quindi impiegare legno proveniente da piante a foglie caduche. Per ottenere carbone di legna è invece preferibile impiegare legno proveniente da piante sempreverdi. Nel caso in cui si vada poi a effettuare la gassificazione, è possibile utilizzare qualunque tipo di biomassa. Tutto il materiale deve essere comunque sottoposto a un pretrattamento di essiccazione e sminuzzamento.

L'essiccazione è una fase sensibilmente influente sul rendimento del processo di pirolisi in quanto l'acqua contenuta nel materiale richiede un elevato calore di vaporizzazione, per questo motivo il tasso di umidità non deve superare il 20%. È possibile raggiungere questo valore con un processo di essiccazione naturale (lento, ma che non impiega energia), oppure mediante l'impiego di forni a temperatura di 100°C , che garantiscono l'evaporazione dell'acqua contenuta nel materiale evitando la possibile accensione dello stesso. Il processo di pirolisi si evolve in fasi distinte in base alle temperatura raggiunta. Fino a $400-500^\circ\text{C}$ si ha la fase detta di carbonizzazione, dalla quale si origina carbone di legna, una miscela di gas (condensabili e non) e vari composti liquidi (catrami, oli ecc.). Il prodotto principale di questa fase è appunto il carbone (contenuto in C pari a 30-35% e potere calorifico pari a $25.100-29.300 \text{ kJ kg}^{-1}$) che corrisponde al 30-35% del materiale secco di partenza, mentre il gas è pari al 15-20% e i componenti liquidi sono circa il 25% (compreso l'acido pirolignoso). Da 600°C a 1.000°C si ha principalmente produzione di un gas composto da H_2 , CO , CO_2 e vari idrocarburi, con potere calorifico pari a $12.500 \text{ kJ Nm}^{-3}$.

3.4.4 Digestione anaerobica

La digestione anaerobica è un processo basato sull'azione di batteri specializzati (saprofiti

eterotrofi) che demoliscono le macromolecole organiche contenute nella biomassa, sia essa di tipo vegetale o derivante da sottoprodotti di origine animale. Tali batteri sono sempre presenti nella massa organica originale e si sviluppano in ambiente chiuso, grazie anche all'azione di enzimi, sintetizzati dall'organismo medesimo, che operano come catalizzatori biologici. La digestione anaerobica è condotta in appositi reattori (digestori anaerobici) progettati per evitare il contatto tra il reagente e l'ossigeno atmosferico. Il processo si svolge in tre fasi successive:

1. idrolisi delle macromolecole (cellulosa, proteine, lipidi, zuccheri e amminoacidi);
2. fase acidogena caratterizzata da formazione di acidi grassi (acido acetico);
3. fase metanigena, in cui gli acidi grassi si trasformano in metano.

I prodotti finali sono un gas combustibile, un fango ispessito e un residuo liquido chiarificato. Il prodotto principale è il cosiddetto biogas, una gas il cui potere calorifico medio è pari a $23.000 \text{ kJ Nm}^{-3}$, costituito da una miscela in percentuale variabile dei seguenti composti:

- 50-60% metano (CH_4);
- 30-35% anidride carbonica (CO_2);
- piccole percentuali di idrogeno (H_2), monossido di carbonio (CO) e idrocarburi saturi;
- tracce di acido solfidrico.

Questo gas viene essiccato e compresso per essere immagazzinato in appositi contenitori. Dato il suo elevato potere calorifico e la facilità di trasporto e di stoccaggio, il combustibile può essere utilizzato per alimentare motori endotermici o caldaie a gas per la produzione di calore ed eventualmente energia elettrica. Un'interessante peculiarità del processo è la produzione di fanghi stabilizzati che conservano intatti i principali elementi nutritivi (azoto, fosforo e potassio) della materia prima. In questo modo, tramite la mineralizzazione dell'azoto, si può ottenere un ottimo fertilizzante [19] (Itabia, 2005). Il liquido chiarificato (surnatante) può essere utilizzato per diluire la sostanza organica in ingresso al digestore, oppure anch'esso come liquido per la fertirrigazione o l'allestimento di zone di lagunaggio adibite a colture energetiche. Inoltre, gli impianti di digestione anaerobica possono essere alimentati con materiale ad alto contenuto di umidità (residui di colture acquatiche o residui di colture ortive); si adattano bene, quindi, anche allo sfruttamento di reflui zootecnici o industriali (acque di vegetazione e simili), nonché di rifiuti alimentari e della frazione organica dei rifiuti solidi urbani.

3.4.5 Digestione aerobica

Nella digestione anaerobica il processo è basato sull'azione di microrganismi che, per la loro funzione metabolica, richiedono la presenza di ossigeno. Le sostanze organiche complesse contenute nella biomassa sono quindi demolite e convertite in sostanze più semplici. Il processo è fortemente esotermico e ha come prodotti CO_2 e H_2O ; il calore prodotto può essere trasferito all'esterno del reattore tramite scambiatori a fluido.

3.4.6 Fermentazione alcolica

Questo processo di tipo micro-aerofilo (basato sull'attività di batteri che prediligono basse concentrazioni di O_2) consiste nella trasformazione dei glucidi contenuti nelle biomasse vegetali in etanolo. Tale prodotto è utilizzabile direttamente come combustibile per i motori a

combustione interna senza particolari difficoltà tecniche. In origine, il consumo di etanolo come carburante per i trasporti era fortemente osteggiato dall'ampia disponibilità di combustibili fossili a basso costo. In seguito però sono stati studiati diversi prodotti alternativi a benzina e gasolio, tra questi quelli che mostrano le migliori caratteristiche in termini di prestazioni, disponibilità e prezzo sono proprio l'etanolo e un suo derivato denominato ETBE (EtilTertioButilEtere), formato dalla combinazione di etanolo e un idrocarburo petrolifero (isobutene).

3.4.7 Produzione di metanolo

Il metanolo o alcool metilico (CH_3OH) è un combustibile che si ricava dalla trasformazione del gas di gasogeno, a sua volta ottenuto da un processo di gassificazione. Il vantaggio di questo vettore energetico è che, a differenza del gas di gasogeno, può essere agevolmente utilizzato come carburante per motori endotermici. Il potere calorifico inferiore è dell'ordine di $21.000 \text{ kJ kg}^{-1}$, ma può essere ulteriormente elevato tramite raffinazione, ottenendo così una benzina sintetica dal potere calorifico prossimo a quello delle benzine tradizionali. In questo modo, si possono superare le inefficienze economiche connesse al trasporto e all'immagazzinamento di combustibile a basso contenuto energetico per unità di volume.

3.4.8 Estrazione di oli vegetali

Gli oli vegetali si ricavano dalle piante oleaginose (per esempio soia, colza, girasole). In Europa si trovano diffusamente piantagioni di colza (Germania, Francia, Gran Bretagna e Danimarca) e girasole (Francia, Spagna e Italia), mentre la soia è più diffusa in America (Stati Uniti, Brasile e Argentina). È possibile utilizzare gli oli vegetali direttamente come combustibili, senza particolari trattamenti in seguito all'estrazione, oppure sottoporli a un processo di esterificazione. Le principali caratteristiche di questi prodotti sono la disponibilità di tecnologie relativamente semplici di trasformazione e utilizzazione e la possibilità di utilizzare i sottoprodotti del processo di estrazione nell'industria farmaceutica (glicerina) o come mangimi per il bestiame (sotto forma di panelli di materie proteiche).

3.5 Applicazioni e relative filiere

Le applicazioni per lo sfruttamento del potenziale energetico contenuto nelle biomasse sono svariate e in continua evoluzione. Attualmente i settori di utenza maggiormente sviluppati in Italia sono il riscaldamento domestico o industriale, tramite impianti singoli o a rete (teleriscaldamento), la produzione di vapore di processo, la produzione di energia elettrica in impianti centralizzati o distribuiti, l'uso di combustibili liquidi (biodiesel e bioetanolo) sia per autotrazione che per il riscaldamento.

3.5.1 Riscaldamento domestico

Quello del riscaldamento domestico da biomasse è un settore già radicato nel mercato

dell'energia e in continua evoluzione. Gli schemi di impianto possibili sono il riscaldamento autonomo (tramite caldaie a legna, stufe o caminetti) oppure quello centralizzato con distribuzione dell'energia termica tramite particolari fluidi termoconvettori, anche su distanze dell'ordine delle decine di chilometri (in questo caso si parla di teleriscaldamento). In particolare, il teleriscaldamento rappresenta un settore di mercato in cui le biomasse possono rappresentare un'interessante soluzione tecnologica ed economica. Secondo i dati dell'ENEA [5] la produzione italiana di energia per uso domestico o in piccole imprese da legna e biomasse assimilabili è stimato dai 3 ai 6 Mtep. In Tabella 3.4 è possibile osservare l'andamento nel tempo dell'energia termica da biomassa in Italia, suddivisa per tipologia di utilizzo.

Tabella 3.4: energia termica da biomassa in Italia, valori in TJ [5].

Anni	2001	2002	2003
Legna da ardere (residenziale)	51.657	44.656	46.055
Teleriscaldamento a biomasse	785	1.062	1.197
Legna utilizzata nelle industrie	39.600	39.600	39.600
Biocombustibili per uso riscaldamento	1.088	1.175	2.228
Cogenerazione	9.632	9.399	12.752

3.5.2 Teleriscaldamento

Attualmente la soluzione prevalente per il teleriscaldamento dei centri urbani prevede impianti a cogenerazione alimentati con fonti fossili. Gli impianti di estensione urbana attualmente in esercizio sono 27; si tratta di sistemi a cogenerazione con una potenza installata complessiva di circa 600 MWe e 1.400 MWt, dei quali 55 MWt sono ottenuti tramite biomasse (impianti localizzati presso comuni alpini) [19]. Sono in fase di progetto svariati altri impianti simili. Tale incremento di domanda è stimato intorno all'8-9% annuo, di cui una parte sarà coperta dalle biomasse. Gli impianti di teleriscaldamento attivi in Italia si trovano soprattutto nelle regioni settentrionali. In Alto Adige, per esempio, ci sono 33 impianti di teleriscaldamento (Figura 3.4); circa il 20% del fabbisogno energetico della provincia di Bolzano è soddisfatto dalle biomasse. Nella stagione invernale 2004-2005, le centrali di teleriscaldamento a biomassa dell'Alto Adige hanno combusto un totale di 515.500 msr (metro stero alla rinfusa) di biomassa equivalente a circa 30 milioni di litri di gasolio e a una riduzione delle emissioni di CO₂ pari a 87.000 tonnellate (Provincia Autonoma di Bolzano, 2005). In Lombardia ci sono alcune centrali di teleriscaldamento, in particolare in Valtellina ci sono le centrali di Sondalo e di Tirano; quest'ultima è un impianto di cogenerazione e, quindi, produce energia elettrica e termica. Complessivamente, gli impianti di teleriscaldamento sono distribuiti in Italia come riportato in Tabella 3.5.



Figura 3.4: localizzazione dei principali impianti di teleriscaldamento in Alto Adige.

Tabella 3.5: impianti di teleriscaldamento da biomassa in Italia [19] [20].

Provincia	Impianti (n°)	Potenza termica (MWt)
Aosta	2	10
Bolzano	33	107
Brescia	1	13
Cuneo	2	10
Sondrio	2	22
Torino	2	14
Trento	2	17
Totale	41	193

3.5.3 Energia termica per usi industriali

L'energia termica liberata dalla combustione delle biomasse può essere usata per alimentare processi di produzione industriali, invece che per il riscaldamento di ambienti. Questa applicazione è abbastanza diffusa soprattutto presso le aziende agro-alimentari che hanno già a disposizione al loro interno delle biomasse residuali da smaltire. Le stime del 2005 indicano l'esistenza di 1.300 impianti di questo tipo con una capacità termica installata di circa 2.400 MWt [19].

3.5.4 Energia elettrica

Il settore dell'energia elettrica è in forte sviluppo: le biomasse si stanno progressivamente introducendo nonostante gli alti costi e le difficoltà legate all'approvvigionamento della materia prima. Nel 1998 erano presenti in Italia 23 impianti per la produzione di energia elettrica da biomasse, con una potenza elettrica installata di circa 150 MWe, a cui si aggiunge una potenza termica di circa 150 MWt per gli impianti di cogenerazione. Nel 2003 (Tabella 3.6) gli impianti sono passati a 31 per una potenza lorda totale pari a 312 MWe, mentre la potenza media di un impianto è di circa 10 MWe; il consumo annuo di biomasse è di circa 3.500.000 tonnellate, supponendo un funzionamento medio annuo di circa 7.500 ore di ciascun impianto e una produzione elettrica di circa 1,7 TWh [19]. L'installazione di nuovi impianti previsti per la produzione di energia elettrica da biomasse (e da rifiuti solidi urbani), per una potenza complessiva di oltre 1.600 MWe è in parte realizzata e in parte in fase di avviamento.

