

*An Assessment of Potential Residual Biomass
Production in Province of Reggio Calabria*

DISPONIBILITÀ DI BIOMASSE VEGETALI IN PROVINCIA DI REGGIO CALABRIA

Andrea R. Proto, Lorenzo M. M. Abenavoli, Francesco Iannelli

Dipartimento di Agraria, Università Mediterranea di Reggio Calabria, Feo di Vito, 89122, Reggio Calabria, Italia

andrea.proto@unirc.it; laben@unirc.it; francesco.iannelli@unirc.it

Abstract

The biomass for energy purposes, coming from agricultural firms and forestry industry for energy, can provide various environmental and socio-economic benefits. Among all renewable energy sources, agro-forestry biomass represents both an important alternative source to fossil fuels and an opportunity for the socio-economic development of various marginal mountain areas. This survey aims at estimating the potential revenue in province of Reggio Calabria, which is showing a great interest in biomass production.

KEY WORDS: *Renewable energy, Biomass, Residues.*

1. Introduzione

I motivi di natura ambientale, sociale ed economica spingono a ridurre le emissioni dei gas climalteranti con la necessità di raggiungere una futura indipendenza energetica. I finanziamenti pubblici erogati in Italia fin dall'inizio del 2000, motivati dall'entrata in vigore del protocollo di Kyoto, per favorire la conversione energetica delle biomasse, giustificati per conseguire il risparmio di combustibili fossili, la riduzione delle emissioni di carbonio e la valorizzazione di aree marginali e di sottoprodotti agro-forestali, sono stati significativi. Infatti, la ricerca e l'utilizzo di fonti alternative rispetto ai combustibili fossili rappresentano un'indiscussa priorità a scala mondiale, ed è un argomento che in modo sempre più inderogabile rientrano nell'agenda delle scelte politiche [1].

Inoltre, lo sviluppo di filiere agro-energetiche può rappresentare oggi per il settore agricolo e forestale una nuova possibilità d'integrazione delle produzioni tradizionali, con positive ricadute in termini economici e, in generale, nella riqualificazione del ruolo svolto dal settore agricolo e fo-

restale nella tutela dell'ambiente e nella salvaguardia del territorio [1].

Per tale motivo, tra le varie fonti energetiche disponibili, si è ritenuto fondamentale esaminare il tema delle agro-energie, al fine di valutare le potenzialità energetiche ed ambientali delle biomasse in provincia di Reggio Calabria. La stima delle biomasse residuali rappresenta un'importante operazione alla base della pianificazione energetica dell'impiego della risorsa stessa. È importante, infatti, comprendere quali siano le potenzialità delle biomasse per l'energia e se queste possano significativamente incidere sul bilancio energetico di un territorio in modo economicamente sostenibile e rinnovabile nel tempo [2].

L'agricoltura della Provincia di Reggio Calabria presenta delle caratteristiche peculiari, che la differenziano dalle altre province calabresi ed italiane. Si tratta di un'agricoltura praticata principalmente in aree marginali, con pochi elementi innovativi [3], e basata essenzialmente su due grandi comparti (olivicoltura e agrumicoltura), ripartiti in due diverse aree (ionica e tirrenica).

La maggior parte delle attività produttive è concentrata

*Il documento nella sua interezza è frutto del lavoro congiunto dei tre autori.

lungo la costa, nella zona di pianura e della prima collina. L'uso del suolo evidenzia distintamente la fascia urbana che corre, senza soluzione di continuità, lungo la costa allargandosi in prossimità della città di Reggio Calabria e frammentandosi in nuclei abitati sempre più piccoli e meno frequenti, procedendo dalla costa verso la collina e la montagna.

Il legame tra territorio e produzione agricola e forestale caratterizza l'identità della provincia reggina, un'identità appunto che si fonda su fattori socio-economici e storici a spiccato carattere rurale [4].

