



Consiglio Nazionale delle Ricerche



Valutazione qualitativa del cippato prodotto con cippatrici Pezzolato SpA

A cura di:

Raffaele Spinelli

Carolina Lombardini

CNR IVALSA
ISTITUTO PER LA VALORIZZAZIONE
DEL LEGNO E DELLE SPECIE ARBOREE
www.ivalsa.cnr.it
P.IVA 02118311006
C.F. 80054330586

Firenze
Via Madonna del Piano 10
50019 Sesto Fiorentino
T +39 055 52251
F +39 055 5225507

Trento
Via Biasi 75
38010 S. Michele all'Adige
T +39 0461 660111
F +39 0461 650045

Grosseto
Via Aurelia 49
58022 Follonica
T +39 056 652356
F +39 056 652356

1. Introduzione

In prima approssimazione, la qualità di una partita di cippato è definita dalla sua umidità, dalla specie legnosa prevalente e dalla pezzatura delle particelle, oltre che dal livello di contaminazione del materiale con terra o sassi – quest’ultimo legato soprattutto alla logistica della filiera di produzione.

Mentre umidità e specie non sono influenzate dalle caratteristiche della cippatrice, la pezzatura invece dipende in maniera rilevante proprio dal tipo di macchina impiegata e dal modo in cui questa è stata regolata: la distribuzione dimensionale del cippato prodotto da una determinata macchina è perciò il miglior indicatore della qualità del lavoro che questa è in grado di effettuare.

Perché la granulometria del cippato ha tanta importanza ai fini commerciali? Essenzialmente perché condiziona sia la conservabilità del prodotto, che il tipo di impianto in grado di utilizzarlo. In particolare, la presenza di particelle di dimensioni più lunghe di 60 mm può determinare problemi meccanici di alimentazione, soprattutto negli impianti con coclea di alimentazione, come molti teleriscaldamenti di taglia medio-piccola (≤ 1 MW). Per contro, la frazione fine e polverulenta invece è indesiderata perché rende insalubre l’ambiente in cui il cippato è immagazzinato e tende a disperdersi nelle movimentazioni. Soprattutto, la frazione fine in caldaia genera faville ed aumenta le emissioni di polveri al camino.

In linea generale, ciascun tipo di impianto ha una pezzatura target ottimale, con la quale ottiene il massimo rendimento. Mentre gli impianti di taglia medio-piccola preferiscono cippato di piccole dimensioni (target 20 mm), quelli a gassificazione richiedono un prodotto molto più grossolano, con lunghezza media intorno ai 40-45 mm. Questi impianti sono relativamente nuovi, poiché il boom della gassificazione è cosa recentissima. Pertanto, i costruttori stanno adeguando solo ora le loro macchine alla

produzione di cippato di grosse dimensioni, giacché in precedenza l'attenzione era rivolta nella direzione contraria, cioè alla produzione di cippato il più fine possibile (al limite di cippatino, da usare come sostituto del pellet). Nella sua ampia gamma di modelli e versioni, Pezzolato offre macchine equipaggiate per coprire tutti i settori merceologici, cioè quello del cippato grosso per gassificatori, quello del cippato medio e fine per impianti di cogenerazione e teleriscaldamento, e infine quello del cippatino, per impianti di dimensioni minime adatti all'uso residenziale individuale.

Normalmente, una stessa cippatrice non può produrre indifferentemente i due tipi di cippato poiché la lunghezza di taglio può essere regolata entro limiti di variazione contenuti. Per questo motivo un cambio radicale nella lunghezza di taglio implica necessariamente la sostituzione del tamburo della cippatrice – operazione peraltro attuabile senza eccessiva difficoltà, se si ha a disposizione un’officina attrezzata.

Lo scopo di questo studio è stato quello di determinare le caratteristiche dimensionali del cippato prodotto da 13 diverse cippatrici Pezzolato, progettate per la produzione di cippato di lunghezza elevata, media e corta.

2. Materiali e metodi

La caratterizzazione del cippato è stata effettuata sui campioni di cippato prodotto con le seguenti macchine:

- 1) cippatrice Bosnia alimentata con tronchi di faggio
- 2) cippatrice Hededenmark alimentata con due tipi di materiale
- 3) cippatrice Agostinis alimentata con due tipi di materiale **refili di faggio**
- 4) cippatrice Hackertruck PTH 1000/1000 alimentata due tipi di materiale
- 5) cippatrice a disco H880/250 con griglia 50x50 mm**
- 6) cippatrice a tamburo PTH 300 con griglia 50x50 mm
- 7) cippatrice Hackertruck PTH 1000/1000 con griglia 100x100 mm
- 8) cippatrice PTH 700/660 con griglia 50x50 mm
- 9) cippatrice PTH 700/660 con griglia 60x60 mm
- 10) cippatrice PTH 700/660 con griglia 80x80 mm
- 11) cippatrice PTH 900/660 M con barre verticali spaziate di 50 mm
- 12) cippatrice PTH 900/820 con barre verticali spaziate di 80 mm
- 13) cippatrice PTH 1000/820 con griglia 30x30 mm

Tutti i campioni sono stati raccolti direttamente dal personale CNR recatosi in loco in occasione delle prove di cippatura.

Ciascuno degli oltre 200 campioni aveva un peso fresco compreso tra i 500 e i 1000 g, ed era stato ottenuto dal frazionamento casuale di un campione più ampio, assemblato in loco al momento della cippatura. I campioni sono stati prelevati e posti in un sacchetto di carta su cui erano riportati: data, modello della macchina usata e specie legnosa utilizzata. I campioni prelevati sono stati sistemati in una stanza ventilata per ridurne l'umidità e prevenirne il deterioramento: questo ha reso la vagliatura più semplice, evitando la conglomerazione delle particelle più fini.

Pochi giorni dopo è stata effettuata la misurazione della pezzatura di tutti i campioni tramite l'impiego di un vagliatore oscillante automatico con vagli di diverse misure per separare il cippato nelle seguenti categorie dimensionali: 100-63 mm; 63-45 mm; 45-16 mm; 16-8 mm; 8-3 mm; <3 mm (polveri); le parti con lunghezza maggiore di 100 mm sono state invece separate manualmente.

Le frazioni passate attraverso i vagli sono state pesate con una bilancia di precisione e i dati sono stati organizzati in un foglio elettronico e analizzati statisticamente utilizzando l'applicativo SAS Statview. L'elaborazione è consistita essenzialmente nella produzione di statistiche descrittive, ed eventualmente nella verifica di eventuali differenze nella qualità del cippato ottenuto con la stessa macchina usata su materiali diverse. Tale verifica è stata effettuata con il test non parametrico di Mann-Whitney, specialmente compatibile con la distribuzione dei dati, generalmente diversa da una classica gaussiana.

3. Risultati

Di seguito sono riportati i risultati organizzati per tipo di macchina. Quando la stessa cippatrice ha lavorato con più tipologie di materiale, la differenza tra i diversi tipi di materiale è stata riportata ed analizzata statisticamente.

