

APPROFONDIMENTI

Un nuovo prototipo di forno mobile per carbone

Aspetti tecnici e funzionali

di **Rodolfo Picchio, Angela Lo Monaco, Rachele Venanzi, Francesco Latterini, Giovanni Alessandri, Paolo Franchi**

Uno dei principali problemi che presenta il settore forestale del centro Italia è la scarsa valorizzazione dal punto di vista economico degli assortimenti legnosi. In quest'ottica risulta fondamentale la diversificazione della produzione e per fare ciò non solo è necessario implementare la ricerca scientifica per trovare nuovi e più interessanti materiali, ma anche recuperare produzioni tradizionali ad oggi abbandonate, ovviamente migliorando il processo produttivo e la qualità con la tecnologia ad oggi disponibile. Un esempio lampante è la produzione di carbone vegetale da legna, attività un tempo estremamente comune ed oggi completamente scomparsa nell'economia forestale italiana. Il progetto RICACCI, finanziato all'interno del PIF FOGLIE dal PSR della Toscana 2014-2020, ha avuto come scopo proprio la riattivazione della filiera del carbone vegetale nella zona del Monte Amiata, attraverso la prototipazione di un nuovo forno mobile orizzontale.



Il progetto si è posto l'obiettivo di prototipare un nuovo modello di forno mobile per la carbonizzazione, apportando le innovazioni necessarie a rendere maggiormente sostenibile ed interessante la produzione di carbone. Le migliorie che sono state apportate riguardano i seguenti aspetti: meccanizzazione e logistica delle fasi di carico e scarico; ottimizzazione del processo; coibentazione e distribuzione del calore; efficientamento del sistema di raccolta degli output liquidi.

Il forno mobile

La carbonaia sviluppata nell'ambito del Progetto è costituita da una struttura metallica portata su una slitta e articolata in un vano di carico, nel quale possono essere inserite rotoballe di legna.

La carbonaia è studiata con un corpo cilindrico affinché le rotoballe possano essere caricate meccanicamente con l'utilizzo di un trattore munito di forche anteriori o di un muletto (Figura 1).

All'interno della carbonaia possono esse-

re inserite fino a 3 rotoballe di circa 1,5 m³ l'una, per una capacità di carico stimabile di 4,5 m³. La possibilità di meccanizzare la fase di carico rappresenta una delle più importanti innovazioni in quanto consente di velocizzare in maniera esponenziale i tempi. Completano la carbonaia una camera di combustione e, sul retro, una

piccola camera di condensazione con canna fumaria.

Il forno mobile può essere trasportato mediante un autocarro o un trattore direttamente agli impianti. La presenza discontinua di un operatore, diversamente a quanto avveniva in passato, è richiesta solamente dalla fase di accensione fino al

	Carbonaia fissa	Forno mobile verticale	Forno mobile orizzontale classico	Prototipo forno mobile orizzontale
Durata carico (h)	6-16	2-8	4-8	0,5-1
Durata scarico (h)	4-10	2-4	2-5	0,5-1
Durata carbonizzazione (h)	40-90	35-60	30-85	24-80
Input umidità (%)	n.d.	n.d.	30-55%	30-90%
Resa in massa (%)	15-25	18-24	20-35	20-35
Controllo dei fumi	no	no	sì	sì
Controllo dei percolati	no	no	sì	sì

Tabella 1 - Caratteristiche del processo di produzione con diversi tipi di carbonaia.

momento dello spegnimento della camera di combustione. La regolazione degli afflussi di ossigeno, che condiziona la trasformazione della legna in carbone, è effettuata mediante l'apertura o la chiusura parziale o totale di apposite bocchette situate sullo sportello del pozzetto di raccolta delle ceneri o lateralmente alla struttura. Queste ultime sono chiamate "fori di ispezione" e consentono di verificare anche l'avvenuta carbonizzazione del legname mediante l'inserimento di un'asta metallica.

Questo prototipo è inoltre dotato di un'apposita vasca di raccolta del liquido di condensazione che evita la dispersione di questo nel suolo, a differenza di quanto avviene negli altri tipi di carbonaia. Questo rappresenta un'ulteriore miglioria non solo in campo ambientale ma anche economico, poiché tali reflui sono ampiamente utilizzabili nel settore alimentare.

La nuova carbonaia mobile è progettata anche in modo da velocizzare lo scarico in quanto è possibile sollevarla dal lato corto congiungendo la struttura all'attacco a tre punti del trattore.

Il prototipo del Progetto ha dei portelloni con un livello di sigillatura elevato in grado di rendere la camera di combustione completamente anossica.

Risultati

Durante il Progetto è stato possibile procedere con alcune prove comparative che hanno portato a dei primi risultati di verifica delle capacità operative del prototipo. Come si osserva in Tabella 1, il primo vantaggio evidente del forno mobile è dato dai minori tempi di carico e scarico. Per quanto concerne la durata del processo, questa risulta essere paragonabile in tutti e tre i casi, ma è bene evidenziare come la durata più elevata della carbonizzazione (80 ore per il prototipo e 85 per la carbonaia orizzontale presente sul mercato) sia in concomitanza con valori di umidità del materiale legnoso molto diversi.

Analizzando invece la resa in massa si nota che le carbonaie mobili sono molto più efficienti di quelle tradizionali.

Infine, quelle orizzontali consentono il controllo dei fumi e dei percolati a differenza di quelle tradizionali.

