

Piantagioni energetiche su piccola scala

Un caso studio nel centro Italia

di STEFANO VERANI

GIULIO SPERANDIO

Una soluzione interessante per l'impiego della biomassa legnosa può essere quella di affrontare il problema "in piccolo" cercando cioè di fornire energia termoelettrica per volumetrie ridotte utilizzando materiale derivante da piantagioni dedicate su piccola scala. Nel presente lavoro viene presentata la filiera sperimentale di autoapprovvigionamento realizzata dall'Istituto Sperimentale per la Meccanizzazione Agricola di Monterotondo (RM).

La produzione di energia da fonti alternative ed in particolare da colture legnose è oramai per il nostro Paese, sempre più importatore di energia dall'estero, un'esigenza primaria. Il proliferare di centrali a biomassa, sono presenti ad oggi 35 centrali per produzione di energia elettrica e 41 di teleriscaldamento, per un totale di potenza installata di circa 500 MW (PARI e CIVITARESE 2005), dimostrano che una delle strade da percorrere è questa. L'elevata potenza delle centrali richiede però enormi quantitativi di materiale (per ogni MW installato necessitano circa 6.000-10.000 t/anno di biomassa) per un fabbisogno complessivo di circa 3-5 Mt/anno che le attuali esigue superfici di piantagioni energetiche dedicate, 4-5.000 ettari, concentrati soprattutto in Italia settentrionale (NATI *et al.* 2006) e, più in generale, l'intera offerta interna, non sono in grado di soddisfare. Si alimentano così forti importazioni dall'estero che sicuramente hanno influenza negativa sui bilanci energetici. In attesa di un piano nazionale strategico operativo nel settore, il materiale potrebbe essere prelevato anche da boschi cedui, ma il divario attualmente esistente tra prezzo di vendita della legna da ardere e cippato (mediamente 1 t di legna viene venduta all'imposto ad 80 Euro, mentre lo stesso quantitativo di cippato, in centrale viene pagato 40-45 Euro) e ragioni di ordine ambientale rendono improponibile anche solo

l'idea. Una soluzione interessante per l'impiego delle biomasse legnose può essere quella di affrontare il problema "in piccolo" cercando cioè di fornire energia termoelettrica per volumetrie ridotte e quindi utilizzare materiale derivante da piantagioni dedicate su piccola scala. Nella presente nota gli Autori espongono i primi risultati tecnico-economici della costituzione di una piantagione di pioppo da governare a ceduo con turno breve e medio, *Short Rotation Forestry* (SRF) e *Medium Rotation Forestry* (MRF), finalizzata alla produzione di



Foto 1 - SRF a file binate ad un anno dall'impianto.



Foto 2 - Talee di pioppo preparate per il trapianto meccanizzato.



Foto 3 - Trapiantatalee durante la costituzione della SRF a file singole.

Tipologia d'impianto	Clone	Attecchimento (%)	Diametro medio (cm)	h media (m)
File singole	AF2	97,00	2,40	3,05
	AF6	87,00	2,30	2,90
	MONVISO	89,70	2,13	2,61
File binate	AF2	94,60	1,95	2,43
	AF6	81,40	1,63	2,18
	MONVISO	86,60	1,77	2,30

Tabella 1 - Valori dendrometrici dei cloni impiegati alla prima stagione vegetativa (R1F1).

Tipologia d'impianto	Clone	Diametro medio (cm)	h media (m)	Polloni/ceppaia (n.)
File singole	AF2	2,41	4,05	4
	AF6	1,83	3,25	5
	MONVISO	1,90	3,60	4
File binate	AF2	2,54	4,40	3
	AF6	1,76	3,40	3
	MONVISO	2,12	3,59	2

Tabella 2 - Valori dendrometrici medi dei cloni impiegati dopo il taglio di ritorno (R2F1).