3.1 Cippatrice PTH 1300/1500 (Bosnia)

La distribuzione granulometrica media ottenuta per la cippatrice impiegata in Bosnia è rappresentata nel grafico 1. che evidenzia la prevalenza delle particelle medio-grandi, e la quasi totale assenza di polveri (la frazione con lunghezza <3.15 mm rappresenta solo lo 0.2 % in peso). Questo è un risultato eccezionalmente buono, compatibile solo con la cippatura di tronchi e un sistema di evacuazione a nastro in gomma, privo di lanciatore a turbina.

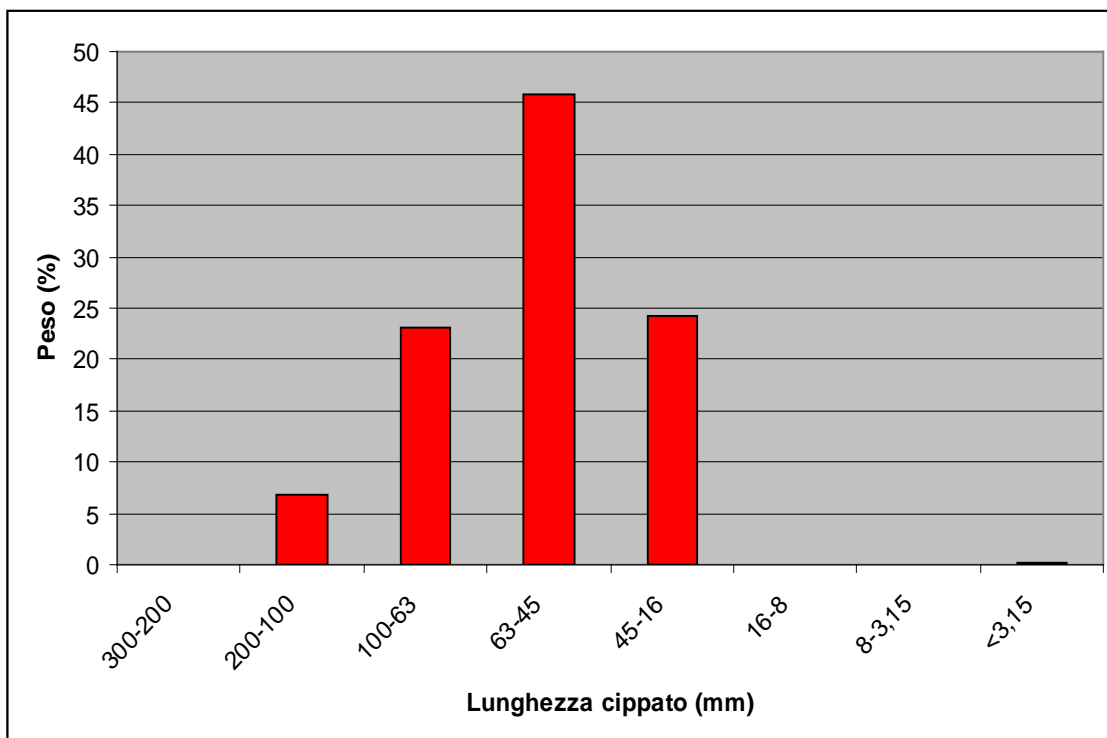


Grafico 1 – Distribuzione granulometrica del cippato prodotto in Bosnia

In linea generale, il cippato prodotto dalla macchina venduta in Bosnia ha una pezzatura molto uniforme, con una distribuzione prevalente nella classe target centrale (63-45 mm).

3.2 Cippatrice PTH 1400/1000 (HedeDanmark)

La distribuzione granulometrica media ottenuta per la cippatrice acquistata da HedeDanmark evidenzia un cippato eccezionalmente uniforme, completamente privo di particelle sovra misura e con una incidenza delle polveri veramente minima (0.3-0.5 % a seconda dl materiale cippato).

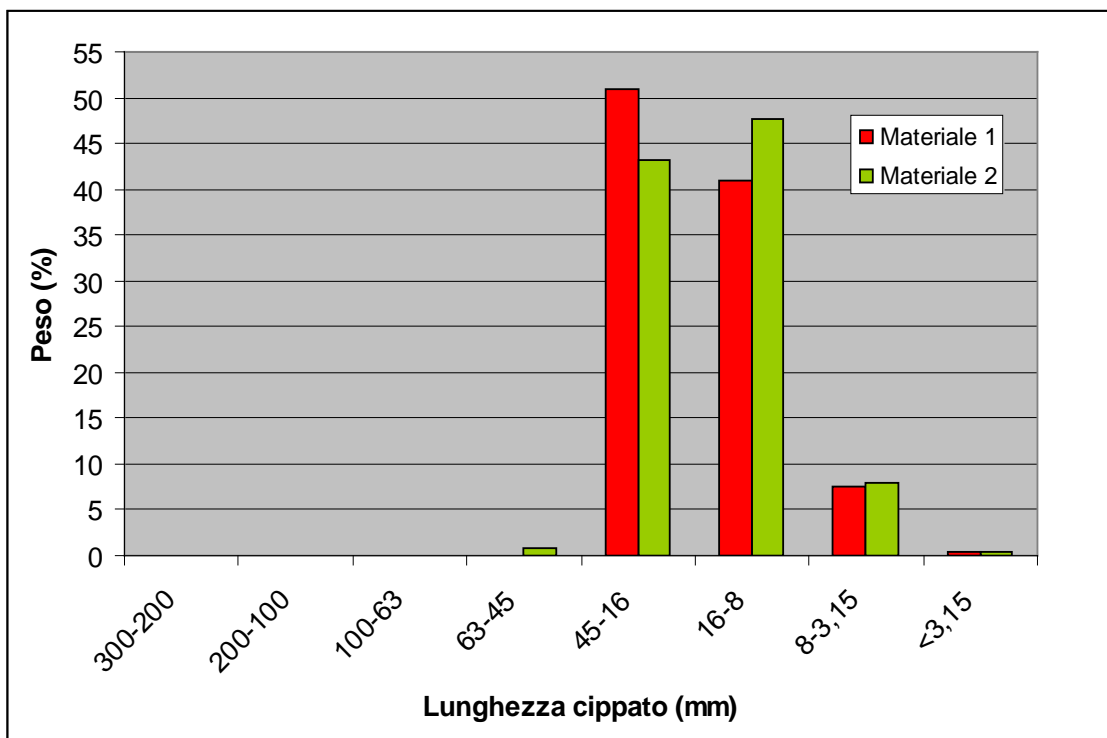


Grafico 2 – Distribuzione granulometrica del cippato prodotto da HedeDanmark

I due tipi distinti di materiale non hanno un'influenza statisticamente significativa sulla distribuzione granulometrica del cippato, e pertanto le differenze individuate dal nostro studio non possono essere considerate importanti, né regolarmente osservabili ogni volta che si ripeta la prova.

3.3 Cippatrice Agostinis

Il prelievo dei campioni qui è stato fatto direttamente dal personale CNR, che si è recato a Udine, presso il piazzale della Ditta Agostinis, per osservare la macchina al lavoro.