Le caratteristiche qualitative del carbone ottenuto con il prototipo di forno mobile sono state valutate paragonandole a:

- carbonella commerciale di medio profilo;
- carbonella commerciale di elevato profilo;
- carbonella ottenuta con forno mobile orizzontale classico.

I risultati sono mostrati in Tabella 2.

In generale si evince che il carbone ottenuto con le carbonaie orizzontali presenta caratteristiche nettamente migliori rispetto alla carbonella disponibile sul mercato.

È stata effettuata anche l'analisi economica del processo di produzione del carbone, un aspetto che non poteva

essere trascurato. Anche in questo caso il costo di produzione con il prototipo di forno mobile è stato comparato ai tre tipi di carbonella.

I costi sono riferiti alla produzione di un kg di carbone vegetale pronto al carico per una singola unità produttiva di 5 t di legna ad umidità tal quale. Il costo medio della



Figura 1 - Fase di carico meccanizzata.



Figura 2 - Dettaglio delle varie componenti della nuova carbonaia.

	Carbonella commerciale di medio profilo	Carbonella commerciale di elevato profilo	Forno mobile orizzontale classico	Prototipo forno mobile orizzontale
Dimensioni (mm)	10-90	20-80	8-120	8-120
Densità Bulk (kg/m³)	225	241	245	240-302
Umidità (%)	7	6	4,5	4,5
Carbonio fisso (%)	82	82	84	82-87
Sostanze volatili (%)	15	16	18	16-19
Residuo in cenere (%)	2,5	2	1,8	1,8-1,9
Potere calorifico inferiore (MJ/kg)	30,3	31,5	33	33-35

Tabella 2 - Caratteristiche del carbone ottenuto con diversi tipi di carbonaia.

	Carbonella commerciale di medio profilo	Carbonella commerciale di elevato profilo	Forno mobile orizzontale classico	Prototipo forno mobile orizzontale
Costo materiale legnoso (€/kg)	0,01-0,02	0,01-0,02	0,01-0,015	0,01-0,015
Costo di utilizzazione (€/kg)	0,13-0,24	0,12-0,22	0,09-0,17	0,09-0,17
Costo di carbonizzazione (€/kg)	0,80-1,86	0,65-1,21	0,51-1,39	0,37-1,22
Costo di produzione medio totale (€/kg)	1,02	0,74	0,73	0,63

Tabella 3 - Costi di produzione di 1 kg di carbone con vari tipi di carbonaia.



Figura 3 - Dettaglio del carbone ottenuto con il nuovo prototipo di forno mobile.

manodopera è stato considerato pari a 16 €/h. Il valore di macchiatico è stato considerato variabile da 10 a 20 €/t. Questi valori sono stati rilevati da un'analisi di mercato nella zona dell'Amiata.

I risultati sono mostrati in Tabella 3.

I dati riportati in tabella dimostrano che la nuova carbonaia è vantaggiosa anche per il minor costo di produzione medio.

In conclusione, questo prototipo di forno mobile risulta particolarmente efficiente se paragonato con i sistemi ad oggi presenti sul mercato, sotto tutti i profili esaminati. Con questo macchinario è possibile riattivare la produzione di carbone di legna creando una filiera locale, incrementando il valore economico di assortimenti legnosi "poveri".

Il forno mobile amplia la possibilità di differenziare le produzioni forestali, mantenendo sul territorio il valore aggiunto della trasformazione del legno in carbone in una visione economica circolare.

Info

Autori

Rodolfo Picchio

Università degli Studi della Tuscia - Dafne
r.picchio@unitus.it

Angela Lo Monaco

Università degli Studi della Tuscia - Dafne
lomonaco@unitus.it

Rachele Venanzi

Università degli Studi della Tuscia - Dafne
venanzi@unitus.it

Francesco Latterini

Università degli Studi della Tuscia - Dafne
latterinifrancesco@gmail.com

Giovanni Alessandri

Dottore forestale libero professionista
giovanni.alessandri@agricis.it

Paolo Franchi

Consorzio Forestale dell'Amiata
p.franchi@uc-amiata.gr.it

Foto

Autori

BOX DI APPROFONDIMENTO SUL PROGETTO

Il Progetto Integrato di Filiera denominato "FOGLIE (Filiera Organizzata del Gruppo Legname Innovativo ed Energia)" è stato presentato dal Consorzio Forestale dell'Amiata, in qualità di capofila, sul Bando Multimisura PIF annualità 2015 comprensivo della sottomisura 16.2 - PSR 2014-2020, approvato dalla Regione Toscana con il decreto n. 2359 del 26 Maggio 2015. I Partner hanno presentato ai sensi del Bando sottomisura 16.2, nell'ambito del PIF FOGLIE, una domanda di finanziamento per il progetto "RICACCI" (Recupero Innovativo Carbonizzazione e Attivazione di Certificazione "energetico-forestale" Coordinata e Inclusiva), di cui il capofila è la Soc. Coop. Eco Energie di Simone Baglioni. Il prototipo presentato è stato sviluppato in termini progettuali e costruttivi dal gruppo di lavoro in Utilizzazioni forestali dell'UNITUS-DAFNE, B&C Technosystems S.r.l. e Next Technology Tecnotessile. Le analisi di verifica sono state condotte con il supporto del Consorzio Forestale dell'Amiata.