

---

## XIV CONVEGNO NAZIONALE INTERDISCIPLINARE IL BACKSTAGE DEL MOSAICO PAESISTICO-CULTURALE: INVISIBILE, INACCESSIBILE, INESISTENTE

**GORIZIA**

**24 -25 Settembre 2009**

CENTRO POLIFUNZIONALE dell'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI UDINE  
Palazzo Alvarez, via A. Diaz 5  
AUDITORIUM della CULTURA FRIULANA, via Roma 23

**La pianificazione delle filiere e dei distretti agro  
energetici: modelli geografici di valutazione dei costi**

1340

Severino Romano, Mario Cozzi, Vitantonio Luongo 1  
*Dip. Tecnico-economico per la gestione del Territorio Agricolo-forestale*  
*Università degli Studi della Basilicata - Via dell'Ateneo Lucano 10 – Potenza*  
*cozzi@unibas.it*

## Relazione

### 1. Introduzione

L'energia è definita come la capacità di un corpo o di un sistema di compiere lavoro. Dal punto di vista strettamente termodinamico l'energia è tutto ciò che può essere trasformato in calore. L'energia è fondamentale per la nostra vita. Ne abbiamo bisogno per il trasporto, per il riscaldamento delle case in inverno e l'aria condizionata in estate, ma anche per far funzionare fabbriche, aziende agricole e uffici.

Nella attuale epoca, ci troviamo sempre più spesso di fronte a scelte difficili sull'energia, che ci colgono impreparati e che ci piacerebbe poter rimandare, in quanto comportano preferenze tecniche, spese impegnative di lungo periodo. Allo stato attuale, nel mondo dell'energia, regna una grande incertezza sul futuro, tant'è che la reazione naturale del consumatore volge verso la minimizzazione dei rischi, evitando tutto ciò che è innovativo e che non si conosce bene.

L'adozione di strategie nuove intraprese dai principali centri politici risultano indispensabili e non più rimandabili e, in Europa e nel mondo, stanno faticosamente avvenendo con crescente determinazione. Ma questo rappresenta solo un primo passo, in quanto risulta apertamente necessario il contributo anche dei livelli politici più bassi, quel livello cioè capace di parlare alla gente, di entrare in ogni casa, di essere un punto di riferimento, convincendo i singoli verso il cambiamento, facendo leva su un rapporto di fiducia già consolidato.

Le più importanti istituzioni a livello mondiale stanno varando grandi piani di sviluppo delle energie alternative e di risparmio energetico; esempi ne sono il pacchetto clima dell'Unione Europea<sup>2</sup> ed il più recente piano varato dal presidente degli Stati Uniti, destinati ad innescare consistenti cambiamenti nell'industria, nello stile di vita e negli assetti internazionali. In

---

<sup>1</sup> Il lavoro è frutto della collaborazione congiunta tra gli autori. Tuttavia, Severino Romano ha curato l'impostazione generale del lavoro e ha redatto i paragrafi 1 e 7; Mario Cozzi ha curato i paragrafi 3, 4 e 5; Vitantonio Luongo ha curato i paragrafi 2 e 6.

<sup>2</sup> A fine aprile del 2009 si è finalmente concluso l'iter di codecisione (articolo 251 del Trattato CE), del pacchetto Clima ed Energia, con l'approvazione formale del Parlamento Europeo. Il pacchetto Clima ed Energia si compone di più atti normativi ed in particolare 3 risultano quelli più rilevanti: la prima rivede il sistema UE di scambio delle quote di emissione (sistema ETS comunitario), che riguarda il 40% circa di emissioni di gas serra dell'UE; la seconda istituisce obiettivi nazionali vincolanti che riguardano l'aumento della percentuale di energia da fonti rinnovabili, nell'ambito del mix energetico; la terza definisce un quadro giuridico finalizzato a garantire un uso sicuro e compatibile con l'ambiente delle tecnologie di cattura e stoccaggio dell'anidride carbonica. Per l'Italia l'obiettivo giuridicamente vincolante è stabilito nella misura del -13% come riduzione di emissioni prodotte dai settori non partecipanti al sistema ETS rispetto al 2005 e a un +17% quale percentuale di fonti rinnovabili rispetto al fabbisogno complessivo di energia nel 2020.

particolare, il piano americano prevede la creazione di 5 milioni di nuovi posti di lavoro a fronte di un investimento di 150 miliardi di dollari in dieci anni. L'ONU ha definito le prospettive di queste iniziative come un "Global Green New Deal".

In considerazione dell'urgenza di risultati concreti, non è possibile lasciare agli automatismi ed alla spontaneità del mercato la soluzione dei problemi dell'energia e dell'ambiente; occorre infatti creare un sistema istituzionale capace di rendere efficace l'intervento pubblico sulla produzione, sui servizi e sui consumi, senza trascurare le potenzialità del decentramento decisionale.

Ci troviamo nel pieno di una transizione energetica che non prevede la semplice sostituzione di un combustibile con un altro. In passato, le altre crisi si sono risolte con la sostituzione della fonte di energia impiegata.

L'attuale transizione che stiamo avendo in questo frangente è però diversa, in quanto non esiste una unica soluzione alternativa, ma un insieme articolato e complesso di modi di produzione di energia. Non si tratta di trovare nuovi giacimenti o di investire in nuovi impianti di trasformazione del petrolio, ma di produrre energia in maniera locale e diffusa sul territorio e soprattutto derivante da più fonti, razionalizzandone il consumo senza compromettere in maniera incisiva lo sviluppo complessivo.

La tutela del territorio, nelle sue innumerevoli espressioni, passa inevitabilmente attraverso lo sviluppo sostenibile e con esso dalla produzione di energia da fonti rinnovabili.

Nel passaggio dalle strategie globali a quelle locali nulla deve cambiare. La Regione Basilicata con il Dipartimento Agricoltura, Sviluppo Rurale e Economia montana hanno già da tempo avviato progetti di Ricerca e di Conoscenza in merito allo sviluppo delle risorse energetiche rinnovabili, con particolare attenzione al settore delle biomasse.

L'adesione al Progetto PROBIO (Piano d'Azione per il Decollo delle Filiere Bioenergetiche, programma promosso dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali), partito nel 2000 ha rappresentato una prima risposta di attuazione delle politiche nazionali e internazionali in materia di energie rinnovabili.

A seguire, sulla scia delle conoscenze e delle esperienze maturate è stato predisposto un programma interregionale nel 2003, denominato RAMSES (Risorse Agro-forestali Energetiche per il Mezzogiorno e lo Sviluppo Economico Sostenibile), con l'obiettivo di individuazione degli strumenti più appropriati per la valorizzazione delle biomasse ligno-cellulosiche per impieghi a piccola e media scala. Gli elementi di valorizzazione previsti sono individuati in:

- Rispetto degli indirizzi del Protocollo di Kyoto;
- Gestione delle aree boschive;
- Attivazione di filiere con lo scopo di incrementare i posti di lavoro in aree marginali;
- Introduzione delle colture energetiche dedicate nel territorio regionale.

Infine, nel 2006 è stato avviato il Programma RAMSES II, quale naturale prosecuzione del RAMSES. Gli obiettivi sono volti verso una maggiore diffusione delle esperienze maturate, l'approfondimento delle conoscenze riguardo alla disponibilità di risorse energetiche, la

sensibilizzazione dei potenziali operatori del settore al fine di costituire dei collegamenti completi per l'attivazione delle filiere, siano essi nella componente privata sia pubblica.

Scopo della presente ricerca è quello di affrontare uno specifico aspetto della filiera biomasse-energia, ed in particolare quello legato alla organizzazione logistica degli impianti di trasformazione, anche in relazione ai costi di trasporto della biomassa, quest'ultimo elemento di notevole importanza, capace di influenzare le decisioni sulla convenienza del processo.

Il presente elaborato di ricerca rispondendo alle strategie ed agli indirizzi individuati all'interno del Programma RAMSES II, può essere inteso come un valido supporto di conoscenza e di indirizzo per l'attuazione di azioni territoriali nel comparto delle biomasse, utile sia agli attori pubblici sia alla componente imprenditoriale privata.

## 2. Problematiche ambientali

La concentrazione globale in atmosfera dei gas serra è notevolmente aumentata dal 1750 e attualmente supera del 35% i valori preindustriali; le emissioni della sola CO<sub>2</sub> sono cresciute tra il 1970 e il 2004 di circa l'80% ed hanno rappresentato il 77% delle emissioni antropogeniche totali di gas serra; la crescita maggiore di tali emissioni proviene dal settore energetico (con un aumento del 145%).

Negli ultimi trent'anni il consumo di energia primaria a livello planetario si è praticamente raddoppiato passando nel periodo 1973-2005 da 6.128 a 11.435 Mtep<sup>3</sup>.

Secondo quanto riportato dall' *International Energy Outlook (Energy Information Administration, EIA, 2008)* attualmente l'energia impiegata a livello globale ammonta a 462 quadrilioni di BTU<sup>4</sup>, che diventeranno 563 nel 2015, fino ad arrivare a 695 nel 2030. Il consistente aumento di tali consumi risulta principalmente da imputarsi ai crescenti consumi dei paesi in via di sviluppo (grafico 1).

Il petrolio è la fonte energetica predominante, con una crescita media annuale pari all'1,2%. Più accelerato risulta essere, invece, l'aumento di fonti energetiche alternative (+2,1% di media annua), rientrando in questo gruppo le fonti rinnovabili. Risulta chiaro pertanto come, a fronte di un contributo energetico attualmente ancora inferiore al 10% a livello globale, le fonti rinnovabili assumeranno in futuro crescente importanza andando ad occupare consistenti fette del mercato energetico globale.

A fronte della crescente richiesta energetica si registra una crescente concentrazione di CO<sub>2</sub> (figura 1) in atmosfera. Tale aumento risulta infatti determinato da cause di ordine antropogeniche direttamente legate al fabbisogno energetico e, pertanto, ai consumi di ciascun Paese. La concentrazione in atmosfera di tale gas è aumentata negli ultimi anni ad un tasso medio del 0,6%, ed è in continua crescita.