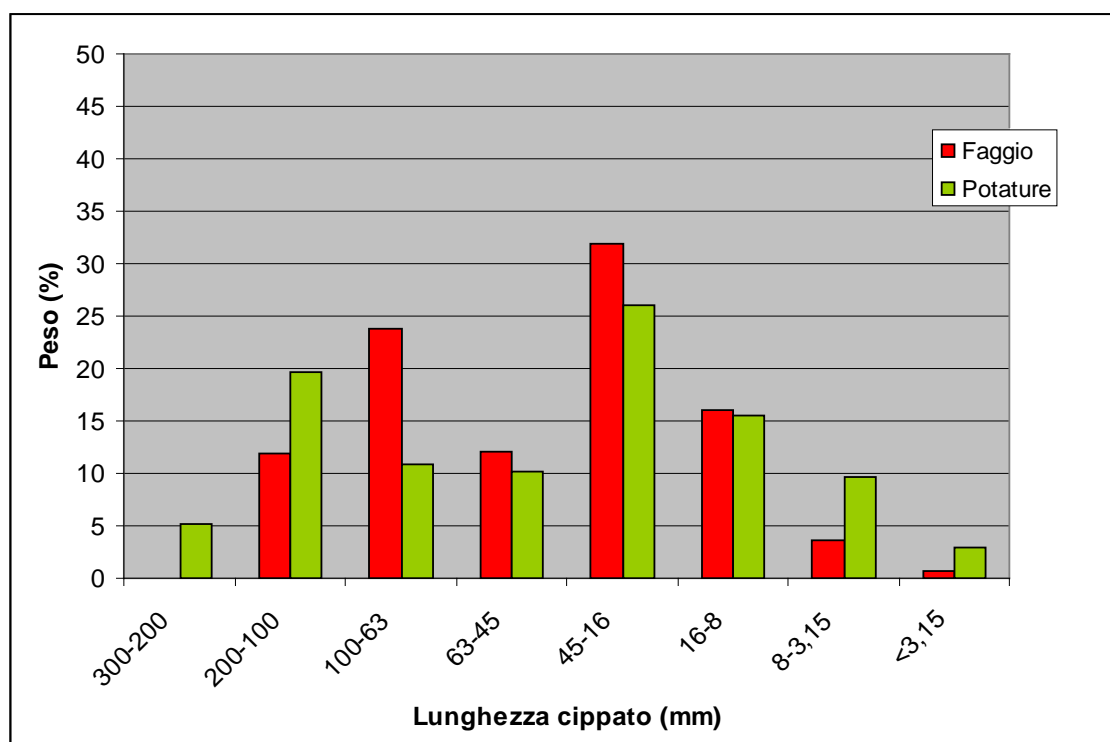


Grafico 3 – Distribuzione granulometrica del cippato prodotto da Agostinis

La distribuzione granulometrica è meno uniforme che nei casi precedenti, anche perché il materiale cippato era differente. Lavorando con i refili di faggio si ottenuto un cippato relativamente uniforme, con una prevalenza di scaglie di grosse e medie dimensioni (>16 mm) e una minima percentuale di polveri (0.7%). La situazione cambia alimentando la macchina con residui di potatura verde, con un inevitabile aumento delle particelle sopra misura e delle polveri – queste ultime comunque contenute entro la soglia del 3%.

Le differenze relative alle polveri e alle particelle sopra misura sono risultate statisticamente significative, secondo il test non parametrico di Mann-Whitney.

3.4 Hackedruck PTH 1000/1000

Anche in questo caso il prelievo dei campioni qui è stato fatto direttamente dal personale CNR, che si è recato a Envie, presso il piazzale della centrale elettrica Mombracco, per osservare la macchina al lavoro.

Indipendentemente dal tipo di materiale, la macchina provata ad Envie ha prodotto un cippato molto uniforme, dove una quota dominante delle scaglie era contenuta in una singola classe granulometrica (45-16 mm).

La presenza di sopra misure e di polveri era molto contenuta, con la frazione di dimensioni inferiori a 3.15 mm (polveri) sempre al di sotto della soglia del 3% in peso.

Neanche in questo caso è stato possibile correlare statisticamente le eventuali differenze tra l'incidenza delle diverse classi granulometriche e il tipo di legname cippato, ad eccezione della classe dimensionale 16-8 mm che è risultata sistematicamente differente nei campioni ottenuti dai due diversi tipi di materiale.

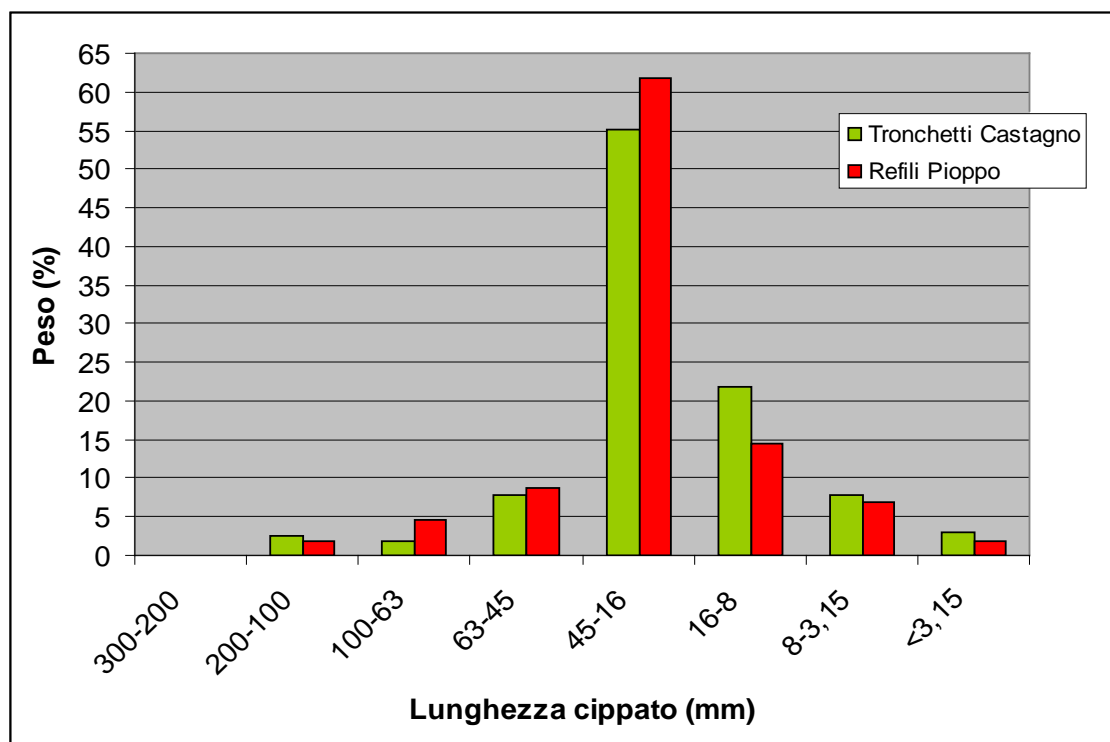


Grafico 4 – Distribuzione granulometrica del cippato prodotto dal PTH 1000/1000.

3.5 Cippatrice Pezzolato H880/250 con griglia 50x50 mm

La distribuzione granulometrica media ottenuta per la cippatrice a disco Pezzolato H880/250 è rappresentata nel grafico 5, che evidenzia la prevalenza delle particelle medio-piccole, con una forte presenza della classe dimensionale 16-8 mm (57,6%), e la quasi totale assenza di pezzatura maggiore ai 45 mm. Nel presente studio la cippatrice era azionata da un trattore Case New Holland 140 da 100 kW.

