

ENEL S.p.A.

*Divisione Generazione ed Energy Management
Area Tecnica – Sviluppo e Realizzazione Impianti*

STUDIO SULL'APPROVVIGIONAMENTO DI BIOMASSE ALLA CENTRALE ENEL DI PORTO TOLLE

*Produzione di biomasse
Biomasse residue
Trasporto delle biomasse*

STUDIO DI MASSIMA

Contratto ENEL n. 3000059178

Coordinamento:

Dott. Agr. Massimo Vecchiet

Autori:

Dott. Giovanni Mauro

Dott. For. Francesco Portelli

Dott. Ing. Giulio Glavici

Dott.ssa Francesca Visintin

Dott. Agr. Massimo Vecchiet

Settembre 2006



C.E.T.A. CENTRO DI ECOLOGIA TEORICA ED APPLICATA

Personalità Giuridica riconosciuta con D.P.G.R. 0300/Pres. dd. 01.09.1995 B.U.R. n. 41 dd. 11.10.1995

Sede legale e amministrativa c/o Università degli Studi di Trieste – Polo Goriziano

Via Alviano n. 18 - 34170 GORIZIA, Partita IVA 00423450311

☎ Segreteria: 0481 599266 ☎ Amministrazione: 0481 599264 Fax: 0481 599268

E-mail: segreteria@ceta.go.it



INDICE

1.	SINTESI DELLO STUDIO	2
2.	OGGETTO DELLO STUDIO	5
3.	PREMESSA	5
4.	FONTI DI APPROVVIGIONAMENTO DELLE BIOMASSE LEGNOSE	6
	<i>Definizione preliminare del bacino di approvvigionamento</i>	6
	<i>Le fonti d'approvvigionamento di biomasse legnose</i>	7
5.	SCARTI DELLA LAVORAZIONE DEL LEGNO	10
6.	PRODUZIONE DI BIOMASSE LEGNOSE SU SUOLI AGRICOLI	13
	<i>La produttività delle SRF nel bacino di approvvigionamento della Centrale di Porto Tolle</i>	14
	<i>Fabbisogno di biomassa legnosa di pioppo presso la Centrale di Porto Tolle</i>	16
	<i>Stima della superficie produttiva richiesta per il fabbisogno della Centrale di Porto Tolle</i>	17
	<i>Reperibilità delle superfici agricole per impianti di pioppo in SRF</i>	17
	<i>Stima del reddito lordo del pioppo in SRF e confronto con il girasole</i>	19
	<i>Alternative produttive al pioppo in SRF : il salice, la robinia e le colture erbacee</i>	26
7.	STIMA DELLE SUPERFICI POTENZIALMENTE DISPONIBILI A FINI ENERGETICI	30
8.	CARTOGRAFIA DELLE POTENZIALITÀ PRODUTTIVE DEL PIOPPO IN SRF	33
	<i>Grado di approvvigionamento della Centrale di Porto Tolle con biomasse di pioppo in SRF</i>	35
	<i>Misure di sostegno alla coltivazione del pioppo in SRF</i>	35
	<i>Crono-programma delle attività per la diffusione della coltivazione del pioppo in SRF</i>	36
9.	ALTERNATIVE DI APPROVVIGIONAMENTO: RESIDUI LEGNOSI DELLE UTILIZZAZIONI PIOPPICOLE	36
10.	PRESENZA DI PIOPPETTI E DISPONIBILITÀ POTENZIALE DI RESIDUI	38
11.	DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE DEL CIPPATO DI PIOPPO	39
12.	TRASPORTO DELLA BIOMASSA DI PIOPPO ALLA CENTRALE DI PORTO TOLLE	41
	<i>Valutazione dei costi socio-ambientali del trasporto su gomma delle biomasse alla Centrale di Porto Tolle</i>	44
	<i>Valutazione dei costi socio-ambientali del trasporto intermodale delle biomasse alla Centrale di Porto Tolle</i>	46
	<i>Confronto dei costi socio-ambientali del trasporto delle biomasse alla Centrale di Porto Tolle su gomma e mediante sistema intermodale</i>	47

1. SINTESI DELLO STUDIO

Il rifacimento della Centrale ENEL di Porto Tolle prevede la conversione di 3 gruppi da 660 MW elettrici/cad.o da olio ad un utilizzo del 100% di carbone con la possibilità di un'integrazione in co-combustione di biomasse dal 0% al 5% del fabbisogno termico di 2 delle 3 caldaie previste.

Il fabbisogno annuo di biomassa legnosa a diversi gradi di umidità è stimato in circa 350.000 tonnellate. La tipologia di biomassa, identificata, quale idonea per l'utilizzo, è quella indicata in termini commerciali come "cippato di legno vergine" ai sensi del DPCM 8 marzo 2002, si tratta in sostanza di legno di varie essenze in pezzi di dimensioni variabili (tipiche 40x20x10 mm), vergine cioè ottenuto esclusivamente da lavorazioni meccaniche, con esclusioni di contaminanti tipo colle, vernici o altro. L'umidità massima ammessa nelle biomasse conferite è pari al 40% sul tal quale e mediamente stimata in circa 33,33% (% di peso sul tal quale), pertanto il fabbisogno annuo di biomassa legnosa in termini di sostanza secca a bocca di fuoco è pari a 234.000 tonnellate/anno.

La Centrale di Porto Tolle è posta alla foce del fiume Po e nello specifico sul troncone del Po di Venezia. L'ubicazione della Centrale permette di ipotizzare l'utilizzo del fiume Po e dei suoi canali quale dorsale per il trasporto e conferimento delle biomasse. Il bacino così determinato ricade nell'ambito territoriale delle regioni Veneto, Lombardia ed Emilia-Romagna.

Nella disamina preliminare delle fonti di approvvigionamento di biomassa sono state considerate le seguenti possibilità:

- Produzione di biomasse legnose su suoli agricoli (SRF-Short Rotation Forestry);
- Residui legnosi delle utilizzazioni pioppicole;
- Scarti della lavorazione del legno.
- Residui forestali e selvicolturali;

A seguito di una valutazione preliminare sono state escluse le fonti derivate da *Residui forestali e selvicolturali*. Le motivazioni dell'accantonamento dei "*Residui forestali e selvicolturali*" sono sia logistici sia di natura ambientale. Infatti al fine di contenere l'impatto ambientale esercitato dai trasporti è stata assunta una distanza massima di trasporto su gomma pari a 30 km dai punti di imbarco sul fiume Po e di 80 km dalla Centrale di Porto Tolle. In detta area il territorio si presenta in massima parte pianura e con una presenza esigua di superfici boschive. Per quanto concerne gli aspetti ambientali, nel territorio identificato, la presenza di boschi è ormai un'entità residua e in massima parte vincolata per motivi ambientali come ad esempio il comprensorio dei Colli Euganei ed il Bosco della Mesola. Inoltre nelle utilizzazioni forestali le ramaglie ovvero la gran parte dei residui sono e spesso devono (in funzione



delle indicazioni contenute nelle Normative regionali o nei Piani di gestione delle aree a tutela ambientale) essere abbandonati in loco in quanto non rappresentano uno scarto delle operazioni selvicolturali ma una risorsa per il sostentamento del bosco ricoprendo un importante ruolo nell'ecologia forestale.

In conseguenza di detti motivi le analisi svolte nello studio sono state focalizzate principalmente sugli *Scarti della lavorazione del legno* e sulle *Produzioni di biomasse legnose su suoli agricoli (SRF-Short Rotation Forestry)* ed in alternativa sui *Residui legnosi delle utilizzazioni pioppicole*.

Per quanto concerne gli "*Scarti della lavorazione del legno*" quale fonte di approvvigionamento, sono stati accantonati tutti i residui che possono contenere additivi quali colle, vernici, plastiche o altro, pertanto l'attenzione è stata focalizzata sui residui così detti "vergini" ovvero ottenuti esclusivamente da lavorazioni meccaniche. Al fine di valutare la disponibilità di detta risorsa sono stati utilizzati i risultati ottenuti nel corso della ricerca "*Indagine sul riciclaggio del legno e sui costi di gestione*" svolta dall'ISSI – Istituto Sviluppo Sostenibile Italia per conto del Consorzio Nazionale Rilegno (Consorzio Nazionale per la raccolta, il recupero e il riciclaggio degli imballaggi del legno). In base alla Ricerca sopra citata si evince una notevole intercettabilità di residui legnosi "vergine" (non contaminati) e stimati, per il territorio in esame, in circa 545.000 tonnellate/anno ed in continuo incremento. Tuttavia detta risorsa è attualmente già oggetto di raccolta, lavorazione e utilizzo da parte dell'industria del pannello truciolare e dell'industria cartaria. Pertanto le quantità sopra riportate rappresentano la potenzialità produttiva nel mentre la disponibilità è di difficile valutazione.

Per quanto concerne le biomasse, ottenute dalle *Produzioni di biomasse legnose su suoli agricoli (SRF-Short Rotation Forestry)* e da *Residui legnosi delle utilizzazioni pioppicole*, è necessario precisare che il cippato conferito fresco, nel periodo di stoccaggio e trasporto subisce delle modifiche ovvero delle perdite di sostanza secca a causa della degradazione batterica. Tali perdite sono comprese tra 10 e 15% della biomassa secca totale. Pertanto a fronte di un fabbisogno complessivo di biomassa pari a 234.000 tonnellate di ss /anno, il fabbisogno produttivo di biomassa al fine del soddisfacimento delle esigenze della Centrale è stimato in circa 275.000 tonnellate di sostanza secca/anno.

Le biomasse idonee alla co-combustione, date le caratteristiche della Centrale ENEL, sono esclusivamente di origine arborea, escludendo con ciò le biomasse ligno-cellulosiche di natura erbacea come *Miscanto* e canna comune (*Arundo donax*). Ciò è dovuto al diverso contenuto di ceneri presenti nelle due tipologie di biomasse e alle difficoltà di combustione che ne derivano. In base alle esigenze qualitative sopra esposte ed alle caratteristiche edafiche del territorio (pianura veneto-padana) sono state individuate quali essenze di possibile utilizzo in SRF (*Short Rotation Forestry*) il *pioppo (Populus*



spp) e marginalmente la robinia (*Robinia pseudoacacia*). Tuttavia date le carenze conoscitive ancora presenti nella filiera legno-energia da robinia la scelta in ultima istanza è ricaduta sul pioppo.

Inoltre la coltivazione del pioppo presenta i seguenti aspetti favorevoli:

- Elevato grado di conoscenza diffusa sul territorio;
- Presenza di varietà e cloni altamente produttivi;
- Meccanizzazione esistente per le varie fasi produttive (impianto e raccolta);
- Propensione delle Az. Agricole alla conversione produttiva in SRF con pioppo.

In base alle fonti bibliografiche consultate, sono state stimate le produzioni annue mediamente retrainibili da coltivazioni di pioppo in SRF e pari a 18,95 tonnellate di ss/ha anno al netto delle perdite di raccolta. A dette produzioni le superfici richieste dalla Centrale di Porto Tolle, al fine del soddisfacimento del fabbisogno di biomassa, sono state valutate in circa 14.500 ha di impianti di SRF.

Al fine di verificare la disponibilità delle superfici sono stati elaborati i conti colturali del pioppo in SRF e delle colture oleaginose a indirizzo industriale (il girasole). In base alle stime, risulta che il pioppo in SRF con contributo all'impianto (come già previsto nel PSR delle Regioni Veneto e Lombardia) presenta un reddito lordo della coltura pari a 340 €/ha anno a fronte di un reddito lordo della coltura del girasole pari a 148 €/ha anno. A fronte di dette valutazioni è stata assunta una disponibilità del 100% delle Aziende Agricole alla riconversione produttiva da colture oleaginose (girasole) in colture di pioppo in SRF. La valutazione della disponibilità delle superfici su base comunale è stata elaborata in base ai dati ISTAT - Censimento sull'agricoltura del 2000 ed è risultata di 15.986 ha. La disponibilità potenziale di superficie risulta congrua al fabbisogno della Centrale di Porto Tolle con un potenziale produttivo stimato in circa 303.000 tonnellate di ss/anno.

Parallelamente è stata valutata anche la potenzialità d'approvvigionamento con residui di pioppo ovvero con gli scarti delle utilizzazioni pioppicole (ramaglie) e assortimenti minori e inferiori al diametro di 8 cm in punta. Dalle valutazioni svolte risulta una presenza di pioppeti pari a 17.157 ha con un potenziale produttivo pari a 31.900 tonnellate ss/anno.

Pertanto il bacino di approvvigionamento presenta un potenziale produttivo da pioppo in SRF e da residui pioppicoli pari o maggiore rispetto alle esigenze della Centrale di Porto Tolle e stimato in circa 335.000 tonnellate di ss/anno a fronte di un fabbisogno di circa 275.000 tonnellate di ss/anno.

Nel complesso il bacino d'approvvigionamento della Centrale ENEL di Porto Tolle (identificato nelle regioni Veneto, Lombardia ed Emilia-Romagna) presenta una potenziale disponibilità di biomasse legnose derivanti da scarti di lavorazione "vergini" (545.000 t/anno) e da biomasse prodotte (335.000 t/a) pari a 880.000 tonnellate/anno.



In base alla distribuzione territoriale delle biomassa prodotte da pioppo in SRF sono stati identificati bacini omogenei di produzione e valutati i costi esterni del trasporto su gomma e del trasporto intermodale tramite idrovia.

Il trasporto su gomma presenta dei costi esterni stimati in 1.459.600 €, mentre il trasferimento modale presenta dei costi esterni stimati in 672.468 € con un beneficio netto, in termini di esternalità, pari a 787.132 €/anno.

2. OGGETTO DELLO STUDIO

Il progetto di conversione dell'impianto di Porto Tolle prevede la co-combustione di carbone con biomasse in misura compresa tra lo 0 ed il 5% del fabbisogno termico di 2 delle 3 caldaie previste. L'oggetto del presente studio è l'analisi delle fonti e del bacino d'approvvigionamento delle biomasse nonché dei sistemi di conferimento (su gomma e/o tramite idrovia) delle stesse alla Centrale ENEL di Porto Tolle.

3. PREMESSA

Il rifacimento della Centrale ENEL di Porto Tolle prevede la conversione di 3 gruppi da 660 MW elettrici/cad.o da olio ad un utilizzo del 100% di carbone con la possibilità d'integrazione in co-combustione di biomasse dal 0% al 5% di fabbisogno termico di 2 delle 3 caldaie previste.

Le biomasse legnose sotto forma di cippato (Tipologia commerciale: CTI RO3/1) saranno conferite alla Centrale mediante autocarri e mediante imbarcazioni tramite idrovia. La tipologia di biomassa, identificata, quale idonea per l'utilizzo, è quella indicata in termini commerciali come "cippato di legno vergine" ai sensi del DPCM 8 marzo 2002, si tratta in sostanza di legno di varie essenze in pezzi di dimensioni variabili (tipiche 40x20x10 mm), vergine cioè ottenuto esclusivamente da lavorazioni meccaniche, con esclusioni di contaminanti tipo colle, vernici o altro. L'umidità massima consentita nelle biomasse conferite è pari al 40% sul tal quale. Dallo studio "*Valutazione degli aspetti agricolo-forestali per la produzione di biomasse da utilizzare in co-combustione nella conversione a carbone della Centrale ENEL di Porto Tolle*" a cura del prof. Lividori, si evince che la percentuale di umidità media delle biomasse conferite è stimata in circa 33,33% (% di peso sul tal quale). Il fabbisogno annuo di biomassa legnosa a diversi gradi di umidità è di 350.000 tonnellate/anno, pertanto il fabbisogno annuo di biomassa legnosa in termini di sostanza secca a bocca di fuoco è pari a 234.000 tonnellate/anno.