3 Milioni di tonnellate di petrolio equivalente.

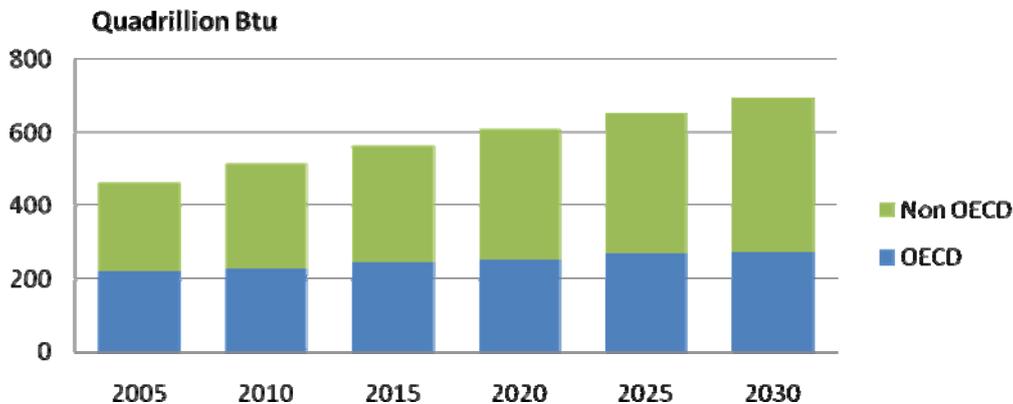
4 1015 BTU (British Thermal Unit, con 1 BTU=0,25 Kcal).



# PAYSAGE

Promozione e Sviluppo per l'Architettura del Paesaggio

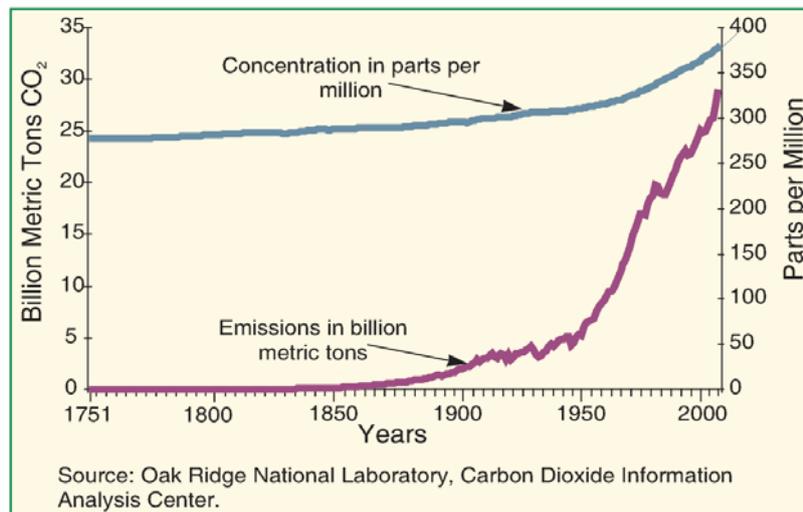
Grafico 1 – Consumo globale di energia attuale e previsioni 2005-2030



Fonte: EIA, 2005, 2008

Poiché i principali motivi che stanno alla base del riscaldamento del pianeta sono ascrivibili alla concentrazione dei gas che aggravano l'effetto serra, prodotti da attività antropiche<sup>5</sup> e poiché tali emissioni derivano principalmente dal consumo dei combustibili fossili e dai cambiamenti nell'uso dei suoli (IPCC, 2003), risulta chiara e inequivocabile l'esigenza di dover affrontare le problematiche legate all'uso energetico delle risorse.

Figura 1 - Concentrazione ed emissioni di CO<sub>2</sub>



Per quanto riguarda l'Unione Europea, la produzione da fonti rinnovabili è quasi raddoppiata nel periodo 1990-2006 e risulta essere in continua espansione. Da studi e proiezioni effettuate

<sup>5</sup> Il paniere di gas a effetto serra (Greenhouse gases, Ghg), considerato all'interno del protocollo include sei gas: l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), il metano (CH<sub>4</sub>), il protossido d'azoto (N<sub>2</sub>O), i fluorocarburi idrati (Hfc), i perfluorocarburi (Pfc), l'esfluoruro di zolfo (SF<sub>6</sub>). Tutti i Ghg sono convertiti in unità equivalenti di anidride carbonica (CO<sub>2</sub> eq).

dal *Directorate-General for Energy and Transport* della Commissione Europea (D-G *Energy and Transport*, 2008) si evince come la richiesta di energia aumenterà fino al 2030 dell'11% (circa 200 MToe). Tale richiesta verrà soddisfatta dalle fonti rinnovabili per 115 Mtoe e per 71 Mtoe dal gas naturale. L'energia totale prodotta da fonti rinnovabili in Europa passerà quindi dal 7% nel 2005 al 10% nel 2020, fino ad arrivare al 12% nel 2030.

Questa tendenza comporta ripercussioni positive per ciò che concerne il controllo della emissione di inquinanti in atmosfera, tant'è che da un recente studio dell'*European Environmental Agency* (EEA, 2007) si evince che, in Europa, l'emissione di gas inquinanti in atmosfera, dovuta ai consumi energetici, si è ridotta del 7,9% nel periodo intercorrente tra il 1990 ed il 2005, anche se la stessa conta ancora l'80% delle emissioni totali di CO<sub>2</sub> in atmosfera. In particolare la riduzione prevista rispetto ai livelli del 1990 (-8% del Protocollo di Kyoto) sarà ottenuta attraverso l'effetto combinato di più fattori. L'implementazione delle misure già in atto da parte degli stati membri porterà ad una riduzione del 3,6%; con l'applicazione di misure aggiuntive attualmente in discussione in dieci stati membri si consegnerà una ulteriore riduzione del 3,3%. Riduzioni aggiuntive del 3% e del 1,4% si avranno rispettivamente attraverso l'impiego di meccanismi flessibili previsti dal Protocollo di Kyoto e dalla registrazione dei crediti di Carbonio "*carbon sinks*", arrivando così ad avere una riduzione complessiva, al 2012, pari all'11,3%.

Negli ultimi dieci anni l'attenzione dell'UE nei confronti delle cause scatenanti i cambiamenti climatici e l'uso delle diverse fonti energetiche alternative ai combustibili fossili ha assunto un ruolo cruciale nelle politiche di intervento, sia rispetto ai Paesi membri che nelle posizioni assunte nelle decisioni internazionali. Sin dalle prime attività l'UE ha definito una serie di programmi e di strumenti di supporto alla promozione delle bioenergie, privilegiando un approccio trasversale ad altre politiche (ambientali, energetiche, agricole, ricerca, ecc.). In particolare, il riconoscimento della *funzione energetica* alle aziende agricole (Reg. CE 1782/2003) costituisce un importante impulso all'incremento produttivo delle *energy crops* e allo stesso tempo, a garantire concrete opportunità di sviluppo rurale per molte aree marginali.

Tali indirizzi risultano in linea con le indicazioni emerse dal *Biomass Action Plan* (COM/2005, 628) circa la volontà di definire approcci integrati e sistemici, promuovere l'approvvigionamento locale e garantire produzioni a costi competitivi. Lo studio evidenzia inoltre che il maggiore ricorso alla biomassa potrebbe offrire diversi vantaggi, riassumibili in:

- Diversificazione dell'offerta energetica in Europa, con aumento del 5% della quota delle fonti rinnovabili e una riduzione dal 48%-42% del livello dell'energia importata;
- Riduzione delle emissioni responsabili dell'effetto serra dell'ordine di 209 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>eq all'anno;
- Occupazione diretta di 250-300.000 addetti, principalmente ubicati nelle aree rurali;
- Eventuale pressione sul ribasso del prezzo del petrolio, risultante dalla flessione della domanda;

Importanti sinergie si possono riscontrare anche rispetto al Settimo Programma Quadro per la Ricerca e lo Sviluppo Tecnologico (7PQ 2007-2013), che ha incrementato le risorse a favore

Promozione e Sviluppo per l'Architettura del Paesaggio

della ricerca nel campo delle energie rinnovabili, con riferimenti specifici alla produzione di energia elettrica e al contenimento dei gas serra.

Anche le politiche agricole, che da circa mezzo secolo sono stabilite a livello europeo stanno acquisendo maggiore sensibilità verso orientamenti produttivi a indirizzo energetico. Di fatti, per quanto riguarda la politica agricola comunitaria (PAC) è possibile affermare come gli attuali obiettivi cardini si discostino in modo sostanziale rispetto a quelli individuati inizialmente.

Inoltre con la riforma *Fischler* del 2003, vengono incrementati i fondi a disposizione delle misure per lo sviluppo rurale.

Su queste direttrici maturano gli orientamenti strategici comunitari per lo sviluppo rurale per il periodo 2007 – 2013, finalizzati a promuovere la crescita e creare posti di lavoro nelle aree rurali (strategia di Lisbona) e migliorare la sostenibilità (obiettivi di Göteborg).

Gli interventi realizzabili si concentrano in tre assi:

- miglioramento della competitività del settore agricolo e forestale;
- miglioramento dell'ambiente e dello spazio rurale;
- miglioramento della qualità della vita nelle zone rurali e diversificazione dell'economia rurale.

A questi se ne aggiunge un quarto finalizzato a sostenere i progetti basati sull'esperienza acquisita con le iniziative comunitarie Leader.

Nell'ambito degli interventi realizzabili nel primo asse trovano spazio tutte le iniziative tese a promuovere la diversificazione produttiva dell'azienda agro-forestale, tra cui quella energetica, a tutti gli effetti riconosciuta giuridicamente come attività agricola.

Sul piano nazionale, a fronte di significative importazioni di energia, il principale provvedimento nazionale relativamente agli obblighi contenuti nel Protocollo di Kyoto è contenuta nella legge 120/2002, nella quale sono individuati una serie di provvedimenti volti a:

- promuovere l'efficienza energetica;
- accrescere gli assorbimenti di gas serra conseguenti alle attività connesse con l'uso del suolo;
- partenariati transnazionali finalizzati alla piena utilizzazione dei meccanismi istituiti dal protocollo di Kyoto;
- ricerca e sperimentazione per la realizzazione di impianti di produzione di energia da biomasse.

Al 2006, l'uso di energia da fonti rinnovabili, secondo i dati del Ministero dello Sviluppo Economico del 2007, ammonta a 14,2 Mtep (7,3%), rispetto ad un consumo interno totale di 195,6 Mtep, dato in linea con la media europea e composto da 62,4% di energia derivante dal settore idroelettrico, 19,4% dalle biomasse e dai rifiuti solidi urbani, dalla geotermia con una quota del 10,4% e il 7,8% derivante da fonte eolica.

Questo scenario descritto giustifica e rafforza la volontà nazionale (Documento di Programmazione Economica e Finanziaria 2008-2011) di perseguire forme di sviluppo che prevedono l'impiego di fonti di energia rinnovabile, favorendo filiere nazionali da realizzarsi in

collaborazione con gli operatori agricoli che nel settore delle agroenergie possono trovare ampi spazi di crescita.

Nuovi impulsi a sostegno delle politiche energetiche rinnovabili si ritrovano all'interno della legge Finanziaria 2008 ed in particolare nel collegato DM 18/12/2008, con cui si interviene sulle modalità di calcolo dei certificati verdi e viene introdotta per gli impianti di taglia <1MW la possibilità di beneficiare di una tariffa omnicomprensiva.