La prova è stata effettuata su 4 diversi materiali (tronchi di castagno, tronchi di pioppo, ramaglia di pioppo e residui di segheria) e per ogni tipologia sono stati prelevati 15 campioni (totale 4 x 15 = 60). Il grafico 1.b. mostra la distribuzione per tipologia.

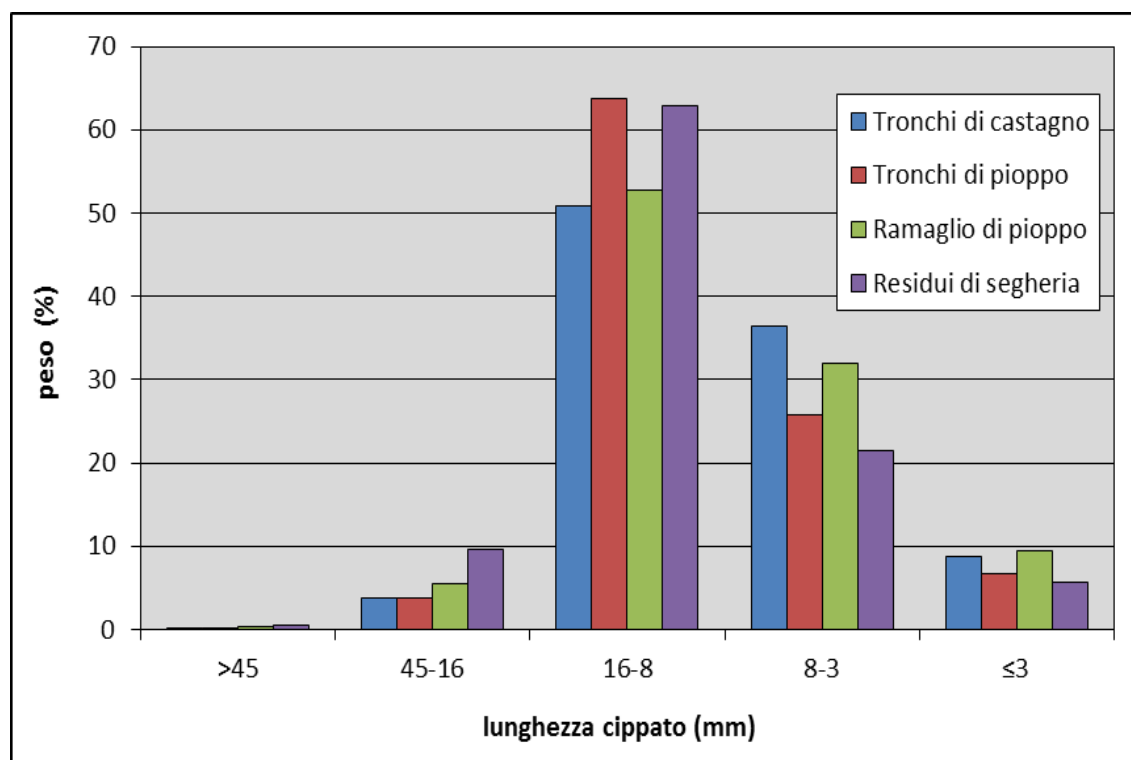


Grafico 5 – Distribuzione granulometrica del cippato prodotto con la cippatrice a disco Pezzolato H880/250 con 4 diversi materiali

3.6 Cippatrice Pezzolato PTH 300 con griglia 50x50 mm

La distribuzione granulometrica media ottenuta per la cippatrice a tamburo Pezzolato PTH 300 evidenzia un cippato di pezzatura media, compresa tra 16 e 3 mm, e praticamente privo di particelle maggiori di 45 mm (grafico 6). Come la cippatrice a disco H880/250, la macchina a tamburo PTH 300 era azionata da un trattore Case New Holland 140 da 100 kW e montava una griglia 50x50mm.

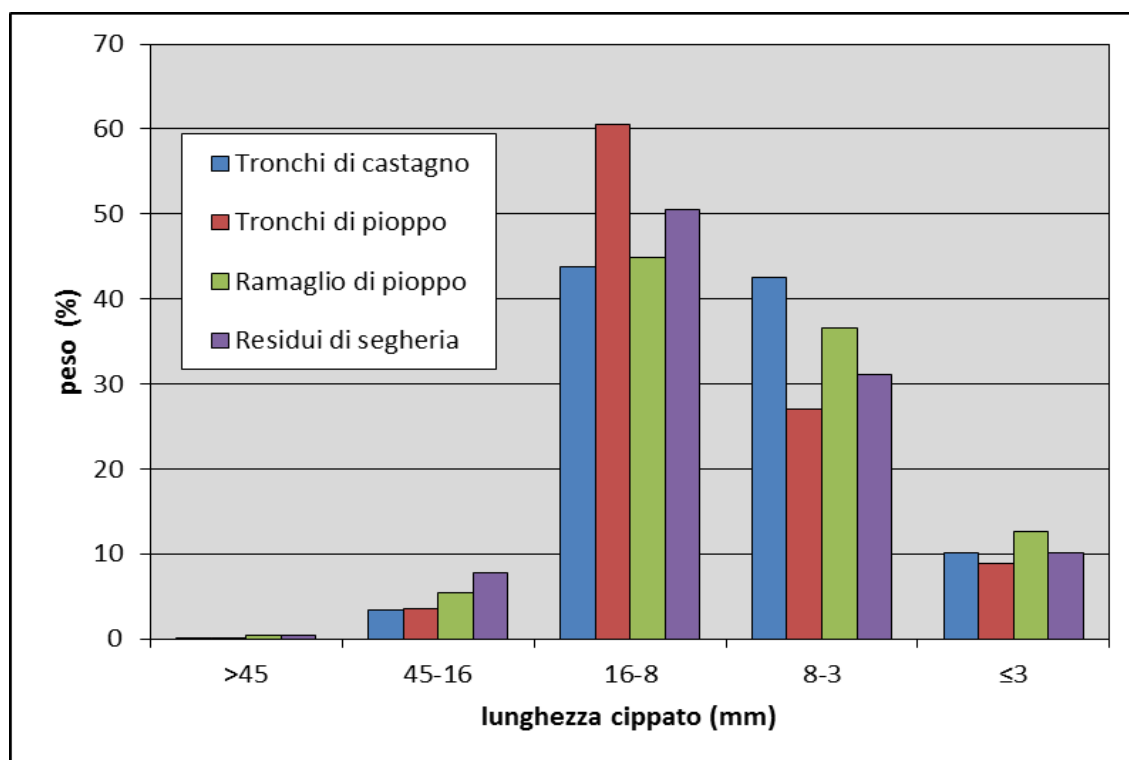


Grafico 6 – Distribuzione granulometrica del cippato prodotto dalla cippatrice a tamburo Pezzolato PTH 300 con 4 diversi materiali

Il grafico 6 riporta la diversa pezzatura ottenuta per i 4 diversi materiali impiegati. Per ogni tipologia di materiale sono stati prelevati 15 campioni (totale 4 x 15 = 60).