La superficie rurale costituisce il 94% dell'intero territorio provinciale (299.592 ha), mentre la superficie agricola totale costituisce il 55% di quella territoriale [5].

La rimanente parte di territorio è costituita da superfici boscate, macchia mediterranea, altre superfici di ambito rurale e dalle aree urbane ed antropizzate in genere [5]. Tali vocazionalità in alcuni casi hanno subito un forte decremento in considerazione delle aree investite, nonostante abbiano assunto da sempre un legame storico con il territorio.

Altre classi produttive secondarie, per consistenza, sono le produzioni orticole a pieno campo ed in serra, il settore vitivinicolo, le aree destinate a seminativi e alcune produzioni trasformate, di origine sia orticola che zootecnica. Le problematiche emerse dal settore agricolo si possono ritrovare tranquillamente nel settore forestale, ove a fronte di una importante estensione territoriale tra le fasce collinari e montane della provincia, gli ostacoli legati alla forte frammentarietà della proprietà privata, la bassa specializzazione di numerose imprese legate alla Filiera Foresta-Legno e il basso valore aggiunto alle produzioni legnose rallentano lo sviluppo integrato di una importante economia rurale [6].

Tale contesto è particolarmente radicato ed articolato nel territorio provinciale, anche per ragioni legate storicamente alla filiera Foresta - Legno [7]. La provincia di Reggio Calabria è caratterizzata da una massiccia diffusione di Faggete che si ritrovano per una superficie di 22.014 ha, successivamente i boschi di Leccio coprono una superficie di 16.044 ha ed in terzo luogo si nota una certa presenza di Castagneti, la cui superficie nella provincia raggiunge gli 11.194 ha [8].

Il settore forestale, più di altri, soffre difficoltà contingenti e strutturali nella competizione sul mercato; infatti, le imprese immettono sul mercato un prodotto ormai consolidato, tradizionale ed in stile, ma pagano da un lato la crescente concorrenza, dall'altro un ritardo nell'innovazione del prodotto [9].

2. Materiali e metodi

Per stimare la biomassa agro-forestale in provincia di Reggio Calabria sono state realizzate due diverse tipologie di analisi, specifiche per il settore forestale e per quello agricolo. Infatti, stimare la disponibilità dei residui agricoli è un'operazione complessa, soprattutto a causa delle differenze in resa, tipologia e umidità tra le diverse colture. Per avere a disposizione dati e parametri il più possibile attendibili e relativi ad una particolare area geografica, è stato necessario eseguire un lavoro di raccolta di dati sulla quantità dei residui derivanti dalle singole colture e dall'area in esame. I valori che caratterizzano una coltura dipendono, infatti, strettamente da fattori come le condizioni climatiche della zona, la fertilità del terreno, il sistema produttivo e la tecnologia utilizzata.

Anche per la stima della disponibilità forestale, soprattutto in Calabria dove le foreste sono frequentemente situate in aree montane e spesso soggette a vincoli ambientali, sono stati definiti dei criteri di accessibilità per arrivare al potenziale forestale prelevabile [8].

2.1 Valutazione del potenziale di biomasse di origine agricola

Le quantità dei residui delle varie filiere produttive del settore agricolo in provincia di Reggio Calabria, potenzialmente destinabili a uso energetico, sono state determinate sulla conoscenza del rapporto esistente tra produzioni principali e prodotti di scarti di tali produzioni [10, 11, 12, 13]. Per ciascuna produzione agricola è stato necessario conoscere le quantità commercializzate e le superfici investite all'interno della provincia di Reggio Calabria.

L'indagine, così, ha individuato le tipologie e i quantitativi di biomassa residuale agricola potenzialmente disponibili attraverso la determinazione, a livello provinciale, dei rapporti ponderali esistenti fra il prodotto agricolo principale e il residuo ad esso associato, considerando nei calcoli le colture erbacee ed arboree tipiche della provincia reggina.