I cv vengono negoziati liberamente in un sistema di mercato, dove la domanda è rappresentata da tutte le imprese produttrici o importatrici di energia elettrica (ai sensi del Decreto 79/99), mentre l'offerta è rappresentata da tutti gli imprenditori privati che ottenuta la qualificazione (IAFR<sup>6</sup>) dal Gestore dei Servizi Elettrici (GSE) producono energia elettrica da fonti rinnovabili. Per l'anno 2007 il valore del certificato verde, non comprensivo di IVA, è stato fissato pari a 125,13 €/MWh, valore cresciuto di ben il 48,6% rispetto al valore avuto nel 2002.

Pertanto, la quota di energia incentivata dal cv (E<sub>cv</sub>) viene contabilizzata moltiplicando la produzione netta di energia elettrica derivante da fonte rinnovabile (E<sub>r</sub>) per un coefficiente (K) che dipende dal tipo di fonte. Nel caso delle biomasse agroforestali, ottenute nell'ambito di contratti di filiera, accordi quadro o filiere corte, K è pari a 1,8.

Per la Regione Basilicata si riscontrano particolari coerenze rispetto ai principali strumenti di conservazione del suolo e tutela delle acque, ai recenti Programmi di Sviluppo Rurale e ai Piani Energetici Regionali. In particolare, per quanto riguarda gli accordi di filiera e l'allocatione ottimale dei siti di trasformazione, la diversificazione e sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili (PIEAR Basilicata) e lo sviluppo di accordi di cooperazione nel settore bioenergetico (PSR Basilicata).

Altro aspetto largamente importante ed oggetto di numerose discussioni in studi e ricerche riguarda la capacità di organizzare una "filiera" attraverso la quale ruotano strategie di raccolta, trasporto e trasformazione, volte alla minimizzazione dei costi ed al miglioramento dell'efficienza nei cantieri. Questo aspetto rappresenta il l'elemento critico, la chiave di volta, capace di determinare il successo di una strategia globale applicata al contesto locale.

Con riferimento alla filiera delle biomasse provenienti dai residui delle utilizzazioni forestali, il presente lavoro vuole fornire elementi di valutazione, di conoscenza e di computazione, finalizzati a supportare la realizzazione di accordi di filiera. Tali valutazioni potranno risultare utili ai decisori nell'indirizzare le politiche di intervento pubblico, nonché alle imprese agricole e forestali locali incluse nella filiera. Per queste ultime, infatti, la stipulazione di accordi di filiera con le industrie di trasformazione, rappresenta una garanzia di continuità di lavoro e di occupazione a cui bisogna aggiungere anche le maggiori possibilità di investire in tecnologie capaci di incrementare la produttività, contenendo ulteriormente i costi.

---

6 IAFR: Impianto Alimentato da Fonti Rinnovabili.

### 3. Effetti sul clima e politiche di mitigazione

Sono preoccupanti i dati e gli scenari che il Comitato Intergovernativo sul Cambiamento Climatico (IPCC<sup>7</sup> – *Intergovernmental Panel of Climate Change*) ha diffuso con il IV rapporto di valutazione, redatto nel 2007.

I principi su cui si basa il lavoro dell'IPCC sono: 1) **globale**, dove vengono valutati tutti i lavori resi disponibili dalla letteratura scientifica pubblicata in tutto il mondo; 2) **equilibrato**, nelle relazioni sono riflessi tutti i differenti punti di vista; 3) **aperto**, in cui circolano le ricerche degli esperti provenienti da tutte le regioni; 4) **trasparente**, vengono impiegate procedure rigorose di ricerca, supervisionate da un pool di osservatori.

Il IV rapporto dell'IPCC si sviluppa secondo sei filoni di ricerca<sup>8</sup>. Nella prima linea di ricerca si evidenzia senza alcuna incertezza che il riscaldamento del sistema climatico è inequivocabile, come appare dalle osservazioni degli aumenti medi delle temperature dell'aria e del mare, dal diffuso scioglimento di neve e ghiaccio e dall'aumento globale del livello medio del mare.

Per ciò che concerne gli effetti di tali cambiamenti, nella seconda linea di ricerca vengono affrontate le conseguenze dell'effetto serra sulle popolazioni e sull'ambiente. Gli scenari previsti e molto probabili evidenziano spostamenti geografici di specie, perdite di biodiversità, riduzione delle produttività agricola, quest'ultima determinata principalmente dalla progressiva riduzione della disponibilità idrica in aree estese.

Secondo lo studio, tali fenomeni risultano solo in parte mitigabili attraverso gli interventi già adottati, che comunque restano a tutt'ora limitati. Diviene quindi fondamentale intraprendere misure di mitigazione e di contenimento delle emissioni<sup>9</sup>.

Tra i vari scenari di previsione elaborati dall'IPCC, di interesse ai fini della presente ricerca è quello B2 dello SRES (*Special Report on Emission Scenarios*). Tale scenario descrive un mondo in cui si perviene al contenimento delle emissioni grazie a soluzioni individuate localmente. Si tratta, in definitiva di uno scenario orientato verso la protezione ambientale e l'equità sociale, focalizzando l'attenzione sul possibile ruolo e sulle scelte degli attori locali e regionali.

Ad oggi, esistono opportunità considerevoli per la mitigazione dei cambiamenti climatici e la stabilizzazione delle emissioni a circa 6 Gt CO<sub>2</sub>-eq con benefici netti positivi (Barker, 2007). Non esiste però un unico settore, né tanto meno una sola tecnologia, che possa risolvere il problema della stabilizzazione delle emissioni climalteranti. Piuttosto, è necessaria un'ampia gamma di tecnologie e di settori su cui investire in politiche di riduzione delle emissioni.

---

7 L'IPCC è un organismo intergovernativo scientifico appartenente alle Nazioni Unite. È la principale istituzione per la valutazione dei cambiamenti climatici e periodicamente un rapporto sullo stato dell'ambiente.

8 1. l'osservazione dei cambiamenti climatici ed i loro effetti sui sistemi naturali ed umani; 2. le cause dei cambiamenti osservati; 3. le proiezioni dei futuri cambiamenti climatici ed i relativi impatti; 4. le opzioni di adattamento e mitigazione degli effetti climatici; 5. il rapporto tra l'adattamento e l'attenuazione degli effetti dei cambiamenti climatici in un'ottica di lungo periodo; 6. sintesi dei principali risultati e individuazione dei punti incerti.

9 Secondo il IV Rapporto IPCC si stima che investendo circa lo 0,12% del PIL mondiale per i prossimi 20 anni, le emissioni potrebbero iniziare a diminuire a partire dal 2015 e fino ad arrivare ad una riduzione stimata in 50-85% nel 2050. Si tratta di previsioni realistiche nel caso in cui vengano adottate innovazioni tecnologiche attualmente presenti ed in corso di sviluppo. Si potrebbe in tal modo contenere l'aumento della temperatura entro valori compresi tra i 2 ed i 2,4 gradi.

Un valido contributo teorico-metodologico di questa strategia è dato dal conosciuto “cuneo di stabilizzazione”, ideato da Pacala e Socolow, che mostra come sia già oggi a disposizione un ampio ventaglio di tecnologie per la riduzione delle emissioni e la stabilizzazione della concentrazione atmosferica di CO<sub>2</sub>. La curva superiore di figura 2 rappresenta l'andamento delle emissioni di carbonio dall'utilizzo dei combustibili fossili e dall'industria del cemento secondo uno scenario BAU (*business as usual*): a partire da 7,0 GtC/anno nel 2004 si prevede una crescita dell'1,5% l'anno. Chiaramente, l'area compresa tra le due curve rappresenta la quantità di emissioni di carbonio che devono essere evitate per la stabilizzazione della concentrazione atmosferica di CO<sub>2</sub>. Semplificando (Figura 2.b), si può dire che la stabilizzazione è rappresentata da una traiettoria delle emissioni pari a 7 GtC/anno e che lo scenario BAU è rappresentato da una linea che arriva all'emissione di 14 GtC/anno nel 2054. Il triangolo di stabilizzazione, individuato fra il BAU e la traiettoria “piatta”, rimuove esattamente un terzo delle emissioni. Questa quantità può essere equamente suddivisa in sette “cunei” (*wedges*) di pari peso e, in particolare, ciascuna pari a 25 GtC nell'arco di 50 anni, partendo da 0 GtC/anno nel 2004 e arrivando a 1 GtC/anno nel 2054 (Pacala e Socolow , 2004).

Le emissioni di ciascun cuneo di stabilizzazione possono essere abbattute in diversi modi, tra cui: miglioramento dell'efficienza energetica, decarbonizzazione della fornitura di energia e combustibili per la trazione (utilizzo di combustibili con meno carbonio, cattura e sequestro del carbonio, energia nucleare, fonti rinnovabili), stoccaggio del carbonio in foreste e in terreni agricoli (figura 3).

Figura **Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato.** – Triangolo di stabilizzazione (a) e cunei di stabilizzazione (b) delle emissioni di carbonio

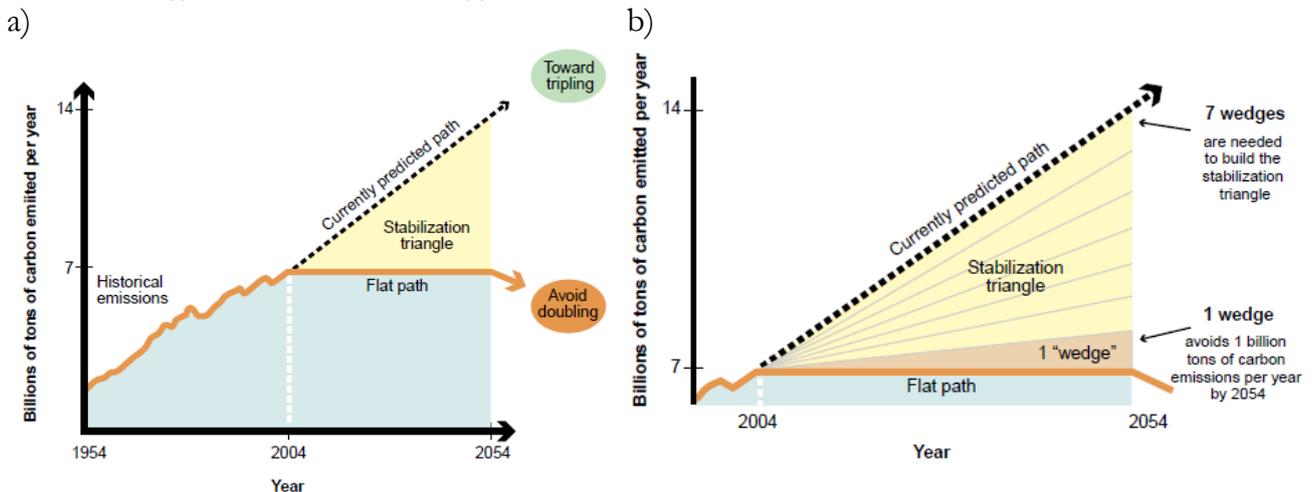
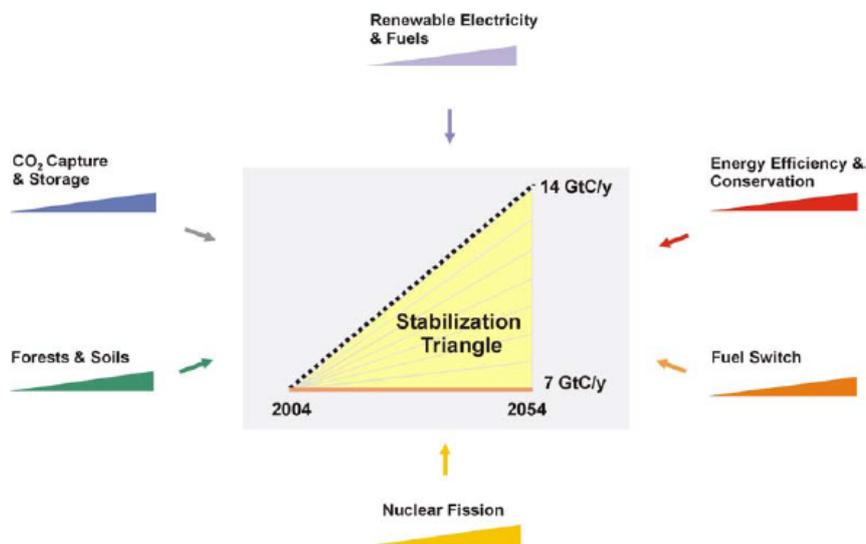