Tipologia d'impianto	Clone	Diametro medio (cm)	h media (m)
File singole	AF2	5,00	5,70
	AF6	5,00	5,65
	MONVISO	5,04	5,75
File binate	AF2	5,17	6,10
	AF6	4,69	5,80
	MONVISO	4,98	6,10

Tabella 3 - Valori dendrometrici medi dei testimoni (R2F2).

cippato per alimentare una caldaia a biomassa per il riscaldamento dei locali dell'Istituto Sperimentale per la Meccanizzazione Agricola di Monterotondo (RM), struttura di ricerca del Consiglio per la Ricerca e Sperimentazione in Agricoltura.

AREA D'INTERVENTO

La piantagione è stata costituita sul terreno aziendale dell'Istituto per **una superficie complessiva di 7 ha**, distinta in due accorpamenti rispettivamente di 4,7 e 2,3 ha. Il primo impianto SRF, per una superficie di 4 ha

è stato realizzato nel 2005 (Foto 1), mentre nel 2006, sono stati costituiti gli altri 0,7 ha, ed i 2,3 ha di MRF. I dati di produzione di seguito riportati sono riferiti ai primi 4 ha costituiti. Il terreno ha una tessitura franco-argillosa a basso contenuto di sostanza organica, di azoto e di fosforo. In sintesi è un terreno povero. Su una parte della piantagione, della superficie di circa 0,4 ha è presente ristagno d'acqua che ha determinato una percentuale di fallanze dell'impianto pari a 11. Prima della piantagione il terreno è stato sottoposto ad una rippatura incrociata a 0,8-1 m di profondità e ad una successiva aratura superficiale. E' stata effettuata anche una concimazione di fondo, pari a 300 kg/ha, con perfosfato triplo (150 kg) e solfato di potassio (150 kg), mentre per il contenimento delle infestanti è stato praticato un trattamento antigerminello (oxifluorfen, 480 g/ha di p.a.) dopo la messa a dimora delle talee.

LA PIANTAGIONE

Le talee impiegate, della lunghezza di 220-240 mm (Foto 2), sono dei cloni sperimentali di pioppo AF2, AF6, e Monviso. Le modalità d'impianto sono state due: a file singole e a file binate. Le distanze d'impianto sono state di 2,8 m tra le file (singole e binate) e di 0,50 m sulla fila, mentre tra le bine la distanza è di 0,75 m. La messa a dimora delle talee è stata effettuata meccanicamente con una trapiantatalee (Foto 3) e durante la stagione estiva è stata effettuata un'irrigazione di soccorso per 1.400 m³ d'acqua su tutta la superficie. Alla fine della prima stagione vegetativa sono stati effettuati, su 30 aree di saggio della superficie media di 40 m², i rilievi dendrometrici per determinare la massa presente ad ettaro (VERANI *et al.* 2005). Nel febbraio 2006, considerata l'esigua massa presente per unità di superficie (circa 2 t/ha di s.s.), è stato effettuato un taglio delle piante per favorire l'affrancarsi ed il riscoppio delle ceppaie alla successiva stagione vegetativa. Durante l'operazione di taglio sono stati rilasciati come testimoni due file per clone e tipologia d'impianto. Il contenimento delle erbe infestanti è stato ottenuto mediante fresatura nelle interfile. I rilievi dendrometrici sono stati effettuati anche alla fine dell'attuale stagione vegetativa. Nelle Tabelle 1, 2 e 3, sono riportati i valori medi relativi a tre diverse situazioni della piantagione: radici e fusto di 1 anno (R1F1,



Foto 4 - Caldaia con serbatoio per il cippato installata presso l'ISMA.

prima stagione vegetativa); radici di 2 anni e fusto di 1 anno (R2F1, dati dell'attuale stagione vegetativa dopo il taglio di ritorno) e radici di 2 anni e fusto di 2 anni (R2F2, testimoni). Nel Grafico 1 sono invece riportati gli accrescimenti medi della piantagione, per tipologia d'impianto, per le diverse situazioni presentate. I valori diametrali sono riferiti al piede della pianta, in quanto questo è il fattore determinante per una raccolta con impiego di falciatrici caricatrici (NATI *et al.* 2006).