Per tale stima è stato adottato l'indice di relazione tra produzioni agricole e biomassa residuale associata, pubblicato nel 2009 da Cioffi [11]. Una volta individuato l'indice di conversione per ciascuna coltura agricola dai valori indicati da Cioffi, lo studio ha raccolto le informazioni statistiche disponibili degli ultimi 5 anni sull'agricoltura in merito a superfici agricole investite e alle produzioni ottenute e pubblicate dall'ISTAT.

Gli indici rilevati sono stati i seguenti:

- per i singoli cereali (frumento tenero e duro, orzo, avena, mais da granella), il rapporto esistente tra quantitativi di granella prodotta e paglia, per il mais si è fatto riferimento all'indice degli stocchi;
- per le colture arboree (olivo, vite, agrumi), il rapporto esistente fra produzione e potature.

Nel caso delle colture erbacee, la resa in granella variava tra le diverse specie cerealicole, considerate secondo i seguenti rapporti:

- Frumento tenero (0,25 t paglia/ha / 0,25 t granella/ha = 1);
- Frumento duro (0,2 t paglia/ha / 0,2 t granella/ha = 1);
- Orzo (0,3 t paglia/ha / 0,25 t granella/ha = 1,2);
- Avena (0,12 t paglia/ha / 0,3 t granella/ha = 0,4);
- Mais da granella (0,1 t di residui vegetali/ha / 0,9 t granella/ha = 1,11).

Nel comparto agrumicolo, gli agrumeti presi in esame presentavano in genere sestii di impianto 6 x 4 o 5 x 5. I valori di riferimento per ciascuna specie sono stati:

- Clementino (0,83 t residui potatura/ha / 0,3 t clementine/ha = 0,28).
- Mandarino (0,3 t mandarino-clementina/ha = 0,28).
- Arancio (0,15 t residui 0,83 t residui potatura/ha potatura/ha / 0,4 t arance/ha = 0,375).
- Bergamotto (0,5 t residui potatura/ha / 0,1 t bergamotti/ha = 0,50).

Nel settore olivicolo è stato assunto il rapporto tra quantità dei residui di potatura e quantità di olive prodotte pari a 0,95. Pertanto, grazie ai coefficienti di conversione tarati per ciascuna coltura da Cioffi (2009) [11], è stato possibile stimare la quantità di biomassa disponibile conoscendo la produzione ottenuta.

Nella successiva tabella (vedi Tab. 1), oltre alle diverse colture erbacee considerate nello studio in oggetto, è stato riportato il quantitativo di biomassa potenzialmente ritraibile ad un'umidità del 15%, soglia utile per essere impiegata tale biomassa nei processi di combustione.

2.2 Valutazione del potenziale di biomasse di origine forestale

Per il settore forestale, l'indagine si è basata sulla realizzazione di un Sistema Informativo Territoriale in grado di definire le caratteristiche in situ di ciascun'area e le relazioni reciproche che intercorrono tra le aree che presentano disponibilità di risorse forestali e le aree che presentano disponibilità di servizi. Sono stati inoltre presi in considerazione tutti gli elementi che possono ostacolare le utilizzazioni forestali (pendenza, accidentalità, quota, distanza di esbosco) e i processi di accrescimento (specie, densità delle piante, età, etc...).

Conoscendo pertanto l'estensione e le diverse tipologie di soprassuolo forestale, mediante appunto l'utilizzo dei dati dell'Inventario Forestale, della cartografia fornita dalla Provincia di Reggio Calabria e di alcune cartografie elaborate appositamente, è stato così possibile determinare la localizzazione delle risorse, la tipologia delle

stesse e l'accessibilità al soprassuolo forestale [8].

