



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI NAPOLI FEDERICO II



UNIVERSIDAD
MAYOR

Ottimizzazione della produzione di pellet da biomasse erbacee: il caso della *Stipa Caudata*

Relatore

Prof. Massimiliano Fabbricino

Co-relatore

Prof. Claudia Santibañez

Candidata

Grazia Guerriero M67/288

Il Contesto energetico

- ▶ Le biomasse come fonte di energia rinnovabile
- ▶ Vantaggio : Anidride carbonica emessa bilanciata dalla pianta
- ▶ Svantaggio : Competizione con il cibo
- ▶ La richiesta sempre maggiore di biomasse erbacee
- ▶ Sempre maggiore utilizzo nel co-firing

Perché la Stipa Caudata?

- ▶ Processo fotosintetico C4
- ▶ Pianta nativa
- ▶ Pianta Perenne



Perché il pellet?

- ▶ Mercato in crescita
- ▶ Necessita di nuovi materiali per soddisfare la domanda
- ▶ Facilità di produzione anche su piccola scala



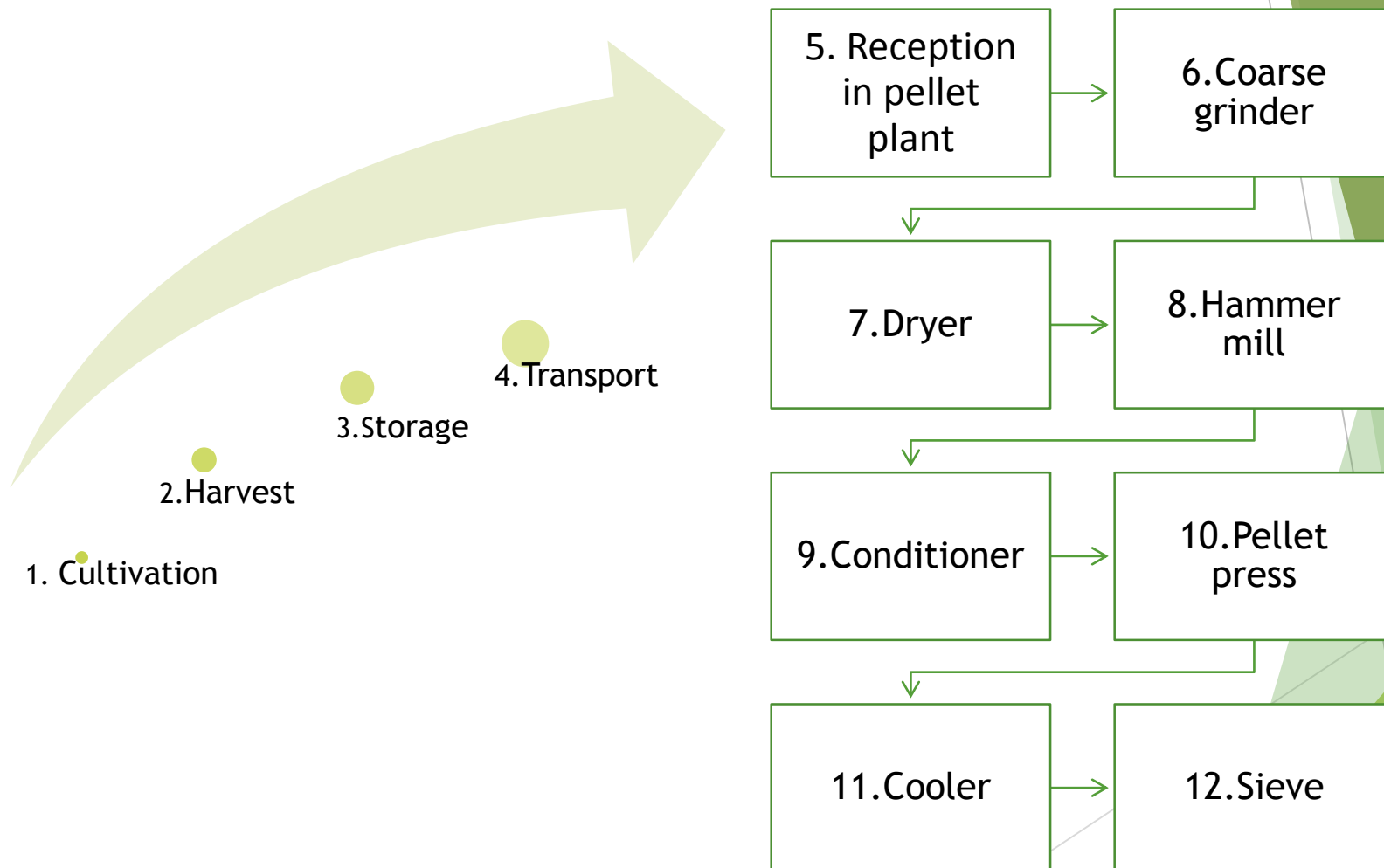
Ottimizzazione mediante l'aggiunta di pino