4. FONTI DI APPROVVIGIONAMENTO DELLE BIOMASSE LEGNOSE

Definizione preliminare del bacino di approvvigionamento

La Centrale di Porto Tolle è posta alla foce del fiume Po e nello specifico sul troncone del Po di Venezia. L'ubicazione della Centrale permette di ipotizzare l'utilizzo del fiume Po e dei suoi canali quale dorsale per il trasporto e conferimento delle biomasse. Infatti il Po è navigabile con chiatte a spinta, non motorizzate, con lunghezza massima di 70 m, larghezza di 9,5 m e immersione a pieno carico di 2,5 m, la portata lorda è compresa tra 1.000 e 1.500 tonnellate.

La navigabilità del Po è certa per l'intero tratto che va dalla foce a Mantova, mentre per il tratto da Mantova a Cremona la navigabilità è limitata per un periodo compreso tra 150 e 180 giorni/anno.

Il sistema di banchine ed attracchi è ben sviluppato e offre la possibilità di conferimento della biomassa su gomma sino ai centri di imbarco, con stoccaggio intermedio, ed il successivo trasporto mediante imbarcazioni sino alla Centrale.

In questo modo il bacino di approvvigionamento, basandosi sull'idrovia veneto-padana attraversa in senso longitudinale l'intero territorio della pianura padana.

Preliminarmente sono state considerate le aree distanti dalla Centrale di Porto Tolle con raggio di 80 Km e di 30 km dai punti di imbarco e carico, presenti sul fiume Po.

Le province coinvolte nelle valutazioni preliminari sono le seguenti:

- Nella Regione Veneto le province di Rovigo, Venezia, Padova e Verona;
- Nella Regione Emilia-Romagna le province di Ferrara, Ravenna, Forlì, Bologna, Modena, Reggio Emilia, Parma e Piacenza;
- Nella Regione Lombardia le province di Mantova, Cremona, Brescia, e Lodi.

Il territorio, oggetto di valutazione, è rappresentato in massima parte da pianura a prevalente destinazione agricola (con circoscritte zone di collina come i Colli Euganei ed i Colli Berici) e con una presenza residua e limitata di boschi naturali.

Al contempo nell'area considerata è presente un'importante parte del sistema industriale italiano.

Nella figura di seguito esposta sono evidenziati i bacini di trasporto su gomma con i punti d'imbarco per il conferimento della biomassa alla Centrale di Porto Tolle tramite idrovia.

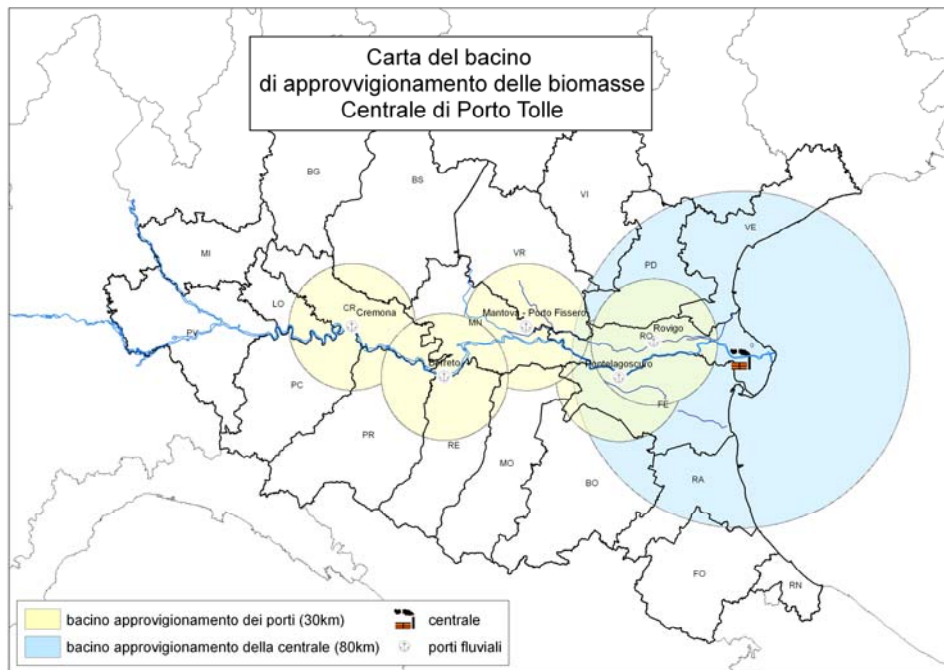


Figura: Carta del bacino di approvvigionamento delle biomasse.

Le fonti d'approvvigionamento di biomasse legnose

Nella disamina preliminare delle fonti d'approvvigionamento delle biomasse legnose sono state considerate le seguenti possibilità:

- Produzione di biomasse legnose su suoli agricoli (SRF-Short Rotation Forestry);
- Residui legnosi delle utilizzazioni pioppicole;
- Residui forestali e selvicolturali;
- Scarti della lavorazione del legno.

Tuttavia a seguito di una prima disamina è stata accantonata l'ipotesi di dell'approvvigionamento con "*Residui forestali e selvicolturali*", i motivi di questa scelta sono esposti nel prosieguo.

Residui forestali e selvicolturali

Le motivazioni dell'accantonamento dei "*Residui forestali e selvicolturali*" quali fonte di approvvigionamento sono duplici e nello specifico di ordine logistico e di natura ambientale.

Motivazioni logistiche: Nel modello di trasporto assunto, ovvero conferimento su gomma dai punti di produzione alle aree di imbarco e successivo trasporto tramite idrovia alla Centrale di Porto, è stata assunta preliminarmente una distanza massima di trasporto mediante autocarri pari a 30 km.

Il territorio così determinato si presenta in massima parte pianura (con circoscritte zone di collina come i Colli Euganei ed i Colli Berici) con una presenza esigua di superfici boschive.

I territori limitrofi, nello specifico le aree ricadenti nell'Appennino tosco-emiliano a Sud e le aree delle prealpi lombarde e venete a Nord, rappresentano zone ad elevata densità boschiva. Tuttavia l'approvvigionamento di biomasse forestali da dette aree implica lunghe percorrenze, le quali comporterebbero un impatto ambientale maggiore rispetto a quello determinato dalle produzioni più prossime ai punti d'imbarco.

Motivazioni ambientali: L'utilizzo attuale del territorio, nel bacino d'approvvigionamento, è prevalentemente agricolo e la presenza di boschi è ormai un'entità residua e in massima parte vincolata per motivi ambientali come ad esempio il comprensorio dei Colli Euganei, interamente rientrante nel Parco Regionale dei Colli Euganei, ed il Bosco della Mesola, interamente rientrante nel Parco Delta del Po.

Entrambe le aree, sopra citate, rappresentano le superfici boschive più vicine alla Centrale di Porto Tolle tuttavia e giustamente sono interamente vincolate e protette dall'istituzione di Parchi Regionali. Infatti il Bosco della Mesola rappresenta l'area boscata più estesa del Parco Delta del Po dell'Emilia-Romagna ed è oggetto di un Progetto comunitario del programma LIFE in quanto ultimo residuo delle foreste planiziali che un tempo ricoprivano la pianura padana (www.parcodeltapo.it).

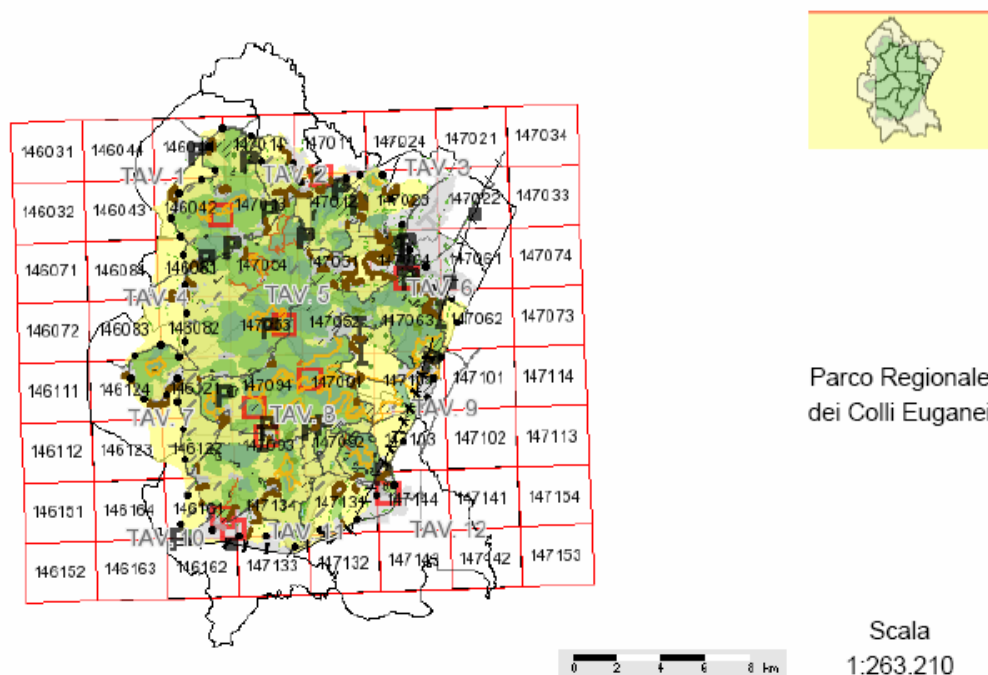
Nel prosieguo sono esposte alcune immagini del Bosco della Mesola.



Foto del Bosco della Mesola sono tratte dal sito (www.liceoariosto.it)

Per quanto concerne il Parco dei Colli Euganei è anch'esso interamente vincolato dal Parco della Regione Veneto, come evidenziato nella carta di seguito riportata e tratta dal sito www.parcocolleuganei.com della Regione Veneto.

Parco Regionale dei Colli Euganei



Nota: la carta non è in scala

+ Zone fino a Variante 3

- PA, zone di promozione agricola (Art. 15)
- PR, zone di protezione agro-forestale (Art. 14)
- RNI, zone di riserva naturale integrata (Art. 12)
- RNO, zone di riserva naturale orientata (Art. 13)
- UC, zone di urbanizzazione controllata (Art. 16)

A fronte delle azioni di difesa e salvaguardia del patrimonio boschivo in zone di pianura densamente popolate e caratterizzate da elevata attività antropica (infrastrutture, agricoltura ed industria) vi sono anche le considerazioni di carattere forestale.

Nelle utilizzazioni forestali, soprattutto nelle aree dell'Italia settentrionale, il legname ovvero gli assortimenti commerciali trovano immediato sbocco di mercato quale legname da opera o legna da ardere. Le ramaglie invece sono e spesso devono (in funzione delle indicazioni contenute nelle Normative regionali o nei Piani di gestione delle aree a tutela ambientale) essere abbandonate in loco, in quanto non rappresentano un residuo ovvero uno scarto delle operazioni selvicolturali ma una risorsa per il sostentamento del bosco. Infatti le ramaglie ricoprono un ruolo fondamentale nell'ecologia



forestale contribuendo al reintegro dei nutrienti nel suolo, in un sistema, quale quello forestale, privo di apporti esterni di nutrienti.

Per l'insieme dei motivi sopraindicati, le superfici forestali non sono state considerate quale possibile fonte d'approvvigionamento di biomasse alla Centrale di Porto Tolle, siano esse presenti nelle immediate vicinanze o in zone più distali dalla Centrale.

In base alle considerazioni sopra esposte le fonti di approvvigionamento potenzialmente disponibili sono le seguenti:

- *Produzione di biomasse legnose su suoli agricoli (SRF-Short Rotation Forestry);*
- *Residui legnosi delle utilizzazioni pioppicole;*
- *Scarti della lavorazione del legno.*

In seguito verranno analizzate le potenzialità di detti settori produttivi, analizzando separatamente il settore degli "Scarti della lavorazione del legno" e quello delle biomasse e dei residui pioppicoli. In relazione a quest'ultimi, l'attenzione principale verrà dedicata alla produzione in campo di biomasse legnose e come fonte alternativa verranno considerati i residui delle utilizzazioni pioppicole.

5. SCARTI DELLA LAVORAZIONE DEL LEGNO

Nella valutazione delle possibilità d'approvvigionamento di biomasse combustibili da scarti di lavorazione del legno gli aspetti salienti sono rappresentati dalla **qualità** e dalla **quantità** degli scarti stessi.

Per quanto concerne gli **aspetti qualitativi**, gli scarti sono prevalentemente originati dalla lavorazione di legname "nobile" ovvero tondame, tavolame e pannelli di legno ricostruito.

Detti residui possono essere "vergini" e non contenere altre sostanze additive, oppure "contaminati" e presentare percentuali di altri materiali quali colle, vernici, impregnanti, plastiche ecc.

Dette caratteristiche possono coincidere con le caratteristiche richieste dal settore dei produttori di pannelli truciolati ma non corrispondono alle richieste qualitative per la combustione della biomassa presso la Centrale ENEL di Porto Tolle.

Infatti l'ENEL, onde evitare la possibilità di emissioni non prevedibili di sostanze contenute negli additivi degli scarti di legname, ha optato per utilizzo esclusivo di legname "vergine" ovvero "cippato di legno vergine" ai sensi del DPCM 8 marzo 2002, cioè ottenuto esclusivamente da lavorazioni meccaniche, con esclusioni di contaminanti tipo colle, vernici o altro

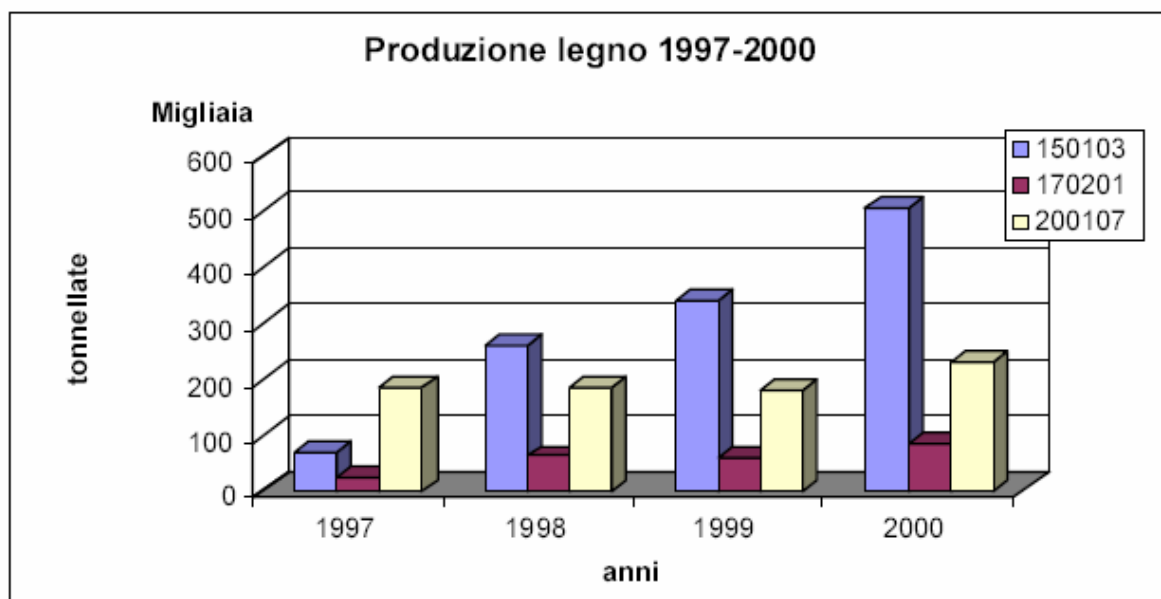
Pertanto gli aspetti qualitativi dei residui del legno ricoprono un ruolo di primaria importanza nella possibilità di essere utilizzati nella combustione.