Figura 3 – Cunei di Stabilizzazione e identificazione delle categorie di azioni



## 4. Stato dell'arte

Il termine biomassa è definito, nello scenario normativo italiano (Dlgs n. 387 del 29/12/2003 come “la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall’agricoltura (comprendente sostanze vegetali ed animali) e dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali ed urbani”.

Essendo la trattazione delle biomasse enormemente eterogenea, risulta possibile effettuare alcune distinzioni in ragione della provenienza.

- comparto forestale e agroforestale: residui delle operazioni selvicolturali o delle attività agroforestali, utilizzazione di boschi cedui, ecc;
- comparto agricolo: residui colturali provenienti dall’attività agricola e dalle colture dedicate di specie lignocellulosiche, piante oleaginose, per l’estrazione di oli e la loro trasformazione in biodiesel, piante alcoligene per la produzione di bioetanolo;
- comparto zootecnico: reflui zootecnici per la produzione di biogas;
- comparto industriale: residui provenienti dalle industrie del legno o dei prodotti in legno e dell’industria della carta, nonché residui dell’industria agroalimentare;
- rifiuti **urbani**: residui delle operazioni di manutenzione del verde pubblico.

Per quanto riguarda gli scenari relativi a domanda e uso globali di bio-energia, sono state prospettate diverse stime (Hall et al., 1993; WEC, 1994; Fujino et al., 1999, Hall e Scrase 1998) ipotizzando, per l’anno 2050, che il contributo potenziale della bio-energia potrà variare tra i 95 e i 280 EJ (1015joule, in grado di ridurre le emissioni tra 1,4 e 4,2 GtC (109 tonnellate di Carbonio) l’anno, ovvero tra il 5 e il 25% delle emissioni da carburante fossile previste per l’anno 2050 (IPCC 2001).

In ciascuno di questi studi si afferma che le forbici di valori risultanti derivano da due parametri cruciali: la disponibilità di suolo per le colture dedicate alla produzione di biomassa e i livelli di produzione di materiale vegetale. La questione di come l'espansione territoriale del settore bioenergetico può interagire con gli altri usi del suolo, come il comparto produttivo alimentare, la biodiversità, la conservazione del suolo ed il sequestro del carbonio, non sempre risulta sufficientemente trattata. Risulta, di conseguenza molto difficile stimare quale possa essere la giusta estensione del comparto bioenergetico, affinché si possano avere effetti positivi nella mitigazione dei cambiamenti climatici (Berndes et al., 2003).

Secondo un secondo rapporto dell'IEA (2005), la bio-energia potrà fornire circa 92 EJ nel 2020 e 159 EJ nel 2050, mentre secondo Hoogwijk (Hoogwijk et al. 2003) il potenziale potrebbe variare da 33 fino a 1.135 EJ l'anno.

Tali valutazioni risultano avere attendibilità in funzione di molteplici fattori, quali la possibilità di migliorare ulteriormente l'efficienza di conversione energetica della biomassa disponibile, di aumentare le quantità prodotte e utilizzate, migliorare l'efficienza di filiera mediante l'ottimizzazione dei processi di raccolta e di trasporto.

La valorizzazione dell'utilizzo delle biomasse può inoltre innescare processi di miglioramento ambientale e socio-economico come la diversificazione delle colture, il ripristino di suoli abbandonati, la manutenzione dei boschi, la creazione di posti di lavoro (McKendry, 2002). Infine, le biomasse contribuiscono a contrastare il riscaldamento climatico globale poiché il bilancio di produzione di gas serra, tipicamente di CO<sub>2</sub>, si può considerare pressoché neutro (Roman e Turnbull, 1997). Per ottenere trasformazioni energetiche con elevate efficienze e per un utilizzo sostenibile delle biomasse è necessario, però, considerare impianti con tecnologie moderne e pianificare razionalmente l'approvvigionamento, ovvero la raccolta e il trasporto della biomassa necessaria al loro funzionamento (Rosch e Kaltschmitt, 1999; Combs, 2002).

Il problema di ottimizzazione trattato nella presente ricerca è sostanzialmente un problema di localizzazione di impianti e di definizione dei bacini d'utenza, per cui esiste un'ampia letteratura scientifica. Per una panoramica dei metodi di localizzazione degli impianti si veda ad esempio Cappanera 2000, Erkut et al., 1995.

Sul tema specifico degli impianti a biomassa, Freppaz (Freppaz et al. 2004) hanno affrontato il problema nel caso della Liguria (Provincia di Savona), Voivontas (Voivontas et al. 2001) nel caso dell'isola di Creta, Martinot (Martinot, 1998) per la Russia, Basosi (Basosi et al., 1998) per la Toscana e Moller e Nielsen (2007) nel caso della Danimarca.

Infine, caratteristica del presente lavoro è lo stretto legame con il territorio in esame: si propone di risolvere il problema di ottimizzazione a scala regionale.

## 5. Approccio metodologico e applicazione al territorio regionale

L'analisi proposta individua una stretta connessione tra i costi e la distanza percorsa per la movimentazione della biomassa dal luogo di produzione (nel caso specifico i siti di accumulo collocati in bosco e/o nelle aree agricole) al luogo di trasformazione (l'impianto termico). In

tale contesto il costo di viaggio rappresenta una componente rilevante del valore commerciale della biomassa, nonché una voce passiva di notevole variabilità, capace di influenzare la convenienza economica della raccolta del materiale legnoso.

Diversi autori hanno descritto i modelli della pianificazione spaziale della bioenergia a livello regionale (Noon e Daly, 1996; Graham et al., 1997; Varela e Saez e Audus, 2001); effettuata mediante l'impiego congiunto di Sistemi Informativi Geografici e procedimenti euristici, finalizzati alla localizzazione degli impianti di trasformazione ed alla relativa valutazione dei costi di trasporto della biomassa.

La prima valutazione effettuata è indirizzata all'individuazione delle possibili collocazioni degli impianti di trasformazione. Tale valutazione è stata effettuata sulla base di tre considerazioni:

- In riferimento ai recenti indirizzi normativi<sup>10</sup>, secondo i quali la produzione di energia elettrica mediante impianti alimentati a biomasse e biogas, derivante da produzioni agricole, silvicole e zootecniche, può essere effettuata da imprenditori del settore agricolo e/o agro energetico, nell'ambito di intese di filiera, contratti quadro o filiere corte reperendo il biocombustibile entro un raggio di 70 Km dall'impianto che li utilizza per produrre energia elettrica. Tale produzione è incentivata mediante il rilascio di certificati verdi per impianti aventi potenza elettrica superiore ad 1 megawatt (Mw), o ad una tariffa fissa omnicomprensiva pari a 0,30€ per ogni kilowattora (Kwh) per un periodo di quindici anni;
- La localizzazione dell'impianto di produzione energetica. La scelta dei siti deve rispondere sia alle esigenze ambientali sia a quelle produttivo-economiche e paesaggistiche. Essendo gli impatti ambientali limitati e comunque contenuti entro i limiti delle attuali normative in materia di impatto ambientale<sup>11</sup>, risulta di maggiore importanza la disponibilità di reti energetiche e di collegamenti viari (strade, fognature, illuminazione, reti elettriche, ecc.). Relativamente agli impatti paesaggistici, l'impatto del manufatto può esserci se realizzato in territori omogenei, dove l'agricoltura o i boschi rappresentano gli elementi principali che caratterizzano il paesaggio. Qualora l'impianto sia incluso in aree già urbanizzate, artificiali, con strutture similari, l'impatto risulterebbe di scarsa entità.
- Il posizionamento geografico centrale rispetto ai bacini di approvvigionamento del combustibile vegetale. Nello specifico, la disponibilità di combustibile risulta essere l'elemento limitante, che definisce la potenza di produzione dell'impianto, fermo restando le condizioni di approvvigionamento locale del combustibile.

Dalle considerazioni siffatte risulta evidente l'orientamento strategico di localizzare gli impianti presso aree industriali già presenti in regione, in cui è possibile attingere ed immettere energia nelle linee elettriche principali presenti. Inoltre sarebbe anche possibile adoperare il calore prodotto dal processo di combustione dell'impianto per riscaldare gli edifici delle altre aziende presenti all'interno dell'area industriale.

---

<sup>10</sup> In particolare la legge 222 del 29/11/2007, Interventi urgenti in materia economico-finanziaria, per lo sviluppo e l'equità sociale.

<sup>11</sup> Se non per il fatto dell'aumento del traffico veicolare dei mezzi che trasportano i materiali vegetali combustibili.

Un ulteriore elemento di vantaggio insito nella scelta di tali aree risiede nella possibilità di poter riutilizzare strutture produttive (capannoni) già presenti, attualmente dismesse o abbandonate. Nella Regione Basilicata risultano essere presenti 15 aree industriali<sup>12</sup> (dieci afferenti alla Provincia di Potenza e cinque afferenti alla Provincia di Matera) di cui alcune geograficamente e logisticamente vicine (a distanza inferiore ai 10 Km), come ad esempio l'area industriale di Potenza risulta essere vicina a quella di Tito. Pertanto si è proceduto ad effettuare una selezione delle aree industriali finalizzato ad ottenere una omogeneizzazione territoriale, riducendo quindi a 12 le aree adatte alla realizzazione degli impianti (figura 4).