3.7 Cippatrice Pezzolato Hackertruck PTH1000/1000 con griglia 100x100 mm

La distribuzione granulometrica ottenuta per la cippatrice Hackertruck PTH1000/1000 evidenzia un cippato piuttosto uniforme, quasi completamente privo di particelle maggiori di 45 mm e con una incidenza delle polveri piuttosto bassa (4,8 %). Le sca-

glie sono in prevalenza di medie dimensioni, comprese nelle due classi di 45-16 e 16-8 mm. I campioni prelevati erano in numero di 20.

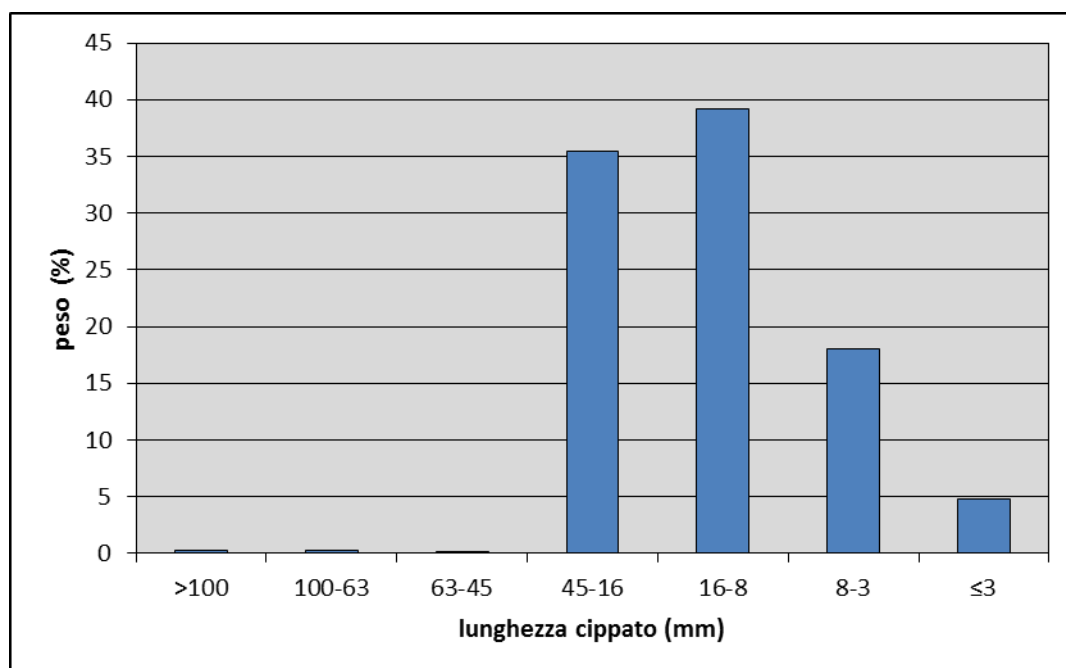


Grafico 7 – Distribuzione granulometrica del cippato prodotto con la cippatrice Pezzolato Hackertruck PTH1000/1000

3.8 Pezzolato PTH 700/660 con griglia 50x50mm

La cippatrice era azionata da un trattore FIAT 130 da 95kw, ed ha prodotto un cippato uniforme, dove una quota dominante delle scaglie era contenuta in una singola classe granulometrica (16-8 mm).

La presenza di polveri era piuttosto contenuta, con la media della frazione di dimensioni inferiori a 3.15 mm (polveri) minore del 6% in peso (grafico 4). Per la valutazio-

ne sono stati prelevati 10 campioni di cippato prodotto con lo stesso materiale forestale.

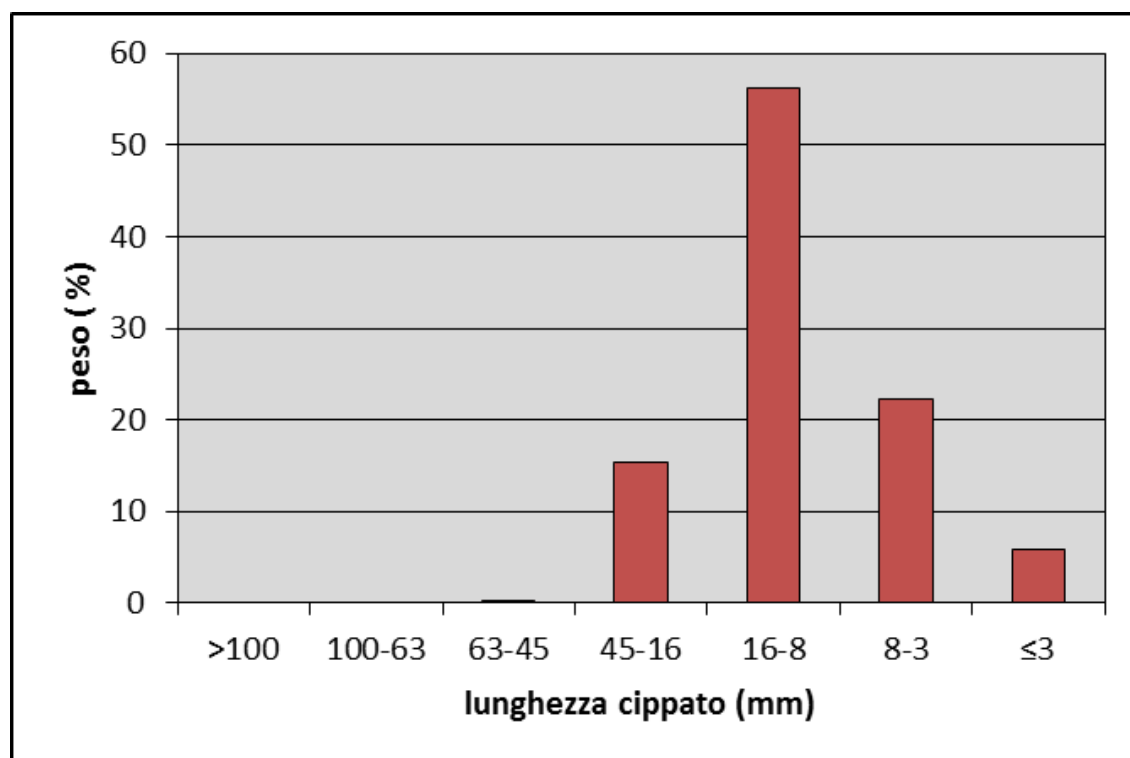


Grafico 8 – Distribuzione granulometrica del cippato prodotto con la cippatrice PTH 700/660 con griglia 50x50mm

3.9 Pezzolato PTH 700/660 con griglia 60x60 mm

La cippatrice era azionata da un trattore Case MX 270 da 231 kW, e montava una griglia di 60x60 mm e lavorava 2 diversi materiali: fusti e cimoli. Come mostra il grafico 5.b., non si nota grande differenza tra le due partite di cippato ottenute con le due tipologie di materiale. In entrambi i casi, il cippato risulta di pezzatura media, con prevalenza tra i 16-8 e 45-16 mm (grafico 5.a.).