Per quanto concerne gli *aspetti quantitativi* degli scarti, questi sono soggetti a due variabili principali ovvero l'intercettabilità e la disponibilità degli stessi.

Al fine di fornire un quadro più completo del comparto dei residui del legno vengono di seguito riportati alcuni stralci della Ricerca *"Indagine sul riciclaggio del legno e sui costi di gestione"* svolta dall'ISSI – Istituto Sviluppo Sostenibile Italia per conto del Consorzio Nazionale Rilegno (Consorzio Nazionale per la raccolta, il recupero e il riciclaggio degli imballaggi del legno) e coordinata da Edo Ronchi.

Nell'indagine sopra citata non è stata affrontata la questione del recupero dei rifiuti di legno (come serramenti, porte, finestre, mobili, staccionate ecc) trattati con preservanti chimici tali da farli ricadere nella classificazione di rifiuti pericolosi, ma esclusivamente tre tipologie di rifiuti di legno contrassegnate dai codici 150103 (imballaggi in legno), 170201 (legno da rifiuti di costruzione e demolizione) e 200107 (legno da rifiuti urbani e assimilabili da commercio, industria ed istituzioni inclusi i rifiuti da raccolta differenziata) che rappresentano la tipologia di legname *"vergine"*.

In base all'Indagine svolta, emerge che le quantità di rifiuti "vergini" intercettabili sul territorio sono in continuo incremento, come evidenziato dal grafico seguente:



Fonte: *"Indagine sul riciclaggio del legno e sui costi di gestione"*, ISSI – Istituto Sviluppo Sostenibile Italia per conto del Consorzio Nazionale Rilegno

I codici esposti sono riferiti alle seguenti tipologie di residui:

- 150103 (imballaggi in legno);
- 170201 (legno da rifiuti di costruzione e demolizione);
- 200107 (legno da rifiuti urbani e assimilabili da commercio, industria ed istituzioni inclusi i rifiuti da raccolta differenziata).



Le stime, svolte in base ai dati MUD per il periodo 1998-2000 e relative alle tre regioni interessate al bacino d'approvvigionamento della Centrale di Porto Tolle, indicano una produzione dei residui legnosi come di seguito esposto:

Produzione di rifiuti di legno "vergine", su base regionale, per l'anno 2000, espressa in tonnellate

Regione	Imballaggi di legno	Legno da rifiuti di costruzione e demolizione.	Legno da RU e assimilabili da commercio	TOTALE
Lombardia	263.776	27.404	90.449	381.629
Veneto	41.215	10.217	11.667	63.099
Emilia – Romagna	56.694	4.660	39.256	100.610
Totale	361.685	42.281	141.372	545.338

I dati sopra esposti indicano una produzione considerevole di residui legnosi "vergini" e, come descritto nell'Indagine, sicuramente sottostimata per quanto concerne la voce "legno da rifiuti di costruzione e demolizione". Tuttavia la produzione e la raccolta, ovvero l'intercettazione degli scarti, non rappresentano ancora motivo sufficiente al fine di definire tale massa legnosa disponibile ad un uso energetico come si evince dal sito stesso della Rilegno (www.rilegno.it), committente dell'Indagine in oggetto. Infatti come descritto nel sito del Consorzio, i rifiuti conferiti alle piattaforme di raccolta vengono in seguito avviati a vari passaggi di pulizia, ottenendo quale prodotto finito il "nuovo" legno da avviare alle industrie del riciclo. Il legno pulito viene in seguito sottoposto a triturazione e utilizzato nelle lavorazioni, come pannello truciolare per l'industria del mobile, oppure come pasta di legno nell'industria cartaria, oppure nel compostaggio e ancora nei blocchi di legno-cemento per l'edilizia. Inoltre è necessario evidenziare che nel territorio compreso nel bacino d'approvvigionamento, le attività di lavorazione e trasformazione del legno già oggi rappresentano una filiera produttiva strettamente connessa. A titolo di esempio si riportano alcuni esempi di filiera nel settore legno e di utilizzo di residui di lavorazione:

Settori di lavorazione	Scarti e residui prodotti	Utilizzi potenziali
Segherie	Ritagli e segatura	Panelli truciolati e MDF Lettiere ad uso zootecnico Produzione di pellets Auto produzione energetica. Pasta di legno per l'industria cartaria
Comparto sedia-mobile	Ritagli e polverino di levigatura	Panelli truciolati e MDF Produzione di pellets Paste abrasive Auto produzione energetica. Pasta di legno per l'industria cartaria



A seguito di quanto sopra esposto è necessario precisare che i residui della lavorazione del legno sono in massima parte rappresentati da essenze di conifere (abete e pino) o da latifoglie nobili (faggio, frassino, rovere e in parte contenuta da pioppo da sfogliato e sega) con una bassa percentuale di umidità relativa ed un'elevata massa volumica apparente. Dette caratteristiche determinano un'elevata attitudine dei residui ad altre lavorazioni e trasformazioni, in sostituzione di legname vergine di buona qualità. Per contro la presenza di elevate percentuali di corteccia e una bassa densità volumica determina una bassa attitudine al riutilizzo.

Pertanto date le caratteristiche dell'utilizzo energetico e al fine di evitare un effetto di competitività sulla risorsa legno, l'ENEL non si pone in termini competitivi per l'uso dei residui ma bensì in termini alternativi di ulteriore valorizzazione della risorsa stessa.

Per l'insieme dei motivi sopraindicati, gli "*Scarti della lavorazione del legno*" possono rappresentare un bacino di approvvigionamento per la Centrale ENEL di Porto Tolle, tuttavia a fronte di una produzione intercettabile di circa 545.000 tonnellate/anno l'aliquota disponibile all'utilizzo energetico è di difficile valutazione.

6. PRODUZIONE DI BIOMASSE LEGNOSE SU SUOLI AGRICOLI

La produzione legnosa su suoli agricoli è un settore in Italia storicamente presente e ampiamente diffuso, basti pensare all'estensione ed alla presenza della pioppicoltura nell'area della pianura veneto - padana.

Nella pioppicoltura tradizionale l'obiettivo principale è la produzione di elevati volumi di massa dendrometrica (m^3/ha) con assortimenti, con diametro in punta, maggiore di 25 cm e finalizzati all'industria dello sfogliato per la produzione di pannelli di compensato, settore nel quale l'Italia vanta una lunga tradizione.

Con lo sviluppo della produzione d'energia termica ed elettrica da fonti rinnovabili (tra le quali l'utilizzo di biomasse), la produzione di biomassa legnosa su suoli agricoli assume nuove possibilità di sviluppo, non più finalizzate alla produzione di massa dendrometrica (m^3/ha) ma di biomassa in termini di sostanza secca (tonnellate/ha anno), in quanto l'interesse si ricolloca nel contenuto energetico della biomassa stessa.

Negli anni settanta ma soprattutto con gli anni ottanta (First Conference on Energy from Biomass, 1980 e successive edizioni) vengono promosse a livello Europeo molteplici ricerche e sperimentazioni sulle modalità produttive della biomassa legnosa a fini energetici.

Le ricerche svolte nell'ambito della Comunità Europea vengono periodicamente presentate nelle conferenze di settore quali: Conference on Energy from Biomass, 1982, Biomass for Energy end



Industry 1987, Biomass for Energy, Industry and Environment 1991, Biomass for Energy, Environment, Agriculture and Industry 1994, Biomass for Energy and the Environment 1996, World Conference on Biomass for Energy and Industry 2000 e altre ancora.

In questo periodo le ricerche sono state volte principalmente alla determinazione delle specie vegetali più produttive in termini di biomassa (t/ha anno) come pioppi (*Populus spp.*), salici (*Salix spp.*) e robinie (*Robinia pseudoacacia*), analizzando contestualmente le caratteristiche operative della nuova filiera produttiva "legno-energia", come coltivazione, raccolta, stoccaggio ecc.

Al termine di oltre un ventennio di ricerche e sperimentazione, i risultati sono molteplici con esempi anche operativi di filiere legno-energia basati sull'utilizzo di colture arboree in pieno campo.

Gli esempi esistenti sono in massima parte basati sull'utilizzo di essenze a rapido accrescimento (pioppo e salice) con elevate densità di impianto (da 2.000 a 20.000 piante/ha) al fine di sfruttare a pieno le potenzialità produttive nei primi anni di impianto. Inoltre l'elevato investimento determina brevi cicli d'utilizzo ed una più agevole possibilità di meccanizzare le operazioni di raccolta anche utilizzando la meccanizzazione agricola già presente presso le Aziende Agricole.

Detti sistemi produttivi sono conosciuti con il termine di "Arboricoltura a breve ciclo d'utilizzo" o con il termine anglosassone più comune di "*Short rotation forestry*" e nella sua abbreviazione di SRF.

La produttività delle SRF nel bacino di approvvigionamento della Centrale di Porto Tolle

Preliminarmente il bacino d'approvvigionamento della Centrale di Porto Tolle è stato identificato nella pianura veneto padana. Ambiente che, per condizioni edafiche, risulta particolarmente vocato per la **produzione di pioppo** (*Populus spp*) e marginalmente per la **produzione di robinia** (*Robinia pseudoacacia*).

In seguito, in base alla bibliografia raccolta, verranno stimate le produzioni di biomassa da pioppo retrainabili da impianti in SRF.

Nei decenni passati le sperimentazioni volte alla determinazione delle produzioni di pioppo da biomassa in SRF sono state svolte utilizzando principalmente i cloni selezionati per la produzione di massa dendrometrica come I214 e il Lux. Tuttavia detti cloni pur presentando ottime caratteristiche per la produzione di legname non corrispondevano all'ideotipo richiesto per la produzione di biomassa da energia.

Con il tempo sono stati selezionati cloni con caratteristiche più aderenti alle nuove richieste della filiera legno-energia, con produzioni di biomassa elevate nei primi anni d'impianto, come ad esempio il clone Sirio, Monviso ed altri cloni ancora in fase sperimentale e definiti con sigle numeriche.



Nella valutazione della produttività sono stati assunti sia i dati relativi ad aree particolarmente vocate (terreni fertili con buona disponibilità idrica) sia i dati per aree con produttività bassa (terreni meno fertili e apporto idrico non ottimale).

Nella seguente tabella sono esposti i dati produttivi relativi a due cloni di pioppo: Sirio e Monviso.

Varietà	Sirio	Monviso
Terreni vocati	1° ciclo produttivo: 18-24 t di ss/ha a 2°-6° ciclo produttivo: 24 t di ss/ha a	1° ciclo produttivo: 18 t di ss/ha a
Terreni meno vocati	1° ciclo produttivo: 12 t di ss/ha a 2°-6° ciclo produttivo: 15 t di ss/ha a	Produttività compresa tra 17 e 22 t di ss/ha a

Bibliografia consultata:

L.Mareschi et.al., Le nuove varietà di pioppo da biomassa garantiscono produttività interessanti, L'Informatore agrario, 18/2005 pag 49-53

G.Facciotto et.al., Come scegliere e coltivare le colture da biomassa, supplemento a L'Informatore agrario, 34/2005 pag 27-30

L.Pari et.al., Il pioppo da biomassa può essere una valida alternativa, L'Informatore agrario, 18/2005 pag 55-58

In base ai dati sopra esposti sono state assunte le seguenti produttività medie per impianti di pioppo (Sirio e Monviso) in SRF:

Cicli produttivi	Produttività media delle nuove varietà di pioppo in SRF
1° ciclo produttivo	18,0 t di ss/ha anno
2°-6° ciclo produttivo	19,5 t di ss/ha anno

Assumendo mediamente un periodo di coltivazione del pioppo in SRF pari a 12 anni suddivisi in 6 cicli biennali, in seguito la capacità di rigenerazione della ceppaia diminuisce, sono state valutate le produzioni medie annuali per l'intero ciclo produttivo come di seguito esposto:

Cicli produttivi	Produzioni medie annua	Produzione a fine ciclo
1° ciclo produttivo (1° e 2° anno)	18,0 t ss/ha anno	36,0 t di ss/ha
2° ciclo produttivo (3° e 4° anno)	19,5 t ss/ha anno	39,0 t di ss/ha
3° ciclo produttivo (5° e 6° anno)	19,5 t ss/ha anno	39,0 t di ss/ha
4° ciclo produttivo (7° e 8° anno)	19,5 t ss/ha anno	39,0 t di ss/ha
5° ciclo produttivo (9° e 10° anno)	19,5 t ss/ha anno	39,0 t di ss/ha
6° ciclo produttivo (11° e 12° anno)	19,5 t ss/ha anno	39,0 t di ss/ha
Totale biomassa prodotta		231 t di ss/ha
Durata ciclo produttivo		12 anni
Produzione media annua		19,25 t di ss/ha anno



In base alle valutazioni sopra esposte la produttività media di un pioppeto in SRF, con l'utilizzo di nuove varietà, è stimata in 19,25 t di ss/ha anno.

Tuttavia detto valore rappresenta la potenzialità di campo e non la biomassa retrainibile in quanto nella fase di raccolta si verificano delle perdite dovute alle operazioni di taglio e raccolta e valutate nel 1,56% della biomassa totale presente in campo (L.Pari et.al., migliora l'efficienza di raccolta del pioppo a ciclo annuale, L'Informatore agrario, 30/2005 pag 54-58).

Pertanto in base alle perdite di raccolta la produzione legnosa retrainibile da un pioppeto in SRF è stimata come di seguito esposto:

Impianto pioppo in SRF	Produzioni medie annua	Produzione media annua retrainibile
Intero ciclo produttivo	19,25 t ss/ha anno	18,95 t di ss/ha anno

Fabbisogno di biomassa legnosa di pioppo presso la Centrale di Porto Tolle

Nel piano di conversione della Centrale di Porto Tolle è previsto il conferimento di 350.000 tonnellate/anno di biomasse legnose con diverso grado di umidità. In base allo studio "*Valutazione degli aspetti agricolo-forestali per la produzione di biomasse da utilizzare in co-combustione nella conversione a carbone della Centrale Enel di Porto Tolle*", a cura del prof. Pividori, si evince che la percentuale di umidità media delle biomasse conferite è stimata in circa 33,33% (% di peso sul tal quale). Infatti il cippato di pioppo dal momento del suo taglio, con umidità media pari a circa il 55% sul tal quale, sino al conferimento alla Centrale subisce un processo di essiccazione che comporta una diminuzione dell'umidità sino al 20% circa, in un periodo, che con alcuni accorgimenti può essere non superiore di 2-3 mesi.

Pertanto il fabbisogno annuo di biomassa legnosa in termini di sostanza secca a bocca di fuoco è pari a 234.000 tonnellate di ss /anno.

Date le caratteristiche della biomassa di pioppo (bassa densità basale ed elevato contenuto di cellulosa) il processo di essiccazione naturale è sempre connesso ad una degradazione parziale della sostanza organica (sostanza secca) ad opera di batteri e funghi presenti sulla superficie del *chips* (scaglia di legno).

