

**Meccanica**

## Pioppo: la meccanizzazione fa la differenza!

Jacopo Bacenetti, Marco Fiala,

Gabriele Tononi

Tra le energie da biomassa la short rotation forestry (Srf) sta riscuotendo crescente attenzione sia dalla comunità scientifica sia dal mondo imprenditoriale.

La Srf consiste nella coltivazione di specie arboree ad elevata densità d'impianto che vengono ceduate con intervalli di taglio frequenti (2-5 anni) ottenendo come prodotto finale legno in scaglie, noto come cippato.

La Misura 221 del Programma di sviluppo rurale, "Imboschimento dei terreni agricoli", riguarda solamente i costi d'impianto. Per questo motivo la produzione di cippato, materiale con basso valore commerciale, è fortemente legata all'ottenimento di sufficienti margini economici ed è soggetta, ancor più di quanto lo fosse in passato, al contenimento dei costi di produzione.

Tra tutte le operazioni del ciclo colturale (impianto, cure colturali, raccolta e ripristino del terreno), quella che incide maggiormente sul totale è la raccolta.

Per le Srf a turno biennale, grande attenzione è stata, ed è tuttora, rivolta allo sviluppo di macchine operatrici in grado di tagliare e cippare le piante in un unico passaggio. La soluzione più diffusa è costituita da falciatrici-caricatrici (Ftc) accoppiate a piattaforme di taglio che, seppur concettualmente simili a quelle per la raccolta del mais ceroso, sono specificatamente studiate per il taglio e la sminuzzatura di specie arboree.

Il Gruppo Biomasse Europa (Be) ha messo a punto, così come mostrato nella prima immagine, una piattaforma di taglio in grado di lavorare su polloni che presentano un diametro basale fino a 12-13 cm. Questo provvede al taglio, all'abbattimento e all'invio dei polloni verso il rotore di sminuzzatura di cui è dotata la Ftc.

Il taglio, a 10-12 cm da terra, è attuato da 2 lame circolari controrotanti e leggermente inclinate in avanti; l'abbattimento dei polloni è favorito da una barra posta

L'elevata produttività dei cantieri è alla base di una pioppicoltura competitiva. La messa a punto delle macchine è cruciale per i risultati operativi del cantiere.

sopra la testata che, inforcandoli a circa 3 m di altezza, li piega in avanti mentre le lame procedono al taglio.

Sopra le lame operano, con medesima velocità e senso di rotazione, 2 assi dotati di 6 robuste dita incernierate e folli (lunghezza: 220 mm) che hanno il compito di agevolare l'invio dei polloni tagliati verso il gruppo alimentatore costituito da 3 tamburi ad asse orizzontale controrotanti (2.200 giri/min). Due di questi sono posti nella parte inferiore mentre il terzo nella parte superiore dell'alimentatore. La sminuzzatura avviene per mezzo di un rotore munito di 6 coltelli disposti in modo alternato a V rovesciata.



Nel corso delle scorse campagne di raccolta, al fine di analizzare il cantiere di raccolta basato sull'impiego della Gbe2 accoppiata a Ftc, sono stati svolti specifici rilievi di campo su piantagioni di pioppo Srf in rotazione biennale.

L'obiettivo delle prove era la valutazione dell'efficacia del cantiere alla raccolta di Srf biennali.

Poiché l'efficacia della piattaforma di taglio, oltre che all'ottenimento di elevate capacità di lavoro, è legata anche alla qualità del cippato, il materiale prodotto è stato analizzato per la determinazione delle principali caratteristiche (umidità, massa volumica apparente e classe granulometrica).

I rilievi sono stati svolti durante la campagna 2009 in un'azienda della Provincia di Cremona scelta secondo criteri di produttività, tecnica colturale e superficie destinata a pioppo da biomassa. I risultati ottenuti sono particolarmente significativi in quanto relativi a un'area complessiva di circa 20 ettari. Le prove sperimentali di campo hanno riguardato la misura di tutti i tempi di lavoro della Ftc (messa a punto, cippatura, svolta, attesa, riposo e trasferimento) e hanno permesso di valutare l'adattabilità della macchina operatrice alle diverse condizioni. L'immagine riporta la ripartizione dei tempi di lavoro nelle due diverse situazioni.