Dai valori riportati nelle Tabelle **si evidenzia, alla prima stagione vegetativa, un maggiore accrescimento, sia diametrale che longitudinale, del clone AF2 rispetto all'AF6** e di questo rispetto al Monviso nelle file singole; nelle file binate il Monviso presenta invece valori leggermente superiori all'AF6. I valori rilevati alla fine dell'attuale stagione vegetativa dimostrano che sia nelle superfici sottoposte a taglio che per i testimoni il migliore accrescimento è sempre dell'AF2, mentre il Monviso supera, seppure leggermente, l'AF6 per entrambi le tipologie d'impianto. La biomassa presente ad un anno dal primo taglio (R2F1) e quella stimata sui testimoni nell'ipotesi di mancato taglio (R2F2), è stata valutata rispettivamente pari a 14,7 t/ha di sostanza fresca corrispondente a 6,5 t/ha di sostanza secca (s.s.) e a 32,7 t/ha di sostanza fresca corrispondente a 7,5 t/ha per anno di s.s. I valori di s.s. sono stati calcolati con un'umidità delle piante riferita al fresco pari al 54%. Al momento il taglio di ritorno effettuato non ha indotto nessun incremento di massa della piantagione.

ASPETTI ECONOMICI

L'analisi economica oltre ad esaminare la fase di produzione della materia prima cippato è volta anche ad analizzare i costi sostenuti e da sostenere per l'utilizzo in caldaia della biomassa prodotta (Foto 4). Per verificare la validità economica dell'azione intrapresa viene effettuato un confronto con i costi di gestione dell'attuale sistema di riscaldamento dell'Istituto alimentato a gasolio e con un ipotetico sistema di riscaldamento a metano. Il confronto è realizzato considerando, per i tre sistemi, una caldaia della stessa potenza (232 kW). L'analisi dei parametri tecnici considerati (volumetria da riscaldare, quantità di combustibile necessario, periodo

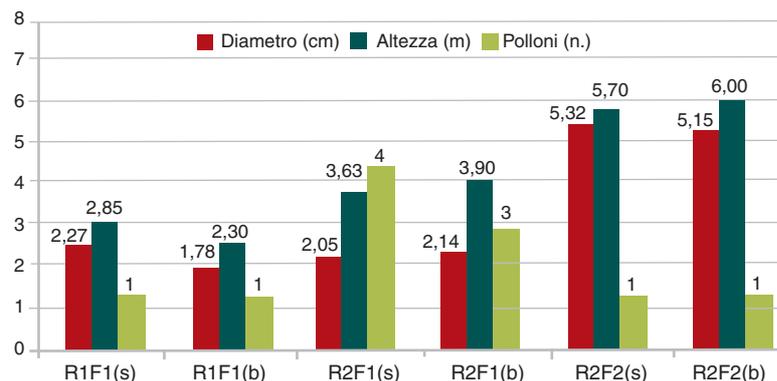


Grafico 1 - Quadro analitico riassuntivo degli accrescimenti (valore medio dei tre cloni) alle diverse stagioni vegetative e per tipologia d'impianto.

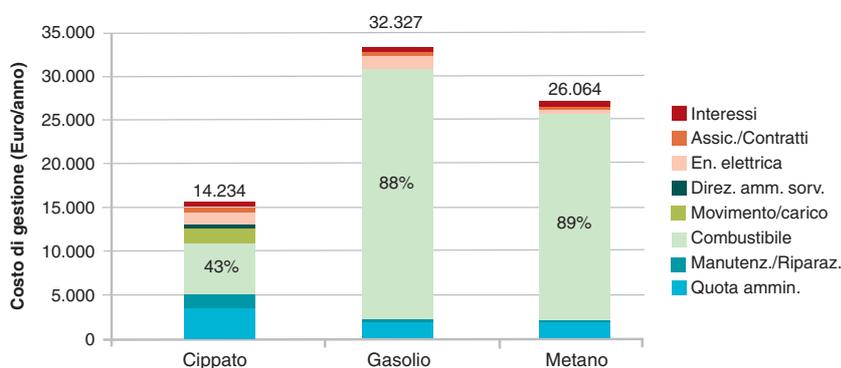


Grafico 2 - Confronto dei costi medi di gestione annuale dei tre impianti di riscaldamento, ripartiti per singole voci di costo.

di riscaldamento) è stata effettuata dagli Autori in un precedente lavoro (VERANI e SPERANDIO 2006). Il consumo di metano annuo è stato stimato in 30.900 m³, quello a gasolio in 25.941 kg/anno e quello a cippato in 102.647 kg/anno, considerando sempre un rendimento della caldaia del 90%.