Queste perdite sono comprese tra il 10 ed il 15% della biomassa secca totale e cautelativamente assunte in 15% (G.Balsari e G.Riva, Essiccazione del legno sminuzzato da utilizzare a fini energetici, Istituto di Meccanica Agraria di Torino, Biomasse & Energia – www.itis.biella.it).



A fronte di un fabbisogno di biomassa legnosa della Centrale di Porto Tolle pari a 234.000 tonnellate di ss /anno, date le perdite di stoccaggio, la biomassa legnosa oggetto di produzione risulta superiore come di seguito esposto:

Fabbisogno di biomassa presso la Centrale di Porto Tolle	Perdite di sostanza secca nella fase di stoccaggio	Biomassa da produrre
234.000 t ss/ anno	15%	275.000 t di ss/ anno

Il fabbisogno produttivo di biomassa al fine del soddisfacimento delle esigenze della Centrale di Porto Tolle è stimato in circa 275.000 tonnellate di sostanza secca/anno.

Stima della superficie produttiva richiesta per il fabbisogno della Centrale di Porto Tolle

Determinato il fabbisogno produttivo, in termini di biomassa, della Centrale di Porto Tolle, la stima delle superficie richiesta è determinata dalle produzioni medie annue retraibili da impianti di pioppo in SRF come di seguito esposto:

Fabbisogno produttivo di biomassa	Produzione media annua retraibile	Superfici richieste di pioppo in SRF
275.000 t di ss/ anno	18,95 t di ss/ha anno	14.512 ettari

In base alle stime sopra esposte la superficie richiesta per la coltivazione di pioppo in SRF è pari a 14.500 ettari.

Reperibilità delle superfici agricole per impianti di pioppo in SRF

Il territorio della pianura veneto-padana è prevalentemente utilizzato in termini agricoli, tuttavia la reperibilità di 14.500 ettari di terreni agricoli non rappresenta una sfida di facile soluzione.

Il fattore chiave della possibile diffusione degli impianti di pioppo in SRF è determinato dal potenziale Reddito lordo che la coltura è in grado di fornire e dal confronto con il Reddito lordo delle colture agrarie oggetto di sostituzione.



In base ad una prima preliminare consultazione delle fonti bibliografiche emerge che il Reddito lordo delle colture agrarie e della SRF è così valutato:

Coltura di riferimento	Reddito lordo comprensivo di contributo PAC
Mais da granella	724 €/ha anno
Cereali vernini (frumento tenero)	514 €/ha anno
Soia	412 €/ha anno
Barbabietola da zucchero	1337 €/ha anno
Oleaginose da industria (girasole)	12-155 €/ha anno ⁽²⁾
Pioppo in SRF	113-532 €/ha anno ⁽¹⁾

Bibliografia consultata:

Sintesi delle principali relazione della filera girasole –energia elettrica, Università politecnica delle Marche – Regione Marche, Servizio Agricoltura, Forestazione e Pesca, Pubb. 07/06/2006

G.Bezzi, A.Monti, G. Venturi, Colture da energia: tecniche di coltivazione e gestione economica.

L.Pari et.al., Il pioppo da biomassa può essere una valida alternativa, L'Informatore agrario, 18/2005 pag 55-58

Piano di sviluppo rurale 2000-2006, Regione Lombardia, Allegato 1

Nota 1: Il reddito lordo della coltura di pioppo varia in presenza del contributo all'impianto previsto da diverse Regioni (Lombardia, Emilia Romagna e Veneto) e dalle varietà utilizzate, tuttavia in base alle ns. valutazioni raramente può superare i 350 €/ha anno.

Nota 2: Il valore di reddito minore è stato valutato considerando una produzione di 2,4 t/ha nel mentre il reddito maggiore rappresenta un valore massimo per l'Italia settentrionale.

In base ai redditi lordi delle colture risulta che il pioppo in SRF può competere per l'uso del suolo con le colture oleaginose ad uso industriale e nello specifico con il girasole e con la colza.

Pertanto si ritiene che data la bassa redditività delle colture oleaginose (girasole e colza) la propensione degli agricoltori per la sostituzione con coltivazioni di pioppo in SRF può essere elevata.

*Stima del reddito lordo del pioppo in SRF e confronto con il girasole*Stima del reddito lordo del pioppo in SRF

Al fine della stima del Reddito lordo del pioppo in SRF sono stati da prima valutati i costi colturali come di seguito esposto:

Conto colturale del pioppo in SRF	Valori	U.m.
Impianto e 1°anno		
Aratura	68,00	€/ha
Erpicoltura	80,00	€/ha
Acquisto talee	1.500,00	€/ha
Messa a dimora	400,00	€/ha
Concimazione	45,00	€/ha
Diserbante	110,00	€/ha
Fresatura	80,00	€/ha
3 erpicature	120,00	€/ha
Eventuale insetticida	80,00	€/ha
Totale costi colturali e impianto 1°anno	2.483,00	€/ha
2°anno		
3 erpicature	120,00	€/ha
Costi colturali 2°anno	120,00	€/ha
Raccolta		
Produzione media annua	18	t ss/ha anno
Ciclo colturale (2 anni)	2	anni
Produzione totale	36	t ss/ha
Perdite di raccolta	1,56%	
Biomassa retraibile	35,4	t ss/ha
% umidità relativa	55%	
Biomassa fresca tq	78,7	t fresco/ha
Taglio e cippatura	379,58	€/ha
Caricamento su autotreno	118,13	€/ha
Raccolta	498,00	€/ha
Totale costi colturali e raccolta 2°anno	618,00	€/ha



	Valori	U.m.
CICLI COLTURALI SUCCESSIVI suddivisi in bienni		
1° anno di bienni successivi		
Diseccante localizzato	50,00	€/ha
Concimazione	45,00	€/ha
3 erpicature	120,00	€/ha
Eventuale insetticida	40,00	€/ha
Costi colturali 1°anno	255,00	€/ha
2° anno di bienni successivi		
Costi colturali 2°anno	0,00	€/ha
Raccolta		
Produzione media annua	19,5	t ss/ha anno
Ciclo colturale (2 anni)	2	anni
Produzione totale	39	t ss/ha
Perdite di raccolta	1,56%	
Biomassa retraibile	38,4	t ss/ha
% umidità relativa	55%	
Biomassa fresca tq	85,3	t fresco/ha
Taglio e cippatura	411,22	€/ha
Caricamento su autotreno	127,97	€/ha
Raccolta	540,00	€/ha
Costi colturali e raccolta 2°anno di bienni successivi	540,00	€/ha

Bibliografia consultata:

G.Bezzi, A.Monti, G. Venturi, Colture da energia: tecniche di coltivazione e gestione economica.

L.Pari et.al., Il pioppo da biomassa può essere una valida alternativa, L'Informatore agrario, 18/2005 pag 55-58

Atti del convegno "L'energia alternativa può arrivare dall'agricoltura", Comune di Correggio (RE).

In base ai conti colturali del pioppo in SRF verranno di seguito stimati i Redditi lordi della coltura assumendo un contributo regionale all'impianto pari al 100% per un importo massimo di 2.500 €/ha come già previsto nei Piani di Sviluppo Rurale 2000-2006 delle Regioni Lombardia e del Veneto.

Nella Regione Veneto detti contributi sono stati riconfermati dalla *Delibera della Giunta Regionale del Veneto (del 2 maggio 2006)*, per le Regioni Emilia-Romagna e Lombardia è auspicabile che i nuovi Piani di Sviluppo Rurale 2007-2013 prevedano forme di sostegno all'impianto di colture da energia. Nel prosieguo sono riportate alcune stralci delle bozze dei Piani di Sviluppo.



Regione Emilia Romagna

"QUADRO STRATEGICO REGIONALE PER LE POLITICHE DI SVILUPPO RURALE 2007-2013 E PRIME INDICAZIONI PROGRAMMATICHE" – aggiornamento del 18 aprile 2006

1.1. Incentivazione nazionale alla produzione di biomasse

"Lo sfruttamento delle fonti rinnovabili potrebbe subire una accelerazione con la nuova normativa nazionale (D.lgs. n. 128/2005), che prevede un'immissione minima di biocarburanti sul mercato del 2,5% e con la recentissima novità contenuta nel maxi-emendamento alla Legge finanziaria per l'anno 2006, che consentirà alle imprese agricole individuali e alle società semplici di non dichiarare alcun reddito aggiuntivo per la produzione di energia elettrica da biomasse, considerandola, di fatto, attività connessa alla coltivazione del fondo"

1.2. Incentivazione regionale alla produzione di biomasse

"In relazione al tema del cambiamento climatico, si confermano gli interventi attualmente previsti per l'Asse 2 e se ne propongono nuovi specifici per la produzione di biomasse a fini energetici".

Regione Veneto

La Regione Veneto nella bozza del nuovo Piano di Sviluppo Rurale 2007- 2013 prevede nell'Azione 1.3.2. "Sviluppo di nuovi sbocchi per prodotti agricoli e silvicoli" il seguente "A queste iniziative vanno affiancati anche progetti di filiera per l'utilizzo delle colture a scopi non alimentari (energie, biocarburanti, biogas, etc.) e di biomasse a scopo energetico provenienti dalla gestione e cura delle superfici forestali esistenti, e gli investimenti nelle aziende agricole per produzioni ad altri fini non alimentari."

Inoltre con la Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto numero 1200 del 2 maggio 2006 è stato approvato il terzo bando di apertura dei contributi previsti per la Legge 14/2003, che prevede incentivi per la realizzazione di impianti di coltivazioni legnose a scopi energetici ed industriali. Complessivamente la Regione Veneto ha reso disponibile un importo di 1.500.000 euro, il quale potrebbe favorire la realizzazione di circa 500 ettari di nuovi impianti. I contributi vengono concessi in regime di "de minimis" e coprono il 100% delle spese fino ad un massimo di 2.500 euro per ettaro. La scadenza delle domande è fissata per il 19 settembre 2005.

Regione Lombardia

Per quanto riguarda la regione Lombardia attualmente non sussistono ovvero non sono state reperite fonti che confermano gli incentivi già previsti nel PSR 2000-2006, tuttavia in alcuni convegni svolti ed organizzati dalla Direzione agricoltura della Regione Lombardia sono state avanzate ipotesi di conferma del sostegno a nuovi impianti anche per il PSR 2007-2013.



Nel prosieguo si riporta la stima del reddito lordo medio annuo della coltura del pioppo con contributo regionale all'impianto.

STIMA DEL REDDITO MEDIO ANNUO DELLA COLTURA DEL PIOPPO IN SRF CON CONTRIBUTO REGIONALE ALL'IMPIANTO

Si assumono le seguenti condizioni

Costo impianto	2.483,00	€/ha
Contributo alle spese di impianto	100%	
Costo effettivo impianto	0,00	€/ha
Ripristino della superficie al termine della coltura 12°anno	500	€/ha
Determinazione del valore del cippato di pioppo bordo strada		
Valore assunto della biomassa	52	€/t ss
Stima del costo di trasporto (80 km) ⁽¹⁾	16	€/t ss
Valore del cippato di pioppo bordo strada	36	€/t ss
Saggio di interesse	5%	

Nota 1: Il costo del trasporto €/t ss è stato determinato assumendo una distanza di 80 km, andata e ritorno (160 Km) ed un costo di 1,2 €/km pari ad un costo complessivo di 192 €. Detto costo è stato suddiviso sulla biomassa secca, assumendo una capacità di carico di 100 m³ con densità apparente del cippato di 120 kg/m³ e pari ad un carico di 12 t ss.

Determinazione del reddito lordo medio annuo

Anni del ciclo colturale	Costi colturali	Costi attualizzati al 12°anno €/ha	Biomassa retraibile t/ss ha	Ricavi	Ricavi attualizzati al 12°anno €/ha
1° anno	0	0,00			
2° anno	618	1.006,66	35,4	1.274,4	2.075,9
3° anno	255	395,59			
4° anno	540	797,83	38,4	1.382,4	2.042,4
5° anno	255	358,81			
6° anno	540	723,65	38,4	1.382,4	1.852,5
7° anno	255	325,45			
8° anno	540	656,37	38,4	1.382,4	1.680,3
9° anno	255	295,19			
10°anno	540	595,35	38,4	1.382,4	1.524,1
11°anno	255	267,75			
12°anno	1.040	1.040,00	38,4	1.382,4	1.382,4
Totale		6.462,65	227,40		10.557,66

Tabella riassuntiva del reddito medio annuo

Reddito lordo (Ricavi - Costi)	4.095,00	€/ha
Durata dell'impianto	12	anni
Reddito lordo annuo	341,25	€/ha anno
Contributi PAC	0,00	€/ha anno
Totale reddito lordo	341,25	€/ha anno

Bibliografia consultata:

Atti del convegno "L'energia alternativa può arrivare dall'agricoltura", Comune di Correggio (RE).



G.Porciani, Stima e gestione dei beni rustici ed urbani, Edagricole

In base alle nostre stime il reddito lordo medio annuo della coltura del pioppo in SRF, con contributo regionale all'impianto, è pari a 340 €/ha anno e corrispondente a circa 18€/t di ss.

Detto valore si colloca come media tra i valori 113 e 532 €/ha riportati nella bibliografia consultata.

Nelle seguenti tabelle sono esposte a titolo informativo le stime del reddito lordo medio annuo in assenza del contributo regionale all'impianto ed in presenza del contributo PAC per colture energetiche.

**STIMA DEL REDDITO ANNUO DELLA COLTURA DEL PIOPPO IN SRF
IN ASSENZA DI CONTRIBUTO REGIONALE ALL'IMPIANTO**

Si assumono le seguenti condizioni

Costo impianto	2.483,00	€/ha
Contributo alle spese di impianto	0%	
Costo effettivo impianto	2.483,00	€/ha
Ripristino della superficie al termine della coltura 12°anno	500	€/ha
Determinazione del valore del cippato di pioppo bordo strada		
Valore assunto della biomassa	52	€/t ss
Stima del costo di trasporto (80 km) ⁽¹⁾	16	€/t ss
Valore del cippato di pioppo bordo strada	36	€/t ss
Saggio di interesse	5%	

Nota 1: Il costo del trasporto €/t ss è stato determinato assumendo una distanza di 80 km, andata e ritorno (160 Km) ed un costo di 1,2 €/km pari ad un costo complessivo di 192 €. Detto costo è stato suddiviso sulla biomassa secca, assumendo una capacità di carico di 100 m³ con densità apparente del cippato di 120 kg/m³ e pari ad un carico di 12 t ss.