Normativa Biomasse
EN ISO 17725-6

Review

	A	B		Wood	Barley straw 100%	88%BS+ 12%PINE	Miscanthus	Wheat Straw	RCG
Moisture (%)	≤12	≤15	Moisture (%)	8,265	7,2	6,1	12,17	10,03	14,32
Ashes w% (w.b.)	≤6	≤10	Ashes w% (w.b.)	0,48	10,51	9,15	3,56	7,795	3,15
Durability w% (w.b.)	≥97,5	≥96	Durability w% (w.b.)	98,42	95,5	97,2	95,34	95,25	95,18
LHV Mj/kg	≥14,5	≥14,5	LHV Mj/kg	17,38	16,23	16,72	NP	15,15	14,89
Bulk Density kg/cm ³	≥600	≥600	Bulk Density kg/cm ³	686,945	NP	NP	615,2	628,6	555,1
N w% (w.b.)	≤1,5	≤2,0	N w% (w.b.)	0,38	0,77	0,72	0,4194	0,6702	1
S w% (w.b.)	≤0,2	≤0,3	S w% (w.b.)	0,00825	0,1	0,07	0,066	0,143	0,032
Cl w% (w.b.)	≤0,1	≤0,3	Cl w% (w.b.)	0,013	NP	NP	0,142	0,17745	<0,001

Produzione di pellet

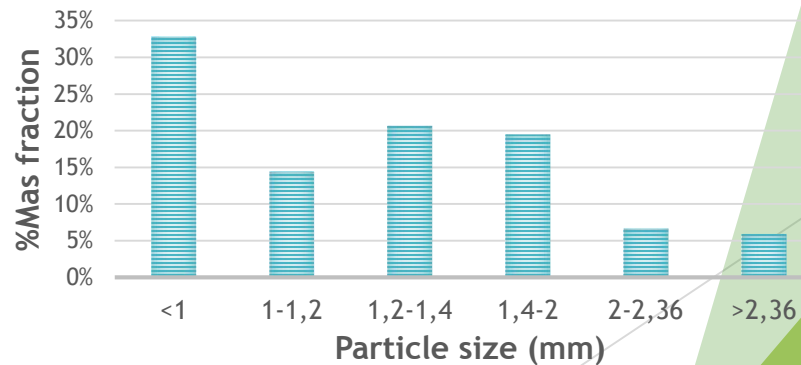


Materiali e metodi

- ▶ Raccolto (durante la primavera cilena)
- ▶ Portato in laboratorio
- ▶ Tagliato
- ▶ Essiccato
- ▶ Tritato
- ▶ Setacciato
- ▶ Misurata la densità apparente
- ▶ Create le miscele
- ▶ Pellettizzato