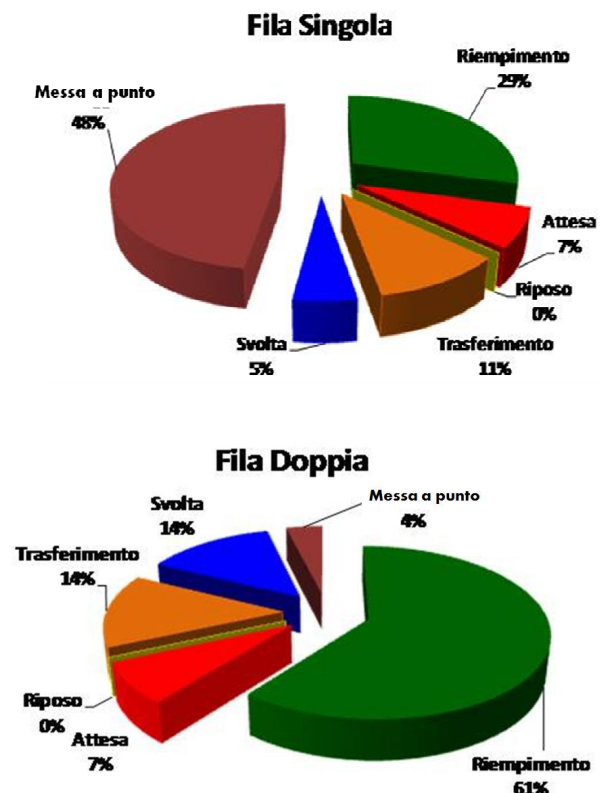
A tal fine sono state dunque determinate:

- la Capacità di Lavoro Operativa (Co, espressa in ha/h) della Ftc, risultata variabile tra 0,47 ha/h per il biennale a fila singola e 0,94 ha/h per il biennale a fila doppia;
- la Capacità di Lavoro Effettiva (Ce, espressa in ha/h), calcolata considerando solamente il tempo di cippatura, è risultata variare da 1,56 e 1,54 ha/h nelle due diverse piantagioni;
- il Coefficiente di Utilizzazione Globale della capacità di lavoro della macchina operatrice ( $\mu$ MO) ottenuto dal rapporto tra la Co e Ce. Tale coefficiente nel corso delle prove ha assunto valori del 30% nell'impianto a fila singola e del 61% in quello a fila doppia. La forte differenza è dovuta alla presenza di elevati tempi di settaggio e manutenzione a seguito di un guasto meccanico durante la raccolta del biennale a fila singola;
- la Produttività di Lavoro (Pl, espressa in t/h) varia da 28,7 a 56,5, rispettivamente per gli impianti a fila singola e fila doppia.
- È interessante notare che, così come per la Capacità Effettiva, anche per la Pl, in assenza di rotture e/o alla non perfetta organizzazione del cantiere di trasporto, la differenza tra le due piantagioni è minima, variando in questo caso, tra 98,9 ttq./h e 93,2 ttq./h il che dimostra l'adattabilità del sistema di raccolta a entrambi gli schemi colturali.

Al termine dell'analisi è possibile affermare che le prestazioni della Ftc sono fortemente influenzate dalla corretta organizzazione del cantiere di trasporto, che deve

essere dimensionato in modo da evitare inutili e costosi tempi di attesa e, ovviamente, dai tempi di manutenzione. Nel caso della piantagione a fila singola, infatti, circa la metà del tempo di lavoro è stata persa (2,53 ore pari al 48% del tempo di lavoro totale), a causa della rottura di un giunto cardanico non originale. Ciò nonostante, le prove condotte hanno permesso di confermare la capacità al lavoro in condizioni differenti della testata Gbe2 di processare polloni con diametri di dimensione notevole.

Per la caratterizzazione del cippato sono state svolte analisi su un totale di 190 campioni (34 provenienti dal biennale a fila singola e 156 da quello a fila binata - 2 campioni per ogni carro giunto al piazzale di scarico) valutando la Massa Volumica Apparente (Mva;  $\text{kg}/\text{m}^3$  mediante la normativa Uni Cen/Ts 15103), l'umidità su base umida (U; % mediante la Uni Cen/Ts 14774 e la metodica Asabe) e la classe granulometrica (Uni Cen/Ts 15149 e Iso 3310-2).