Si evidenzia come, per ciascuna tipologia forestale, la biomassa rappresenta un prodotto di scarto delle utilizzazioni forestali e quindi la stima di biomassa ritraibile identifica sempre una minima parte del prodotto primario "legno". Per esempio, in un bosco di faggio, governato a fustaia, la biomassa rappresenta solo il 10% del prodotto legno ritraibile, proprio perché da tale faggeta il prodotto primario sarà sicuramente rappresentato da legname da opera, con una percentuale vicina al 60-70%, mentre il 20-30% sarà costituito da legna da ardere. Per la stima di tali percentuali sono stati presi in considerazione alcuni studi del settore, riportati opportunamente in bibliografia [12-14].

La prima fase dell'elaborazione G.I.S. è stata finalizzata all'individuazione delle aree boscate dove il prelievo di biomassa, tramite taglio e/o ceduzione, si presenta compatibile con gli indirizzi normativi di salvaguardia ambientale [8]. A tale fine, sono state individuate le aree che non si presentano idonee al taglio e/o ceduzione dei boschi:

- Zone A e B del Parco Nazionale dell'Aspromonte;
- Zone A e B del Parco Regionale delle Serre;
- Siti d'interesse Comunitario, Nazionale e Regionale;
- Zone di Protezione Speciale;
- Aree soggette a Vincolo Archeologico;
- Aree percorse dal fuoco;
- Aree classificate dal Piano di Assetto Idrogeologico in classe R3 e R4 per quanto concerne il rischio inondazione;
- Aree classificate dal Piano di Assetto Idrogeologico in classe R3 e R4 per quanto concerne il rischio frana;
- Aree classificate dal Piano di Assetto Idrogeologico in classe 3 e 4 per quanto concerne la pericolosità di frana;
- Aree con pendenza superiore al 70%.

Successivamente tali informazioni sono state incrociate con la carta dell'Uso del Suolo prodotta dall'ARSSA (scala 1:10.000), che ha così permesso di identificare i boschi idonei al taglio e/o ceduzione. Individuati i soprassuoli idonei, nella fase successiva del lavoro è stata stimata la quantità annua di biomassa in tali aree secondo la produttività specifica per ciascuna tipologia forestale. Si ricorda che in tale progetto si ipotizza l'uso di biomassa agroforestale, cioè prodotti di scarto e residui di lavorazioni primarie. La stima della produttività delle varie tipologie forestali è stata effettuata mediante i dati forniti dall'ultimo Inventario Forestale Nazionale in cui vengono riportati i valori di incremento annui (m^3/ha) per ciascuna tipologia forestale considerata [15].

3. Risultati

Per quanto riguarda le colture arboree (agrumi, olivo, vite), la biomassa ottenibile deriva principalmente dalle operazioni di potatura, realizzate con un turno in prevalenza annuale. Per quanto concerne gli agrumi, sono state considerate le principali produzioni annue registrate dall'ISTAT. Da questi dati si evince che la potatura di una vastissima area di produzione, come è appunto quella degli agrumi, può rappresentare un importante bacino di produzione e raccolta di biomasse.

Lo stesso discorso vale chiaramente per la coltura dell'olivo; infatti in provincia la superficie olivicola supera i 50.000 ha ed anche in questo caso, se si vuole considerare solo la biomassa prodotta dalla fase di potatura, traslasciando i prodotti di scarto derivanti dalla fase di trasformazione e produzione di olio potenzialmente impieghi anch'essi per uso energetico, è evidente come il settore agricolo rappresenta la fonte primaria di biomasse legnose destinabili per scopi energetici. Dalle tabelle (vedi Tabb. 1, 2) si evince chiaramente come la disponibilità annua di biomasse provenienti da colture arboree, ed in particolare dalla sola fase di potatura, supera di gran lunga le 270.000 tonnellate di sostanza secca (umidità 40%).