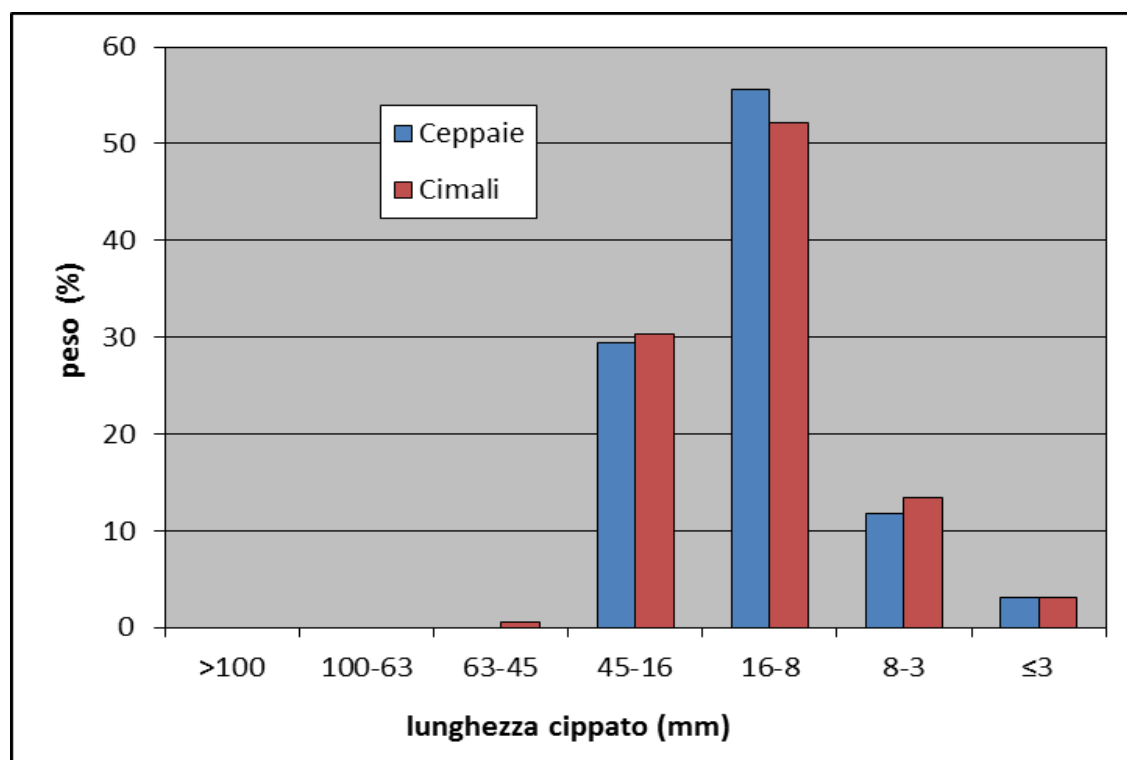


Grafico 9 – Distribuzione granulometrica del cippato prodotto con la cippatrice PTH 700/660 con griglia 60x60mm con 2 diversi materiali

3.10 Pezzolato PTH 700/660 con griglia 80x80 mm

La macchina, azionata da un trattore Case Maxum 140 da 112 kW, è stata utilizzata su 2 tipi di materiali: ramaglia e tronchi. Per l'analisi sono stati raccolti 12 campioni per ciascuna tipologia (24 in tutto).

La distribuzione granulometrica media ottenuta per questa cippatrice è rappresentata nel grafico 6.a che evidenzia la prevalenza delle particelle medio-grandi (45-16 mm)

e la limitata percentuale di polveri (la frazione con lunghezza <3.15 mm rappresenta circa il 6 % in peso).

In linea generale, il cippato prodotto con la griglia 80x80 mm ha una pezzatura uniforme, con una distribuzione prevalente nella classe target centrale.

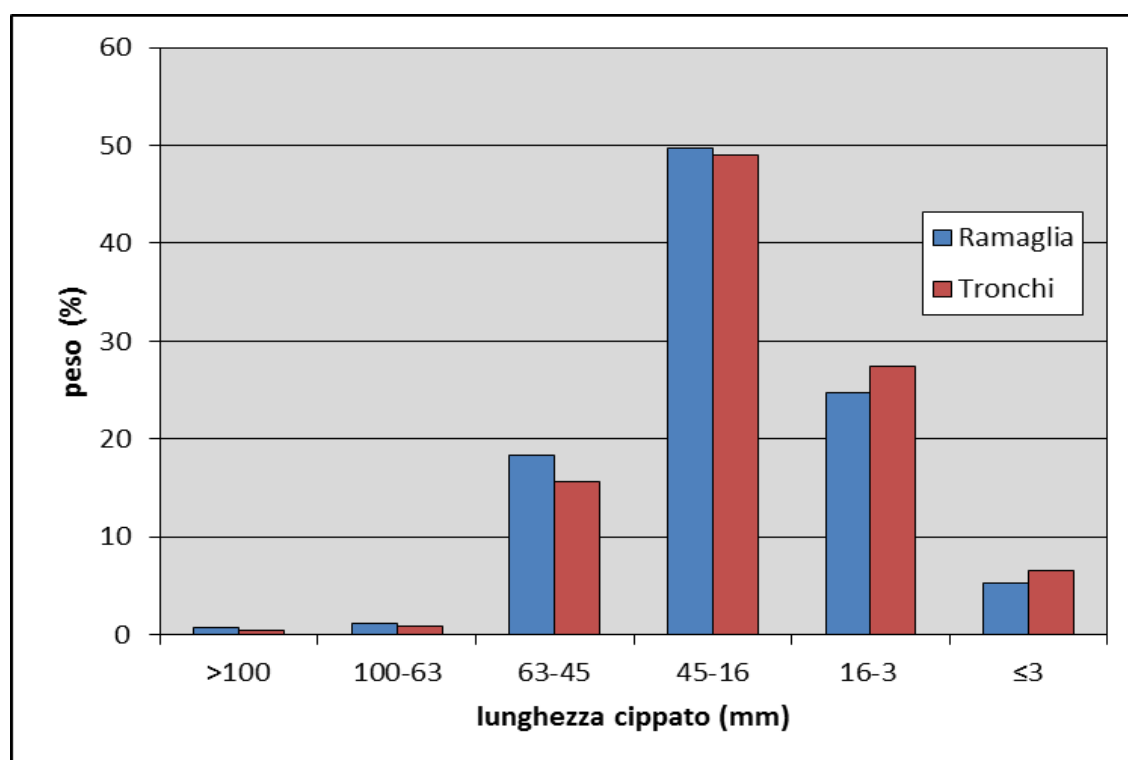


Grafico 10 – Distribuzione granulometrica del cippato prodotto con la cippatrice PTH 700/660 con griglia 80x80 mm con 2 diversi materiali

3.11 Pezzolato PTH 900/660 M con vaglio a barre spaziate 50 mm

Questa cippatrice, a differenza delle altre presentate finora, possiede un motore autonomo con potenza di 260 kW e monta una griglia rappresentata da barre verticali

spaziate tra loro di 50 mm. Sono state effettuate 40 prove e il risultato della distribuzione granulometrica media è mostrato nel grafico 7, dove si evidenzia la prevalenza delle particelle della lunghezza media di 45-16 (52,5%), seppure con una forte presenza anche della classe dimensionale immediatamente inferiore di (16-3 mm - 36,8%).