PARTICLE SIZE DISTRIBUTION



Misure effettuate

In Laboratorio

- ▶ Densità apparente
- ▶ D,L, peso
- ▶ Contenuto di umidità
- ▶ Durabilità

Laboratorio Esterno

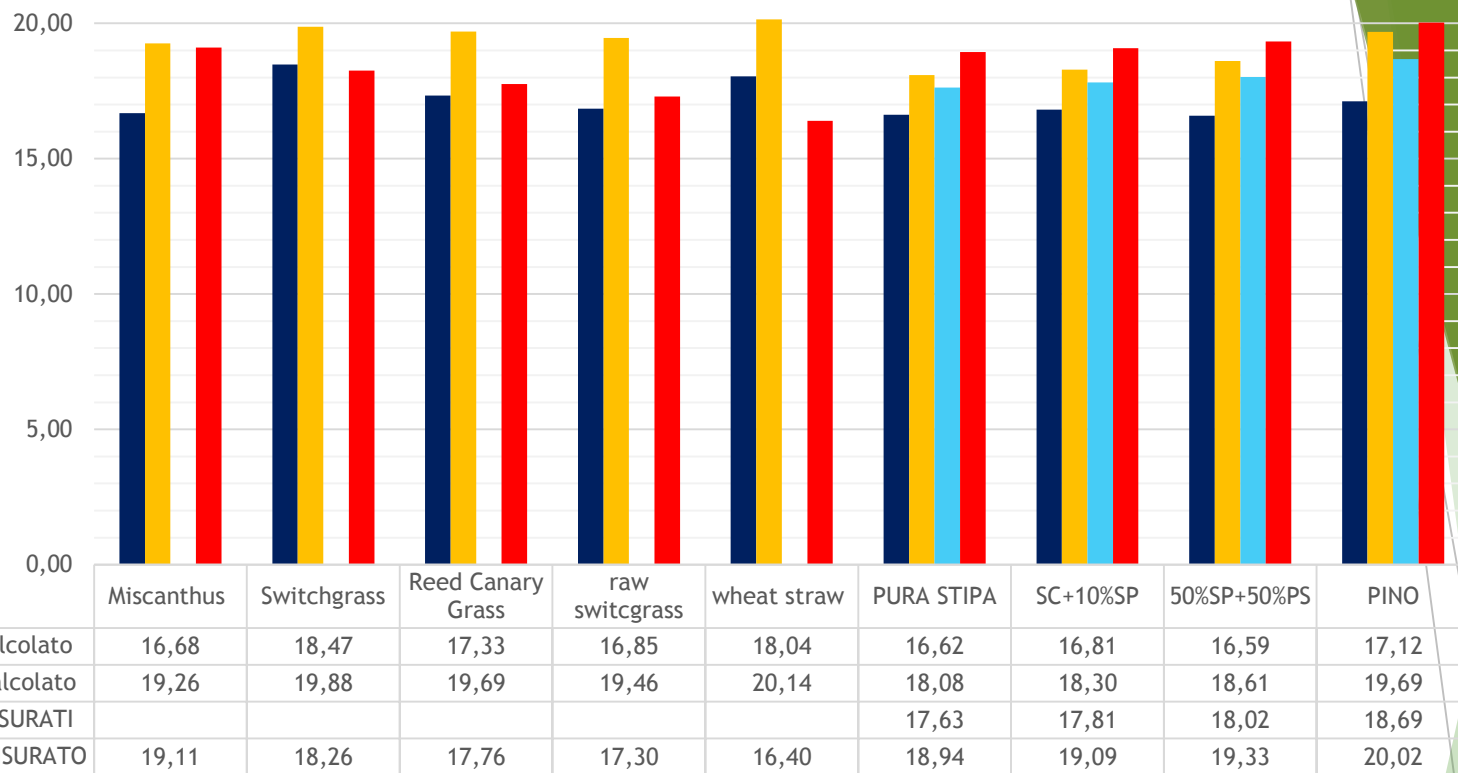
- ▶ Determinazione degli elementi principali :
C, H , O, N, S , Cl
- ▶ Parametri della combustione