3.5.5 Biocombustibili liquidi

Particolare interesse è stato recentemente rivolto alla filiera dei biocombustibili liquidi, a causa della nota emergenza ambientale provocata dall'inquinamento da traffico. Si valuta che da questa fonte provenga il 93% delle emissioni di CO, il 60% di NO_x e HC e il 12% di CO₂. Sostituendo il combustibile di origine fossile con un biocombustibile compatibile, si può ottenere una serie di vantaggi, quali:

1. bilancio quasi nullo di emissioni di CO₂;
2. nessuna emissione di piombo e zolfo;
3. migliore combustione grazie all'alto tenore di O₂, con conseguente riduzione delle emissioni di CO e suoi composti;
4. nessuna emissione evaporativa diretta del combustibile;
5. riduzione dei problemi di trasporto e stoccaggio rispetto alle benzine poiché i biocombustibili sono completamente biodegradabili e difficilmente autoinfiammabili;
6. buone caratteristiche chimico-fisiche in termini di potere calorifico, potere antidetonante e punto di volatilizzazione.

In Italia, dopo un iniziale momento di sviluppo, la produzione di biocombustibili liquidi ha registrato un forte calo di interesse, tale da causare un arresto della produzione nel 1997. Le cause sono diverse, ma principalmente possiamo ricondurre questo fenomeno alla confusa e contraddittoria politica agricola nazionale e comunitaria di quegli anni, che non ha potuto fornire le debite certezze sulla fornitura della materia prima (olio di semi di colza e di girasole o colture alcoligene). Unitamente a questo, i produttori agricoli e le industrie di trasformazione, a causa dell'assoluta mancanza di adeguati sostegni finanziari, non sono stati messi in grado di superare gli elevati costi di investimento ed esercizio. Successivamente, nonostante questo inizio poco incoraggiante, l'industria italiana è ritornata in questo settore del mercato, grazie anche a un progressivo aumento delle quote di produzione di biodiesel esenti da accise, in particolare a partire dalla Legge Finanziaria del 2001.

Tabella 3.6: impianti di produzione di energia elettrica da biomassa in Italia [19].

Regione	Impianti n°	Potenza lorda MWe
Piemonte	4	31,2
Lombardia	6	35,4
Veneto	2	24
Friuli Venezia Giulia	1	0,5
Emilia Romagna	4	48,7
Toscana	1	18
Umbria	2	9,8
Molise	2	28,6
Calabria	5	100
Puglia	4	15,5
Totale	31	311,7

Biodiesel

Il biodiesel è un combustibile dalle caratteristiche simili al gasolio ottenuto dall'esterificazione di oli vegetali. Può essere impiegato in tradizionali motori diesel per autotrazione, senza l'adozione di particolari modifiche tecniche, oppure in caldaie a gasolio per riscaldamento. In Italia la produzione a livello industriale del biodiesel si è avviata nel 1992 [19]. Nel 2000 esistevano 9 società autorizzate alla commercializzazione del biodiesel esente da accisa; i relativi impianti di produzione erano 7 con capacità produttiva lorda stimata intorno alle 500.000 t anno⁻¹. Fino al 2000, però, la produzione effettiva è stata di sole 100.000 t anno⁻¹, inferiore al limite imposto dalla legislazione vigente di 125.000 t anno⁻¹ (contingente di produzione esente da accise). La Legge Finanziaria del 2001 ha contribuito a dare un impulso al settore, elevando il contingente esentasse a 300.000 t anno⁻¹. Questo e altri interventi dello Stato hanno comportato una successiva crescita della produzione e del consumo. La produzione in Italia è prevalentemente destinata agli usi termici, mentre per quanto riguarda l'uso rivolto all'autotrazione ci sono solo alcune applicazioni di nicchia (per esempio gli autobus urbani), anche se questo settore del mercato è in continua evoluzione. La materia prima consiste essenzialmente in olio di colza, anche proveniente dall'estero (Francia e Germania) e in olio di girasole. Le superfici coltivate a oleaginose destinate alla produzione di biodiesel nel 2001 oscillavano tra i 10.000 e i 60.000 ha anno⁻¹, tuttavia la produttività media (circa a 1 t ha⁻¹) è inferiore alla media europea (3 t ha⁻¹).

Bioetanolo ed ETBE

Il bioetanolo deriva da materiali fermentabili (zuccherini o amidacei) tramite processi di distillazione e fermentazione. La materia prima deriva dalle distillazioni obbligatorie di vino e altri prodotti ortofrutticoli eccedenti. È possibile un suo impiego tal quale o sotto forma di ETBE, che viene miscelato alle benzine in virtù del suo potere antidetonante e ossigenante. Questo biocombustibile, impiegato in Italia fino al 1995 soprattutto per usi sperimentali e dimostrativi, non ha trovato diffusione nel mercato energetico nazionale.

3.5.6 Biogas

In Italia la produzione di biogas (il cui contenuto di metano è variabile tra il 40 e il 70%) è una pratica relativamente diffusa. È possibile ricavare questo combustibile da diverse fonti organiche, tra le quali:

- RSU stoccati in discariche controllate;
- fanghi di depurazione;
- deiezioni animali;
- residui industriali.

Il combustibile, ottenuto tramite processi di digestione anaerobica, è utilizzabile nella produzione di energia elettrica, termica e cogenerazione. La quantità di energia primaria prodotta in Italia mediante biogas di varia origine ha subito un notevole incremento. Se consideriamo la provenienza di questo combustibile possiamo osservare che la maggior parte è prodotto da RSU in discariche debitamente attrezzate per la captazione del gas, il suo stoccaggio ed eventualmente l'impiego per la produzione di energia. Esistono tuttavia svariati sistemi di produzione e utilizzo del biogas in piccoli impianti a scala consortile o di singola azienda, soprattutto nel settore agricolo e delle industrie agro-alimentari. La produzione lorda di energia elettrica negli impianti di estrazione e utilizzo di biogas nel 2004 ammontava a circa 1.170 GWh da reflui zootecnici, 2.190 GWh da residui delle industrie agroalimentari e a 2.277 GWh da rifiuti solidi urbani [17].

3.5.7 Combustibili legnosi

I combustibili legnosi, impiegati in processi di combustione di vario tipo, possono essere legname di diversa dimensione oppure prodotti derivati da scarti di lavorazione del legno (truciolame, segatura). I formati più diffusi sul mercato sono i seguenti:

- ciocchi (tronchi squartati spezzettati): lunghezza 25-30 cm;
- fascine (arbusti e cespugli): lunghezza 70-100 cm;
- legna sminuzzata (rami): lunghezza 3-12 cm;
- trucioli e segatura (scarti di lavorazione);
- cippato (chips): minuzzoli di legna di dai 2 ai 10 cm;
- trucioli pressati a forma di cilindretto (bricchette e pellets).

Tra questi formati, quelli che sono attualmente più utilizzati, oltre alla classica legna da ardere, sono i chips e i pellets, in virtù dei loro vantaggi in termini di facilità di trasporto (anche in autobotti), di stoccaggio (silos con meccanismi di carico e scarico a coclea) e di alimentazione automatica delle caldaie.

Legna da ardere

La legna da ardere si suddivide in base alle dimensioni dei pezzi, i più grandi, detti squartoni o tondelli sono lunghi circa 1 metro, mentre i pezzi più piccoli, detti ciocchi, sono lunghi dai 25 ai 50 cm. Nella Tabella 3.7 si riportano le caratteristiche fisiche medie tipiche della legna da ardere.

Tabella 3.7: caratteristiche della legna da ardere.

Legna da ardere		Valori
Massa volumica	[kg m ⁻¹]	600 - 850

Umidità	[%]	20
P.C.I.	[kWh kg ⁻¹]	4 - 4,5
Densità energetica	[kWh msr ⁻¹]	1275 - 1806
Ceneri (in peso)	[%]	0,2 - 0,5
Prezzo	[€ quintale ⁻¹]	10 - 12

Cippato

Il cippato (dall'inglese *to chip*: ridurre in scaglie) è ottenuto tramite un processo meccanico di frantumazione del legname o degli scarti di lavorazione dell'industria del legno. Il legname utilizzato è tipicamente di bassa qualità, come la legna di esbosco, le fascine, le potature dei frutteti, il legno riciclato e i sottoprodotti di segheria. È possibile automatizzarne la produzione, il trasporto e l'approvvigionamento alla combustione. I macchinari utilizzati permettono diversi formati di taglio, a seconda dell'utilizzo finale del prodotto. Se si prevede di impiegare il materiale in impianti di combustione automatizzati sono infatti preferibili *chips* di dimensioni comprese tra i 3 e i 5 cm. In Tabella 3.8 sono riportate le principali caratteristiche fisiche del cippato in commercio.

Tabella 3.8: caratteristiche del cippato.

Cippato		Valori
Massa sterica	[kg msr ⁻¹]	220 - 350
Umidità	[%]	30
P.C.I.	[kWh kg ⁻¹]	3 - 3,4
Densità energetica	[kWh msr ⁻¹]	935 - 1487
Ceneri (in peso)	[%]	0,2 - 0,5
Prezzo	[€ quintale ⁻¹]	3 - 6

Trucioli pressati (bricchette e pellets)

I trucioli pressati (bricchette e pellets) sono prodotti tramite pressione meccanica della segatura e di altro legname precedentemente sminuzzato. Questo procedimento permette di aumentare la densità del combustibile senza l'impiego di sostanze leganti che ne altererebbero la composizione. Esistono in commercio differenti formati di truciolo pressato: le bricchette e i pellets. Le bricchette sono cilindri di lunghezza di 30 cm, prodotti da residui legnosi non trattati (di pezzatura inferiore a 15 cm) con umidità residua inferiore al 14%. Questo combustibile è tipicamente utilizzato in impianti ad alimentazione manuale. Si riportano in Tabella 3.9 alcune specifiche indicative per le bricchette. I pellets sono cilindretti di lunghezza inferiore ai 3 cm, utilizzabili in impianti ad alimentazione automatica, tipicamente mediante coclee. Il procedimento di produzione dei pellets consiste principalmente nella pressatura della segatura di legno o di scaglie polverizzate di legno (con contenuto di umidità pari a 11-14%) fino a rendere coesivo il materiale di partenza, questo grazie all'effetto legante della lignina attivato dalle alte pressioni in gioco e dal calore derivante dall'attrito. Sono in commercio svariate presse meccaniche adibite a questa funzione, la produttività di queste macchine varia da 800 a 4.000 kg ora⁻¹. In Tabella 3.10 sono riportate le caratteristiche salienti tipiche dei pellets presenti sul

mercato.

Tabella 3.9: caratteristiche delle bricchette.

Bricchette		Valori
Massa volumica	[kg m ⁻¹]	> 900
Umidità	[%]	< 15
P.C.I.	[kWh kg ⁻¹]	4,6 - 5,2
Ceneri (in peso)	[%]	0,5 - 1
Prezzo	[€ quintale ⁻¹]	15 - 20

Tabella 3.10: caratteristiche dei pellets.

Pellets		Valori
Lunghezza	[mm]	19
Diametro	[mm]	39
Massa volumica	[kg m ⁻¹]	1150 - 1400
Massa sterica	[kg mst ⁻¹]	> 650
Umidità	[%]	39
P.C.I.	[kWh kg ⁻¹]	4,7 - 5
Ceneri (in peso)	[%]	0,3 - 1

3.6 Benefici relativi all'uso delle biomasse come fonte energetica

Il contesto energetico italiano è caratterizzato dalla forte dipendenza dall'estero per l'approvvigionamento energetico. Il 15% dell'elettricità consumata nel nostro paese è infatti importata, così come l'80% delle materie prime energetiche. In questa situazione l'assetto economico del paese è in condizione di permanente instabilità dovuta alle continue oscillazioni del prezzo dei combustibili fossili. Per quanto riguarda il contesto economico, il settore agricolo sta subendo da tempo una notevole contrazione, si è infatti passati dai 18 milioni di ettari coltivati nel 1966 ai 13,2 milioni del 2000 [21]. Questo fenomeno, oltre a indebolire ulteriormente un settore già provato e comunque fragile, ha comportato l'avvio di un processo di abbandono delle aree rurali. Le conseguenze di questo spopolamento sono svariate e comprendono scompensi di natura economica e sociale, nonché problematiche relative alla gestione del territorio e del suo assetto idrogeologico. Una possibile opzione per invertire questa tendenza è quella di una riconversione delle produzioni agricole eccedentarie in colture energetiche. Il nuovo comparto delle bioenergie potrebbe, quindi, apportare benefici non indifferenti su diversi aspetti della vita del paese e, in particolare, sull'aspetto ambientale: la bioenergia potrebbe contribuire in modo decisivo alla riduzione delle emissioni di gas serra nell'atmosfera in quanto il bilancio emissivo di CO₂ è circa nullo. Si considera infatti che l'anidride carbonica immessa in atmosfera in seguito al processo di conversione energetica è esattamente pari a quella fissata nella materia vegetale durante il processo di fotosintesi e di accrescimento della biomassa. Nella produzione di energia da biomasse, la quantità di CO₂

immessa in atmosfera è solo quella derivante dai processi di raccolta e trasporto della materia prima o di trasformazione della stessa in altra forma di biocombustibile. In Figura 3.5 è schematicamente illustrato questo processo.