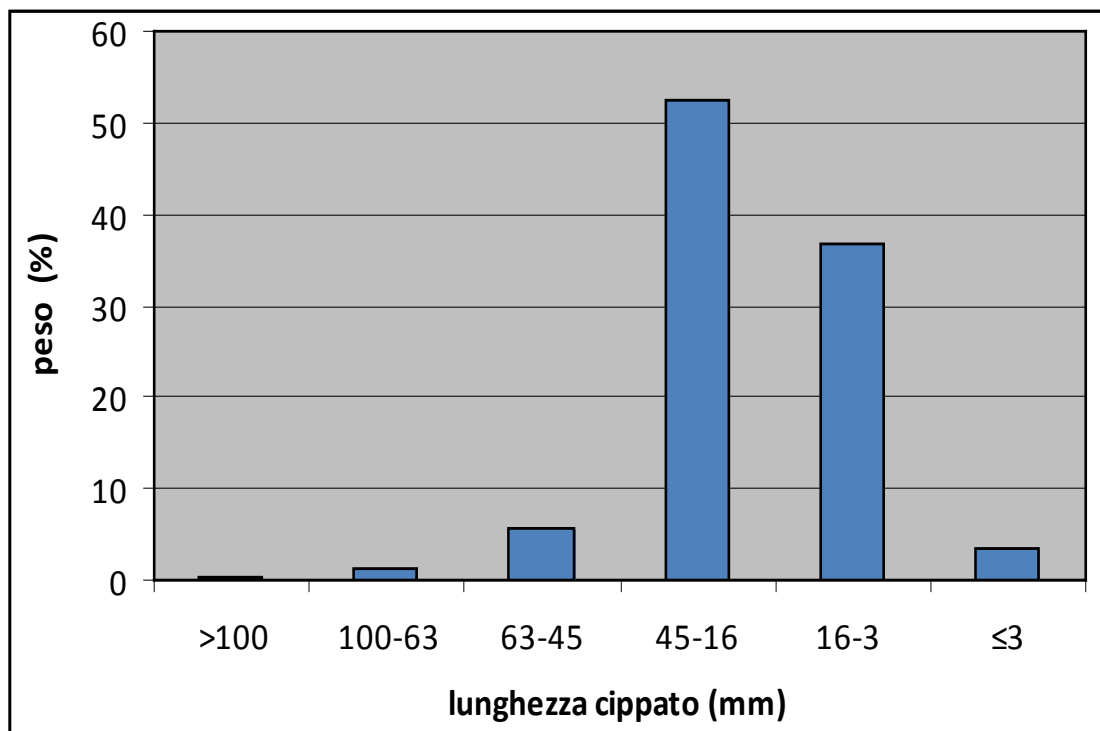


Grafico 11 – Distribuzione granulometrica del cippato prodotto con la cippatrice PTH 900/660 M con motore autonomo e barre spaziate 50 mm

3.12 Pezzolato PTH 900/820 con barre spaziate 80 mm

Questa macchina era una realizzazione speciale, allestita su una falciatrinciacaricatrice modello John Deere 7700 da 409 kW e destinata alla cippatura di piccoli fusti ot-

tenuti da piantagioni a turno breve. La macchina era equipaggiata con un vaglio costituito da barre verticali spaziate 80 mm. Per le prove i campioni raccolti sono stati in numero di 3 per ciascun materiale lavorato, infatti il cippato è stato realizzato con 3 diverse specie legnose: pioppo, robinia e pino strobo, come mostrato nel grafico 8.b. La distribuzione granulometrica è meno uniforme che nei casi precedenti: si nota una prevalenza di scaglie di grosse e medie dimensioni (>16 mm) e una percentuale di polveri molto contenuta (1%). Ciò probabilmente è dovuto al tipo di materiale lavorato, e all'impiego di un vaglio molto largo.

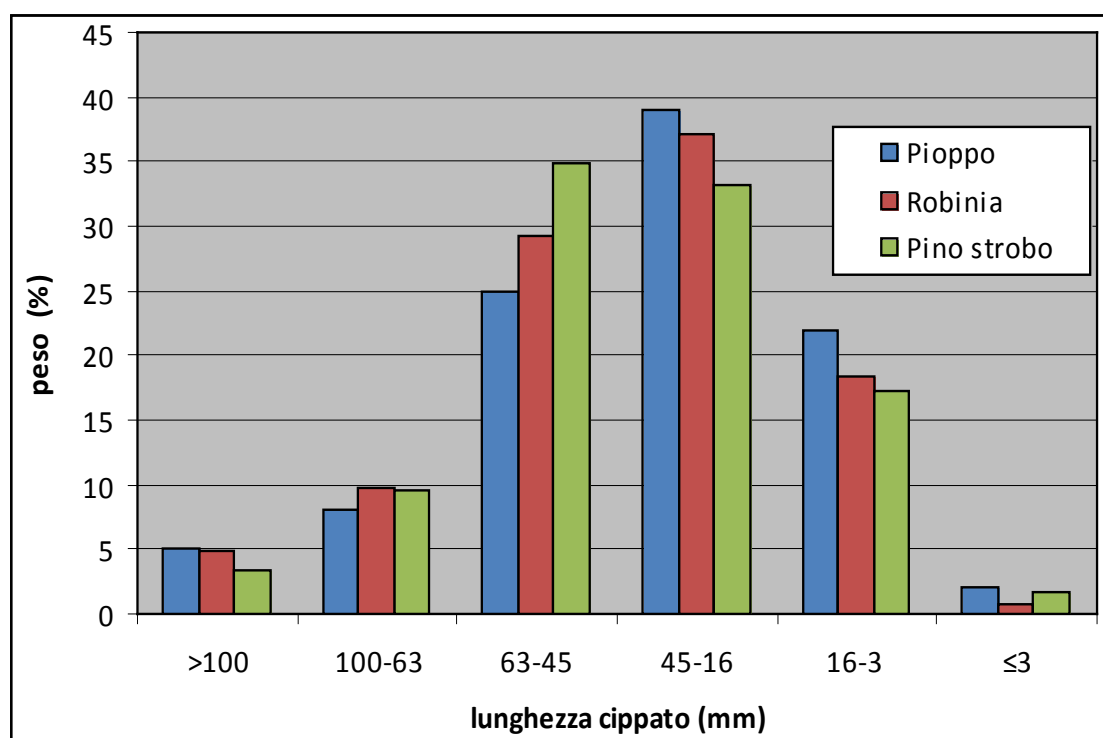


Grafico 11 – Distribuzione granulometrica del cippato prodotto con la cippatrice PTH 900/820 con barre spaziate 80 mm, su 3 diversi materiali



3.13 Pezzolato PTH 1000/820 con griglia 30x30 mm

Anche questa macchina era una realizzazione speciale, appositamente concepita per la produzione industriale di cip patino, destinato alla produzione di pellet o all'alimentazione di piccole caldaie per uso residenziale individuale. Per questo motivo la lunghezza di taglio era stata regolata a soli 10 mm, e la macchina era stata equipaggiata con una strettissima griglia a maglie quadre di 30x30 mm. Per le prove si sono utilizzati fusti di castagno di provenienza locale. La distribuzione granulometrica del prodotto è riportata nel grafico 13, che evidenzia la concentrazione del prodotto nelle classi di lunghezza comprese tra 3 e 16 mm.