Figura 4 – Localizzazione dei 12 impianti industriali analizzati



Determinati i siti ottimali per la realizzazione degli impianti di trasformazione, si è poi affrontato il problema relativo alla costruzione di un modello capace di analizzare i costi di trasporto della biomassa su base geografica. Il modello di calcolo all'uso realizzato, utilizza il tempo di percorrenza lungo la rete stradale (funzione della velocità media dei mezzi di trasporto) come valore di impedenza per individuare il percorso a costo minimo tra le celle e l'impianto di trasformazione delle biomasse.

Nel caso in esame la viabilità è stata suddivisa sulla base della tipologia di asse viario (Autostrade, Strade Statali a rapida percorrenza, Strade Statali, Strade Provinciali, Strade Comunali) e della morfologia (classi di pendenza), parametri che influenzano la velocità di transito dei mezzi di trasporto della biomassa. Con i dati disponibili è stata effettuata una

<sup>12</sup> Sistema Informativo Fattori Localizzazione Imprese, a cura del Ministero dello Sviluppo Economico.

classificazione dei rami stradali in base ai limiti di velocità imposti per i mezzi pesanti, includendo anche le limitazioni dovute alla pendenza, seguendo lo schema riportato nella tabella 1.

L'implementazione del modello del costo di trasporto della biomassa necessita però di informazioni puntuali del territorio, quali il tipo, la lunghezza e la pendenza delle aste viarie, esplicitate attraverso l'impiego di dati geografici contenuti all'interno di un Sistema Informativo Territoriale, appositamente realizzato.

Tabella 1 – Relazioni velocità-pendenza

Velocità iniziale	Classe di pendenza	Velocità finali
<i>Km/h</i>	%	<i>Km/h</i>
80	< 10	80
80	10-25	70
80	25-50	60
80	>50	50
70	< 10	70
70	10-25	60
70	25-50	50
70	>50	40
50	< 10	50
50	10-25	45
50	25-50	40
50	>50	30
30	< 10	30
30	10-25	25
30	25-50	20

I Sistemi Informativi Territoriali comprendono numerose applicazioni per la gestione e la manipolazione dei dati geografici, nonché mappe per la visualizzazione dei risultati. Sono inoltre presenti applicativi specifici, utilizzabili per la rappresentazione spaziale di dati. Spesso tali applicativi implicano l'impiego di formati *raster* e di funzioni di analisi spaziale.

Per l'applicazione del modello è stata effettuata un'analisi spaziale sull'intera Regione Basilicata, realizzata grazie al formato raster ad alto dettaglio, con maglia quadrata di 20 metri di lato.

I dati geografici impiegati in input sono stati:

1. le quantità di biomassa realmente reperibile in regione, utile per l'impiego a fini energetici;
2. il modello digitale del terreno per la rilevazione delle pendenze;
3. la carta della viabilità del territorio regionale, con la suddivisione delle diverse tipologie (Autostrade, Strade Statali, Strade Provinciali, viabilità comunale e agro-silvo-pastorale).

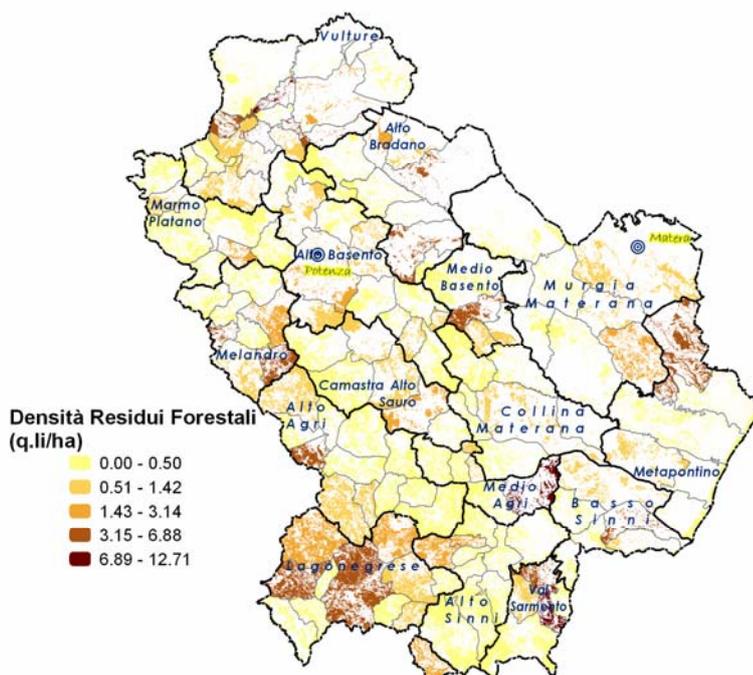
In riferimento al primo aspetto, l'ammontare di biomassa è stato desunto da uno studio condotto dall'UR del Dipartimento Tecnico-Economico per la Gestione del Territorio

Agricolo-forestale dell'Università della Basilicata seguendo il modello proposto in Romano S. et al., 2005.

Lo studio considera i dati delle utilizzazioni desunti dai registri di taglio del Corpo Forestale dello Stato, quale ammontare effettivo delle utilizzazioni private e pubbliche in Regione Basilicata. Sulla base di tali dati, specificati anche per specie e per forma di governo, è stata quantificata la quota di residui che annualmente si rende disponibile ai fini bioenergetici. I parametri di riferimento adoperati per la quantificazione della percentuale residua sono stati rilevati dalla letteratura relativa ad esperienze realizzate in contesti nazionali simili (Del Favero, 1978; Pettenella, 1999; APAT, 2003) e convalidati attraverso un'indagine diretta, realizzata con la somministrazione di questionari alle imprese utilizzatrici.

La consistenza dei residui a livello di singolo comune è stata successivamente distribuita sulle aree forestali, ottenendo quindi una mappatura in formato *raster* della densità dei residui forestali (figura 5).

Figura 5 – Spazializzazione della produzione di residui forestali destinabili al comparto energetico



La valutazione dei costi di trasporto è stata eseguita utilizzando alcune funzioni di analisi spaziale *raster* in ambiente GIS:

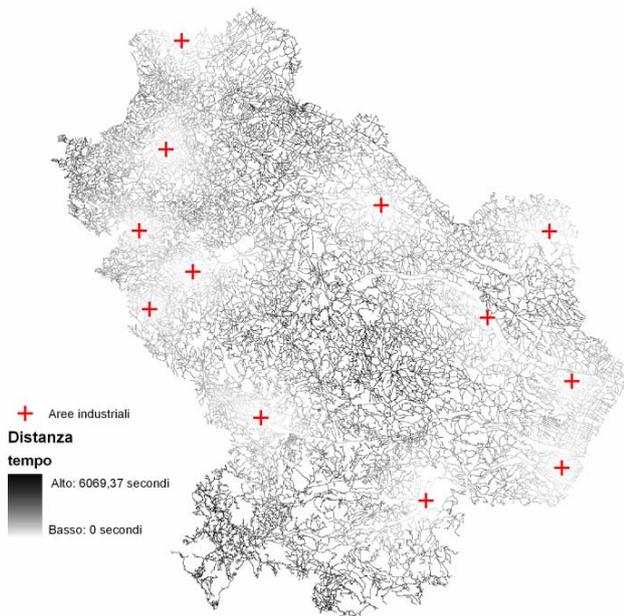
1. *Cost Distance Function*: è una funzione incrementale che calcola il tempo di percorrenza tra due celle adiacenti come prodotto della distanza lineare tra i centroidi delle celle ed i valori di impedenza media delle stesse. Tale funzione ha in input l'ubicazione della/e centrale/i ed il raster della velocità di percorrenza lungo il grafo stradale e produce un raster dei tempi

cumulati di percorrenza lungo la rete stradale in secondi (*tempo di percorrenza cumulato*, figura 6a). Risulta chiaro che la scelta del percorso dipende esclusivamente dalla minimizzazione del tempo necessario a raggiungere l'impianto.

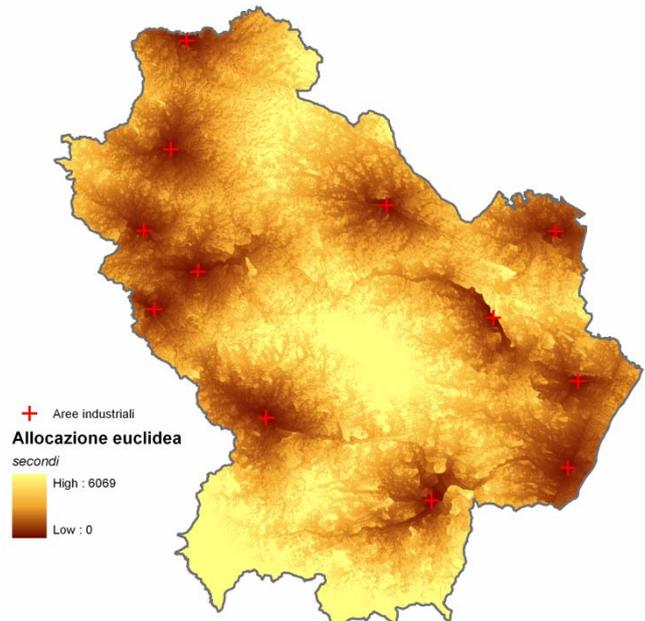
2. *Euclidean Allocation* (Boots, 1999): l'impiego della funzione deriva dalla necessità di dover produrre una superficie continua dei tempi di percorrenza. E' utilizzata per estendere la funzione del costo di trasporto (*Cost Distance Function*) all'interno delle vicine aree forestali. I tempi di trasporto sono pertanto estesi alle aree forestali mediante un'allocazione euclidea (figura 6b).

Figura 6 – a) funzione *Cost distance* e b) funzione *Euclidean allocation* ai 12 impianti ipotizzati

a



b



Grazie alle mappe prodotte in precedenza, risulta a questo punto possibile delimitare, geograficamente, i bacini di approvvigionamento della biomassa, intesi questi come l'area di afferenza della biomassa ad un determinato impianto. La funzione utilizzata per individuare l'appartenenza di una porzione di superficie  $s_i$  all'impianto  $I_1$  piuttosto che all'impianto  $I_2$  dipende dalla distanza (non lineare ma viaria) e quindi dal tempo necessario a raggiungere l'impianto. Avremo quindi che:

$$s_i = \min(tI_1; tI_2; \dots; tI_n)$$

dove  $t$  è il tempo di viaggio necessario alla movimentazione della biomassa.