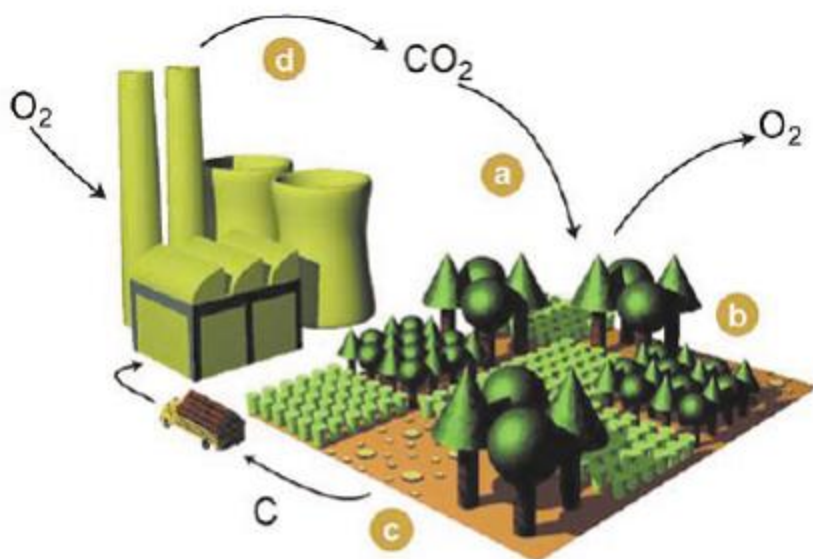


Figura 3.5: ciclo del biossido di carbonio legato all'utilizzo delle biomasse come combustibile: a) la CO₂ è sequestrata dalla pianta tramite fotosintesi; b) nello stesso momento viene rilasciato O₂ e il C è immagazzinato nella biomassa; c) trasporto all'impianto di utilizzo; d) combustione con conseguente emissione di CO₂.

Congiuntamente all'abbattimento delle emissioni di CO₂ devono essere considerate anche le emissioni evitate di tutti quegli inquinanti derivanti dall'uso di combustibili fossili, come l'SO₂, il CO e il benzene. L'utilizzo come combustibile degli scarti ed i residui delle produzioni agricole e agro-industriali, nonché della frazione organica dei rifiuti, contribuirebbe ad alleviare il problema ambientale dello smaltimento di queste sostanze, andando anche a recuperare una parte del loro contenuto energetico.

La creazione e lo sviluppo di aree agricole destinate a colture energetiche dedicate, laddove si trovavano terreni abbandonati e incolti, contribuisce inoltre al controllo dell'erosione e alla riduzione del dissesto idrogeologico delle zone collinari e montane. Considerando l'aspetto economico, l'utilizzo della biomassa come fonte rinnovabile può ridurre la dipendenza energetica dai produttori extraeuropei. La riconversione del settore agricolo, oltre a risollevere le sorti di un comparto depresso, potrebbe dare un nuovo stimolo alle economie rurali collegate. Lo sfruttamento dei sottoprodotti e dei residui organici come fonte di energia può essere un'ulteriore fonte di reddito o quantomeno di risparmio in termini di costi di depurazione e smaltimento evitati. Tutto il sistema di produzione della bioenergia, partendo dalle filiere di produzione agli impianti di trattamento e conversione, andrebbe quindi a formare un settore

economico in espansione, contribuendo anche alla creazione di nuovi posti di lavoro e opportunità di sviluppo.

Per quanto riguarda l'aspetto sociale, lo sviluppo del settore delle bioenergie e l'inversione dell'attuale tendenza all'abbandono delle campagne apporterebbero un beneficio in tutte quelle zone marginali afflitte da un alto tasso di disoccupazione. L'apertura del mercato dell'energia agli operatori agricoli permetterebbe di diversificare e integrare le fonti di reddito delle loro attività, conferendo una maggiore stabilità economica alle aziende agricole che contribuiscono alla fornitura energetica.

Si stima che, in Europa, l'utilizzo energetico delle biomasse possa portare all'occupazione diretta di 250-300.000 addetti, principalmente nelle aree rurali, supponendo che il 70-90% delle biomasse sia prodotto nell'UE. Sotto il profilo dell'occupazione diretta, nell'UE l'intensità di manodopera per i biocarburanti è da 50 a 100 volte superiore a quella per i combustibili fossili, che costituiscono la loro alternativa. L'intensità di manodopera per la produzione di elettricità dalla biomassa è da 10 a 20 volte superiore e quella del riscaldamento da biomassa è doppia [22]. I pareri circa gli effetti indiretti sono contrastanti: alcuni sostengono che i posti nel settore bioenergetico sostituiranno altri posti e che l'effetto netto sull'occupazione sarà nullo.

3.7 Criticità relative alle bioenergie

Il settore delle bioenergie riscuote un interesse sempre crescente e i vantaggi a esso collegati sono ormai riconosciuti. Tuttavia, nello scenario economico nazionale non si riscontra uno sviluppo di questo settore tale da fargli raggiungere una dimensione di mercato. Questo deriva dalla presenza congiunta di criticità di diversa natura che si oppongono o rallentano l'ulteriore sviluppo del settore. Per un'analisi sintetica possiamo ricondurre queste criticità a tre diversi ambiti: tecnologico, economico e politico-istituzionale.

La maggior parte delle tecnologie disponibili per le bioenergie hanno raggiunto un buon livello di sviluppo, nonostante ciò alcune di queste non sono ancora inserite in un mercato vero e proprio: lo sviluppo tecnologico non è stato tale da consentire l'innescio di meccanismi di economie di scala. Inoltre, non si è ancora diffuso un grado di conoscenza delle tecnologie disponibili sufficientemente ampio. Un altro limite alla diffusione delle bioenergie deriva da fattori di natura economica. In passato, il costo contenuto dei combustibili fossili rendeva poco competitiva ogni fonte alternativa. Tuttavia, con l'attuale trend di crescita inarrestabile dei prezzi, il divario che separa le energie fossili dalle bioenergie è destinato a colmarsi. È comunque importante sottolineare che la non competitività delle bioenergie deriva in parte dal sistema dei prezzi che non va a considerare le esternalità (costi ambientali e sociali) connesse all'utilizzo delle risorse fossili. Un altro freno alla diffusione deriva dai costi di investimento iniziali, piuttosto elevati per le tecnologie più innovative e meno diffuse. In alcuni casi, i costi elevati di produzione delle bioenergie derivano dai costi di manodopera collegati al processo di produzione, raccolta e trasporto della biomassa. Il costo di investimento elevato è quindi connesso alla creazione di posti di lavoro per il processo di produzione. Infine, esistono criticità legate ad aspetti politici, per cui è necessario considerare la situazione del mercato dell'energia in Italia. Questo è stato a lungo dominato da due grandi enti (ENI ed ENEL), il che ha ostacolato l'iniziativa privata nonché l'interazione tra il settore energetico e quello agricolo-forestale. Di conseguenza, il settore delle bioenergie è sempre stato inficiato da una carente diffusione di informazione a livello di classe politica e di opinione pubblica.

Tuttavia, negli ultimi anni, si è vista una crescente presa di coscienza dell'importanza del settore delle bioenergie, che va gradualmente a inserirsi nel quadro della politica energetica nazionale, anche attraverso strumenti legislativi appositi e misure attuative. A livello internazionale e nazionale il panorama sta progressivamente mutando, conseguentemente all'entrata in vigore del Protocollo di Kyoto, alla Conferenza Nazionale Energia e Ambiente e alla redazione del PNERB (Piano Nazionale Energie Rinnovabili da Biomasse) e del Libro Bianco per le Rinnovabili.

3.8 Definizioni legislative

A livello di legislazione italiana ed europea la definizione di biomassa risulta piuttosto confusa a causa della coesistenza di svariate fonti legislative talvolta in contraddizione. Nel Decreto Ronchi (D.Lgs. N. 22/97) sono identificate e distinte le sostanze residue di lavorazione di origine vegetale non trattate come appartenenti alla categoria di rifiuto (art. 6), insieme con i residui di processi industriali.

Nello stesso Decreto sono poi definiti i rifiuti speciali (art. 7, comma 3), tra i quali sono inclusi i rifiuti da attività agricole e agro-industriali e i rifiuti da lavorazioni industriali. Si sottolinea la generalità di queste definizioni, alle quali appartengono quelle che potrebbero essere considerate biomasse e che vengono assimilate, nel concetto di rifiuto, a prodotti di origine e utilizzo molto differenti. Nel CER (Catalogo Europeo dei Rifiuti) vengono elencate una serie di categorie di rifiuti, tra le quali possiamo distinguere varie tipologie comunemente incluse nel concetto di biomassa, ovvero:

- rifiuti provenienti da produzione, trattamento e preparazione di alimenti in agricoltura, orticoltura, caccia, pesca e acquicoltura;
- rifiuti delle produzioni primarie;
- scarti animali;
- scarti vegetali;
- rifiuti agro-chimici;
- rifiuti derivanti dalla silvicoltura;
- rifiuti della lavorazione del legno e della produzione di carta, polpa, cartone, pannelli e mobili.

Per quanto concerne l'ambito della produzione energetica, la Legge N. 10/91, relativa all'attuazione del Piano Energetico Nazionale, in materia dell'uso delle fonti rinnovabili include (art. 3, comma 3) la trasformazione di rifiuti organici e inorganici o di prodotti vegetali.

Nello stesso ambito, il Decreto Bersani (D. Lgs. 79/99), relativo all'attuazione della direttiva CE sul mercato interno dell'energia elettrica, include ancora (art. 2, comma 15) l'utilizzo di rifiuti inorganici per la produzione di energia. In materia di utilizzazione di fonti energetiche rinnovabili nel settore agricolo, un po' di chiarezza viene fatta dal Decreto del Ministro delle Politiche Agricole e Forestali N. 401/99, che introduce il termine biomasse (art. 1, comma 3) e le definisce come:

- 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.

Nella successiva Direttiva del Parlamento Europeo del 10 maggio del 2000, relativa alla

promozione delle fonti rinnovabili sul mercato interno dell'energia, si fornisce un'ulteriore definizione di biomasse (art. 2, comma 1): scarti vegetali provenienti dall'agricoltura, dalla silvicoltura e dall'industria alimentare, nonché cascami di legno non trattati e cascami di sughero. Nella Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio del 27 settembre 2001, il termine biomasse assume nuovamente un significato più generale, andando a includere (art. 2, lettera b) la frazione biodegradabile dei rifiuti industriali ed urbani. Resta sottinteso che gli stati membri debbano comunque rispettare la vigente normativa in materia di gestione dei rifiuti.

Attraverso il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri dell'8 marzo 2002, relativo alla disciplina delle caratteristiche merceologiche dei combustibili, il termine biomasse viene definito in modo puntuale come l'unione delle seguenti categorie (allegato III):

- materiale vegetale prodotto da coltivazioni dedicate;
- materiale vegetale prodotto da trattamento esclusivamente meccanico di coltivazioni agricole non dedicate;
- materiale vegetale prodotto da interventi selvicolturali, da manutenzioni forestali e da potatura;
- 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;
- materiale vegetale prodotto dalla lavorazione esclusivamente meccanica di prodotti agricoli, avente le caratteristiche previste per la commercializzazione e l'impiego.

3.9 Politiche nazionali

Si riporta di seguito un quadro riassuntivo degli strumenti normativi e di programmazione inerenti alle biomasse e alla produzione di bioenergia.

Regolamento CEE n. 334/93: il set-aside non alimentare

Questo regolamento comunitario offre la possibilità di usufruire di interventi specifici per lo sviluppo di colture energetiche, anche attraverso misure di incentivazione inserite nei Programmi Regionali per lo Sviluppo Rurale.

Decreto legislativo n. 173/98

Questo decreto, rivolto alle aziende agricole e agro-industriali, si propone la riduzione dei costi energetici di produzione delle stesse tramite l'uso di colture agricole dedicate. Vengono anche definiti gli interventi economici per favorire l'uso di fonti rinnovabili e per la riduzione dell'impatto ambientale.

24 giugno 1998: PNERB

Il PNERB (Programma Nazionale Energia Rinnovabile da Biomasse) viene predisposto dal Ministero per le Politiche Agricole e Forestali (MIPAF) e si propone di ridurre entro il 2012 l'utilizzo di fonti fossili tramite la produzione di 8-10 Mtep di bioenergia ottenuta da biomasse di provenienza agricola, forestale e zootecnica.

Legge n. 245 del dicembre 1998

Questa legge stabilisce un piano di finanziamento destinato a stimolare il mercato dei biocombustibili, tramite un contributo annuo di 2,58 milioni di euro stanziati dal MIPAF nel triennio 1999-2001.