E' interessante notare una presenza di polveri (particelle <3 mm) molto modesta per un prodotto tanto fine. Questo è sicuramente un risultato molto favorevole, perché

normalmente qualsiasi intervento volto a ridurre la lunghezza del cippato comporta un rapido aumento della percentuale di polveri, che qui invece è decisamente contenuto.

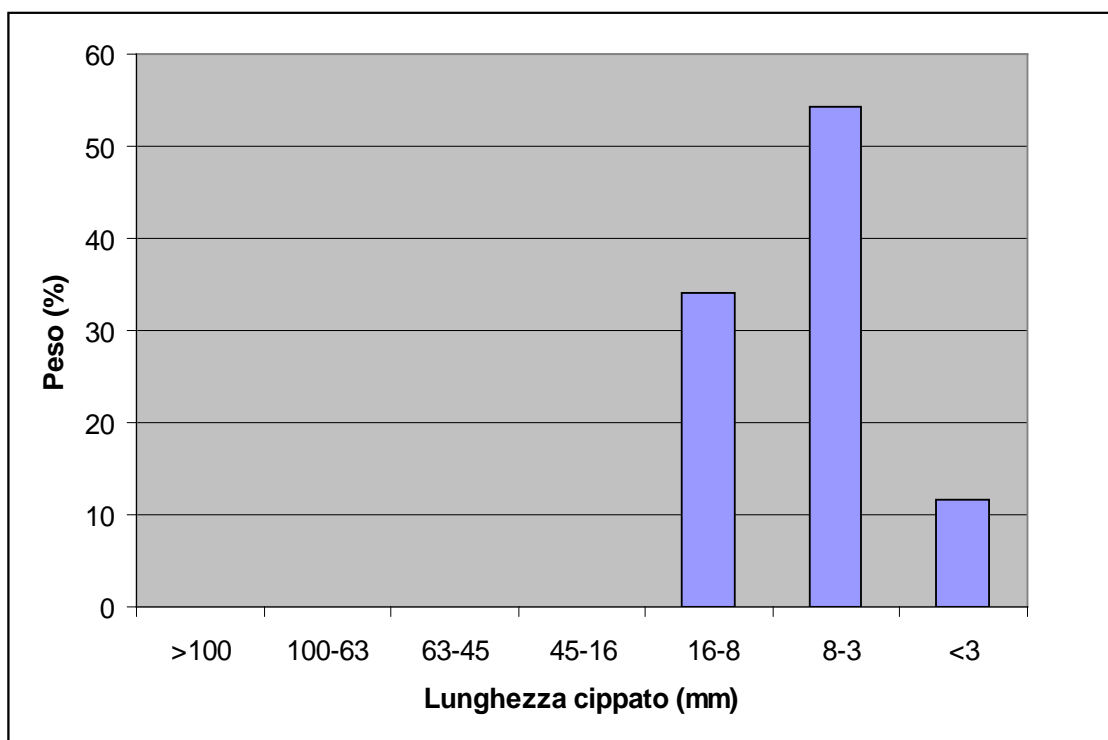


Grafico 13 – Distribuzione granulometrica del cippato prodotto con la cippatrice PTH 1000/820 con griglia 30x30 mm

Conclusioni

La tabella 1 riporta una visione complessiva dei risultati di prova. Questa ha coperto un’ampia gamma di pezzature, e consente di fare interessanti considerazioni generali. Ovviamente, le macchine allestite per produrre cippato di grosse dimensioni hanno avuto prestazioni diverse da quelle allestite per produrre cippato medio o fine.

Le prime hanno prodotto un cippato molto regolare, con un'incidenza minima di particelle fini (polveri), che sono quelle meno adatte all'immissione in un gassificatore. Le seconde invece hanno prodotto più polvere (lunghezza <3 mm), ma meno particelle sovra misura (lunghezze > 100 mm).

PROVA	CIPPATRICE	TAGLIO	GRIGLIA	CLASSE DIMENSIONALE (mm)						
				>100	100-63	63-45	45-16	16-8	8-3	≤3
n°	MODELLO	mm	mm							
1	PTH 1300/1500	35	100x120	6,8	23,0	45,7	24,3	0,0	0,0	0,2
2	PTH 1400/1000	40	100x100	0,0	0,0	0,4	47,1	44,3	7,8	0,4
3	PTH 1000/1000 su camion	40	100x100	18,3	17,3	11,1	29,1	15,8	6,6	1,8
4	Hackertruck PTH1000/1000	42	100x100	2,1	3,2	8,3	58,4	18,2	7,4	2,4
5	H880/250	13	50x50	0,0	0,0	0,2	5,6	57,6	28,9	7,7
6	PTH 300	15	50x50	0,0	0,0	0,2	5,0	49,9	34,3	10,5
7	Hackertruck PTH1000/1000	20	100x100	0,3	0,3	0,2	35,4	39,2	18	4,8
8	PTH 700/660 - trattore da 95 kW	17	50x50	0,0	0,0	0,3	15,3	56,2	22,3	5,9
9	PTH 700/660 - trattore da 231 kW	20	60x60	0,0	0,0	0,6	29,95	53,8	12,6	3,1
10	PTH 700/660 - trattore da 112 kW	20	80x80	0,6	1,0	17,0	49,3	26,1		5,9
11	PTH 900/660 M	20	barre 50	0,2	1,2	5,8	52,5	36,8		3,6
12	PTH 900/820 su falciatrice	30	barre 80	4	9	30	36	19		1
13	PTH 1000/820	10	30x30	0,0	0,0	0,0	0,0	34,0	54,3	11,7

Tabella 1 – Sintesi dei risultati di prova

In effetti, tutte le macchine hanno fornito un cippato regolare, con una incidenza minima di particelle sovra misura (> 100 mm), indipendentemente dalla lunghezza di taglio e dalle dimensioni della griglia di calibrazione. Fa eccezione la PTH 1000/1000 della prova n° 3, e l'eccezione si spiega con il fatto che la macchina aveva un taglio lungo ed era alimentata con residui della manutenzione del verde pubblico, che sono troppo flessibili e notoriamente inadatti alla produzione di cippato di qualità.

Sulle macchine progettate per la produzione di cippato grosso, il bassissimo contenuto di particelle fini (<3 mm) era in parte legato all'impiego di sistemi di evacuazione con convogliatore a nastro, che caratterizzavano le macchine impegnate nelle prove n° 1, 3 e 4.

D'altra parte, la presenza di particelle fini (< 3 mm) era molto contenuta anche con le macchine regolate per una lunghezza di taglio molto corta ed equipaggiate con griglie a maglie strette, nonostante sia una regola generale che la percentuale di particelle fini è inversamente proporzionale a quella di particelle sovra misura, e cresce con il diminuire della lunghezza di taglio.

Infine, la macchina progettata per produrre cippatino (prova n° 13) è risultata particolarmente adatta al compito assegnatole, perché quasi il 90% del prodotto era ben all'interno delle lunghezze target, e le particelle fini (< 3 mm) erano contenute sotto il 12%.