Determinazione del reddito medio annuo in assenza di contributo regionale all'impianto

Anni del ciclo colturale	Costi colturali	Costi attualizzati al 12°anno €/ha	Biomassa retraibile t/ss ha	Ricavi	Ricavi attualizzati al 12°anno €/ha
1° anno	2.483	4.246,77			
2° anno	618	1.006,66	35,4	1.274,4	2.075,9
3° anno	255	395,59			
4° anno	540	797,83	38,4	1.382,4	2.042,4
5° anno	255	358,81			
6° anno	540	723,65	38,4	1.382,4	1.852,5
7° anno	255	325,45			
8° anno	540	656,37	38,4	1.382,4	1.680,3
9° anno	255	295,19			
10°anno	540	595,35	38,4	1.382,4	1.524,1
11°anno	255	267,75			
12°anno	1.040	1.040,00	38,4	1.382,4	1.382,4
Totale		10.709,43	227,40		10.557,66

Tabella riassuntiva del reddito medio annuo in assenza del contributo regionale all'impianto

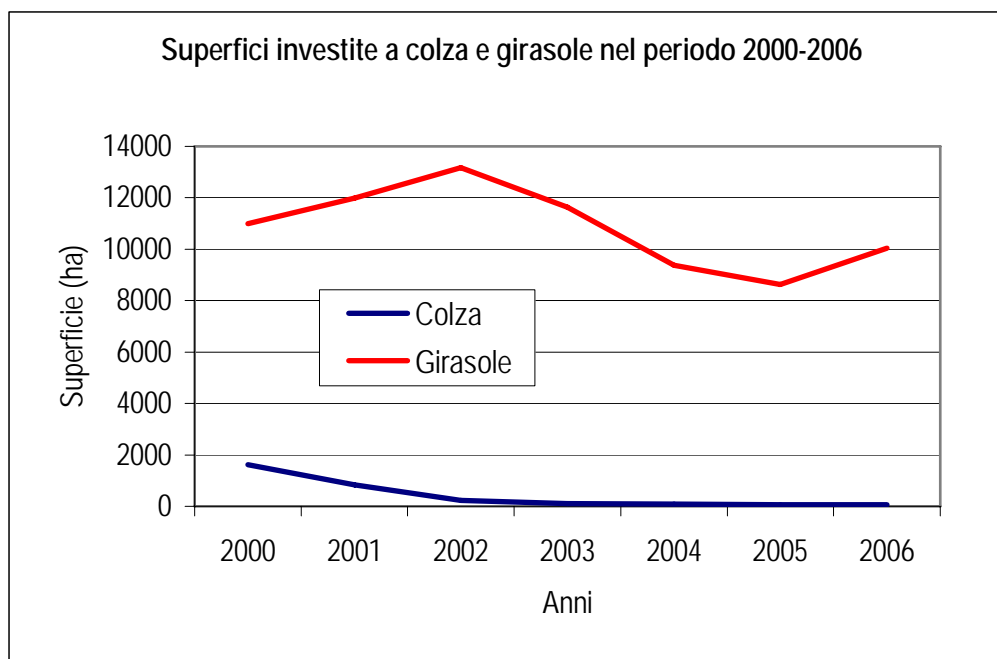
Reddito lordo (Ricavi - Costi)	-151,77	€/ha
Durata dell'impianto	12	anni
Reddito lordo annuo	-12,65	€/ha anno
Contributi PAC	45,00	€/ha anno
Totale reddito lordo	32,35	€/ha anno

Come si evince dalla stima sopra esposta la coltura del pioppo in SRF in assenza di contributo all'impianto non risulta in nessun modo competitiva con le colture agrarie tradizionali.

Stima del reddito lordo della coltura del girasole

Le colture oleaginose ad uso industriale sono rappresentate dal girasole, dal colza e dalla soia, tuttavia la soia oltre al contenuto oleico è prodotta anche per l'elevato contenuto proteico, pertanto al fine di confrontare i redditi della coltura del pioppo verranno stimati i redditi lordi della coltura del girasole.

La scelta di ignorare la coltura del colza è determinata dalla progressiva diminuzione delle superfici investite con tale coltura nelle regioni dell'Italia settentrionale nel periodo 2000-2006 come riportato nel seguente grafico:



Ns. elaborazione in base a dati ISTAT 2000-2006 per le province di Rovigo, Padova, Verona, Ferrara, Ravenna, Bologna, Modena, Reggio Emilia, Mantova, Cremona e Lodi.



Come si evince dal grafico le superfici investite a colza sono in progressiva diminuzione come lo sono nel complesso anche le superfici investite ad oleaginose ad uso industriale. Tuttavia si osserva una tendenza positiva ovvero un incremento delle superfici investite a girasole. Ciò è dovuto anche alle maggiori rese che il girasole è in grado di fornire negli ambienti citati ovvero una produzione media di 31,55 q.li/ha di seme nel periodo 2000-2005, contro una produzione di seme di colza, nello stesso periodo di 23,38 q.li/ha (nella determinazione della produzione media sono state considerate le produzioni medie del 2000, 2001, 2002, 2004 e 2005 e ignorate le produzioni del 2003, anno in cui a causa della forte siccità primaverile dette colture sono state fortemente penalizzate).

Nel prosieguo vengono riportati i conti colturali del girasole negli ambienti dell'Italia settentrionale.

Conto colturale del Girasole	Valori	U.m.
Operazioni colturali	280,07	€/ha
Aratura	65	€/ha
Concimazione		€/ha
Erpicatura	40	€/ha
Concimazione	30	€/ha
Semina	25	€/ha
Concimazione urea	30	€/ha
Raccolta	90	€/ha
Materie prime	185	€/ha
Diserbanti	30	€/ha
Concimi		€/ha
<i>Complesso 18- 46 (132 kg)</i>	35	€/ha
<i>Urea (105 kg/390kg)</i>	30	€/ha
Sementi	90	€/ha
Totale costi colturali	465	€/ha
Produzione seme	31,55	q.li/ha
Prezzo	18	€/q.le
RICAVI	567,9	€/ha
Margine lordo senza contributi	102,83	€/ha
Contributo PAC	45	€/ha
Margine lordo con contributi	147,83	€/ha

Bibliografia consultata:

Sintesi delle principali relazione della filera girasole –energia elettrica, Università politecnica delle Marche – Regione Marche, Servizio Agricoltura, Forestazione e Pesca, Pubb. 07/06/2006

Piano di sviluppo rurale 2000-2006, Regione Lombardia, Allegato 1

Dati congiunturali dell'agricoltura ISTAT 2000-2006

In base alle nostre stime il reddito medio annuo della coltura del girasole è pari a circa 148 €/ha anno.



Detto valore si colloca nella parte superiore dei valori riportati dalla bibliografia e compresi tra 12 e 155 €/ha tuttavia la sovrastima del reddito della coltura del girasole rappresenta un aspetto cautelativo nella valutazione della propensione delle Aziende Agricole alla scelta di colture innovative quali il pioppo da energia.

Confronto dei redditi lordi della coltura del girasole e del pioppo in SRF

In base alle stime e valutazioni sopra esposte verranno effettuati i confronti tra i redditi della coltura del pioppo in SRF con contributo regionale all'impianto e la coltura del girasole, il confronto è il seguente:

Coltura	Reddito lordo annuo
Pioppo in SRF	340 €/ha anno
Girasole	148 €/ha anno

Dal confronto si evince la maggiore redditività della coltura del pioppo in SRF, con contributo regionale all'impianto, rispetto alla coltura del girasole con contributo PAC.

Pertanto si ritiene che a fronte di una politica di sostegno rivolta alle colture da energia (pioppo da biomassa) la propensione delle Aziende Agricole alla conversione produttiva possa essere elevata.

Alternative produttive al pioppo in SRF : il salice, la robinia e le colture erbacee

Nella descrizione sopra esposta è stato considerato esclusivamente il pioppo (*Populus spp.*) quale essenza da utilizzare nei piantamenti in SRF. Ciò è dovuto all'elevata disponibilità di conoscenze, informazioni ed esperienze presenti sul territorio nazionale e relative all'utilizzo del pioppo.

Tale ricchezza è determinata sia da motivi storici che da motivi tecnici e di seguito brevemente esposti.

Motivazioni storiche: La coltivazione del pioppo in Italia vanta una lunga tradizione, con la presenza di Centri di Ricerca specializzati nel settore, aziende vivaistiche ed una diffusa conoscenza della specie sia presso le Aziende che presso gli utilizzatori. Pertanto è comprensibile che la filiera legno-energia abbia preso a riferimento quale specie a rapido accrescimento principalmente il pioppo e non altre essenze, come il salice (*Salix spp.*), la robinia (*Robinia pseudoacacia*) o l'olmo (*Ulmus minor* – olmo campestre e *Ulmus pumila* – olmo siberiano) che pur presentano buone produzioni in campo non sono oggetto di un elevato livello di conoscenze al fine dell'utilizzo industriale.

L'elevato livello di conoscenza nel settore ha permesso inoltre la selezione di cloni di pioppo (come Sirio e Monviso) con elevate attitudini produttive, attività di selezione ancora carente nelle altre specie. Infatti i nuovi cloni di pioppo presentano elevate produzioni anche nella fase giovanile dell'impianto, migliorando così la redditività della coltura.



Motivazioni tecniche: Il territorio della pianura padana è particolarmente vocato per la produzione pioppicola, basti pensare alla diffusione del pioppo in coltivazione tradizionale. Tuttavia un'ulteriore incentivo alla sua diffusione è la possibilità di adattare la meccanizzazione agricola esistente (falciatrice caricatrici da mais) per la raccolta della biomassa in impianti a breve ciclo di utilizzo (SRF).

Infatti data la bassa densità basale i fusti di pioppo possono essere facilmente tagliati e trinciati con le macchine attualmente esistenti, senza che ciò comporti sostanziali modifiche. Pertanto a fronte di una possibile diffusione del pioppo in SRF il sistema agricolo (e principalmente la meccanizzazione esistente) si presenta già attualmente preparato al suo recepimento.

Pertanto nella valutazione delle possibili scelte colturali della filiera legno-energia il pioppo presenta il maggior numero di aspetti favorevoli e di seguito sintetizzati:

- Elevato grado di conoscenza diffusa sul territorio;
- Presenza di varietà e cloni altamente produttivi;
- Meccanizzazione esistente per le varie fasi produttive (impianto e raccolta);
- Propensione delle Az. Agricole alla conversione produttiva in SRF con pioppo.

In base a quanto esposto è stata effettuata la scelta di utilizzare il pioppo in SRF.

Il salice quale alternativa al pioppo in SRF

Il salice (*Salix spp.*) a parità del pioppo presenta una vasta diffusione in tutto il territorio nazionale con un ampio utilizzo nelle siepi campestri. Le esigenze edafiche della specie sono analoghe a quelle del pioppo, pertanto le due specie si presentano in concorrenza diretta per l'utilizzo del suolo. Tuttavia in base alle esperienze riportate, le produttività medie dei vari cloni di salice (produttività media al 2° anno compresa tra 10 e 19 tss/ha anno) non eguagliano ancora le produttività dei cloni di pioppo (produttività media al 2° anno compresa tra 17 e 22 tss/ha anno).

Dalle esperienze svolte nei Paesi del Nord Europa, dove il salice è ampiamente diffuso e utilizzato, si ritiene che anche il sistema di raccolta ovvero la meccanizzazione può essere analoga a quella utilizzata per il pioppo.

Pertanto il salice sicuramente può rappresentare una possibile alternativa al pioppo, soprattutto in presenza di cloni con produttività maggiore, tuttavia è necessario attendere che si compia una fase di sperimentazioni, di selezione e di diffusione delle conoscenze della specie.

Robinia quale alternativa al pioppo in SRF

La robinia (*Robinia pseudoacacia*) a parità del pioppo presenta una vasta diffusione in tutto il territorio nazionale ed è ampiamente utilizzata quale materiale da paleria, soprattutto per tutori in viticoltura, e legna da ardere.

Le caratteristiche della robinia sono l'elevata frugalità, la capacità di azoto fissazione, l'elevata adattabilità a suoli con bassa fertilità e caratterizzati da siccità estiva. Pertanto la robinia non si pone in concorrenza produttiva con il pioppo ma bensì quale possibile alternativa per i terreni meno vocati, dove consente di ottenere buone produzioni e pari a circa 15 t di ss/ha anno.

Gli aspetti negativi della robinia ed al contempo il pregio sono l'elevata densità basale (710 kg ss/m³) Detta caratteristica consente di ottenere un cippato con un'elevata densità apparente e stimata in circa 250 kg di ss/m³ e pertanto di ridurre i costi di trasporto (stima costo di trasporto della robinia su percorrenza di 80 km pari a circa 10€/t ss a fronte di un costo del cippato di pioppo pari a 16 €/t ss sulla stessa distanza) ovvero di ampliare il raggio di approvvigionamento. Al contempo l'elevata densità basale e tenacia del legno determina l'impossibilità d'utilizzo della meccanizzazione agricola esistente, con l'esigenza di una meccanizzazione dedicata ed in fase ancora dimostrativa.

Pertanto la robinia potrebbe rappresentare potenzialmente un'alternativa produttiva per le aree meno vocate, ma sicuramente in conseguenza dell'affermarsi della filiera legno-energia ad opera di altre specie legnose quale il pioppo, in sintesi rappresenta una coltura al traino del pioppo.

Colture erbacee quale alternativa al pioppo in SRF

È da tempo che le colture erbacee poliennali rappresentano un settore di intensa sperimentazione nel nell'ambito dell'UE, per la messa a punto di filiere biomassa-energia basate sulla produzione ligno-cellulosica da erbacee. Le colture di maggiore interesse sono rappresentate dal Miscanto (*Miscanthus sinensis*), dalla Canna comune (*Arundo donax*) e dal Panico (*Panicum virgatum*).

Le colture erbacee, rispetto a quelle arboree, presentano alcuni aspetti agronomici favorevoli come di seguito esposti:

- Possibilità di raccolta annuale della biomassa;
- Elevate produzioni unitarie (20-30 t di ss/ha anno);
- Disponibilità di mezzi meccanici per la raccolta, impianto e coltivazione;
- Buona densità apparente del trinciato (nel caso della Canna comune pari a circa 150 kg ss/m³);
- Nello specifico per la canna comune (*Arundo donax*): diffusa spontaneamente sull'intero territorio italiano.



Tuttavia a fronte degli aspetti agronomici positivi, gli aspetti qualitativi delle biomasse erbacee presentano alcune deficienze e relative principalmente alla composizione chimica della biomassa. Infatti le biomasse erbacee (specie appartenenti alla categoria delle monocotiledoni) presentano elevati contenuti di silice (Si), potassio (K) e sodio (Na) ed in misura maggiore rispetto alle dicotiledoni (specie arboree come pioppo, salice, robinia ecc).

Questa caratteristica determina nella fase di combustione della biomassa un punto di fusione delle ceneri inferiore rispetto a quello della biomassa dicotiledone ovvero del legname.

Pertanto le biomasse erbacee richiedono sistemi di combustione particolari e dedicati con difficoltà di un loro inserimento in un sistema di co-combustione a carbone come quello previsto per la Centrale di Porto Tolle.

Per i suddetti motivi nella valutazione delle possibili alternative produttive al pioppo in SRF le biomasse erbacee non sono state considerate.

Rischi fitopatologici e alternative produttive al pioppo in SRF

In base alla disamina sopra esposta le **alternative produttive al pioppo in SRF** sono rappresentate da **salice** e potenzialmente, con qualche riserva, dalla **robinia**.

Tuttavia a latere degli aspetti produttivi è necessario quanto meno menzionare l'aspetto fitopatologico ovvero la potenziale possibilità di diffondersi di fitopatie legate al pioppo in monocoltura come SRF.

Infatti i cloni di pioppo per i quali è accertata un'elevata produttività (Sirio e Monviso), sono presenti sul mercato da pochi anni e iscritti al RNCF in via provvisoria solo per la produzione di biomassa (basti pensare che il clone I214 è presente sul mercato da almeno 60 anni). Ciò non determina necessariamente una loro maggiore sensibilità a parassiti, ma tuttavia non esclude a priori la possibilità di diffusione in futuro di fitopatie specifiche legate ad esempio ad uno dei cloni utilizzati.