Legge n. 448 del dicembre 1998 Carbon tax

La Carbon Tax è una tassa che serve per disincentivare l'uso di combustibili fossili tramite tassazione delle emissioni di CO₂ in atmosfera. In questo modo si punta a rendere più competitive le fonti energetiche rinnovabili, anche tramite lo stanziamento di fondi derivanti dal ricavato di tale tassa.

Decreto legislativo 16/03/1999 n. 79 (Decreto Bersani)

Questo decreto, riguardante la regolamentazione del mercato dell'energia elettrica, obbliga i produttori e gli importatori di energia a immettere in rete una quota pari al 2% di energia da fonti rinnovabili a partire dal 2001. Tale obbligo può essere assolto acquisendo una quota equivalente attraverso i Certificati Verdi, nuovo sistema di incentivazione delle fonti rinnovabili, emessi dal GRTN e attribuiti ai produttori di energia da fonti rinnovabili. Il prezzo di riferimento individuato dal GRTN per i certificati verdi per l'anno 2004 era pari a 97,39 € MWh⁻¹ (al netto dell'IVA del 20%) [17]; nel 2005 il prezzo di riferimento è salito a 108,92 € MWh⁻¹ (sempre al netto dell'IVA) [23].

18 giugno 1999: PNVBAF

Il Programma Nazionale Valorizzazione Biomasse Agricole e Forestali, predisposto dal MIPAF e approvato con delibera CIPE n. 217/99, rappresenta il primo strumento attuativo del PNERB. L'obiettivo proposto è: lo sviluppo delle filiere dei biocombustibili per usi energetici, per riscaldamento e autotrazione, promuovendo un uso efficiente delle biomasse agricole e forestali.

Giugno 1999: Libro Bianco Italiano per la Valorizzazione Energetica e delle Fonti Rinnovabili

Tale strumento, approvato dal CIPE [8], pone l'obiettivo di raddoppiare il contributo nazionale di energia da fonti rinnovabili, passando da 12 Mtep (1999) a 24 Mtep entro il 2010-2012. Inoltre, contiene le Linee Guida per lo sviluppo delle fonti di energia rinnovabile in Italia.

15 febbraio 2000: PROBIO

Il Programma Nazionale Biocombustibili probio viene predisposto dal MIPAF e approvato con successiva delibera CIPE. L'obiettivo è quello di attuare una serie di attività divulgative e informative volte alla promozione e sviluppo dei biocombustibili. Queste attività, rivolte ad amministrazioni locali e agli imprenditori agricoli e industriali, si avvalsero di uno stanziamento di fondi pari a 5 miliardi di lire e hanno permesso di finanziare progetti in diverse regioni d'Italia.

Decreto ministeriale del 23/10/2000

Tramite questo decreto, il MIPAF ha stanziato 50 miliardi di lire (25,8 milioni €) per finanziare regioni e province autonome per gli obiettivi del D.Lgs. n. 173/98.

Legge finanziaria 388/2000 (Finanziaria 2001)

La legge finanziaria del 2000 impone una defiscalizzazione dei biocombustibili e degli additivi

derivati da biomassa. In particolare viene esentato da accisa il biodiesel prodotto entro una quota annua pari a 300.000 t. Sono inoltre ridotte le accise su bioetanolo, ETBE e altri additivi. Infine, sono stanziati per il triennio 2001-2003, 150 miliardi di lire (77,5 milioni €) da utilizzarsi per l'incentivazione e la promozione dello sviluppo sostenibile.

5 giugno 2001: il Protocollo di Torino

Questo documento, rivolto alle regioni e alle province autonome, è finalizzato al coordinamento delle politiche di riduzione delle emissioni dei gas-serra in atmosfera. In particolare, si obbligano le Regioni a elaborare i Piani Energetici Ambientali Regionali (PEAR), nei quali, tra l'altro, si devono definire le azioni per lo sviluppo delle fonti rinnovabili.

Decreto ministeriale n. 96/04

Il decreto, emanato dal Ministero dell'Economia e delle Finanze, regola le agevolazioni fiscali riguardanti il bioetanolo di origine agricola, in ottemperanza alla precedente Legge n. 388/00.

Legge Finanziaria 2007

La Finanziaria 2007 allinea la legislazione italiana alla Direttiva europea 2003/30/CE sugli obiettivi di miscelazione obbligatoria dei biocarburanti nei carburanti petroliferi, secondo una percentuale progressiva: 2,5% al 2008, 5% al 2010. A questo fine si rende operativo l'utilizzo di circa 16,7 milioni di € derivanti da sanzioni erogate dell'antitrust e di una quota di fondi non più utilizzabili per la produzione di ETBE. La Finanziaria 2007 agevola, in sostanza, l'uso delle fonti rinnovabili e della cogenerazione anche nell'ambito dei contratti servizio energia riducendo l'IVA per la fornitura di energia termica da FER e di impianti di cogenerazione ad alto rendimento.

4 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA

Le biomasse sono una fonte rinnovabile di energia strettamente legata al territorio. Nel caso delle colture energetiche questo legame è ancora più stretto poiché le biomasse devono essere coltivate dove il territorio lo rende possibile e poi utilizzate in modo ottimale secondo le necessità imposte dalle caratteristiche socio-economiche del territorio stesso. Lo studio del territorio diventa quindi il punto di partenza per un'analisi della potenzialità delle biomasse. È importante conoscere il territorio nella sua più ampia definizione, includendo non solo gli aspetti fisici, ma anche quelli socio-economici. In questo capitolo verranno quindi analizzati la situazione amministrativa della Emilia-Romagna, la presenza antropica sul territorio, la geomorfologia, il clima e le attività economico-industriali. Tutta la descrizione della regione è svolta tenendo come punto di riferimento l'obiettivo di questo lavoro, ovvero la produzione di biomasse per l'energia da colture dedicate, e quindi si pone particolare attenzione alle attività agricole.

4.1 Popolazione, ambiente e territorio

4.1.1 Caratteristiche demografiche

La situazione demografica della regione Emilia-Romagna è caratterizzata da una popolazione residente approssimativamente stabile negli anni recenti, pari a circa 4 milioni di abitanti (4.151.335 abitanti all'1/1/2005), quasi il 7% della popolazione nazionale. Il trend demografico vede un saldo migratorio positivo e crescente, contrapposto a un saldo naturale negativo da più di venti anni; la diretta conseguenza di questi fattori consiste nel progressivo invecchiamento della popolazione regionale. Il fenomeno si presenta maggiormente nelle comunità montane, in particolare nella zona dell'Appennino occidentale [24].

Altra caratteristica demografica significativa è la distribuzione degli abitanti sul territorio. Si riscontra infatti una maggiore densità nelle province di Bologna, Modena e Reggio Emilia, presso le quali risiede il 50% della popolazione regionale. Tali province sono anche quelle che presentano il maggiore incremento di popolazione residente dovuto agli alti valori dei saldi migratori contestuali a un saldo naturale superiore alla media regionale. La provincia di Ferrara, invece, rappresenta l'estremo opposto, essendo caratterizzata dal saldo migratorio più negativo a livello regionale. La grande maggioranza degli abitanti (il 90%) risiede in aree di pianura, da cui si deduce la bassa densità delle aree montane.

4.1.2 Il territorio e il clima

Il territorio della regione Emilia-Romagna è caratterizzato da un'elevata variabilità morfologica. A livello amministrativo, i confini provinciali suddividono la regione in fasce con orientamento Nord- Sud, tranne per le province costiere che presentano forme differenti. Ogni provincia (eccetto Ferrara) presenta quindi al suo interno diverse aree morfologiche. In Tabella 4.1 sono riportate le province e le aree morfologiche, e per ciascuna di esse il numero di comuni appartenenti. Si noti che il territorio regionale è prevalentemente occupato dalle aree di pianura e alta pianura (48%); il resto del territorio è ripartito tra aree collinari (27%) e montane (25%). Per poter individuare e descrivere aree omogenee, il territorio regionale è stato suddiviso in base

alla quota (quella assegnata dai dati Istat) dei comuni che lo compongono, come raffigurato in Figura 4.1. Tale suddivisione rappresenta un'approssimazione in quanto annulla la variabilità spaziale della quota all'interno del territorio del singolo comune, ma risulta comunque accettabile se si intende analizzare il territorio regionale nel suo complesso. Si riporta una descrizione delle sei aree omogenee in termini di morfologia locale e caratteristiche meteorologiche [25].

Tabella 4.1: distribuzione dei comuni per provincia e zona morfologica.

Zona morf.	quota	PROVINCE									totale
		PC	PR	RE	MO	BO	FE	RA	FC	RN	
pianura	fino a 50	6	13	19	19	25	26	15	8	7	138
alta pianura	51-100	12	4	7	4	8	-	1	2	1	39
marginie app.	101-200	10	9	6	7	11	-	2	6	3	54
basso App.	201-400	11	3	2	-	4	-	-	11	8	39
medio App.	401-600	4	10	4	2	3	-	-	2	1	26
alto App.	oltre 600	5	8	7	15	9	-	-	1	-	45
totale		48	47	45	47	60	26	18	30	20	341

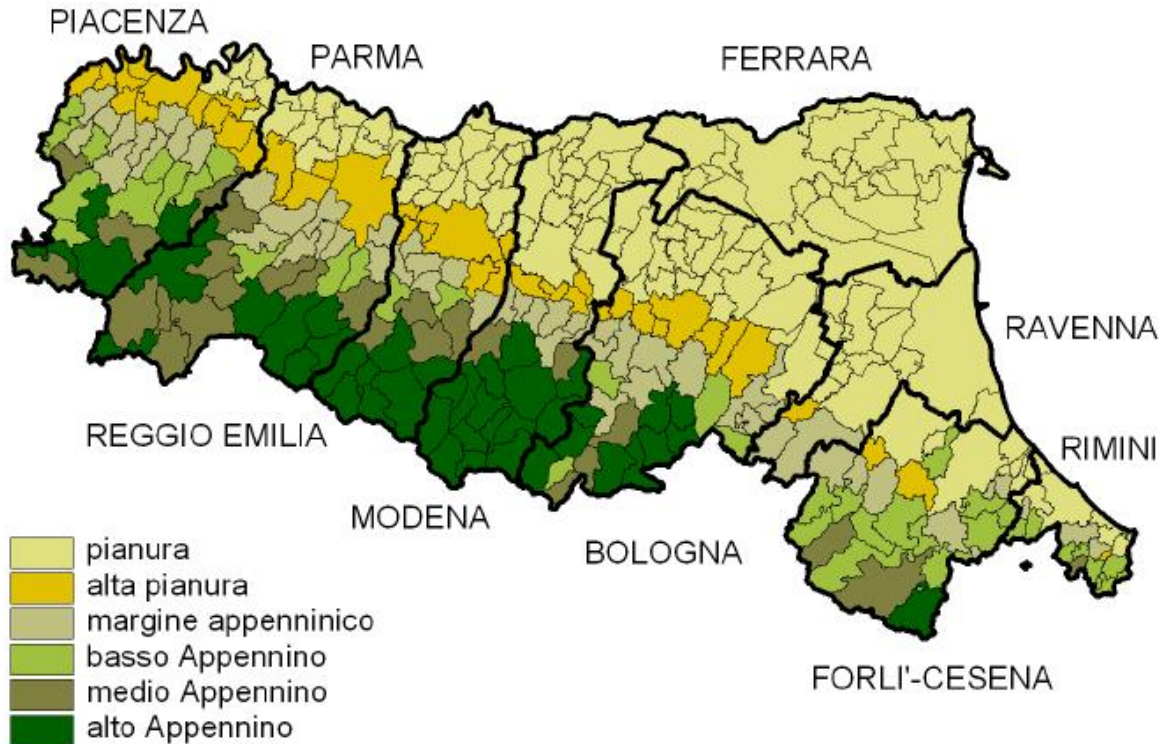


Figura 4.1: suddivisione del territorio regionale in aree morfologiche omogenee e confini provinciali.

Le aree di pianura includono la pianura deltizia e la pianura costiera, nonché le zone morfologicamente depresse della pianura alluvionale (Figura 4.2). Le quote sono generalmente comprese tra 0 e 50 m, ma sono tuttavia presenti depressioni (bacini inondabili) con quote inferiori al livello marino. Le zone della pianura deltizia presentano conformazioni del rilievo caratterizzate da dossi e depressioni, mentre la pianura costiera comprende una serie di cordoni di dune, talvolta spianate per dare spazio all'attività agricola. Alcune di queste aree derivano da opere di bonifica idraulica (prosciugamento di acque dolci o salmastre). Nella pianura alluvionale la conformazione è caratterizzata da bacini interfluviali alternati a piane inondabili.



Figura 4.2: paesaggio tipico delle zone di bassa pianura.