Con i risultati prodotti dalle funzioni precedenti e nell'ipotesi che i costi di movimentazione dipendano soltanto dal noleggio dei mezzi, il costo di trasporto da un sito forestale alla centrale

è stato definito con la seguente relazione (implementata attraverso operazioni di *map algebra* in formato raster, Moller e Nielsen, 2007; Lupia e Colonna, 2007):

$$CT = ((t_p \times 2) + t_i) \times C_{mt} / P_{mt}$$

con:

$CT$ : Costo di trasporto;

$t_p$ : il raster dei tempi di percorrenza (ottenuto con la funzione *euclidean allocation*) dell'area in esame (in minuti);

$t_i$ : il tempo necessario per le operazioni di carico e scarico dei mezzi (in minuti);

$C_{mt}$ : costo orario del mezzo di trasporto (in euro al minuto);

$P_{mt}$ : massimo carico trasportabile dal mezzo (in tonnellate).

I dati economici e dei tempi sono stati desunti attingendo da esperienze e rilievi locali, nonché da questionari somministrati alle imprese boschive, dai quali emerge che mediamente ogni impresa possiede 1,5 autocarri di cui la maggior parte risulta essere di dimensioni medie. I dati ottenuti sono stati successivamente confortati da numerosi riferimenti bibliografici (tra cui Spinelli e Hartsough, 2001). Di fatto però esiste una estrema variabilità in rapporto al tipo di mezzo impiegato e all'organizzazione stessa dell'impresa. I valori che nel presente studio sono stati considerati sono:

$T_i$ : 60 minuti, dove circa 45 sono per il carico dell'automezzo ed i restanti 15 per lo scarico;

$C_{mt}$ : 0,66 euro al minuto, corrispondenti a circa €40 l'ora;

$P_{mt}$ : 20 tonnellate di carico massimo trasportabile dall'automezzo.

Ne risulta una superficie continua dei costi di trasporto (espressi in €/ton) per tutti i dodici siti di trasformazione (figura 7). I risultati evidenziano chiaramente come l'accessibilità locale e regionale della risorsa influenzi i costi di trasporto e come i costi minori siano associati alle zone prossime all'impianto secondo quelle che sono le direttrici viarie.

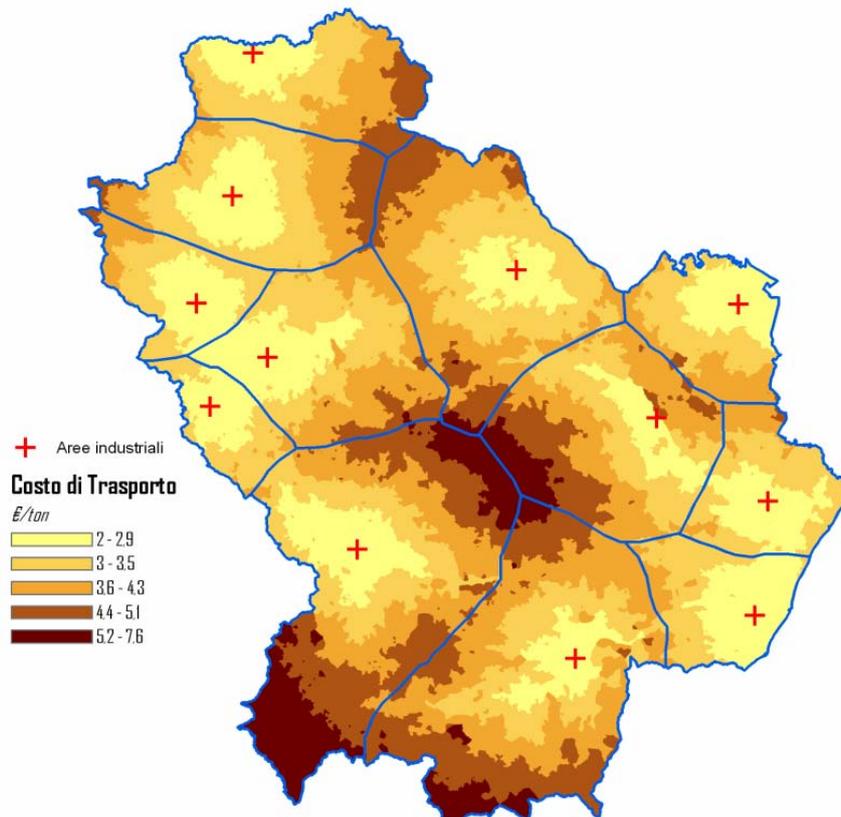
## 6. Le curve costo-offerta

Le curve costo-offerta ci permettono di valutare la distribuzione delle quantità di biomassa disponibile ai vari costi di trasporto, attraverso un'analisi zonale. I dati territoriali necessari per effettuare l'analisi sono la mappa della distribuzione spaziale della biomassa annualmente disponibile e la mappa dei costi di trasporto. Le informazioni che ne risultano definiscono, per ogni cella di foresta, il contenuto in biomassa ed il relativo costo di trasporto verso la centrale.

L'applicazione dell'analisi zonale restituisce i dati in formato tabellare, definendo i valori medi di costo per determinati accumuli di biomassa. In tal modo si possono tracciare le curve costo-offerta (tabella 3), la cui forma e pendenza sono indicatori di disponibilità e di accessibilità locale della biomassa.

Ciascuna curva è stata ottenuta specificatamente per l'area di interesse, relativamente ai 12 bacini considerati.

Figura 7 – Delimitazione dei bacini di approvvigionamento e mappatura dei costi di trasporto



Nel presente modello le curve sono state tracciate considerando esclusivamente l'area afferente al bacino di appartenenza, semplificando la realtà, dove tutti gli impianti sono attivi e sono in competizione nell'impiego delle risorse legnose presenti. Inoltre nell'analisi non viene considerato il contenuto in umidità della biomassa, ma si è assunto che tutta la biomassa sia raccolta e trasportata immediatamente dopo il taglio e l'allestimento. Infine, non è esplicitamente valutato il costo per il concentrazione all'imposto della biomassa, in quanto questo risulta essere strettamente legato sia a fattori locali (morfologici in particolare) sia alla organizzazione stessa dell'impresa forestale e quindi alla logistica attuata per l'esbosco (su mulo, con verricelli, con teleferiche, con trattori e rimorchi forestali). Pertanto si è assunto che ciascun pixel di superficie forestale possa essere raggiunto da un rimorchio e che quindi non ci sono spese connesse al concentrazione del materiale legnoso<sup>13</sup>.

<sup>13</sup> Talune leggi regionali in materia forestale (come ad esempio la LR 14/2006 della Regione Campania) prevedono, per i boschi demaniali, l'individuazione e la realizzazione di piazzole di concentrazione dei residui delle lavorazioni. Le imprese che acquistano il lotto boschivo sono pertanto tenute a concentrare e ad asportare e/o cippare tali materiali. Tali piazzole chiaramente dovrebbero essere previste in prossimità di reti viarie esistenti.

Promozione e Sviluppo per l'Architettura del Paesaggio

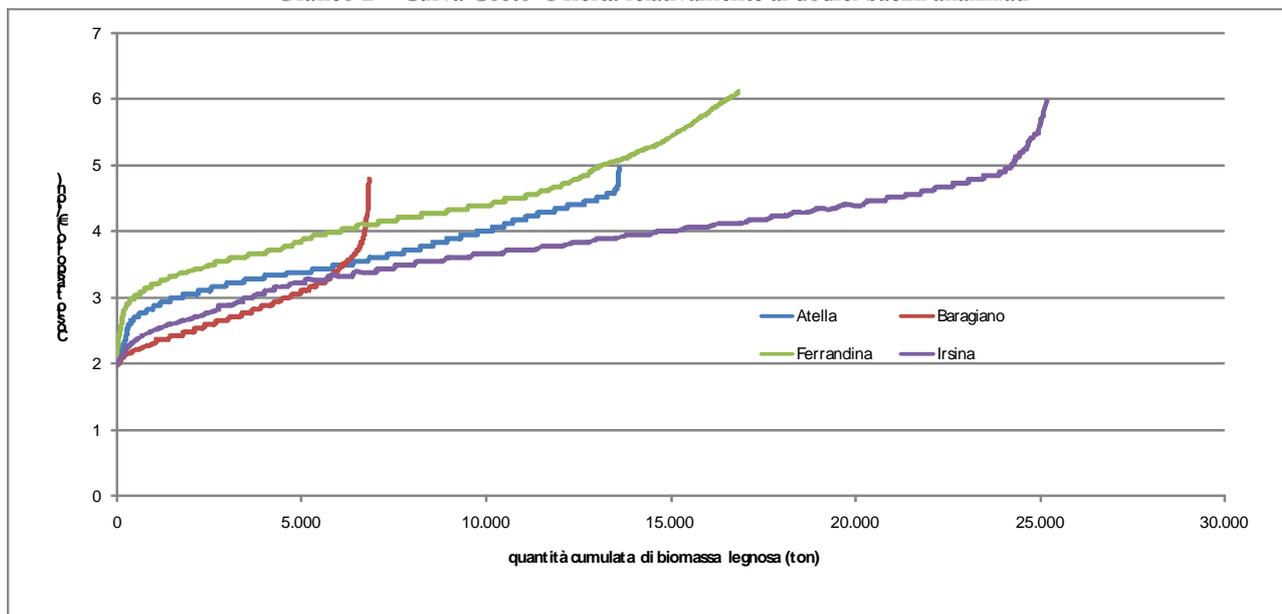
Le curve ottenute indicano il quantitativo di biomassa disponibile ad un determinato livello di prezzo e mostrano come tale disponibilità si modifica in funzione dell'incremento dei costi di trasporto. Infatti, all'aumento della richiesta di biomassa di un impianto corrisponde un progressivo ampliamento del bacino di afferenza della biomassa e conseguentemente un aumento del prezzo corrisposto per il trasporto.

La curva ottenuta rappresenta un primo elemento conoscitivo, sulla base del quale l'imprenditore gestore dell'impianto potrà individuare l'opportuno *mix* tra quantità e prezzo.

Il grafico 2 riporta le curve costo-offerta relativamente ai dodici bacini analizzati. Un primo dato che emerge è la differenza di disponibilità totale di biomassa di ciascun comprensorio, che passa da meno di 1.000 *ton* nel caso del bacino relativo all'area industriale di Melfi fino a più di 80.000 *ton* nel bacino relativo all'area industriale di Viggiano. Questo dato dipende principalmente da due variabili: dimensione territoriale del bacino e consistenza del patrimonio forestale.

Quasi per tutti i comprensori considerati si verifica, nella parte terminale, un aumento della pendenza con un conseguente forte aumento del prezzo a fronte di piccoli aumenti della quantità disponibile. Questo si traduce nel fatto nelle aree più lontane è spesso concentrata una minore quantità di biomassa.