L'ammortamento dei costi dell'investimento iniziale per l'acquisto e l'installazione della caldaia è stato considerato di 20 anni. Nel Grafico 2 si mettono a confronto i costi medi di gestione annuali stimati per i tre sistemi di riscaldamento di potenza equivalente. La quota di ammortamento dell'impianto a cippato è comprensiva anche del costo della struttura per lo stoccaggio del materiale.

Il costo di manutenzione è riferito alla pulizia ed asportazione dei residui di combustione (ceneri per il sistema a cippato), e alla pulizia dei tubi di scarico, della camera dei fumi, della canna fumaria e del camino. Le riparazioni sono imputate in previsione di eventuali rotture o malfunzionamenti della caldaia. Il costo del combustibile è quello di mercato per il gasolio e per il metano, mentre per il cippato è quello di produzione, calcolato in 60 Euro/t al 30% di umidità.

Il Grafico 2 evidenzia chiaramente il vantaggio del sistema a cippato rispetto ai sistemi a gasolio e metano. La voce più onerosa è sempre rappresentata dal combustibile, ma è proprio su questa che il **sistema a**

Descrizione	u.m.	Quantità	Costo unitario (€)	Totale (€/ha)
1 - Preparazione terreno				516,30
Rippatura a 1 m (Case MX 270 da 210 kW, con ripper a 2 ancore in croce)	h/ha	3,5	93,00	325,50
Aratura a 0,50 m (Case MX 270 da 210 kW, con trivomere)	h/ha	1,6	93,00	148,80
Epicatura (Landini Globus da 60 kW, con erpice a dischi)	h/ha	1,2	35,00	42,00
2 - Fertilizzazione di fondo				132,70
Concime (1,5 q/ha Perfosfato triplo; 1,5 q/ha Solfato di potassio)	q/ha	3	38,40	115,20
Distribuzione (Landini Globus da 60 kW, con spandiconcime)	h/ha	0,5	35,00	17,50
3 - Impianto				1.885,13
Manodopera (5 operatori)	h/ha	4	60,00	240,00
Impianto (New Holland TL100 da 73 kW con trapiantatrice Spapperi TTP A200)	h/ha	4	42,00	168,00
Acquisto talee	N/ha	8.689	0,17	1.477,13
Totale preparazione impianto				2.534,13
4 - Manutenzione durante il primo anno (2005)				658,30
Trattamento Diserbante	h/ha	0,76	127,12	96,30
Fresatura nelle interfile (x 2 volte con trattore cingolata da 26 kW)	h/ha	12	26,00	312,00
Irrigazione di soccorso a pioggia (pompa da 30 kW + rotolone 400 m ³ /ha)	h/ha	6,25	40,00	250,00
Totale anno d'impianto				3.192,43

Tabella 4 - Costi medi d'impianto e di prima manutenzione della SRF realizzata all'ISMA.

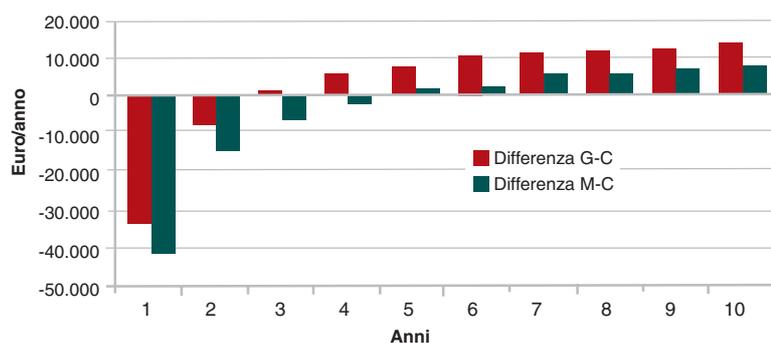


Grafico 3 - Differenza finanziaria (r = 3%) tra i costi medi annui di gestione dei sistemi di riscaldamento tradizionale (gasolio = G; metano = M; Cippato = C) per i primi dieci anni di funzionamento.