Il regime termico delle aree deltizie e costiere è di transizione tra temperato subcontinentale e temperato sublitoraneo, con temperature medie annuali intorno a 13°C. Le precipitazioni medie annue sono pari a circa 600-650 mm. La distribuzione annuale delle precipitazioni è caratterizzata da un massimo autunnale, con surplus idrico molto basso (50-100 mm), e da un massimo secondario nel periodo estivo, con deficit idrico consistente (170-250 mm), spesso attenuato dalle elevate dotazioni idriche superficiali.

Le aree di alta pianura includono i territori di pianura, a esclusione del settore nord-orientale, e formano una fascia trasversale che divide la pianura dalla fascia pedemontana, interessando una superficie pari al 25% del territorio regionale (Figura 4.3). La conformazione del rilievo è caratterizzata da aree rilevate, quali i dossi fluviali (argini naturali di pertinenza dei fiumi appenninici, e nella piana a meandri del fiume Po), le antiche superfici della pianura pedemontana e i terrazzi fluviali intrappenninici. Le quote sono generalmente comprese tra 50 e i 70 m, ma sono frequenti valori oltre i 100 m limitatamente al settore occidentale (nei terrazzi fluviali intrappenninici si raggiungono anche i 150 m).



Figura 4.3: paesaggio tipico delle zone di alta pianura.

Il regime termico è di tipo temperato subcontinentale. Le temperature medie annuali diminuiscono dalla fascia costiera verso l'estremo occidentale, con valori da 14°C a 12°C. Le precipitazioni tendono invece ad aumentare, variando da 650 a 800 mm medi annui. Le piogge sono concentrate nel periodo autunno-primaverile, con surplus idrici pari a 100-300 mm; nel periodo estivo il deficit idrico è di circa 150-200 mm, attenuato dall'elevata umidità relativa dell'aria.

Le aree del margine appenninico formano una fascia di ampiezza decrescente da occidente a oriente e parallela alla fascia di alta pianura (Figura 4.4). La conformazione del rilievo è caratterizzata da superfici sommitali ampie e poco inclinate, poste a diverse quote che si raccordano in genere tramite brevi scarpate. Tali superfici si elevano direttamente, per altezze generalmente modeste, dalla pianura pedemontana e sono solcate da incisioni di varia ampiezza e profondità, con veri e propri versanti solo nelle parti più elevate. Il dislivello tra le superfici sommitali e gli impluvi adiacenti rimane comunque poco elevato. Le quote sono generalmente comprese tra 100 e 200 m. Il regime termico è di tipo temperato subcontinentale e molto simile a quello delle aree di alta pianura. Le precipitazioni tendono ad aumentare e variano da 700 a 850 mm medi annui.



Figura 4.4: paesaggio tipico delle zone del margine appenninico.

Le aree del basso Appennino formano una fascia discontinua, di ampiezza decrescente da oriente a occidente, interrotta dalle aree del medio Appennino e del margine appenninico (Figura 4.5). Queste aree interessano una superficie complessiva pari al 17% della regione. La conformazione del rilievo è caratterizzata da dislivelli moderatamente elevati tra i crinali e gli impluvi adiacenti; forme dolci e arrotondate sono associate a sistemi di versanti in cui è molto intensa l'erosione di tipo regressivo, legata all'approfondimento del reticolo idrografico minore, con frequenti calanchi e affioramenti rocciosi. Le quote sono generalmente comprese tra 200 e 400 m.

Il regime delle temperature è di tipo temperato subcontinentale. È elevata la variabilità spaziale dovuta ai fattori orografici locali; nell'insieme, i valori medi annui delle temperature oscillano intorno a 10-12°C. Le piogge sono concentrate nel periodo autunnale e primaverile, con valori medi intorno agli 800-1.000 mm annui; i surplus idrici sono di circa 150-400 mm, con valori più bassi tendenzialmente nella parte orientale. Le condizioni di deficit idrico avvengono principalmente nel periodo estivo, con valori variabili da 60 a 180 mm; la riserva di acqua nei suoli si esaurisce per 1-2 mesi.



Figura 4.5: paesaggio tipico delle zone del basso Appennino.

Le aree del medio Appennino formano una fascia interrotta da zone vallive appartenenti al basso Appennino (Figura 4.6). La conformazione del rilievo è caratterizzata da un elevato dislivello tra i crinali e gli impluvi adiacenti; prevalgono versanti irregolari, spesso modellati da fenomeni franosi, al cui interno sono intercalate emergenze morfologiche con versanti ripidi. Le quote sono generalmente comprese tra 400 e 600 m, tuttavia i fondovalle principali sono spesso a quote inferiori (300 m).



Figura 4.6: paesaggio tipico delle zone del medio Appennino.

Il regime delle temperature è di tipo temperato fresco. È elevata la variabilità spaziale dovuta ai fattori orografici locali; nell'insieme i valori medi annui delle temperature oscillano intorno a 8-11°C. Le piogge sono concentrate nel periodo autunnale e primaverile, con valori medi intorno ai 1.000-1.500 mm annui; i surplus idrici variano tipicamente da 350 a 650 mm, con valori più bassi tendenzialmente nel settore orientale. Le condizioni di deficit idrico avvengono principalmente nel periodo estivo, con valori inferiori a 60 mm; la riserva di acqua nei suoli si esaurisce per meno di un mese. Le aree dell'alto Appennino formano una fascia generalmente continua, interrotta talvolta dalle aree del medio Appennino (Figura 4.7). La superficie complessiva è pari all'8% dei suoli regionali. La conformazione del rilievo è caratterizzata da un dislivello molto elevato tra i crinali e gli impluvi adiacenti. I versanti sono generalmente semplici, talvolta irregolari perché interessati da depositi morenici, con circoscritti circhi e cordoni connessi all'ultima glaciazione. Le quote di queste aree sono superiori ai 600 m. La vegetazione è prevalentemente forestale, caratterizzata dalla dominanza del faggio; oltre il limite superiore della vegetazione arborea predominano cespuglieti a mirtilli e praterie a nardo.



Figura 4.7: paesaggio tipico delle zone dell'alto Appennino.

Il regime delle temperature è di tipo temperato freddo e, sulle vette più elevate, di alta montagna. È elevata la variabilità spaziale dovuta ai fattori orografici locali; i valori medi annui delle temperature variano generalmente da 8°C fino a 2-3°C (sulle vette più elevate). Le precipitazioni, con valori medi da 1.500 a 2.500 mm annui, sono concentrate nel periodo autunnale e primaverile; tuttavia le piogge eccedono l'evapotraspirazione potenziale per quasi tutto il corso dell'anno, con surplus idrici che variano tipicamente da 800 a oltre 1.200 mm. Le condizioni di deficit idrico sono molto contenute (prevalentemente inferiori a 10 mm) e

avvengono nel periodo estivo.

4.1.3 Le foreste

Dall'analisi dei dati dell'Inventario Forestale Regionale e dei dati Istat sul territorio si rileva che le superfici boscate in Emilia-Romagna sono in costante aumento (più 10% negli ultimi 15 anni). Tale fenomeno deriva dall'abbandono delle aree agricole appenniniche che vengono progressivamente sostituite da superfici forestali, tramite popolamenti arbustivi o arborei di neoformazione o realizzazione di nuovi impianti, anche in aree di pianura. Il totale delle aree forestali ammonta a 518.000 ettari, che corrispondono al 23,4% del territorio regionale [26].

Il 35% delle aree forestali della regione è distribuito su terreni a pendenza moderata e il 26% su terreni a pendenza discreta. La collocazione tipica è quindi di versante, mentre le foreste di fondovalle, di conca o in depressione sono molto contenute. Da questi dati e dalle caratteristiche delineate nell'Inventario Forestale Regionale si stima che il 48% delle superfici forestali collinari e montane presenti attitudine alla gestione produttiva. Il restante 52% è collocato su terreni a pendenza superiore al 60% o particolarmente accidentati. In questo caso è da escludere un utilizzo produttivo di tali foreste, che tuttavia rivestono un importante ruolo nella protezione dei suoli dall'erosione e dal dissesto idrogeologico. A questo proposito, si sottolinea che l'Appennino emiliano-romagnolo è caratterizzato da un'elevata presenza di fenomeni di dissesto legati alla pedologia e morfologia dei terreni interessati. Attualmente sono presenti oltre 35.000 frane attive nella porzione collinare e montana della regione Emilia-Romagna che si estende per 12.685 km² tra il crinale appenninico e la piana alluvionale padana (Servizio Geologico Sismico e dei Suoli, 2006). Unitamente alle citate funzioni delle superfici forestali, queste adempiono anche a funzioni paesaggistiche, naturalistiche, turistiche e ricreative.

4.2 Uso del suolo

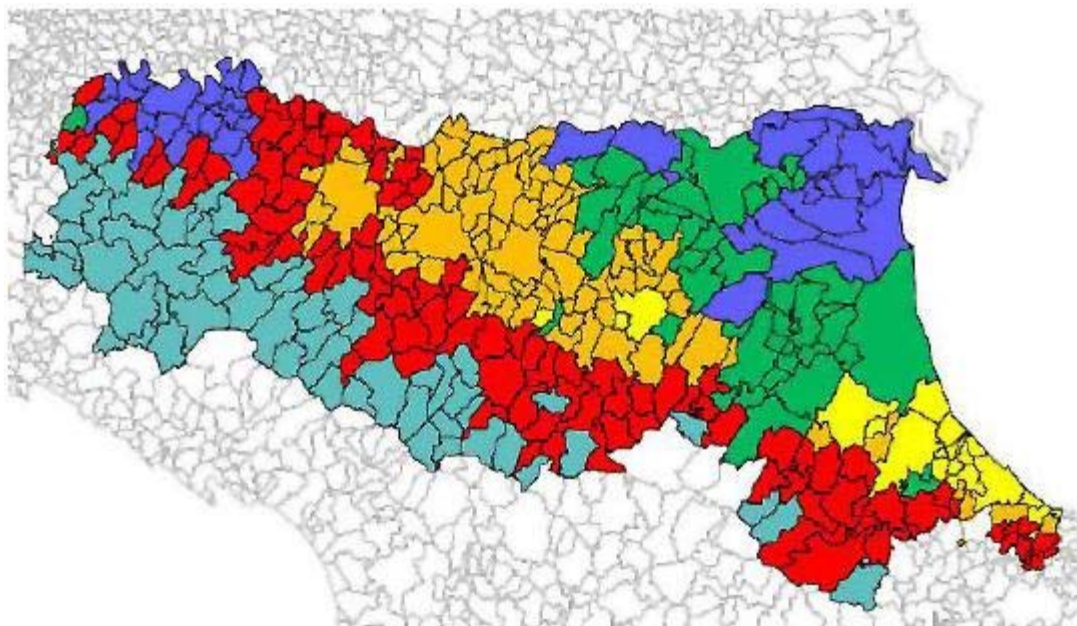
Il territorio regionale ha un'estensione di oltre 2,2 milioni di ettari, che corrisponde al 7,3% della superficie nazionale. Le zone pianeggianti ricoprono quasi la metà della superficie regionale e sono principalmente destinate ad attività agricole. La superficie agricola totale è pari a 1,5 milioni di ettari, dei quali il 75% è classificato "Superficie agricola utilizzata" o SAU, mentre i restanti 25% sono occupati da boschi, pioppeti e superfici appartenenti ad aziende agricole ma non coltivate (le cosiddette "Tare aziendali") [26]. La maggior parte della SAU è coltivata a cereali, a colture industriali, ortive e foraggere (si veda Tabella 4.2). Spostandosi verso le aree montane, aumenta l'incidenza dei boschi e delle superfici improduttive a scapito della SAU. Sono inoltre molto rilevanti le produzioni zootecniche, principalmente concentrate in allevamenti di grandi dimensioni localizzati nella zona di pianura.

Tabella 4.2: uso della SAU.

USO DEL SUOLO	% SAU
Seminativi	77%
coltivazioni permanenti	13%
prati e pascoli	10%

4.2.1 I macrosistemi agricoli

Il territorio regionale può essere suddiviso in 6 macrosistemi agricoli (Figura 4.8), definiti in base alle caratteristiche della produzione agricola e agroalimentare, nonché alle peculiarità socioeconomiche locali. Questa suddivisione permette di effettuare un'analisi per aree omogenee poste in un contesto notevolmente diversificato.



I macrosistemi territoriali







-  1. Sistemi agricoli "intensivi" di pianura e di collina
-  2. Sistemi agricoli in territori caratterizzati da forte terziarizzazione
-  3. Sistemi frutticoli e viticoli di pianura
-  4. Sistemi estensivi cerealicoli ed intensivi orticoli di pianura
-  5. Sistemi montani e collinari con un modesto livello di svantaggio
-  6. Sistemi montani con un forte livello di svantaggio

Figura 4.8: i macrosistemi agricoli [27].