Pertanto è consigliabile una diversificazione delle varietà e dei cloni da utilizzare in SRF, ipotizzando inizialmente l'utilizzo dei cloni più indicati in bibliografia (Sirio e Monviso) non escludendo ovviamente la possibilità di utilizzo successivamente di altri cloni (83.148.041 iscritto al RNCF in via provvisoria nel 2006 e AF 2 iscritto al RNCF in via provvisoria) o altre specie come il salice e la robinia

Bibliografia consultata:

R.Spinelli, Robinia, specie a crescita rapida per terreni marginali, L'informatore agrario 18/2006, pag.48-51

I NUOVI CLONI DI PIOPPO, Agricoltura giugno 2006, a cura di G. Facciotto et.al., Consiglio per la Ricerca e Sperimentazione in Agricoltura (CRA), Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura di Casale Monferrato (AL)



G.Facciotto et.al., Come scegliere e coltivare le colture da biomassa, supplemento a L'Informatore agrario, 34/2005 pag 27-30

C. Myrsini et.al., Screening of Arundo donax population in South Europe, 1st World Conference and Exhibition for Energy and Industry, Sevilla, Spain 5-9 June 2000,

M. Vecchiet et.al., Experiments in the production of giant reed (Arundo donax L.) biomass. 9th European Bioenergy Conference, Copenhagen, Denmark 24-27 June 1996, vol. 1, pag 70-77

M. Vecchiet, Three years report on the productivity of different giant reed (Arundo donax L.) provenances. Sustainable Agriculture for Food, Energy and Industry – Strategies, Towards, Achievement. Proceedings of the Int. Conf. held in Braunschweig, Germany June 1997, vol. 2, pag.978-981

7. STIMA DELLE SUPERFICI POTENZIALMENTE DISPONIBILI A FINI ENERGETICI

Nella stima delle superfici potenzialmente disponibili a fini energetici sono state prese in esame le superfici (su base comunale) corrispondenti alle seguenti voci del questionario proposto in occasione dell'ultimo censimento ISTAT dell'agricoltura (ottobre 2000) (fonte: www.istat.it):

- "Terreni a riposo – Non soggetti a regime di aiuto" (voce 8.12 – a)
- "Piante industriali – Piante da semi oleose (girasole e colza) (voce 8.6 – f)
- "Pioppeti" (voce 13.1)

Le prime due voci sono state considerate potenzialmente disponibili per la coltivazione del pioppo in SRF. Infatti in base ai confronti dei redditi lordi ottenuti da colture tradizionali (oleaginose: girasole) e colture da energia (pioppo in SRF) è stata assunta una potenziale diffusione del pioppo in SRF in sostituzione delle oleaginose (girasole), nel territorio della pianura veneto-padana, pari al 100%. Inoltre le superfici a riposo in assenza di regimi di aiuti comunitari, sebbene risultano contenute, risultano prive di reddito e pertanto potenzialmente disponibili a conversione produttiva.

I pioppeti sono stati presi in esame al fine della raccolta dei residui di utilizzazione.

Il bacino di approvvigionamento è stato determinato mediante la sovrapposizione dei bacini di trasporto su gomma sino ai punti di imbarco per il successivo conferimento alla Centrale tramite idrovia.

In base al Censimento ISTAT sull'agricoltura del 2000 sono state determinate le superfici potenzialmente disponibili su base comunale nelle seguenti province:

Le province coinvolte nelle valutazioni preliminari sono le seguenti:

- Nella Regione Veneto le province di Rovigo, Venezia, Padova e Verona;



- Nella Regione Emilia Romagna le province di Ferrara, Ravenna, Forlì, Bologna, Modena, Reggio Emilia, Parma e Piacenza;
- Nella Regione Lombardia le province di Mantova, Cremona, Brescia e Lodi.

Per la determinazione dei diversi comuni coinvolti sono stati presi in esame i porti fluviali destinati ad attività di tipo commerciale ed è stata presa in esame la viabilità principale di collegamento¹ (autostrade, strade statali e strade provinciali). I comuni sono stati selezionati in funzione della distanza dal porto fluviale più vicino (massimo 30 km) o dalla centrale² (massimo 80 km). La selezione dei comuni ha tenuto conto della viabilità principale e della posizione dei porti: si sono scelti i comuni serviti da strade statali e provinciali e nella definizione dei bacini si è scelta come direzione prevalente quella meglio servita anche in funzione della localizzazione del porto (destra o sinistra orografica del Po oppure posizione su un altro sistema di canali).

Altra variabile di cui si è tenuto in considerazione è la biomassa potenzialmente derivabile, per evitare di selezionare realtà poco utili allo scopo. Dalla selezione sono state escluse le grandi realtà urbane poste ai limiti delle zone considerate (ad esempio Verona, Venezia, ecc.) poiché già sufficientemente congestionate.

In questo modo sono stati definiti i seguenti bacini d'approvvigionamento:

1. bacino costiero prossimo alla centrale: questo bacino serve la centrale (trasporto previsto solo su gomma) ed è stata considerata una fascia costiera con direzione prevalente Nord-Sud (tra Chioggia e Forlì). In particolare questa fascia si espande verso Sud, vista la maggiore disponibilità di superfici nei comuni dell'Emilia-Romagna. Questo bacino è servito dal sistema viario costituito principalmente dalla s.s. 309, la Romea (tratto Chioggia-Ravenna), dalla s.s. 16 (tratto Ferrara-Ravenna), dalla superstrada Ferrara-Porto Garibaldi, dalla s.p. 496 (tratto Portomaggiore-Codigoro).
2. bacino Rovigo: questo bacino serve il porto fluviale di Rovigo, posto sul sistema di canali Fissero, Tartaro, CanalBianco, Po di Levante., in prossimità del nuovo interporto di Rovigo. Questo bacino si sviluppa rispetto a Rovigo in direzione Nord-Ovest, tra Padova, Adria e Lendinara. È servito dal sistema viario costituito principalmente dall'autostrada A13 (Padova-Bologna), dalla s.s. n.16 (tratto Monselice – Polesella) e dalla s.p. 443 (tratto Badia Polesine – Adria).

¹ Per quest'analisi è stata georiferita una carta della viabilità stradale, in modo da poter esaminare puntualmente la tessitura della viabilità attualmente presente in prossimità dei porti fluviali considerati (Rovigo, Pontelagoscuro, Mantova, Borreto, Cremona).

² Per la centrale si è scelta una distanza maggiore (80 km) perché l'impatto che ne deriva è comunque paragonabile a quello della massima distanza (280 km) del trasporto lungo il tragitto fluviale. Inoltre le aree considerate sono servite da una rete stradale abbastanza efficiente ed è logico pensare che per ambiti prossimi alla centrale il trasporto su gomma possa raggiungere anche queste distanze.

3. bacino Pontelagoscuro: questo bacino serve il porto fluviale di Pontelagoscuro, posto sulla destra orografica del fiume Po. Rispetto al porto fluviale, questo bacino si sviluppa in direzione Sud-Ovest e comprende quasi unicamente comuni posti in regione Emilia-Romagna, tra Mirandola, Copparo e Castel Maggiore. È servito dal sistema viario costituito dall'autostrada A13 (Padova–Bologna), dalla s.s. 64 (tratto Bologna–Ferrara), dalla s.s. n.16 (tratto Ferrara–Portomaggiore), dalla s.p. 496 (tratto Pilastrì–Ferrara), dalla s.p. n. 468 (tratto Finale Emilia–Ferrara) e dalla s.p. 255 (tratto Cento – Ferrara).
4. bacino Mantova: questo bacino serve il porto fluviale di Mantova, posto a Est della città di Mantova sul sistema di canali Fissero, Tartaro, CanalBianco, Po di Levante. Questo bacino si sviluppa in particolare tra Mantova, Verona e Legnago. È servito dal sistema viario costituito dall'autostrada A22 (Verona – Modena), dalla s.s.10 (tratto Legnago – Mantova), dalla s.s. 12 (tratto Verona-Ostiglia) e dalla s.p. n. 482 (tratto Mantova-Ostiglia-Castelmassa).
5. bacino Borreto: questo bacino serve il porto fluviale di Borreto, posto sulla destra orografica del fiume Po. Questo bacino si sviluppa tra Mantova, Suzzara, Parma e Casal Maggiore. È servito dal sistema viario costituito principalmente dalla s.s 420 ((tratto Mantova- Parma), dalla s.s. 10 (tratto Mantova-Piadena), dalla s.p. 343 (tratto Piadena–Suzzara) e dalla s.p. 62 (tratto Mantova-Suzzara-Parma).
6. bacino Cremona: questo bacino serve il porto fluviale di Cremona, posto alla confluenza del canale Cremona-Milano con il Po. Questo bacino si sviluppa tra Fidenza, Piacenza, Casal Pusterlengo e Pontevico. È servito dal sistema viario costituito principalmente dall'autostrada A1 (Milano-Bologna), dall'autostrada A21 (Brescia-Piacenza), dalla s.s 415 ((tratto Capella Cantone-Cremona), dalla s.s. 9, la via Emilia (tratto Piacenza-Fidenza), dalla s.p. 498 (tratto Casalbuttano ed Uniti-Cremona) e dalla s.p. 64 (tratto Casalpusterlengo-Cremona).

In figura 2 sono riportati i comuni selezionati, distinti in base ai differenti bacini di approvvigionamento.

Le superfici potenzialmente disponibili sono di seguito esposte:

Descrizione dei sub-bacini di approvvigionamento	Superficie potenzialmente disponibili (ha)
Bacino costiero prossimo alla Centrale (percorrenza 80 km)	9.866
Bacino Rovigo (percorrenza 30 Km e imbarco)	1.106
Bacino Pontelagoscuro (percorrenza 30 Km e imbarco)	3.045
Bacino Mantova (percorrenza 30 Km e imbarco)	5.613
Bacino Borreto (percorrenza 30 Km e imbarco)	6.711
Bacino Cremona (percorrenza 30 Km e imbarco)	6.802
TOTALE SUPERFICIE POTENZIALMENTE DISPONIBILE	33.143

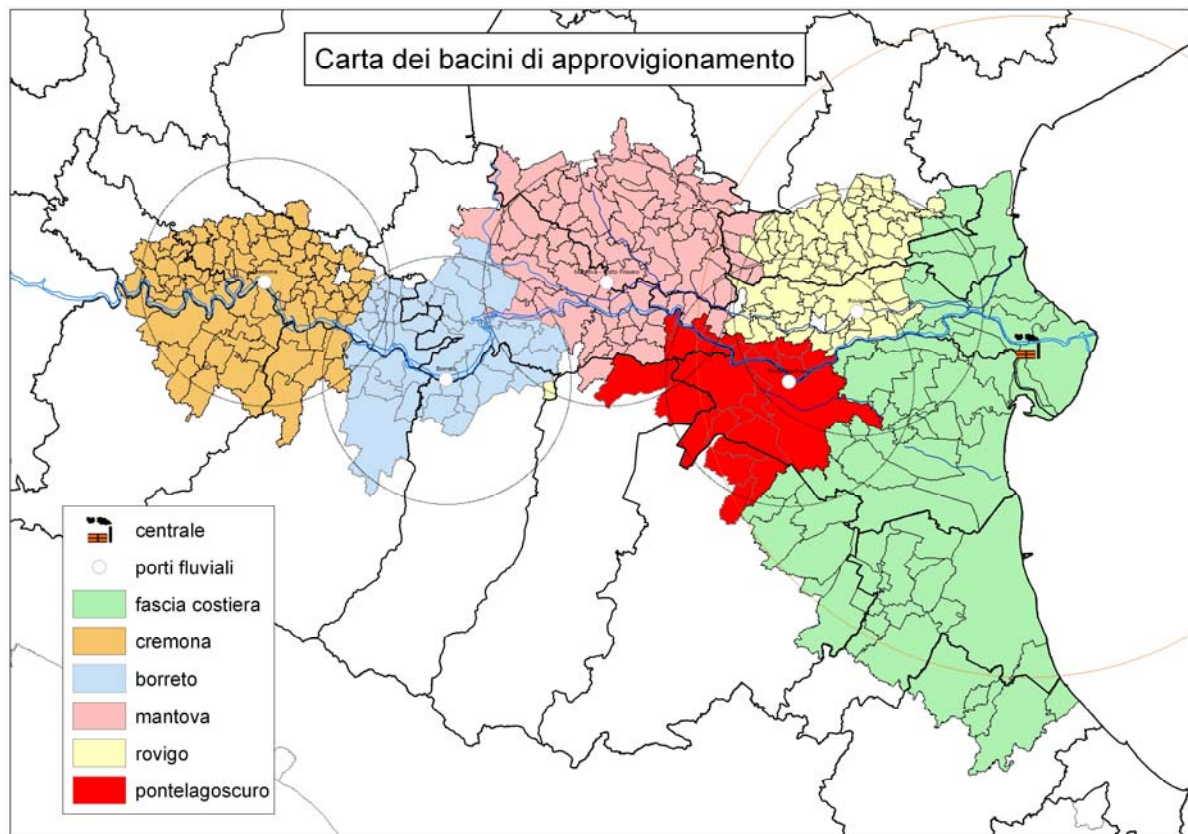


Figura: Carta dei comuni selezionati, distinti per bacino di approvvigionamento.

8. CARTOGRAFIA DELLE POTENZIALITÀ PRODUTTIVE DEL PIOPPO IN SRF

Nella cartografia allegata è rappresentata la distribuzione delle superfici potenzialmente disponibili a riconversione colturale con pioppo in SRF.

Come già accennato, nella stima delle potenzialità produttive sono state assunte (su base comunale) le superfici investite a colza e girasole nonché le superfici a riposo senza regimi di aiuto comunitari.