	Superficie in produzione ha	Produzione t./anno	Disponibilità biomassa t.s.s./anno umidità 40%
Arancio	14.220	624.800	140.580
Mandarino	1.400	35.055	5.889
Bergamotto	1.449	24.855	7.457
Clementine	2.552	83.411	14.013
Limoni	846	21.819	3.945
Vite	2.414	12.679	3.043
Olivo	56.100	363.050	98.024
Totale Annuo			272.951

Tab. 1 - Stima biomasse da colture arboree
(fonte: propria elaborazione)

Per quanto riguarda l'approvvigionamento da parte dei boschi provinciali, le diverse percentuali di destinazione d'uso finale sono state ottenute sia da un'attenta indagine bibliografica [12,14, 16] e sia attraverso le informazioni ottenute da numerose imprese forestali operanti in provincia. Per i boschi di faggio, gli assortimenti ritraibili ipotizzati sono costituiti per il 70% da legname da opera per falegnameria e sfogliatura, suddivisi in parti uguali tra segati di I e II scelta, per il 20% da legna da ardere e il solo 10% destinato per biomasse [14].

Dai boschi di abete si ottengono tronchi da opera in misura pari al 70% della massa, mentre il restante 30% fornisce biomassa per usi energetici.

Nei boschi misti, abete-faggio, si ricavano gli stessi assortimenti previsti per i boschi di faggio e per quelli di abete, la cui ripartizione percentuale dipende dal peso della singola specie.

¹ Espressa in tonnellata sostanza fresca.

² Espressa in tonnellata sostanza secca [7].

Tipologia d'Uso	Produzione biomassa m ³ /ha	Produzione Totale ¹ t./ha	Produzione Totale ² [7] t./ha
Castagneti da frutto	0,217	158,4	95,2
Boschi di leccio	0,333	2.406,6	1.444,0
Boschi di querce caducifoglie	0,384	1.962,5	1.177,5
Boschi di faggio	0,576	5.109,7	3.065,8
Boschi di castagno	0,465	2.962,5	1.777,5
Boschi ripali	0,6	933,6	560,2
Impianti misti di latifoglie esotiche	4,12	10.931,2	6.558,7
Impianti misti di latifoglie native	0,5	230,4	138,2
Boschi di pino laricio	1,29	76,6	46,0
Boschi di abete bianco	1,299	266,5	159,9
Boschi di pini mediterranei	0,987	282,5	169,5
Boschi di conifere, puri o misti	2,19	1.293,0	775,8
Boschi misti di faggio e abete b.	1,12	254,0	152,4
Boschi faggio con pino laricio	0,98	67,0	40,2
Impianti artificiali misti	1,05	254,2	152,5
Totale biomasse disponibile		27.188,7	16.313,4

Tab. 2 - Stima di biomassa dal settore forestale
(fonte: propria elaborazione)

Tuttavia sono stati considerati tronchi da opera per il 60%, legna da ardere per il 20% e biomasse per usi energetici per il restante 20%. Identificata la percentuale di biomassa ottenibile da ciascuna tipologia forestale e seguendo la considerazione che nessun bosco in provincia di Reggio Calabria può al momento essere destinato interamente a biomasse, sia per salvaguardare la diversità degli assortimenti legnosi da essi ritraibili, e sia perché mancano impianti a colture energetiche dedicate (*Short Rotation Forestry*), lo scenario che emerge identifica uno stato attuale in cui le potenzialità dei boschi reggini non sono del tutto espresse.

Infatti, la biomassa ottenibile annualmente dai boschi reggini, avente un'umidità pari a circa 40%, non raggiunge le 17 mila tonnellate di sostanza secca (vedi Tab. 2).

Per vedere aumentare la produzione di biomassa forestale, pertanto, sarà necessario intervenire sul recupero

di aree abbandonate col rimboschimento di specie idonee. Inoltre, occorrerà sempre vigilare affinché un'eccessiva domanda di biomassa non spinga l'impresa boschiva e/o il proprietario del bosco a convertire la destinazione d'uso finale dei prodotti legnosi in biomassa, disperdendo così il valore reale degli assortimenti legnosi ritraibili primari (vedi Fig. 1).