Complessivamente la regione Emilia-Romagna presenta una realtà agricola dinamica e pienamente inserita nello scenario nazionale ed europeo, anche se attualmente in fase di profonda trasformazione, anche a causa delle variazioni demografiche e socioeconomiche [28]. Infatti, l'invecchiamento della popolazione attiva è particolarmente elevato nel settore agricolo. Le aziende condotte da persone con oltre 65 anni erano circa il 40% del totale regionale nel 1997 [28]. I macrosistemi agricoli classificati come aree 1, 2 e 3 rappresentano quelli con elevata produttività agricola ed elevato sviluppo, essi coprono il 54% del territorio regionale, al

loro interno vive l'85% della popolazione e si produce l'89% del PIL e il 93% del reddito agricolo. L'area 4 è caratterizzata da un'elevata produttività agricola e da un livello medio di sviluppo. Le aree 5 e 6 sono classificate come aree rurali a diverso livello di svantaggio socioeconomico. Le loro caratteristiche principali sono descritte di seguito.

Sistemi agricoli intensivi di pianura e collina (area 1: 17% della superficie regionale)

Questo sistema è composto da aree fortemente industrializzate e urbanizzate e contribuisce alla produzione del 35% del PIL regionale [28]. Il ruolo del settore primario è significativo in termini di reddito prodotto, contribuendo al 25,2% del Reddito Lordo Standard (RLS) con una redditività per ettaro di 2.000 €. In queste zone si concentra infatti il nucleo della produzione agricola regionale, con il 25% delle colture cerealicole, il 22% di quelle frutticole, il 40% di quelle viticole (di cui il 50% DOC), il 38% dei capi bovini e il 56% dei suini. Qui si localizza anche la maggior parte delle industrie di trasformazione alimentare.

Sistemi agricoli in territori caratterizzati da forte terziarizzazione (area 2: 5% della superficie regionale)

Queste aree, che comprendono Bologna e la fascia costiera, sono quelle con la maggiore densità di popolazione regionale (910 abitanti per km²), lievemente contrastata da recenti fenomeni di de-urbanizzazione. Qui si produce il 27% del PIL regionale e il valore della produzione agricola è l'8,2% del totale regionale (redditività per ettaro pari a 2.300 €). Le aree agricole, pur essendo poco estese, contribuiscono al 14% della produzione frutticola e al 16% di quella orticola. Noto il contributo dell'allevamento avicolo (36% dei capi) e la presenza di industrie di trasformazione agroalimentare.

Sistemi frutticoli e viticoli di pianura (area 3: 17% della superficie regionale)

Quest'area è localizzata nella parte orientale della regione e contribuisce al 17% del PIL. È rilevante il contributo del settore primario che fornisce il 31% del RLS agricolo regionale con una redditività per ettaro pari a 2.300 €. Le colture principali sono le frutticole (50% delle superfici regionali) e le viticole non pregiate (27%).

Sistemi estensivi cerealicoli ed intensivi orticoli di pianura (area 4: 14% della superficie regionale)

Queste zone sono localizzate nella pianura ferrarese e piacentina. Il livello di sviluppo economico è inferiore alla media regionale, tuttavia il settore primario contribuisce al 20% del reddito agricolo regionale (redditività per ettaro pari a 1.860 €). Le colture prevalenti sono le cerealicole (18% della superficie regionale) e le orticole (47%). La presenza delle industrie di trasformazione alimentare è modesta e queste sono in prevalenza di dimensioni medio-piccole.

Sistemi montani e collinari con un modesto livello di svantaggio (area 5: 25% della superficie regionale)

Sono aree principalmente collinari con bassa densità demografica. La maggior parte della popolazione è occupata nel settore primario, tuttavia la redditività per ettaro è piuttosto bassa

(900 €). L'attività agricola prevalente è la zootecnia bovina (36% dei capi totali regionali), seguono la cerealicoltura e l'allevamento suinicolo. È presente un consistente numero di industrie di trasformazione alimentare di dimensioni piccole-medie.

Sistemi montani con un forte livello di svantaggio (area 6: 21% della superficie regionale)

Aree prevalentemente localizzate sull'Appennino piacentino e parmense con densità di popolazione molto bassa, caratterizzate da un forte esodo verso altre zone della regione. Il settore primario è la principale fonte di occupazione locale, tuttavia questo apporta solo un contributo marginale al RLS agricolo regionale. L'attività prevalente è la zootecnia bovina (10% dei capi regionali), distribuita su superfici foraggere in alta quota.

4.3 Il sistema energetico

4.3.1 L'offerta

L'energia elettrica nella regione Emilia-Romagna è per la grande maggioranza prodotta tramite centrali termoelettriche con una potenza efficiente lorda di oltre 5.300 MW (Tabella 4.3). Seguono gli impianti idroelettrici, che rivestono un ruolo già marginale con una potenza efficiente lorda poco più di 610 MW (Tabella 4.4). Per quanto riguarda le fonti energetiche alternative (Tabella 4.5), la produzione è principalmente affidata a impianti a biomassa (che comprendono nelle statistiche anche i RSU), per una potenza efficiente lorda di circa 190 MW. L'energia eolica si inserisce nel contesto regionale con soli 3,5 MW di potenza installata. La produzione totale di energia elettrica, a livello regionale è pari a 26.500 GWh, ripartita tra operatori del mercato elettrico (produttori, distributori e grossisti) e autoproduttori [29].

Tabella 4.3: offerta energetica, impianti termoelettrici.

Impianti idroelettrici	Unità	Produttori	Autoprod.	Totale regione
Impianti	n.	60	3	63
Potenza efficiente lorda	MW	615	2	617
Potenza efficiente netta	MW	605,6	2	607,6
Produttività media annua	GWh	1.357,0	5,4	1.362,4

Tabella 4.4: offerta energetica, impianti idroelettrici.

Impianti termoelettrici	Unità	Produttori	Autoprod.	Totale regione
Impianti	n.	69	69	132
Potenza efficiente lorda	MW	4.988,5	378,4	5.366,9
Potenza efficiente netta	MW	4.864,8	364,4	5.229,2
Produttività media annua	GWh	23.833,0	1.310,2	25.143,2

Tabella 4.5: offerta energetica, impianti eolici e a biomasse.

	Unità	Eolico	Biomassa
Impianti	n.	2	39
Potenza efficiente lorda	MW	3,5	190,4
Produttività media annua	GWh	3,7	769,7

4.3.2 La domanda

L'utilizzo principale dell'energia elettrica consumata in Emilia-Romagna è quello industriale (52% del consumo totale), seguito dal settore terziario (25%) e dai consumi domestici (19%). Il settore primario è caratterizzato da una richiesta energetica marginale, pari al 3,5% dei consumi totali. La distribuzione dei consumi energetici nelle province (Tabella 4.6) dipende quindi sostanzialmente dall'importanza che il settore industriale riveste sui singoli territori provinciali, nonché dalla densità di popolazione.

Tabella 4.6: domanda energetica per provincia e per settore.

Provincia	Agricoltura [GWh]	Industria [GWh]	Terziario [GWh]	Domestici [GWh]	Totale [GWh]
Bologna	105	2.213,7	1.662,7	1.184,6	5.166,0
Ferrara	93,9	1.453,1	494,9	444,9	2.486,7
Forlì	215,4	560,9	557,7	410,6	1.744,5
Modena	86,5	2.874,9	914,3	812,1	4.687,8
Parma	72,9	1.645,6	629,8	528,6	2.876,9
Piacenza	69,2	694,9	385,1	332,5	1.481,7
Ravenna	152,5	1.610,1	607,6	448,5	2.818,7
Reggio Emilia	104,9	1.696,9	563,3	593,4	3.231,5
Rimini	17,8	384	645,8	372	1.419,6
Totale	918,1	13.407,10	6.461,2*	5.127,2	25.913,5

*Esclusi i consumi FS per trazione pari a 503 GWh.

4.3.3 Bilancio di esercizio

Nel grafico in Figura 4.9 è possibile osservare l'andamento regionale della produzione e dei consumi di energia elettrica, dal 1973 al 2004. Si noti che, a partire dal 1983 la domanda di energia si è sempre mantenuta superiore all'offerta, arrivando a segnare nel 2004 un deficit di 2.497 GWh. Tale differenza viene colmata con l'importazione di energia attraverso la rete elettrica nazionale.

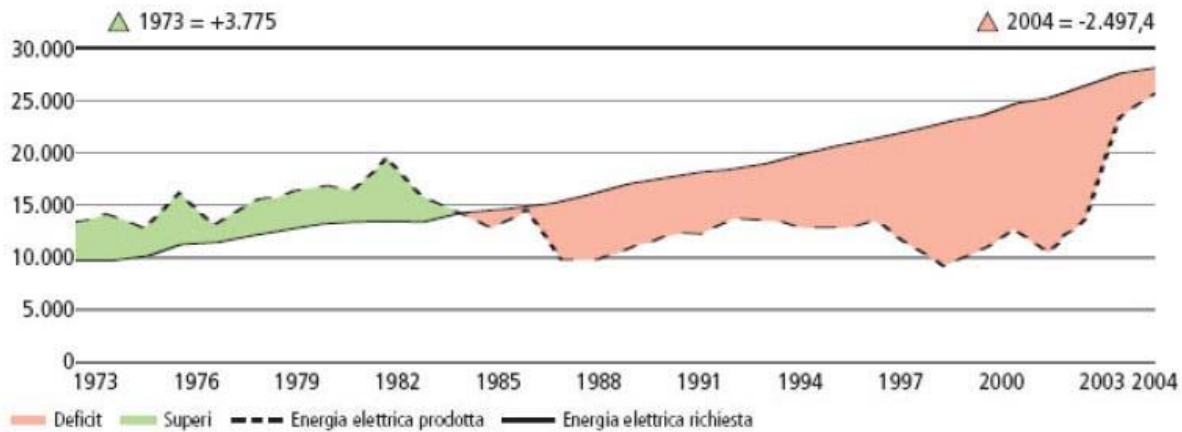


Figura 4.9: serie storica produzione e consumi energia elettrica 1973-2004 [30].

4.3.4 Bilancio di esercizio

Il Piano energetico regionale (PER) della Regione Emilia-Romagna [31] è lo strumento normativo che definisce gli obiettivi in campo energetico, quali riduzione dei consumi e delle emissioni e lo sviluppo delle fonti rinnovabili. Con la legge regionale 26/2004 (“Disciplina della programmazione energetica territoriale e altre disposizioni in materia di energia”), inoltre, la Regione punta al raggiungimento dell’autosufficienza energetica, tra produzione e consumo di energia elettrica, entro il 2010, nel rispetto degli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra previsti dal Protocollo di Kyoto.

L’obiettivo complessivo del per dell’Emilia-Romagna è una riduzione dei consumi pari a $1,7 \cdot 10^6$ tep, corrispondente a una riduzione delle emissioni di $5,6 \cdot 10^6$ t CO₂ anno⁻¹, da realizzare entro il 2010. Considerando i diversi settori, il risparmio è così ripartito: $550 \cdot 10^3$ tep in campo civile; $400 \cdot 10^3$ nell’industria, $680 \cdot 10^3$ nei trasporti; $50 \cdot 10^3$ in agricoltura. Per il settore residenziale, che attualmente in Emilia-Romagna consuma $2,7 \cdot 10^6$ tep anno⁻¹, il piano prevede un risparmio pari a $330 \cdot 10^3$ tep al 2010.

Per quanto riguarda lo sviluppo delle fonti rinnovabili, gli obiettivi del piano al 2010 sono illustrati in Tabella 4.7. In particolare, per quanto riguarda le biomasse, l’obiettivo è l’installazione di un totale di 350 MW, per la produzione di 1.400 GWh anno⁻¹; l’investimento complessivo previsto è pari a $450 \cdot 10^6$ €. Al 2004, la potenza efficiente lorda installata in Emilia-Romagna in impianti a biomasse era pari 190 MW, distribuita su 39 impianti, pari al 10,4% della potenza installata in tutta Italia. A questa potenza, corrispondeva la produzione lorda di circa 770 GWh, pari al 13,7% della produzione nazionale [32]. Dal confronto dei dati di produzione del 2004 con gli obiettivi al 2010 della Regione, appare improbabile raggiungere gli obiettivi e così aumentare considerevolmente il contributo delle biomasse alla produzione di energia.

Tabella 4.7: obiettivi del Piano Energetico Regionale per le fonti energetiche rinnovabili.

Fonte	Obiettivo PER
Eolico	15-20 MW

geotermia	9-12 MW
Fotovoltaico	8 MW
Solare termico	30.000 m ²
Idroelettrico	10-15 MW
Biomasse	350 MW

5 PROGETTI ATTUATI IN ITALIA E IN EMILIA-ROMAGNA

In questi anni si sta assistendo a una progressiva comparsa di sistemi e impianti che sfruttano la biomassa per la produzione di energia. È interessante osservare come questi progetti spazino dal grande impianto di produzione con potenze installate dell'ordine delle decine di megawatt, alla piccola installazione presso aziende agricole che sfruttano i propri residui di produzione per produrre energia con impianti di modeste dimensioni (dalle decine alle centinaia di chilowatt), tuttavia con interessanti soluzioni tecniche di produzione e approvvigionamento della materia prima. A questo proposito, dalle esperienze fatte nel settore, sta emergendo che la dimensione ideale dal punto di vista economico degli impianti di produzione di energia nel comparto agricolo è quella che vede diverse aziende (piccole-medie) consorziate tra loro. In questo modo si ha una buona ripartizione delle spese di investimento iniziale per gli impianti e si può garantire una maggiore continuità e sicurezza nell'approvvigionamento della materia prima, in particolare consorziando aziende con tipologie di produzioni differenti e con periodi di raccolta non coincidenti. Si riportano di seguito alcuni esempi di progetti attuati in Italia.