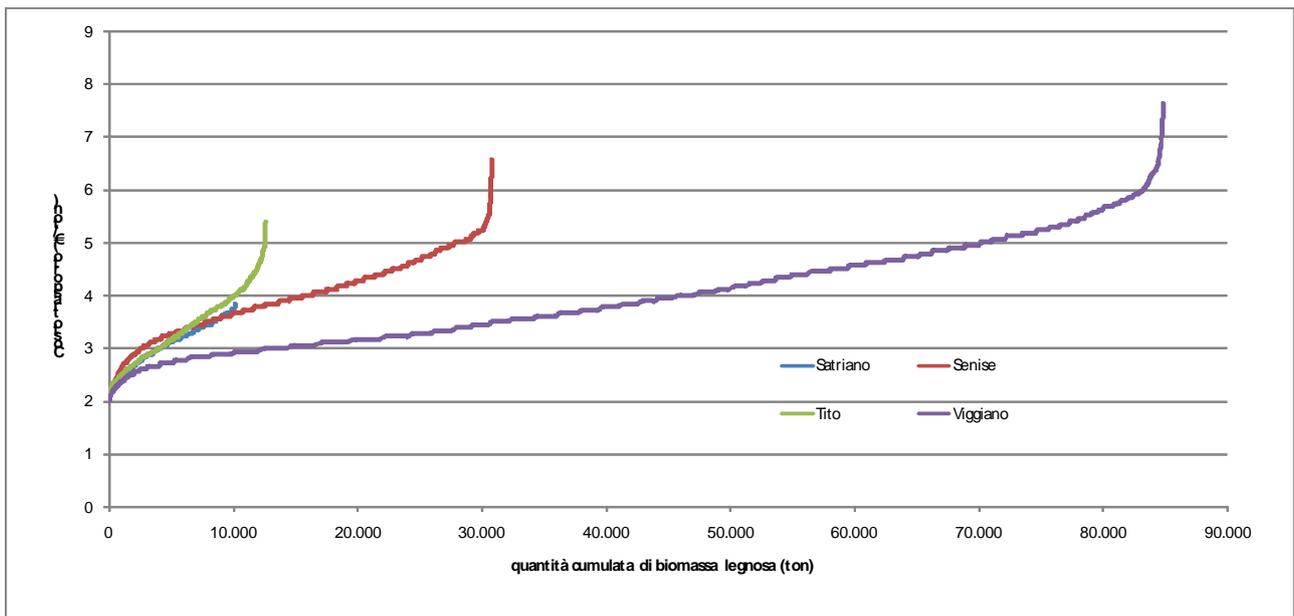
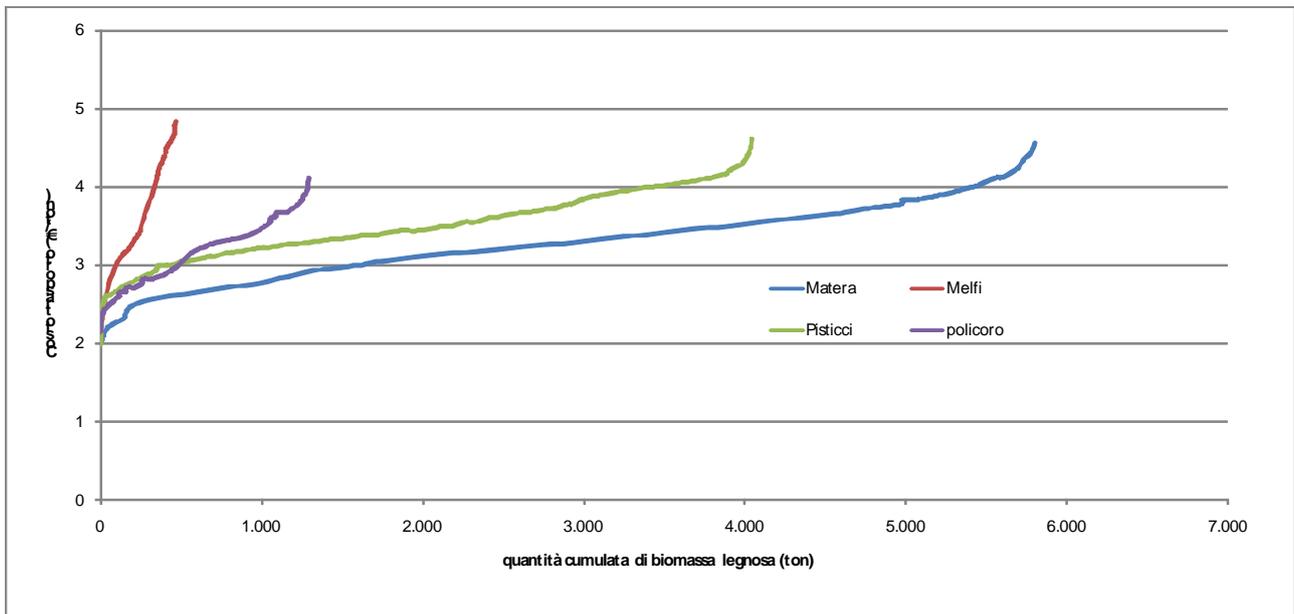
Grafico 2 – Curva Costo-Offerta relativamente ai dodici bacini analizzati





# PAYSAGE

Promozione e Sviluppo per l'Architettura del Paesaggio



Ponendo il limite di 5€ per tonnellata quale costo massimo sopportabile per il trasporto della biomassa legnosa avremo (tabella 2) che alcuni bacini riescono pienamente ad utilizzare le proprie disponibilità di materiale a fronte di altri che impiegano solamente una parte della propria disponibilità (il bacino di Ferrandina, Irsina, Senise e Viggiano).

Tabella 2 – Disponibilità e costo medio della biomassa, per impianto

Bacino di approvvigionamento	Disponibilità totale di biomassa	Disponibilità di biomassa sotto i 5€	Variazione	Costo medio di trasporto
	ton	ton	ton	€/ton
Atella	13.615,87	13.615,87	-	3,611
Baragiano	6.847,97	6.847,97	-	2,821
Ferrandina	16.838,33	13.215,00	-3.623,33	4,008
Irsina	25.185,78	24.307,00	-878,78	3,761
Matera	5.798,91	5.798,91	-	3,303
Melfi	461,96	461,96	-	3,562
Pisticci	4.045,4	4.045,4	-	3,523
Policoro	1.290,62	1.290,62	-	3,185
Satriano	10.107,91	10.107,91	-	3,060
Senise	30.810,98	28.725,00	-2.085,98	3,884
Tito	12.636,58	12.636,58	-	3,399
Viggiano	84.802,51	70.193,00	-14.609,51	3,685

I valori medi dei costi sono compresi tra valori che vanno dai 2,8 €/ton del bacino di Baragiano ai 4 €/ton del bacino di Ferrandina e risultano essere direttamente correlati alla dimensione del bacino ed alla disponibilità di biomassa. I valori medi hanno quale funzione principale la determinazione di un valore soglia attraverso il quale gli imprenditori che gestiscono gli impianti possono basare i loro accordi nella stipulazione dei contratti con le imprese forestali o con le imprese specializzate nel trasporto della biomassa forestale.

## 7. Conclusioni e discussione

La chiave economica costituisce certamente un elemento cruciale della politica energetica globale.

Secondo il rapporto *Global Trends in sustainable Energy investment 2008*, redatto per conto dell'ONU, nel 2007 gli investimenti nel campo delle energie rinnovabili hanno superato i 148 miliardi di dollari, con una crescita superiore al 60% rispetto all'anno precedente.

In ambito europeo si stima che raggiungere la quota del 20% di energia rinnovabile, dall'attuale 8,5%, può significare la creazione di circa 1 milione di nuovi posti di lavoro.

Anche il rapporto Energia e Ambiente dell'ENEA, redatto nel 2007, evidenzia le opportunità di sviluppo dell'economia verde, soprattutto nel campo della ricerca e dello sviluppo. In tale industria, infatti, sono proprio i paesi europei a detenere una posizione di leadership, avendo il 30% del fatturato mondiale.

Lo studio proposto in questo lavoro parte dalla constatazione delle dinamiche a livello mondiale in materia di risorse e approvvigionamento energetico. I diversi sistemi economici più avanzati possiedono una forte dipendenza dal fossile, non riproducibile ed altamente impattante sull'ambiente

Accertata la forte dipendenza tra il sistema economico-produttivo ed il sistema ambientale, i governi hanno varato protocolli d'intesa indirizzati al contenimento delle emissioni di inquinanti. Primo fra tutti il Protocollo di Kyoto, sottoscritto da 169 nazioni e attualmente ratificato solo da 129, in cui è previsto l'obbligo dei paesi industrializzati di operare per una riduzione dell'emissione di elementi inquinanti in misura non inferiore al 5% rispetto alle emissioni registrate nel 1990.

Al fine di fronteggiare questa nuova "scelta impositiva", i vari enti nazionali e sovranazionali hanno delineato specifici modelli di sviluppo sostenibile a cui hanno affiancato ingenti risorse rivolte allo sviluppo di tecnologie meno inquinanti, alla cooperazione internazionale per la diffusione di esperienze virtuose. L'Europa, prima tra tutte, ha avviato iniziative di ampio respiro a carattere sia generale sia locale, ribadendo che la lotta al cambiamento climatico sia una linea di azione strategica da condurre in sinergia con le politiche di ristrutturazione del comparto energetico, settore di primaria importanza nel contribuire al raggiungimento degli obiettivi di Kyoto.

Le linee strategiche europee sono infatti determinate su quattro punti fondamentali:

1. interventi di liberalizzazione per la creazione di un mercato unico energetico;
2. sostegno all'innovazione tecnologica nel settore energetico e climatico;
3. miglioramento nell'efficienza energetica, nella generazione e nell'utilizzo di energia;
4. aumento della quota di energia rinnovabile.

Per ciò che concerne l'Italia, gli interventi ipotizzati a livello nazionale afferiscono a due filoni principali: quelli orientati alla promozione della domanda e quelli orientati al sostegno dell'offerta. I primi propongono incentivi sulla riqualificazione degli edifici, con interventi che consentono di ridurre le dispersioni termiche, collegati con l'installazione di pannelli solari e la sostituzione di caldaie a più alta efficienza. A questi si aggiungono anche interventi di efficienza produttiva del sistema industriale, interventi per riduzione del carico fiscale per il GPL da trasporto, miscelazione in crescita fino al 2010 dei biocarburanti e sostegno alle filiere produttive agro-energetiche.

Dalla parte dell'offerta gli interventi sono mirati alla costituzione di un comparto industriale energetico rinnovabile, competitivo ed in grado di contribuire alla indipendenza del settore energetico italiano.