In base alle superfici sono state stimate le produzioni potenziali utilizzando la produzione retrainabile di pioppo in SRF e pari a 18,95 t ss/ha anno (come da *"La produttività delle SRF nel bacino di approvvigionamento della Centrale di Porto Tolle"*)

Potenzialità produttive del pioppo e di SRF nel bacino di approvvigionamento

Sub-bacini di approvvigionamento	Superfici potenzialmente disponibili (ha)	Biomassa potenzialmente retraibile (t ss/anno)
Bacino costiero prossimo alla Centrale	7.585	143.754
Bacino Rovigo	612	11.612
Bacino Pontelagoscuro	1.681	31.860
Bacino Mantova	1.867	35.388
Bacino Borreto	1.721	32.624
Bacino Cremona	2.520	47.764
TOTALE SUPERFICIE (ha) e	15.986	
BIOMASSA RETRAIBILE SRF (t ss/anno)		303.002

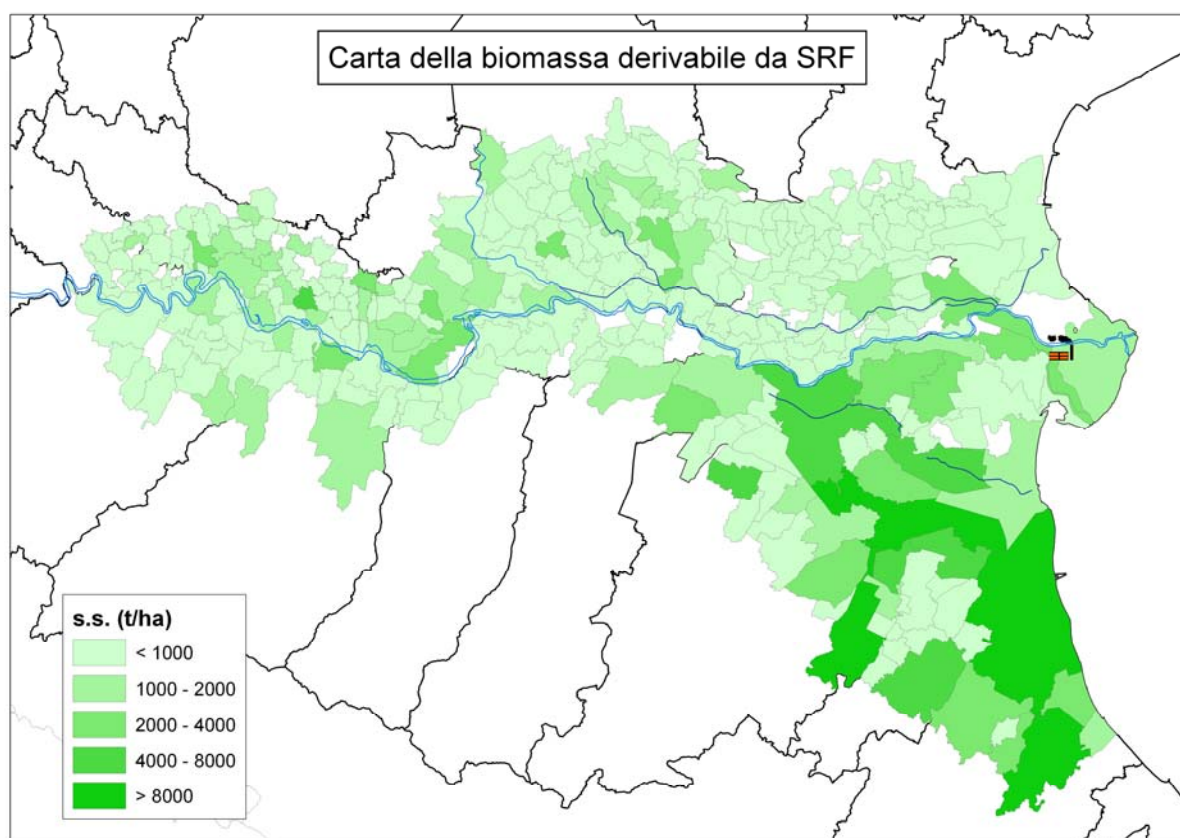


Figura :Carta della biomassa detraibile da pioppo in SRF nei comuni selezionati.



Grado di approvvigionamento della Centrale di Porto Tolle con biomasse di pioppo in SRF

Dalle valutazioni svolte il fabbisogno di biomassa legnosa della Centrale di Porto Tolle è pari a 275.000 tonnellate di ss /anno.

In base alle stime sopraesposte la potenzialità produttiva di biomassa legnosa di pioppo in SRF nel bacino di approvvigionamento è pari a 303.000 tonnellate di ss /anno.

Pertanto il bacino di approvvigionamento identificato è in grado di soddisfare le richieste di biomassa per la co-combustione della Centrale di Porto Tolle.

Misure di sostegno alla coltivazione del pioppo in SRF

Come descritto nel capitolo *“Stima del reddito lordo del pioppo in SRF”* la coltivazione del pioppo in SRF, con contributo all'impianto, presenta un reddito lordo pari a circa 340 €/ha anno a fronte di un reddito lordo annuo in assenza di contributo stimato in 32 €/ha (Comprensivo di Contributo PAC di 45 €/ha anno). Pertanto si evince la necessità di prevedere delle misure di sostegno adeguate al fine di favorire la diffusione della coltura di pioppo in SRF. A tale scopo la Regione Veneto, con *Delibera della Giunta Regionale del Veneto, ha reso disponibile un importo di 1.500.000 euro, il quale potrebbe favorire la realizzazione di circa 500 ettari di nuovi impianti (contributi pari al 100% delle spese fino ad un massimo di 2.500 €/ha).*

Tuttavia sebbene le superfici disponibili a riconversione in SRF nel bacino di approvvigionamento sono stimate in 15.986 ha le richieste di conversione in SRF per il fabbisogno della Centrale di Porto Tolle sono valutate in 14.500 ettari.

Assumendo il contributo della Regione Veneto quale importo congruo a coprire il 100% dei costi di impianto in SRF, la superficie richiesta per il fabbisogno della Centrale di Porto Tolle (14.500 ha) richiederebbe una disponibilità di risorse pari a 36.250.000 € ovvero pari a 36,25 M€.



Crono-programma delle attività per la diffusione della coltivazione del pioppo in SRF

Al fine di definire un crono-programma delle attività che consenta di approvvigionare la Centrale di Porto Tolle con biomasse a partire dall'anno 2010 si assume quanto segue:

- Anno 2010 entrata in funzione della Centrale di Porto Tolle;
- Anno 2010 prima raccolta di biomasse di pioppo in SRF
- Coltivazioni di pioppo in SRF con turni di utilizzo biennali;
- Anno del primo impianto 2008

In base agli assunti sopra esposti il crono programma delle attività proposte è il seguente:

<i>Descrizione attività</i>	<i>Anni</i>				
	<i>2007</i>	<i>2008</i>	<i>2009</i>	<i>2010</i>	<i>2011</i>
<i>Diffusione delle informazioni e incontri con gli operatori e Associazioni di categoria</i>	X	X			
<i>Incontri con vivaisti</i>	X				
<i>Primi impianti sul 50% delle superfici disponibili</i>		X			
<i>Successivi impianti sul 50% delle superfici disponibili</i>			X		
<i>Prima raccolta</i>				X	
<i>Seconda raccolta</i>					X
<i>Assistenza alle Aziende</i>		X	X	X	X

9. ALTERNATIVE DI APPROVVIGIONAMENTO: RESIDUI LEGNOSI DELLE UTILIZZAZIONI PIOPPICOLE

L'obiettivo della pioppicoltura tradizionale è principalmente quello di produrre elevati volumi di massa dendrometrica (m^3/ha) con assortimenti in diametro maggiore di 25 cm in punta e finalizzati all'industria dello sfogliato.

Inoltre nelle utilizzazioni dei pioppeti gli assortimenti minori ovvero quelli compresi tra 25 e 12 cm di punta vengono utilizzati come tronchi da sega, nel mentre i diametri inferiori a 12 cm e superiori a 4 cm vengono utilizzati come legno da triturazione e impiegati nel industria dei pannelli e nell'industria cartaria. I cimali e le ramaglie con diametri inferiori a 4 cm vengono generalmente triturati e abbandonati in campo.

La prassi dell'utilizzazione del pioppo prevede il ripristino della superficie del pioppeto da parte delle ditte utilizzatrici con un onere di triturazione delle ramaglie completamente a carico dell'utilizzatore.



L'abbandono in campo di parte della biomassa prodotta è determinata principalmente dall'esiguità di sbocchi di mercato per le biomasse (ramaglie e cimali) con elevate percentuali di corteccia e di scarso interesse per l'industria di trasformazione.

Data la possibilità della Centrale di Porto Tolle di utilizzare quale biomassa da combustione anche assortimenti legnosi con bassa attitudine di trasformazione e lavorazione, detti residui possono rappresentare oggetto di raccolta e conferimento, creando una fonte alternativa di valorizzazione della risorsa e sgravando le ditte di utilizzazione da un onere non riconosciuto.

Pertanto l'alternativa alle produzioni di biomassa da pioppo in SRF è identificata nella raccolta di residui delle utilizzazioni pioppicole.

Stima dei residui delle utilizzazioni pioppicole

Nella pioppicoltura tradizionale l'obiettivo è principalmente quello di produrre elevati volumi di massa dendrometrica (m^3/ha) con densità di impianto non elevate e cloni con bassa densità basale ed elevato volume dendrometrico $m^3/pianta$.

Mediamente una pianta di pioppo al 10° anno di impianto (durata media dei pioppeti) presenta un volume dendrometrico pari a circa $0,9 m^3$.

Assumendo una densità media del pioppeto pari a 275 piante/ha con sesti di impianto di $m\ 6,5 \times 5,6$ ed un volume dendrometrico di $0,9 m^3/pianta$, la massa dendrometrica complessiva risulta pari a $247 m^3/ha$.

Nei pioppeti tradizionali la frequenza di utilizzo dei diversi cloni è mediamente del 80% per l'114 (clone con bassa densità basale e pari a $290 kg\ ss/m^3$), seguito con un 10% dai pioppi "deltoides" e da un'ulteriore 10% dai pioppi "canadesi" con densità basali superiori e assunte mediamente in circa $350 kg\ ss/m^3$.

Pertanto si assume una densità basale media per i pioppeti tradizionali pari a $302 kg\ ss/m^3$.

In base alla massa dendrometrica prodotta, la biomassa totale in termini di sostanza secca è stimata in circa $74,5 t\ ss/ha$.

Detta biomassa rappresenta la totalità degli assortimenti prodotti dal pioppeto, tuttavia a fini energetici sono rilevanti unicamente le parti non destinate agli utilizzi cosiddetti "nobili" ovvero la produzione di sfogliato, sega ecc, pertanto la percentuale di biomassa destinata all'industria di triturazione e le ramaglie.

La percentuale di biomassa da triturazione e ramaglie sul totale di quella prodotta è assunta nel 25% (detto valore è determinato per piante con volume dendrometrico pari a $0,8 m^3/pianta$ tuttavia esteso anche per il caso specifico).



Pertanto a fronte di una produzione assunta di circa 74,5 t ss/ha, la biomassa da triturazione è stimata in 18,6 t ss/ha.

Il pioppeto è una coltura poliennale con una durata media di utilizzo di circa 10 anni, pertanto al fine della stima delle potenzialità produttive si assume una produzione media annua dei residui di pioppicoltura pari a 1,86 t ss/ha anno.

Bibliografia consultata:

“Pioppi”, Ente Nazionale Cellulosa e Carta, Roma 1999

Il Pioppo, Supplementi di agricoltura, Regione Emilia-Romagna, Assessorato Agricoltura 1999, con la collaborazione dell’Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura.

P.M Chiaraboglio et. al., “Softwear par la stima del pioppeto maturo” Sherwood n.101, giugno 2004, pag. 17-20

10. PRESENZA DI PIOPPETTI E DISPONIBILITÀ POTENZIALE DI RESIDUI

Sovrapponendo i dati del Censimento ISTAT dell’agricoltura del 2000 e relativo ai pioppeti, con il bacino di approvvigionamento della Centrale, sono state determinate le superfici potenzialmente utilizzabili per la raccolta dei residui del pioppo.

In base alla produzione di biomassa da triturazione è stata stimata la disponibilità potenziale di residui di pioppo nel bacino di approvvigionamento.

Presenza di pioppeti nel bacino di approvvigionamento della Centrale e disponibilità potenziale di residui

Sub-bacini di approvvigionamento	Presenza di pioppeti (ha)	Disponibilità potenziale di residui (t ss/anno)
Bacino costiero prossimo alla Centrale	2.281	4.244
Bacino Rovigo	494	920
Bacino Pontelagoscuro	1.364	2.537
Bacino Mantova	3.746	6.968
Bacino Borretto	4.990	9.282
Bacino Cremona	4.282	7.964
TOTALE PIOPPETTI (ha) e	17.157	
RESIDUI RETRAIBILE (t ss/anno)		31.915

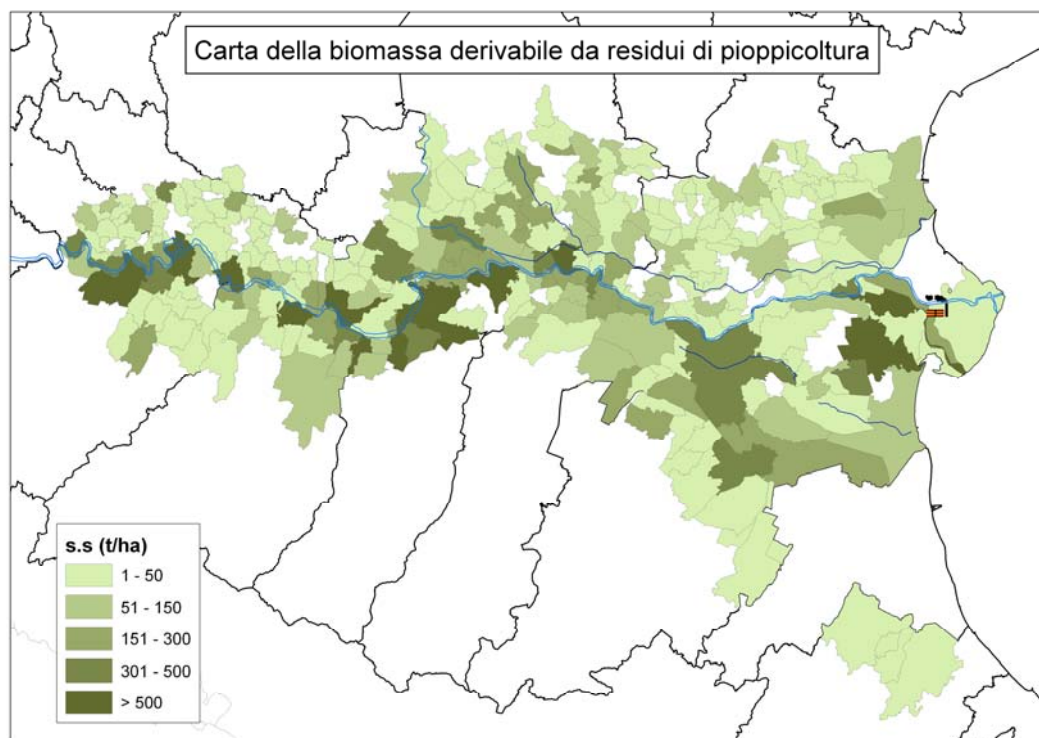


Figura : Carta della biomassa derivabile da residui di pioppicoltura nei comuni selezionati.

11. DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE DEL CIPPATO DI PIOPPO

Il fabbisogno di biomassa della Centrale ENEL di Porto Tolle è stimato in circa 275.000 tonnellate di sostanza secca/anno che a seguito della degradazione microbica assunta cautelativamente in 15% si riducono a 234.000 tonnellate di ss/anno.

Detta biomassa riportata ad una percentuale di umidità mediamente accettabile al conferimento e pari al 33,33% come previsto dalla relazione di Pividori corrisponde a 350.000 tonnellate di biomassa fresca.

Il conferimento di detta biomassa e l'impatto che ne consegue ovvero il costo sostenuto è strettamente connesso alla massa volumica apparente del cippato di pioppo.

Infatti la densità basale del pioppo è estremamente bassa se confrontata con altre latifoglie (faggio e robinia 710 kg ss/m³), ciò è dovuto anche alla lunga selezione svolta sulla specie al fine di ottenere varietà idonee al utilizzo nell'industria dello sfogliato e del compensato.

La densità basale della varietà di pioppo forse più diffusa in Italia, l'I214, è pari a 290 kg ss/m³ mentre le varietà utilizzate anche in SRF come Sirio, Monviso e 83.148.041 (cloni iscritti al RNCF in via provvisoria), Divina, Lena e Lambro, presentano una densità basale media valutata mediamente in 335 kg/m³.



Tuttavia il cippato di pioppo presenta data la natura fisica delle particelle che lo compongono un'elevata percentuale di spazi vuoti che determinano una densità apparente di molto inferiore.

In base alla metodologia proposta da S.Baldini del CNR – Istituto del Legno Firenze, il rapporto mst/m^3 di *chips* è pari a 0,4 pertanto a fronte di una densità basale di 335 kg/m^3 la densità apparente del cippato sarà pari a 134 kg/m^3 .