Aree idonee per la produzione e/o raccolta di biomassa per uso energetico

- Aree agricole
- Aree boscate idonee al prelievo di biomassa
- Zone non idonee al prelievo di biomassa dalle aree boscate

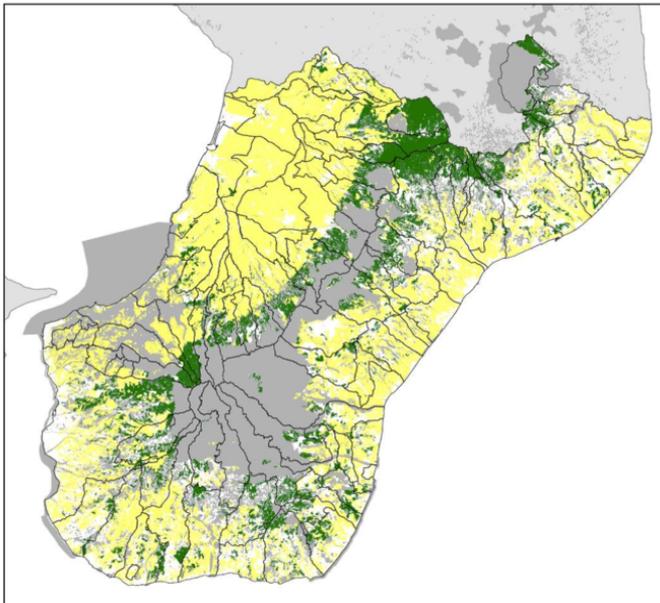


Fig. 1 - Copertura del suolo della provincia di Reggio Calabria
(fonte: [5])

3. Conclusioni

Dall'analisi del settore agricolo e di quello forestale si stima che la biomassa ritraibile annualmente in provincia di Reggio Calabria sia di circa 290.000 t. di sostanza secca destinata ad usi energetici. Dai dati raccolti è chiaro come la principale fonte di biomassa è garantita dal comparto agricolo ed in particolare dalla filiera agrumicola e da quella olivicola. Questo è un importante punto di riferimento da prendere in considerazione per un'eventuale localizzazione di uno o più impianti di produzione di energia elettrica destinati ad utilizzare le biomasse agro-forestali prodotte in provincia [1].

E' importante sottolineare che in entrambi i settori di approvvigionamento di biomassa (agricolo e forestale), la gestione del territorio deve rivestire un ruolo primario. Infatti, senza una corretta gestione e salvaguardia non sarà possibile garantire una fornitura di biomassa così stimata.

Saranno necessari pertanto interventi diretti non solo a sostenere una corretta opera di raccolta e produzione di cippato, ma anche e soprattutto azioni di sostegno verso gli imprenditori che vorranno investire in un prodotto di

scarto che poco tempo prima sarebbe stato destinato sicuramente alla "bruciatura in campo" all'interno della stessa azienda agro-forestale in qualità di rifiuto [1].

Gli interventi di sostegno possono riguardare ad esempio contributi per l'acquisto di macchine specifiche per il recupero e trasformazione di biomasse, oppure per investire in opere di divulgazione inerenti la valorizzazione della biomassa agro-forestale.

Ciò al fine di ottimizzare al meglio uno scarto che può rappresentare una valida fonte di reddito secondaria. In particolare, considerate le numerose aziende agricole operanti in provincia di Reggio Calabria (agrumicole ed olivicole in primis), si può intervenire con una politica di sostegno per favorire la filiera dell'autoconsumo in modo da sostituire apparecchi termici obsoleti e di bassa efficienza termodinamica, migliorando non solo la qualità ambientale, con la riduzione delle emissioni in atmosfera, ma anche il bilancio aziendale e facendo inoltre risparmiare le aziende sui costi di acquisto di combustibili fossili vista l'autoproduzione energetica [1].