In Basilicata, nell'ambito del Programma Nazionale Biocombustibili, sono state impiegate risorse pubbliche, ottenute attraverso finanziamenti dal MIPAF<sup>14</sup> per l'esecuzione prima del progetto PROBIO (Programma Nazionale Biocombustibili) e poi del progetto multiregionale RAMSES (Risorse Agro-forestali-energetiche per il Mezzogiorno e lo Sviluppo Economico Sostenibile). I progetti si prefiggono l'obiettivo di contribuire alla concretizzazione delle reali potenzialità del settore, in termini di produzione di bioenergia derivante dal comparto agricolo e silvicolo. A scala locale, proprio in ragione di tali orientamenti, il principio ispiratore dello studio proposto si concretizza nella volontà di contribuire alla riduzione degli inquinanti in atmosfera e nella ricerca di forme di sviluppo economico endogeno, basato sulle risorse

<sup>14</sup> Ministero delle Politiche Agricole e Forestali.

Promozione e Sviluppo per l'Architettura del Paesaggio

localmente disponibili, con particolare attenzione al settore delle biomasse recuperabili dal comparto silvicolo.

Lo studio ha analizzato la voce relativa ai costi di trasporto della biomassa a partire dal bosco e fino ad arrivare agli impianti di trasformazione mediante l'impiego congiunto di parametri economici e di dati aventi una precisa collocazione geografica. L'analisi ha condotto alla realizzazione di un modello in cui è stata effettuata una mappatura del costo di viaggio per trasportare la biomassa forestale dal sito di produzione fino all'impianto. Attraverso la mappatura del costo di viaggio è stato possibile realizzare le curve di *costo-offerta* con cui effettuare delle scelte relativamente alle dimensioni degli impianti di trasformazione.

Elemento di innovazione del presente contributo riguarda la capacità del modello a poter essere impiegato per scenari diversi, con filiere produttive (silvicola, agricola, specializzata per la produzione di biomassa, ecc.) anche diverse e/o comprenderle al contempo.

Ad esempio è possibile, laddove l'impianto già esiste, effettuare delle valutazioni circa la reperibilità ed i costi associati alle biomasse, nonché la delimitazione economicamente valida dei bacini di approvvigionamento e, all'interno dello stesso scenario, risulta possibile modificare i diversi parametri che lo compongono.

Un risultato importante consiste nell'impiego di un modello applicativo rispondente alle necessità di una corretta gestione energetica endogena e territorialmente disponibile, nonché alla capacità di poter essere adattato ai contesti reali specifici al fine di contribuire alla creazione ed al miglioramento dell'efficienza legata al trasporto.

Tale modello si presta bene come base conoscitiva utile alle scelte dei soggetti coinvolti nel settore energetico forestale, nella definizione degli accordi di fornitura.

Un limite dell'applicazione proposta nel presente contributo risiede nel non aver affrontato il problema della tipologia di bosco, poiché in ragione di questa non solo si individua l'ammontare della biomassa disponibile, ma anche l'attuale allocazione del materiale. Nello specifico, in Basilicata vi sono numerosissimi rimboschimenti di conifere realizzate con risorse della Cassa per il Mezzogiorno (L. 10 agosto 1959, n. 646) e che pur necessitando di interventi selvicolturali decisi di diradamento e sfollo, questi non sono effettuati a causa della mancanza di mercato locale di legno di conifere. Tali aree andrebbero considerate specificatamente, anche perché bacini consistenti di biomassa potenzialmente destinabile alla produzione energetica.

## Bibliografia

APAT, *Le biomasse legnose. Un'indagine sulle potenzialità del settore forestale italiano nell'offerta di fonti di energia*. ISBN 88-448-0097-7. 2003

Barker T., *Mitigation from a cross sectoral perspective Climate Change 2007: Mitigation, Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge university Press, Cambridge, UK. 2007

Basosi R., Maltagliati S., Vannuccini L., *Potenzialità delle fonti energetiche rinnovabili in Toscana. Energia Ambiente Innovazione 3/98*, ENEA. 1998

1363

- Berndes G., Hoogwijk M., Van De Broek R., The contribution of biomass in the future global energy supply: a review of 17 studies. *Biomass and Bioenergy* 25, pg. 1-28. 2003
- Boots B., Spatial Tessellation, In Longley P.A., Geodchild M.F. e al. *Geographic information systems*, 2<sup>nd</sup> ed., New York, Wiley. 1999
- Cappanera P., *Discrete facility location and routing of obnoxious activities*, tesi di dottorato, XII ciclo, Università degli Studi di Milano. 2000
- Ciccarese L., Spezzati E., Pettenella D., *Le biomasse legnose. Una indagine sulle potenzialità del settore forestale italiano nell'offerta di fonti di energia*, APAT, Roma. 2003
- Combs J., Biomass energy: an industry waiting for growth, *Renewable Energy World*, Review issue 2002-03. 2002
- Del Favero R., *Aspetti particolari della vendita del legname da parte di comuni ed enti*. Padova. 1978
- D-G Energy and Transport., *European Energy and Transport, trends to 2030 – update to 2007*. ISBN 978-92-79-07620-6, Printed in Belgium. 2008
- Energy Information Administration, EIA, *International Energy Outlook 2008*, Energy Information Administration Office of Integrated Analysis and Forecasting U.S. Department of Energy Washington, DC 20585. 2008
- Energy Information Administration, EIA, *International Energy Annual 2005* (June-October 2007). 2005
- European Environmental Agency, EEA, *The European Environment. State and Outlook 2005*, Copenhagen, Denmark. 2005
- European Environmental Agency, EEA, *Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2007*. EEA report No 5/2007, Copenhagen, Denmark. 2007
- Eurostat, *Environment and Energy*, <http://ec.europa.eu/eurostat>. 2007
- Eurostat, *Energy, yearly statistics 2006*; ISBN 978-92-79-09566-5, ISSN 1830-7833. 2008
- European Environmental Agency (EEA), *The European Environment. State and Outlook 2005*, Report n. 1/2005, Copenhagen, Denmark. 2005
- Freppaz D., R. Minciardi, M. Robba, M. Rovatti, R. Sacile, A. Taramasso, Optimizing forest biomass exploitation for energy supply at a regional level, *Biomass and Bioenergy* 26:15-25. 2004
- Fujino J., K. Yamaji e H. Yamamoto, Biomass-Balance Table for evaluating bioenergy resources. *Applied Energy* 63(2): 75-89. 1999
- Graham, R.L., Liu W., Downing M., Noon C.E., Daly M., Moore. A., The Effect of Location and Facility Demand on the Marginal Cost of Delivered Wood Chips from Energy Crops: A Case Study of the State of Tennessee. *Biomass and Bioenergy* 13(3), 117-123. 1997
- GRTN, *Statistiche sulle fonti rinnovabili in Italia*, Roma. 2007
- Hall D. O., Rosillo-Calle F., Williams R. J., Woods J., Biomass for Energy: Supply prospects. In Johansson T. B., Kelly H., Reddy A. K. N., Williams R. H.. *Renewable Energy: Sources for Fuels and Electricity*. Washington D.C., Island Press: 593-651. 1993
- Hall D.O., Scrase J. I., Will biomass be the environmentally friendly fuel of the future? *Biomass e Bioenergy* 15, 357-367. 1998

- Hoogwijk M., Faaij A., Van den Broek R., Berndes G., Gielen D., Turkenburg W., Exploration of the ranges of the global potential of biomass for energy. *Biomass and Bioenergy* 25(2): 119-133. 2003
- International Energy Statistics, IEA, *Key World Energy Statistics*. International Energy Agency. Paris, France. <http://www.iea.org/dbtw-wpd/Textbase/nppdf/free/2005/key2005.pdf>. 2005
- Intergovernmental Panel of Climate Change, (IPCC), *Climate Change, 2001: mitigation (WGIII)*, Cambridge University Press, Cambridge (UK). 2001
- Intergovernmental Panel of Climate Change, (IPCC), *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*. Printed in Japan, ISBN 4-88788-003-0. 2003
- Intergovernmental Panel of Climate Change, (IPCC), *Climate change 2007: The Physical Science Basis*. ISBN 978 0521 88009. 2007
- Lupia F., Colonna N., *Analisi dei costi di trasporto per la valorizzazione energetica forestale*. Esriitalia, conferenza 2007, Roma 18-19 aprile 2007. 2007
- Malczewski J., Gis-based land-use suitability analysis: a critical overview, *Progress in Planning*, Elsevier, n. 6, pg. 3-65. 2004
- Martinot E., Energy efficiency and Renewable energy in Russia: Transaction Barriers, Market Intermediation, and capacity building. *Energy Policy*, 26 (14), 1071-1081. 1998
- McKendry P., Energy production from biomass (part 1): Overview of biomass, *Bioresource Technology* 83: 37-46. 2002
- Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, Programma Nazionale Biocombustibili (PROBIO). 1999
- Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, Risorse Agro-forestali-energetiche per il Mezzogiorno e lo Sviluppo Economico Sostenibile (RAMSES). 2003
- Moller B. e Nielsen P.S., Analysing transport cost of Danish wood chip resource by means of continuous cost surface, *Biomass and Bioenergy* 31: 291-298. 2007
- Noon, C.E., Daly M.J., GIS-Based Biomass Resource Assessment with BRAVO. *Biomass and Bioenergy* 10(2-3), 101-109. 1996
- Pacala S., Socolow R., Stabilization wedges: solving the climate problem for the next 50 years with current technologies. *Science* 305: 968-972. 2004
- Pettenella D., Politiche di incentivazione del mercato del legname ad uso energetico in Italia. Atti del Convegno "Italia legno-energia: dal presente al futuro". Fiera di Verona, 19.3.1999. PMT-CEAR, Padova. 1999
- Roman U., Turnbull J., Integrated biomass energy systems and emissions of carbon dioxide, *Biomass and Bioenergy* 13: 333-343. 1997
- Romano S., Cozzi M., *Biomass use as a renewable energy resource: the region of basilicata rural areas study case*. 14<sup>th</sup> European Biomass Conference and Exhibition: Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Palais des Congrès, Paris, 17-21 october 2005. 2005
- Rosch C., Kaltschmitt M., Energy from biomass – do non technical barriers prevent an increased use?, *Biomass & Bioenergy* 16: 347-356. 1999



# PAYSAGE

Promozione e Sviluppo per l'Architettura del Paesaggio

Spinelli R., Hartsough B., *Indagine sulla cippatura in Italia, Contributi scientifico-pratici per una migliore conoscenza ed utilizzazione del legno*. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per la Ricerca sul Legno, Firenze. 2001

Varela, M., Saez R., Audus H., Large-Scale Integration of Electricity from Short-Rotation Woody Crops. *Solar Energy* 70(2), 95–107. 2001

Voivontas D., Assimacopoulos D., Koukios E.G., Assessment of biomass potential for power production: a GIS based method, *Biomass and Bioenergy* 20: 101-112. 2001

WEC, *New Renewable Energy Sources. A guide to the future*. World Energy Council. Kogan Page Limited, London, U.K.. 1994