5.1 Centrali a biomassa per teleriscaldamento e cogenerazione in Valtellina

La centrale di Tirano (Valtellina) è uno dei primi esempi di grande impianto di cogenerazione a biomassa in Italia. È stata realizzata dalla società Teleriscaldamento SpA in collaborazione con la Regione Lombardia e ha avviato la produzione nel giugno del 2003. La centrale è alimentata con combustibile legnoso (circa 180.000 q anno⁻¹) provenienti principalmente dalle industrie di lavorazione del legno, quindi dalla gestione e manutenzione dei boschi della Valtellina, della Valcamonica e dell'Engadina, nonché dalla pulizia e dalla manutenzione del verde urbano nell'adiacente cittadina. Recentemente è stato inoltre allestito un servizio gratuito di raccolta dei residui di potatura delle vigne e dei frutteti privati anche nei comuni limitrofi. L'impianto è costituito da tre caldaie a biomassa (di costruzione austriaca) ad alto rendimento (circa l'80%) che consentono il recupero del calore latente dei fumi attraverso un sistema a condensatore, che, oltre alla rete di teleriscaldamento, alimentano anche una turbina a ciclo ORC (Organic Rankine Cycle) per la produzione di energia elettrica. La potenza complessiva dell'impianto è di 20 MWt e 1,1 MWe (produzione pari a 7.500.000 kWh anno⁻¹). I fumi di combustione sono depurati tramite un sistema a multiciclone con depolverizzatore a umido che permette di avere emissioni inferiori a quelle di una centrale alimentata con combustibili tradizionali. La rete di distribuzione che si estende sul territorio comunale per una lunghezza complessiva di 19.991 m, è costituita da tubazioni di diametro decrescente, monitorate a distanza per segnalare eventuali perdite di carico. Le utenze allacciate sono 340, per una potenza complessiva di 34.020 kW, corrispondenti a una popolazione servita di 6.900 persone (sugli 8.800 circa residenti del comune). L'utenza termica finale riceve il calore dalla rete tramite una sottostazione con scambiatore di calore a piastre collegato al circuito di riscaldamento dell'edificio. Anche su queste sottostazioni è attivo un sistema di monitoraggio remoto per tutte le variabili di esercizio (in particolare pressione e temperatura), con la possibilità di intervenire su queste anche dalla stazione di controllo in centrale. È interessante osservare il bilancio di esercizio della centrale,

riportato di seguito in Tabella 5.1, soprattutto per quanto riguarda le emissioni di CO₂ evitate. Nell'adiacente Comune di Sondalo, è in funzione un impianto simile, che però non prevede la produzione di energia elettrica, che tramite due caldaie a biomassa per una potenza complessiva di 10 MWt, alimenta una rete di teleriscaldamento di 12.398 m, per una potenza allacciata di 15.500 kW (popolazione servita pari a 3.090 abitanti sui 5.217 residenti). Il bilancio di esercizio di questo impianto è riportato in Tabella 5.2.

Tabella 5.1: bilancio di esercizio della centrale di Tirano.

		2000/2001	2001/2002	2002/2003
Consumo di biomasse	[msr]	17.901	44.250	53.491
Energia termica fatturata	[kWh]	5.395.540	18.084.143	23.583.805
Gasolio e/o olio combustibile risparmiato	[l kg ⁻¹]	680.000	2.260.000	2.950.000
Emissioni di CO ₂ evitate	[kg]	2.266.000	6.300.000	8.300.000

Tabella 5.2: bilancio di esercizio della centrale di Sondalo.

		2000/2001	2001/2002	2002/2003
Consumo di biomasse	[msr]	13.600	22.000	30.100
Energia termica fatturata	[kWh]	3.468.343	8.636.639	11.220.803
Gasolio e/o olio combustibile risparmiato	[l kg ⁻¹]	650.000	1.080.000	1.400.000
Emissioni di CO ₂ evitate	[kg]	1.340.000	2.900.000	3.800.000

5.2 Minirete di teleriscaldamento in Trentino-Alto Adige

Nella Regione Trentino-Alto Adige sono molti gli esempi di applicazioni del teleriscaldamento domestico su piccola scala. Si tratta, infatti, di impianti a biomassa che alimentano reti di lunghezza contenuta (sotto i 100 m), alla quale sono allacciati pochi edifici vicini tra loro. Questa alternativa all'utilizzo delle biomasse è interessante per tutte quelle realtà composte da piccoli aggregati isolati di abitazioni, tipicamente poste in ambiente montano o collinare e abbondantemente boscato o a vocazione agricola.

In questi casi la materia prima (legname dal bosco, residui lignocellulosici dalle coltivazioni) è abbondante e vicina all'impianto di utilizzo, in modo da rendere i costi di trasporto ininfluenti. Inoltre, il vantaggio economico di queste soluzioni deriva dalla difficoltà di realizzare impianti alimentati con combustibile tradizionale a causa della distanza dalle reti di distribuzione e della scarsa accessibilità con automezzi per l'approvvigionamento (autobotti per il gasolio o autocarri per il trasporto di bombole). Un esempio interessante è quello della minirete (80 m di estensione) operante nel garni Utnerhof, localizzato nella Val D'Ultimo (BZ) in cui la vecchia caldaia a gasolio è stata sostituita da un moderno impianto termico alimentato a cippato (140 kW), per riscaldare il garni e un'abitazione adiacente.

Il calore prodotto viene venduto dal gestore (all'altra abitazione) a 0,075 € kWh⁻¹, contro i 0,10 € kWh⁻¹ per il calore prodotto tramite impianti a gasolio in questa zona. L'impianto viene alimentato con legname proveniente dai boschi vicini, trasformato in cippato da un contoterzista

dotato di cippatrice, per un costo del servizio di 54 € l'ora.

È interessante confrontare dal punto di vista economico questa alternativa con l'equivalente soluzione a gasolio. In Tabella 5.3 è riportato un confronto tra le due opzioni, si noti che la differenza dei costi di gestione annui è di 8.640 € l'anno a favore dell'impianto alimentato a cippato. Considerando che il costo dell'impianto è pari a 70.000 € (usufruendo di un contributo provinciale del 30%) e che il ricavo derivante dalla vendita del calore all'altra abitazione è di 2.800 € l'anno, il tempo di ammortamento dell'investimento iniziale è di circa 7 anni.

Tabella 5.3: confronto economico tra diversi combustibili [33].

	Cippato	Gasolio
Consumo combustibile	320 msr anno ⁻¹	18.000 l anno ⁻¹
Costo combustibile	18 € msr ⁻¹	0,80 € l ⁻¹
Costo annuo	5.760 € anno ⁻¹	14.400 € anno ⁻¹

5.3 Elettricità da biogas in una piccola azienda agricola del Vicentino

L'azienda agricola La Campagnola (Belvedere di Villana, Vicenza) basa la sua attività sull'allevamento bovino e produce latte di alta qualità per la produzione di Grana Padano. L'impianto di cui è dotata ha una potenza elettrica nominale di 100 kWe e viene alimentato dalle deiezioni animali e dalle biomasse vegetali di scarto provenienti dall'azienda stessa. Lo schema di funzionamento è relativamente semplice: i liquami vengono processati in appositi gestori anaerobici per la produzione di biogas. Successivamente il combustibile prodotto viene utilizzato per alimentare un motore a ciclo Otto, collegato a un generatore elettrico. L'elettricità così prodotta viene utilizzata dall'azienda per il proprio fabbisogno, mentre la quota in eccesso viene ceduta alla rete elettrica nazionale e registrata da un apposito contatore. In questo modo l'azienda riesce a produrre 650.000 kWh anno⁻¹. L'energia venduta all'esterno viene fatturata secondo il meccanismo dei Certificati Verdi, grazie al quale viene anche assicurato un incentivo economico della durata di 8 anni. Questo impianto è un tipico esempio di sfruttamento delle biomasse residuali da parte di piccole-medie aziende agricole, che in questo modo eliminano i costi energetici interni e diventano produttori di energia elettrica, traendone ricavo dalla vendita. Il tutto utilizzando un prodotto che prima rappresentava una voce di spesa per il relativo smaltimento.

5.4 Centrali a biomasse in Emilia-Romagna

L'analisi dello stato dell'arte nella regione Emilia-Romagna si è dimostrata complessa: le informazioni di base sulla presenza di centrali a biomasse nel territorio e sulla produzione di energia elettrica e/o termica di queste centrali sono infatti di difficile reperimento. Per cercare di tracciare un quadro della situazione attuale abbiamo contattato sia il Servizio delle Politiche Energetiche della Regione che tutte le singole Province, ma a ad oggi non ci sono pervenute risposte e pertanto non siamo in grado di riportare dati ufficiali di censimento delle centrali. Gli unici dati in nostro possesso sono relativi a ricerche condotte su Web per parole chiave. Gli esiti

vengono riportati di seguito, ma si tratta di informazioni sintetiche e frammentarie.

Secondo il Gestore Servizi Elettrici – (GSE) [34] al 31 dicembre 2005 gli impianti a biomasse e rifiuti nella regione Emilia–Romagna sono 41. Questi 41 impianti forniscono una potenza efficiente lorda pari a 193,4 MW pari al 16,1% della potenza complessiva derivante da fonti rinnovabili in Italia. Questa potenza corrisponde ad una produzione lorda di 908,8 GWh che corrispondono al 14,8% della produzione lorda da fonti rinnovabili in Italia. Nella statistica le biomasse e rifiuti vengono suddivise in solidi (rifiuti solidi urbani; rifiuti da colture e altri rifiuti agro-industriali) e biogas (da discariche; da fanghi; da deiezioni animali; da colture e altri rifiuti agro-industriali) ma i dati sono aggregati a livello nazionale quindi non è possibile risalire ad un'ulteriore suddivisione a livello regionale.

Una suddivisione degli impianti su base regionale è invece presente nel documento "Incentivazione delle fonti rinnovabili - Bollettino per l'anno 2005" del GSE [35]. In questo documento vengono elencati, suddivisi per regione e per provincia di appartenenza, gli impianti qualificati alimentati da fonti rinnovabili (IAFR) e a rifiuti in esercizio e in progetto al 30 giugno 2006. Per questi impianti viene anche indicata la fonte di energia rinnovabile utilizzata. I dati sono presentati nella Tabella 5.4.

Ad una scala territoriale più dettagliata è scesa l'associazione Legambiente che ha pubblicato un rapporto che contiene i risultati di un questionario inviato agli oltre 8.000 comuni italiani per ottenere una fotografia della produzione di energia da fonti rinnovabili [36]. I dati raccolti presso i comuni sono stati quindi incrociati con i dati del Gestore Servizi Elettrici e integrati da studi ed indagini. Secondo il rapporto di Legambiente in Emilia-Romagna sono 6 i comuni nei quali è presente una centrale a biomasse. I dati disponibili sono presentati nella Tabella 5.5. Per le centrali segnalate nei 6 comuni non sono tuttavia forniti altri dettagli.

Tabella 5.4: elenco impianti qualificati in esercizio e in progetto al 30/06/2006 per le fonti: biomasse, biogas, rifiuti [35].

N.IAFR	DENOMINAZIONE IMPIANTO	REG – PROV.	FONTE	STATO
1103	SANT'AGATA BOLOGNESE	Bologna	Biogas	in esercizio
1485	MENGOLI	Bologna	Biogas	in esercizio
339	CORTE MAROZZO 1	Ferrara	Biogas	in esercizio
868	CORTE MAROZZO 2	Ferrara	Biogas	in esercizio
1455	POMPOGNA	Forlì	Biogas	in esercizio
1591	CESENA	Forlì	Biogas	in esercizio
1577	ECOPOWER1	Forlì	Biomasse	in esercizio
599	MEDOLLA	Modena	Biogas	in esercizio
783	MIRANDOLA	Modena	Biogas	in esercizio
1064	BIOGAS CORTICELLA	Modena	Biogas	in esercizio
769	VILLAPANA	Ravenna	Biogas	in esercizio
1280	CAVIRO BIOGAS	Ravenna	Biogas	in esercizio
787	T. ENERGY	Ravenna	Biomasse	in esercizio
1170	CONVERTITE	Ravenna	Biomasse	in esercizio
392	POIATICA DI CARPINETI	Reggio Emilia	Biogas	in esercizio
1405	NOVELLARA	Reggio Emilia	Biogas	in esercizio

1644	GENSET	Ferrara	Biomasse	in progetto
826	CANAL BIANCO L.2 – 3	Ferrara	Rifiuti	in progetto
882	PAOLA PIRRINI	Forlì	Biomasse	in progetto
220	NUOVA BIOMASSE	Ravenna	Biomasse	in progetto
949	STANDIANA	Ravenna	Biomasse	in progetto
1640	CONSELICE	Ravenna	Biomasse	in progetto

Tabella 5.5: impianti a biomasse nei comuni dell'Emilia Romagna [36].