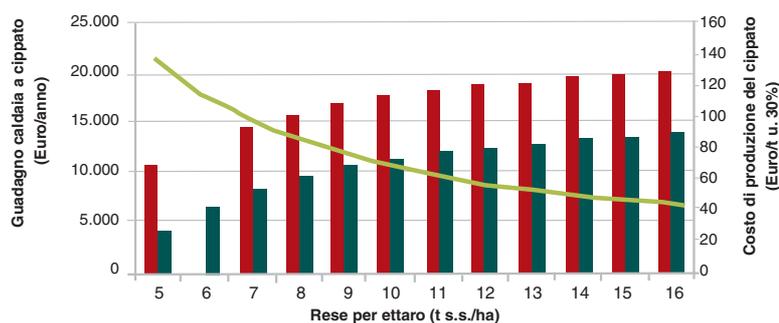


Grafico 4 - Variazione del vantaggio economico del sistema a cippato rispetto agli altri in relazione al costo di produzione del cippato per le diverse rese produttive della piantagione.

cippato realizza la massima economia, ottenendo rispettivamente per gasolio e metano una riduzione di spesa per la gestione annuale dell'impianto di circa 18.000 Euro e 12.000 Euro.

In Tabella 4 sono riportati gli elementi economici rela-

tivi alla costituzione e prima gestione delle piantagioni energetiche che rappresentano la base per il modello economico di valutazione del sistema di riscaldamento basato sull'impiego di biocombustibile autoprodotta. Il costo delle macchine è stato valutato in maniera analitica applicando tariffe orarie ai tempi lordi di esecuzione delle varie operazioni. Alla manodopera aziendale è stata attribuita una tariffa oraria media di 12 Euro.

Considerando i dati tecnici ed economici rilevati, la stima dei costi relativi all'operazione di raccolta della biomassa e produzione di cippato (circa 540 Euro ogni due anni), è stato determinato un costo annuo di gestione pari a 964 Euro, ripartito in una quota per l'ammortamento degli impianti di 254 Euro/ha e una parte di costi diretti per 710 Euro/ha (compresa l'imputazione di una quota annuale di spesa di 90 Euro/ha per il ripristino del terreno a fine ciclo). Per il funzionamento annuale della caldaia sono necessarie 100-120 t di cippato con umidità del 30%, che le piantagioni realizzate dovrebbero fornire a regime (tale contenuto di umidità rappresenta il limite massimo accettabile per il buon funzionamento della caldaia). Nel Grafico 3 viene mostrata la differenza tra i sistemi di riscaldamento in termini finanziari. Il grafico evidenzia bene la sostenibilità economica del filiera energetica costituita: il sistema a cippato presenta costi medi annui più elevati nei primissimi anni di funzionamento, dovuti al più elevato capitale iniziale investito (caldaia e piantagioni), ma il suo maggiore vantaggio economico è dimostrato già a partire dal terzo anno sul sistema a gasolio e dal quinto anno su quello a metano.

Sul Grafico 4, è evidenziata la variazione del guadagno del sistema a cippato, rispetto agli altri due considerati, in funzione della produttività delle piantagioni. Se la produzione attesa (mediamente 11 t/ha per anno di s.s.) si abbassa a quelle ad oggi rilevate (sistema non ancora a regime produttivo) di 7 t s.s./ha per anno, cioè con rese

di biomassa ridotte del 36%, il costo di produzione del cippato incrementa del 64%, ma il vantaggio economico complessivo di gestione permane ancora, anche se ridotto di appena il 21% rispetto al gasolio e del 32% rispetto al metano.