La Mva media varia per le 2 diverse tipologie di sesto d'impianto tra 346,8 e 329,9  $\text{kg}/\text{m}^3$ . Considerato che, sia il clone, sia le impostazioni della piattaforma di taglio e del rotore di cippatura, non sono variate tra le due piantagioni, l'analisi della varianza (Anova) ha eviden-

ziato che il cippato proveniente dall'impianto a fila binata ha una Mva statisticamente superiore ( $\alpha = 0,01$ ).

L'umidità media del cippato prodotto nell'impianto a fila singola è pari al 50,4%, mentre per quello proveniente dalla piantagione a fila doppia è del 51,5% ed è, pertanto, in entrambe le situazioni classificabile come M55 (classe di umidità secondo la normativa di riferimento). In questo caso non c'è differenza statisticamente significativa tra i 2 campioni.

L'analisi della granulometria della biomassa prodotta dalla piattaforma di taglio ha evidenziato che il materiale presenta una pezzatura fine e uniforme; in tutti i campioni più dell'80% della massa non è trattenuta dal setaccio con maglie da 16 mm (classe granulometrica: P16 secondo la normativa di riferimento) e ha quindi diametro medio compreso tra 3,15 e 16 mm. È interessante notare che, per quanto riguarda la pezzatura del materiale, le impostazioni e il settaggio dell'organo di cippatura sono in grado di portare alla produzione di cippato con la medesima granulometria seppur processando polloni con diametri statisticamente differenti ( $\alpha = 0,01$ ). Si riscontrano, infatti, diametri medi variabili tra 8,6 cm per il biennale a fila singola (con valori massimi prossimi a 14,5 cm) e 6,3 cm per le piantagioni gestite con sesto d'impianto a fila doppia.

La qualità energetica del legno cippato deriva, come noto, da una serie di caratteristiche chimico-fisiche, alcune delle quali (ad esempio: la composizione C, H, O, N, S della sostanza secca, il Pci e l'umidità) sono indipendenti dalla modalità di funzionamento del cantiere di lavoro impiegato per la raccolta-trasporto del biocombustibile. Viceversa, altri parametri, quali la Mva e la granulometria, risultano strettamente correlate alle soluzioni meccaniche adottate in campo. Il rilievo e la valutazione statistica, effettuati sui campioni, hanno evidenziato che detti parametri presentano valori conformi a quelli riscontrabili in bibliografia, relativi a cantieri di lavoro simili basati sull'uso di testate di raccolta straniere. In tal senso, le buone prestazioni della macchina sperimentata sono riscontrate anche sul piano della qualità del lavoro svolto.

### Conclusioni

Le prove hanno dimostrato l'efficacia e l'adattabilità del sistema di raccolta di Srf biennale basato sull'impiego della piattaforma di taglio Gbe2, montata su Ftc.

Il dispositivo di raccolta ha dimostrato buona flessibilità operativa mantenendo una produttività del lavoro

elevata anche nel caso di piantagioni con rese inferiori e modesto diametro medio dei polloni. Le prestazioni dell'operatrice non sono influenzate dalle caratteristiche della Srf su cui è chiamata a operare e la piattaforma di taglio è stata in grado di processare senza particolari problemi polloni con diametri basali notevoli. Nella piantagione a fila singola le basse prestazioni operative sono dovute agli elevati tempi di manutenzione della macchina causati dall'impiego di un giunto cardanico non originale e sottodimensionato rispetto alle esigenze della piattaforma.

In termini generali comunque si conferma che, con una buona impostazione della piantagione in relazione alla forma dell'appezzamento, in assenza di particolari difficoltà legate allo sviluppo della coltura, con una buona organizzazione del trasporto (numero e dimensione dei carri) e in assenza di rotture, in una Srf a ceduzione biennale (resa 65 ttq/ha), la produttività di lavoro del cantiere di raccolta-trasporto può raggiungere valori di 70 ttq/h.



Marco Fiala è professore associato presso la facoltà di Agraria dell'Università degli studi di Milano.

Jacopo Bacenetti è assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Ingegneria agraria dell'Università di Milano.

Gabriele Tononi, dottore in scienze agrarie, lavora presso lo studio agroforestale Terra e Vita di Vigevano.

[www.intersezioni.eu](http://www.intersezioni.eu)