Bibliografia

- [1] Proto A.R., *Valorizzazione energetica delle risorse forestali e agricole in provincia di Reggio Calabria*. Abramo Editore, maggio 2013, pp. 283, 2013
- [2] Proto A.R., Zimbalatti G., *L'impiego delle biomasse in Calabria per la produzione di energia elettrica*. In: Alberi e Territorio n°4 Luglio/Agosto 2008, pp. 12 - 17, Ed. EDAGRICOLE, 2008
- [3] Mauro S., Tripodi G., Piano Strutturale Comunale, Documento preliminare e relazione di piano, Relazione agro-pedologica preliminare, 2010
- [4] Iannelli F., Postorino G., Piano faunistico venatorio provinciale (PFVP), valutazione ambientale strategica (V.A.S.), rapporto ambientale preliminare. Provincia di Reggio Calabria, Settore 15, Servizio 1, pp. 76, 2010
- [5] AA.VV., Analisi di contesto ed obiettivi generali, Rapporto d'area provinciale, P.I.S.L. Progetti integrati di sviluppo locale. Ufficio di Piano, Provincia di Reggio Calabria, Settore 14, pp. 195, 2011
- [6] Proto A. R., Zimbalatti G., Teti N., *La Calabria e la Filiera Foresta-Legno*. In: L'Italia Forestale e Montana, vol. 66 [6], pp. 491 - 497. Informazioni su: <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2011.6.01>, 2011
- [7] Zimbalatti G., Proto A.R., *Produzione e prima lavorazione del legno in provincia di Reggio Calabria*. Volume pubblicato dalla Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura di Reggio Calabria, pp. 180, 2009
- [8] Proto A.R., Iannelli F., Gironda L., Giordano A.A., *Valutazione delle potenzialità energetiche della provincia di Reggio Calabria ritraibili dall'impiego di biomasse forestali ed agricole*. Indagine di ricerca finanziata dalla Provincia di Reggio Calabria nell'ambito della convenzione. "Provincia di Reggio Calabria (Settore 15) - Dipartimento STAfA - Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria", 2010
- [9] Zimbalatti G., Proto A.R., *La filiera legno in provincia di Reggio Calabria*. In: Atti del IV Convegno AISSA, Mosciano Sant'Angelo (TE), 5 - 6 dicembre, 2006
- [10] AIIA - ENEA, *Valutazione del potenziale energetico da biomassa nelle regioni italiane*, 1996
- [11] Cioffi A., *Rilievo indici di relazione tra produzioni agricole e biomassa residuale associata, analisi del mercato della biomassa resi-*

duale nelle province delle regioni: Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna. Report Ricerca Sistema Elettrico Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA - RSE/2009/50, pp. 74, 2009

[12] Giordano A., Studio di un impianto per la valorizzazione energetica di biomasse agro-forestali. Tesi di Laurea - Facoltà di Agraria - Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, 2008

[13] Motola V., Colonna N., Alfano V., Gaeta M., Sasso S., De Luca V., De Angelis C., Soda A., Braccio G., *Censimento potenziale energetico biomasse, metodo indagine*. In: atlante Biomasse su WEB-GIS. Report RSE/2009/167, pp. 141, 2009

[14] Marciandò C., Stillitano T., *Analisi del valore potenziale legnoso - area leader reggino versante tirrenico*. In: Università degli studi Mediterranea di Reggio Calabria. Centro Stampa d'Ateneo, pp. 341 - 368, 2008

[15] Tabacchi G., De Natale F., Di Cosmo L., Floris A., Gagliano C., Gasparini P., Genchi L., Scrinzi G., Tosi V., *Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio (INFC), 2007 - Le stime di superficie 2005 - Prima parte*. MiPAF - Corpo Forestale dello Stato - Ispettorato Generale, CRA - ISAFSA, Trento, 2007

[16] AA.VV., *Potenzialità dell'utilizzo di biomasse e di residui*. In: Consorzio LEAP - Laboratorio Energia Ambiente Piacenza - Regione Emilia Romagna, pp. 25, 2006