Altre fonti risultano meno ottimistiche come si evince dalla pubblicazione di Bernardo Hellrigl "Il pellet: notizie e informazioni sulla produzione e l'impiego" dove la densità apparente del cippato di pioppo è assunta in 108 kg/m^3 .

Pertanto si assume una media dei valori riportati è pari a 121 kg/m^3 al 0% di umidità.

Detto valore rappresenta il peso di 1 m^3 di cippato allo stato secco (0% di umidità), tuttavia questa rappresenta una condizione puramente teorica. Infatti nelle condizioni operative la percentuale di umidità della biomassa legnosa varia dal 55% allo stato fresco al 20,5% a seguito di stoccaggio (75 giorni e ventilazione naturale).

Nella seguente tabella sono riportate le stime della densità apparente del cippato di pioppo con diversi gradi di umidità:

Descrizione	Grado di umidità in % di peso sul tal quale	Densità apparente del cippato di pioppo in kg/m^3
Sostanza secca	0%	121
Cippato a seguito di stoccaggio per 75 giorni in cumulo con ventilazione naturale	20,5%	152
Umidità media assunta nel cippato c/o Centrale Porto Tolle	33,33%	182
Limite max di conferimento del cippato c/o Centrale Porto Tolle	40%	202
Cippato fresco tal quale in campo	50%	242
Cippato fresco tal quale in campo	55%	269

Bibliografia consultata:

Il PIOPPO, Supplementi di agricoltura, Regione Emilia-Romagna, Assessorato Agricoltura 1999, con la collaborazione dell'Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura.

I NUOVI CLONI DI PIOPPO, a cura di G. Facciotto et.al., Consiglio per la Ricerca e Sperimentazione in Agricoltura (CRA), Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura di Casale Monferrato (AL) , Agricoltura giugno 2006,



S.Baldini et.al., La riunione FAO-ECE-ILO in Finlandia sulla raccolta e utilizzazione della biomasse forestali , CNR – Istituto del Legno Firenze

B. Hellrigl “Il pellet: notizie e informazioni sulla produzione e l’impiego”, Supplemento scientifico degli approfondimenti di Sherwood – Foreste ed Alberi Oggi

G.Balsari e G.Riva, Essiccazione del legno sminuzzato da utilizzare a fini energetici, Istituto di Meccanica Agraria di Torino

12. TRASPORTO DELLA BIOMASSA DI PIOPPA ALLA CENTRALE DI PORTO TOLLE

Si è valutata la possibilità di effettuare il trasporto di biomassa sulla rete idroviaria padano-veneta di navigazione interna. Essa è costituita essenzialmente dal fiume Po e da una serie di acque interne ad esso collegate, come il canale Fissero-Tartaro-Canalbiano.

La navigazione interna, per fiumi o per canali, consente di trasportare grandi quantità di merci con costi operativi e costi esterni più bassi di quelli riscontrati nelle altre modalità di trasporto terrestre, in particolare nei confronti del trasporto su gomma, oltre ad essere un sistema particolarmente vantaggioso sotto il profilo della sicurezza.

L’efficienza delle idrovie, però, è compromessa dalle condizioni di magra, che provocano una riduzione del tirante d’acqua e quindi della possibilità di immersione dei natanti, che si ripercuote nella diminuzione del carico trasportabile.

Le dimensioni dei natanti che possono transitare su vie d’acqua naturali o artificiali dipendono dalle caratteristiche fisiche di queste ultime specificamente in termini di larghezza e profondità. I mezzi più comunemente utilizzati per la navigazione interna sono chiatte a spinta, non motorizzate, con lunghezza di 70 m, larghezza di 9,5 m e immersione a pieno carico di 2,5 m, con portata lorda compresa tra 1.000 e 1.500 tonnellate.

La convenienza economica del trasporto fluviale, palese nel caso di assenza di rotture di carico, permane anche quando i punti di origine e di destinazione sono prossimi all’asse idroviario. Infatti il raggio di influenza corrispondente al vantaggio idroviario rispetto a quello stradale si estende per circa 30–50 km nel trasporto di merci rinfuse e per circa 50-100 km nel caso dei container. Oltre a ciò, è necessario citare i consumi energetici del trasporto delle merci, che qui di seguito vengono espressi in litri di gasolio per tkm (tonnellata-chilometro trasportata), confrontando il dato riferito alla strada, 4,1 a quello dell’idrovia, 1,3 (fonte ARNI, Regione Emilia-Romagna, Agenzia Regionale per la Navigazione Interna).



Gli assi della rete idroviaria sono supportati da strutture portuali adeguate alle esigenze e nello specifico sono stati presi in considerazione per il fiume Po i porti di Cremona, Boretto, Pontelagoscuro e per il canale i porti di Mantova e Rovigo.

Il fiume Po è a corrente libera, pertanto il suo utilizzo ai fini della navigazione dipende dalla misura del tirante d'acqua; la parte attualmente navigata va da Cremona al Mare Adriatico. Giornalmente l'ARNI effettua il monitoraggio dei fondali lungo tutta l'asta fluviale: da tali dati si evince che attualmente la via d'acqua non garantisce una navigabilità costante e continuativa, infatti nel periodo di tempo che va dal 1994 al 2003 si sono avuti mediamente 141 giorni/anno con un tirante di almeno 2,5 m. Per migliorare tale condizione sono in programma investimenti in infrastrutture, anche grazie a finanziamenti comunitari, che nel biennio 2011-2013 hanno l'obiettivo di raggiungere un valore di 300 giorni/anno. Si nota che oggi, facendo riferimento alla media fatta sullo stesso arco temporale 1994-2003, per poter avere una navigabilità di 300 giorni/anno, è necessario avere un'immersione della chiatta inferiore ai 1,8 m.

L'idrovia Fissero-Tartaro-Canalbianco collega Mantova al mare ed è sostanzialmente parallela al Po ad una distanza di 30-40 km. Il corso d'acqua, essendo un canale, mantiene per tutto l'anno una profondità costante che è dichiarato essere di 3,5 m.

Potenzialmente, quindi, oggi si potrebbero trasportare su via d'acqua 47.000 tonnellate di biomassa (35.388 t dal bacino afferente al porto di Mantova e 11.612 t a quello di Rovigo) sul canale Fissero-Tartaro-Canalbianco e 112.248 t (47.764 t da l bacino afferente al porto di Cremona, 32.624 t a quello di Boretto e 31.860 t a quello di Pontelagoscuro) sul fiume Po, quando gli interventi previsti saranno messi in atto; per un totale di 159.248 t di biomassa. La rimanente quota (143.754 t) ricavata dal bacino costiero prossimo alla centrale non potrà che essere trasportata da camion.

La Commissione Europea nel Libro Bianco "La politica europea dei trasporti fino al 2010: il momento delle scelte" conferma la fondamentale importanza di avviare una strategia di graduale internazionalizzazione dei costi esterni. In altre parole, quindi, di favorire modalità di trasporto meno onerose dal punto di vista ambientale e sociale.

Per costi ambientali e sociali dei trasporti, meglio definiti come costi esterni o esternalità, si intendono quei costi legati all'esercizio dei mezzi di trasporto che, non riflessi nei prezzi di mercato, non vengono sostenuti solo dagli utenti del sistema, ma ricadono sull'intera collettività e sull'ambiente.

Il dibattito sulle esternalità e sugli strumenti migliori per ridurle, si è molto sviluppato negli ultimi decenni. Da una parte la ricerca si è preoccupata di identificare e quantificare in termini fisici gli impatti di natura ambientale e sociale provocati dai trasporti, dall'altra di valutare in termini monetari l'entità di tali impatti. La letteratura internazionale ha prodotto autorevoli lavori in materia, lavori che non differiscono nella



sostanza, ma che per valori di partenza e per metodologie adottate arrivano a valori di riferimento distinti. Fattore comune sono gli impatti presi in considerazione da ricercatori ed analisti: inquinamento atmosferico, rumore, cambiamenti climatici ed incidentalità.

Si riporteranno qui in seguito risultati di alcuni lavori a cominciare da quello effettuato dall'istituto di consulenza e ricerca tedesco IFEU, che ha elaborato uno studio comparativo delle varie modalità di trasporto ed è pervenuto alla seguente quantificazione dei costi esterni per il trasporto merci (espressi in euro per mille tonnellate di merce trasportata per un chilometro):

- strada 88 €/1.000tkm
- idrovia 17 €/1.000tkm

Lo studio dal titolo "External Cost of Transport" effettuato dalla società INFRAS - Consulting Group for Policy Analysis and Implementation di Zurigo e dall'IWW – Università di Karlsruhe riporta le stime, probabilmente più complete, di costi esterni attualmente disponibili a livello europeo:

- strada 71,2 €/1.000tkm
- idrovia 22,5 €/1.000tkm

Lo stesso studio si spinge verso una stima dei costi disaggregati per nazione, anche se fa notare che il livello di accuratezza è sicuramente minore rispetto a quello globale:

- strada 93,4 €/1.000tkm
- idrovia 34,8 €/1.000tkm

Infine, si riportano i valori che la Comunità Europea ha fatto elaborare ed inserito nel Programma denominato "Marco Polo". Tale programma ha l'obiettivo di ridurre la congestione stradale, di migliorare le prestazioni ambientali del sistema dei trasporti e di potenziare il trasporto intermodale, contribuendo in tal modo ad un sistema di trasporti efficiente e sostenibile. Per realizzare tale obiettivo il Programma prevede azioni di sostegno destinate al settore del trasporto merci, a quello della logistica e ad altri settori collegati, ma soprattutto a sostegno di azioni di trasferimento modale. Per eseguire il calcolo di tali contributi vengono indicati i seguenti valori:

- strada 35 €/1.000tkm
- idrovia 10 €/1.000tkm

Il panorama degli studi condotti è ampio e variegato nelle metodologie di analisi ed ipotesi di base: resta tuttavia comune il giudizio sul bilancio positivo del trasporto su idrovia, rispetto alle altre modalità di trasporto terrestre delle merci.

Per arrivare ad una valorizzazione delle ricadute positive che si avrebbero riuscendo a trasferire la quantità di biomassa, indicata in precedenza, dal trasporto su gomma a quello su via d'acqua interno è necessario ancora un conteggio della distanze da percorrere nelle due modalità di trasporto per

raggiungere la centrale di Porto Tolle. Si nota che, in prima approssimazione, tali lunghezze sono state misurate usando l'accorgimento di concentrare la biomassa ricavabile in un punto di raccolta del bacino di approvvigionamento considerato: tale punto per opportunità è stato individuato nella struttura portuale più prossima. La tabella seguente riassume tali informazioni.

Bacino	Biomassa [t]	Distanze su strada [km]	Distanze su idrovia [km]
Cremona	47.764	290	280
Boretto	32.624	210	160
Mantova	35.388	150	135
Pontelagoscuro	31.860	110	90
Rovigo	11.612	60	70
Costiero	143.754	56,67	-
Biomasse totali t ss/anno	303.002		

Valutazione dei costi socio-ambientali del trasporto su gomma delle biomasse alla Centrale di Porto Tolle

Assumendo anche nel caso del trasporto su gomma dei centri di raccolta intermedia ed il successivo conferimento alla Centrale le distanze complessive sono di seguito valutate:

Bacino	Biomassa [t]	Distanza media al centro di raccolta [km]	Distanze dal centro di raccolta alla Centrale su strada [km]	Distanze totale su strada sino al conferimento in Centrale [km]
Cremona	47.764	21	290	311
Boretto	32.624	21	210	231
Mantova	35.388	21	150	171
Pontelagoscuro	31.860	21	110	131
Rovigo	11.612	21	60	81
Costiero	143.754	-	56,67	56,67

La "*distanza media al centro di raccolta*" è stata determinata assumendo quale raggio massimo dei singoli bacini di approvvigionamento la distanza di 30 km, e valutando in 21 Km il raggio corrispondente al 50% dell'area del singolo bacino.

Nel caso del bacino costiero, la distanza massima di approvvigionamento è pari a 80 km, e la distanza di 56,67 km corrisponde al raggio dell'area con il 50% della superficie del bacino in oggetto.



In base a quanto descritto vengono calcolate le tonnellate-chilometro da trasportare:

Bacino	Biomassa [t]	Distanze totale su strada sino al conferimento in Centrale [km]	tkm su strada [tkm]
Cremona	47.764	311	14.854.604
Boretto	32.624	231	7.536.144
Mantova	35.388	171	6.051.348
Pontelagoscuro	31.860	131	4.173.660
Rovigo	11.612	81	940.572
Costiero	143.754	56,67	8.146.539
TOTALE tkm su strada [tkm]			41.702.867

In base al Programma "Marco Polo" la valutazione monetaria i costi socio-ambientali sono di seguito stimati:

<i>Modalità di trasporto</i>	<i>tkm su strada [tkm]</i>	<i>Costo unitario</i>	<i>Totale costi socio-ambientali</i>
Solo su strada	41.702.867-	35 €/1.000tkm	1.459.600 €

In base alle valutazioni sopra esposte il trasporto della biomassa legnosa esclusivamente su strada avrebbe dei costi esterni stimati in 1.459.600 €.

Valutazione dei costi socio-ambientali del trasporto intermodale delle biomasse alla Centrale di Porto Tolle

In base a quanto sopra descritto vengono di seguito calcolate le tonnellate-chilometro da trasportare mediante sistema intermodale, ovvero conferimento ai centri di imbarco mediante trasporto su gomma e successivamente trasporto mediante idrovia sino alla Centrale di Porto Tolle.

Bacino	Biomassa [t]	Distanze su strada [km]	tkm su strada [tkm]	Distanze su idrovia [km]	tkm su idrovia [tkm]
Cremona	47.764	21	1.003.044	280	13.373.920
Boretto	32.624	21	685.104	160	5.219.840
Mantova	35.388	21	743.148	135	4.777.380
Pontelagoscuro	31.860	21	662.760	90	2.867.400
Rovigo	11.612	21	243.852	70	812.840
Costiero	143.754	56,67	8.146.539	-	
TOTALI	303.002		11.484.447		27.051.380

Per la valutazione monetaria dei benefici socio-ambientali dovuti al trasferimento modale si farà riferimento ai valori inseriti nel Programma "Marco Polo", proprio per la natura e per la motivazione che sta alla base del programma stesso.

Modalità di trasporto	tkm su strada [tkm]	Costo unitario	Totale costi socio-ambientali
Idrovia	27.051.380	10 €/1.000tkm	270.513 €
Su strada	11.484.447	35 €/1.000tkm -	401.955 €
TOTALE COSTI SOCIO-AMBIENTALI			672.468 €

In base alle valutazioni sopra esposte il trasporto della biomassa legnosa mediante sistema intermodale avrebbe dei costi esterni stimati in 672.468 €.



Confronto dei costi socio-ambientali del trasporto delle biomasse alla Centrale di Porto Tolle su gomma e mediante sistema intermodale

In base a quanto sopra descritto i costi esterni dei sistemi di trasporto e conferimento della biomassa alla Centrale di Porto Tolle sono di seguito esposti:

<i>Costi esterni dovuti al trasporto della biomassa esclusivamente su strada</i>	<i>Costi esterni dovuti al trasporto della biomassa mediante sistema intermodale</i>
1.459.600 €	672.468 €

Da quanto sopra valutato il trasporto su strada avrebbe dei costi esterni che ammontano a 1.459.600 € mentre il trasferimento modale presenta dei costi stimati di 672.468 € con un beneficio netto all'anno, in termini di esternalità, pari a 787.132 €.