CONCLUSIONI

Lo studio in atto evidenzia che i cloni impiegati nelle piantagioni non hanno raggiunto, ad oggi, la produzione ipotizzata. Il clone AF2, come già rilevato in altre esperienze (MARESCHI *et al.* 2005), dimostra una superiorità produttiva rispetto all'AF6 e di quest'ultimo rispetto al Monviso. Per quanto riguarda il modello colturale da adottare, la misura dei diametri, rilevata alla base delle piante sui testimoni rilasciati, indica il taglio biennale, se si vorrà optare per una raccolta completamente meccanizzata. La simulazione effettuata evidenzia come il sistema di riscaldamento a cippato, dopo un "inizio" svantaggiato, recuperi rapidamente e mostri, già a partire dal terzo e quinto anno dalla sua attivazione, la sua convenienza rispetto al gasolio e al metano.

In termini economici, quindi, si evidenzia una sostanziale positività della costituzione di piantagioni su piccola scala per produzione di energia termica, volendo anche di produzione di energia elettrica e/o di frigoriferi tramite piccoli impianti di cogenerazione e trigenerazione. La convenienza è mantenuta (anche se ridotta) per costi di autoproduzione del combustibile "cippato" più elevati di quelli preventivati (60 Euro/t).

Nel complesso la sostenibilità economica dell'azione intrapresa è comunque elevata poiché il sistema è autonomo e può mantenersi indipendentemente dalla possibilità di accedere a contributi pubblici alle piantagioni o al sistema di riscaldamento (tutto il valore aggiunto della biomassa rimane in azienda).

Il modello proposto si contrappone al modello delle grandi centrali, per una ovvia semplificazione della gestione logistica di tutto il sistema impostato, eliminando completamente i problemi legati al trasporto del materiale e la difficoltà di programmazione ed approvvigionamento della materia prima che invece caratterizza i grossi impianti.

Bibliografia

MARESCHI L., PARIS P., SABATTI M., NARDIN F., GIOVANARDI R., MANAZZONE S., SCARASCIA MUGNOZZA G., 2005 - **Le nuove varietà di pioppo da biomassa garantiscono produttività interessanti**. L'Informatore Agrario, (18): 49-54.

NATI C., SPINELLI R. MAGAGNOTTI N., 2006 - **Pioppo da biomassa: indicazioni per la raccolta**. Alberi e Territorio 3 (10/11): 28-31.

PARI L., CIVITARESE V., 2005 - **Il pioppo da biomassa può essere una valida alternativa**. L'Informatore Agrario, (18): 55-58.

VERANI S., SPERANDIO G., SAVELLI S., 2005 - **Produttività e costi per l'impianto meccanizzato**. Alberi e Territorio 2 (9): 25-30.

VERANI S., SPERANDIO G., 2006 - **La microfiliera energetica di autoconsumo dell'Isma**. Alberi e Territorio, 3 (10/11): 32-36.

INFO . ARTICOLO

Autori: Stefano Verani, CRA - Unità di Ricerca Forestale.

E-mail verani.s@inwind.it

Giulio Sperandio, CRA - Istituto Sperimentale per la Meccanizzazione Agricola. E-mail g.sperandio@ingegneriaagricola.it

Parole Chiave: Legno ed energia, biomassa, colture a breve rotazione, cloni di pioppo sperimentali, energia rinnovabile.

Abstract: *Small scale plantation for production of thermal energy: a case of study in center Italy.*

The aim of this article is to verify, with technical and economic analysis, the sustainability of small scale energetic poplar plantation. The plantations are established, in the farm of the Experimental Institute for Agricultural Mechanisation, in Monterotondo (Rome), to feed the new chipwood thermal plant, for the Institute's heating, in substitution of the actual thermal plant, that uses gasoil. Three experimental clones used are: AF2, AF6 and Monviso. At the second vegetative season the best clone, in terms of dry biomass (d.m.) production is AF2. At the moment the average production of the three clones used is low: about 7 t/d.m., per hectare per years. The first economic evaluation, based on a period of initial cost amortisation of 20 years, shows that also if the production is lower (7 t/year/ha d.m.) of the average production expected (11 t/ha d.m. per year), underlines the advantage of the chipwood system in comparison to the gasoil and natural gas.

Ricerca effettuata con finanziamento Mipaaf, all'interno del progetto sportello COFEA.