PROVINCIA	COMUNE	POTENZA (MW)
RA	FAENZA	12,29 (3,29 da biogas)
FO	GATTEO	4,9
MO	CARPI	0,6 (biogas da discarica dimessa)
PC	PIACENZA	0,511
PR	PARMA	0,05
RN	POGGIO BERNI	0,001

L'unica centrale a biomasse esistente per la quale sono state trovate informazioni dettagliata è la centrale avviata dall'azienda agricola "Mengoli Rino, Mauro e Gianni" a Castenaso (BO) [37]. La centrale, operativa dal giugno 2005, produce biogas da biomasse di origine vegetale e, in minima parte, da liquami zootecnici. L'azienda agricola, che coltiva 24 ettari di proprietà e 26 in locazione, ha inizialmente commissionato al costruttore tedesco Hochreiter, con un investimento di 1,4 milioni, la realizzazione di un impianto della potenza di 110 KW alimentato con insilato di mais, sorgo e orzo e con scarti provenienti dalle vicine coltivazioni di patate e cipolle. Una parte dell'energia prodotta è utilizzata per soddisfare il fabbisogno dell'azienda e dell'abitazione dei conduttori, e il resto è venduto all'Enel. Per questa centrale, visti gli esiti positivi del primo anno di esercizio, è stata ampliata la potenza portandola a 350 KW. L'impianto si basa sulla fermentazione batterica delle biomasse, attraverso liquami zootecnici provenienti dalla stessa azienda agricola che dispone di un allevamento di 230 capi bovini da latte di razza Frisona. Il "digestato", ossia il prodotto in uscita dalla centrale, è riutilizzato come fertilizzante. I proventi della vendita di energia e dei "certificati verdi" frutteranno all'azienda bolognese oltre mezzo milione di euro annui e si prevede un esercizio di 5 - 6 anni per ammortizzare l'investimento.

Per quanto riguarda le previsioni di realizzazione di nuovi impianti, si possono trovare varie informazioni su riviste specializzate. La rivista mensile Agricoltura, redatta dalla Direzione Agricoltura della Regione Emilia-Romagna, ha pubblicato sul numero di Aprile 2006 un articolo nel quale vengono presentati i progetti per la riconversione degli stabilimenti saccariferi in regione. Secondo questo articolo [38] è prevista a Finale Emilia (MO) la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da biomasse della capacità di 18,5 MW. L'opera prevede investimenti di circa 80 milioni di euro e una superficie agricola interessata a produzioni dedicate pari a circa 2.500 ettari. Uno stabilimento analogo è previsto a Ostellato (FE). Anche a Russi (RA) si prevede un impianto simile, ma di maggiore potenza (30 MW), con un investimento di 82 milioni di euro e la realizzazione di 7 ettari di serre da costruire in collegamento con l'impianto stesso che fornirà la necessaria energia termica. Anche per lo

zuccherificio di Forlimpopoli (FC) si parla di riconversione ed è prevista la realizzazione di un impianto per la produzione di biodiesel o, in alternativa, una centrale termoelettrica a biomassa in zona limitrofa a Forlimpopoli. La centrale a biodiesel avrebbe una capacità di 150 mila tonnellate, un costo di investimento di 25 milioni di euro e riguarderebbe una superficie agricola di 45 mila ettari a colture oleaginose; la centrale a biomasse, invece, con 22 MW di capacità e 45 milioni di euro di investimenti interesserebbe una superficie agricola di 8.000 ettari.

Per il comprensorio di Pontelagoscuro e San Pietro in Casale è prevista a Ferrara la realizzazione di uno stabilimento per la produzione di etanolo da 1,5 milioni di ettanidri, con un investimento di 65 milioni di euro e una ricaduta su una superficie agricola a cereali di circa 40.000 ettari. A questo impianto si aggiungerebbe una centrale a biomasse da 22 MW del costo di 45 milioni di euro e 5.000 ettari agricoli interessati.

Su un numero successivo della stessa rivista [37] viene descritto più in dettaglio la previsione di una nuova centrale a biogas che dovrà sorgere a Bondeno (FE). Il progetto è della società cooperativa agricola Energy Renew e la costruzione sarà effettuata dall'azienda tedesca Schmack Biogas. La struttura, con una potenza installata di 4,5 MW, funzionerà attraverso la decomposizione batterica di biomasse (soprattutto trinciato di mais, ma anche sorgo e triticale), fornite da uno dei soci di Energy Renew, la cooperativa estense Capa, che raggruppa circa 3.000 produttori, con 30.000 ettari di terreno coltivato prevalentemente a cereali. La centrale verrà alimentata con circa 70.000 tonnellate di biomasse vegetali all'anno, pari a circa 1.500 ettari di colture, e il processo di fermentazione batterica dovrà essere attivato ricorrendo anche a liquami zootecnici. Secondo i calcoli dell'azienda che costruirà l'impianto, uno dei più grandi in Italia e in Europa per potenza installata, saranno prodotti, in un anno, circa 32 milioni KWh, pari ai consumi di 8.000 utenze domestiche medie. L'energia prodotta sarà ceduta al GSE. I ricavi derivanti dalla vendita dell'energia sono quantificabili in circa 3 milioni di euro oltre ad altri 3 milioni di euro di certificati verdi previsti in base al calcolo del quantitativo raggiunto di Tep che verranno erogati dall'authority per l'energia se saranno verificati i requisiti disposti dalla normativa. Il costo dell'investimento previsto è di circa 10 milioni. I lavori di costruzione inizieranno nel 2007 e la centrale sarà operativa all'inizio del 2008.

La Regione Emilia-Romagna sostiene molti di questi progetti attraverso due bandi per la concessione di incentivi per la costruzione di impianti funzionanti con reflui zootecnici (4,35 milioni di euro di contributo pubblico nel primo bando del 2005) e per centrali alimentate a biomasse di provenienza agricola (1,5 milioni, nel secondo bando del 2006). Alla fine del 2006, secondo stime del Servizio sviluppo del sistema agro-alimentare della Regione, nel territorio regionale erano operativi una decina di impianti per la produzione di biogas ma, fra il 2007 e il 2008, l'elenco si allungherà e alcune centrali già esistenti saranno potenziate. L'obiettivo del secondo bando varato dalla Giunta regionale dell'Emilia-Romagna (B.U.R. del 28 novembre 2006 e scaduto il 27 gennaio 2007), con una dotazione di 1,5 milioni di euro, è invece quello di stimolare aziende agricole, singole o associate in consorzi, a realizzare impianti per la produzione di energia termica ed elettrica, con potenza non superiore a 1,5 MW, attraverso la trasformazione di biomasse vegetali, come girasole, sorgo da fibra, e scarti di colture arboree.

BIBLIOGRAFIA

- [1] EEA - European Environment Agency, EMEP-CORINAIR - COOrdination-INformation on AIR, *Atmospheric Emission Inventory Guidebook*, Report 30/2002, Bruxelles, 2002.
- [2] Commissione Europea Energia e Trasporti, *Energy & Transport: Facts and figures*, 2005. [online] URL: http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/figures/index_en.htm
- [3] ENEA – Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente, *Rapporto energia ambiente 2003*, Roma, 2004.
- [4] GRTN – Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale, *Bilancio di esercizio e bilancio consolidato*, 2003.
- [5] ENEA – Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente, *Rapporto energia ambiente 2004*, Roma, 2005.
- [6] UE – Unione Europea, *Energy and transport in figures*, Bruxelles, 2005. [online] URL: http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/figures/pocketbook/2005_en.htm
- [7] Commissione Europea, *Renewable energy: White Paper laying down a Community strategy and action plan*, Bruxelles, 1997.
- [8] CIPE – Comitato Italiano per la Programmazione Economica, *Libro Bianco per la valorizzazione energetica delle fonti rinnovabili* (Deliberazione CIPE n. 126 del 6 agosto 1999), G.U. n. 253 del 27 ottobre 1999.
- [9] Commissione Europea, *Towards a European strategy for the security of energy supply*, Bruxelles, 2000.
- [10] IEA – International Energy Agency, *World energy outlook 2004*, Paris, France, 2004. [online] URL: <http://www.worldenergyoutlook.org/index.asp>
- [11] Berlen L. (a cura di), *L'osservatorio delle fonti rinnovabili in Italia*, 2004, ISES Italia, Roma 2004.
- [12] McKendry P., *Energy production from biomass (part 1): Overview of biomass*, *Bioresource Technology* 83: 37-46, 2002a.
- [13] Klass D.L., *Biomass for renewable energy, fuels, and chemicals*, Harcourt Academic Press, San Diego, CA, 1998.
- [14] IEA Bioenergy, *Benefits of Bioenergy*, Report 01/2005, Rotorua , New Zeland, 2005. [online] URL: <http://www.ieabioenergy.com/LibItem.aspx?id=179>
- [15] EurObserv'ER, *Wood energy barometer*, Bruxelles, 2005
- [16] ENEA – Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente, *Rapporto energia e ambiente 2005*, Roma, 2006.
- [17] GRTN – Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale, *Bilancio di esercizio e bilancio consolidato*, 2004.
- [18] McKendry P., *Energy production from biomass (part 3): Gasification technologies*, *Bioresource Technology* 83: 55-63, 2002c.
- [19] Itabia – Italian Biomass Association, *Le biomasse per l'energia e l'ambiente: Rapporto 2003*, Roma, 2005.
- [20] Provincia Autonoma di Bolzano, 2005.
- [21] Istat – Istituto Nazionale di Statistica, *V Censimento Generale dell'Agricoltura*, Roma, 2001. [online] URL: <http://www.istat.it/censimenti/agricoltura/>
- [22] Commissione Europea, *Biomass Action Plan*, Bruxelles, 2005.

- [23] GRN – Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale, Certificati verdi, 2007. [online] URL: <http://www.grn.it/ita/fontirinnovabili/certificativerdi.asp>
- [24] ISTAT – Istituto Nazionale di Statistica, 14° Censimento della popolazione e delle abitazioni, Roma, 2001. [online] URL: <http://www.istat.it/censimenti/popolazione/>
- [25] www.regione.emilia-romagna.it, 2005.
- [26] ISTAT – Istituto Nazionale di Statistica, V Censimento Generale dell’Agricoltura – Istruzioni per la rilevazione, Roma, 2000.
- [27] Regione Emilia-Romagna – PSRS Piano Regionale di Sviluppo Rurale 2000-2006. [online] URL: http://www.ermesagricoltura.it/wcm/ermesagricoltura/servizi_impresa/piano_regionale/sezione_piano_regionale.htm
- [28] Regione Emilia-Romagna, Piano Regionale di Sviluppo Rurale (PRSR) 2000-2006. La qualità dell’agricoltura per la qualità dell’ambiente e del territorio, Assessorato agricoltura, ambiente e sviluppo sostenibile, Bologna, 2000.
- [29] GRN - Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale, Bilancio di esercizio e bilancio consolidato, 2004.
- [30] GRN - Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale, Energia elettrica da fonti rinnovabili: bollettino per l’anno 2004, Roma, 2005.
- [31] Regione Emilia-Romagna, Piano energetico regionale, Servizio Politiche Energetiche, Bologna, 2002. [online] URL: www.ermesimprese.it/wcm/ermesimprese/normativa/normative/piano_energ.htm
- [32] GRN – Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale, Statistiche sulle fonti rinnovabili in Italia, Roma, 2004.
- [33] Associazione Italiana Energie Agroforestali – AIEL. [online] URL: <http://www.aiel.cia.it>
- [34] GSE – Gestore Servizi Elettrici. Statistiche sulle fonti rinnovabili in Italia – Anno 2005. [online]: <http://www.gsel.it/ita/Pubblicazioni/StatisticheFontiRinnovabili.asp>
- [35] GSE – Gestore Servizi Elettrici. Incentivazione delle fonti rinnovabili - Bollettino per l’anno 2005. Roma, ottobre 2006.
- [36] Legambiente, Comuni rinnovabili 2007 – Sole, vento, acqua, terra, biomasse. La mappatura delle fonti rinnovabili nel territorio italiano. Roma, 13 febbraio 2007.
- [37] Faben, R. Energia da biomasse, piccoli impianti nascono. Agricoltura, dicembre: 11 – 12, 2006.
- [38] Govi, D. Dallo zucchero all’agroenergia il passo non è breve. Agricoltura, aprile: 7 – 8, 2006.