Risultati

- Solo la stipa pura supera i valori normativi
- Già con il 10 % si ottengono valori che rispettano la normativa
- Elevato HHV

Stipa caudata	w% (w.b.)	100	90	50	0
Pine sawdust	w% (w.b.)	0	10	50	100
C	w% (w.b.)	44,71	44,96	46,15	48,87
O	w% (w.b.)	38,38	38,82	41,16	44,42
H	w% (w.b.)	6	6,17	5,98	6,15
N	w% (w.b.)	1,75	1,4	1,08	0,11
S	w% (w.b.)	0,35	0,29	0,21	<0,01
Cl	w% (w.b.)	0,305	0,2773	0,2264	0,0097
Moisture	(%)	5,15	5,21	5,39	5,70
Ashes	w% (w.b.)	8,50	7,12	5,20	0,45
Volatile Matter	w% (w.b.)	73,70	74,52	76,09	80,98
Fixed Carbon	w% (w.b.)	17,79	18,04	18,71	18,57
HHV	MJ/kg	18,94	19,09	19,33	20,02
LHV	MJ/kg	17,63	17,81	18,02	18,69



Confronto tra risultati sperimentali ed elaborazione numerica

Dulong

LHV

$$= 33822 \times C + 120347 \times \left(H - \frac{O}{8} \right) + 10465 \times S - 2512 \times U$$

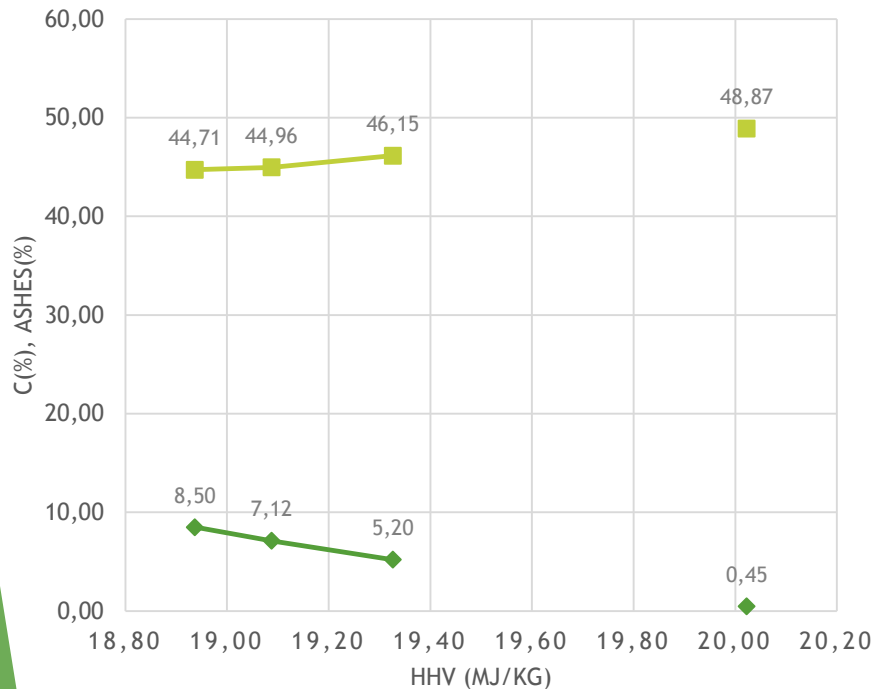
Sheng-azavedo HHV

HHV

$$= -1,3675 + 0,3137C + 0,7009H + 0,0318O$$

Parametri che influenzano il potere calorifico

PARAMETERS THAT INFLUENCE HHV



► ↑% pino ↑HHV

► ↓contenuto di ceneri
↑HHV

Caratteristiche di forma

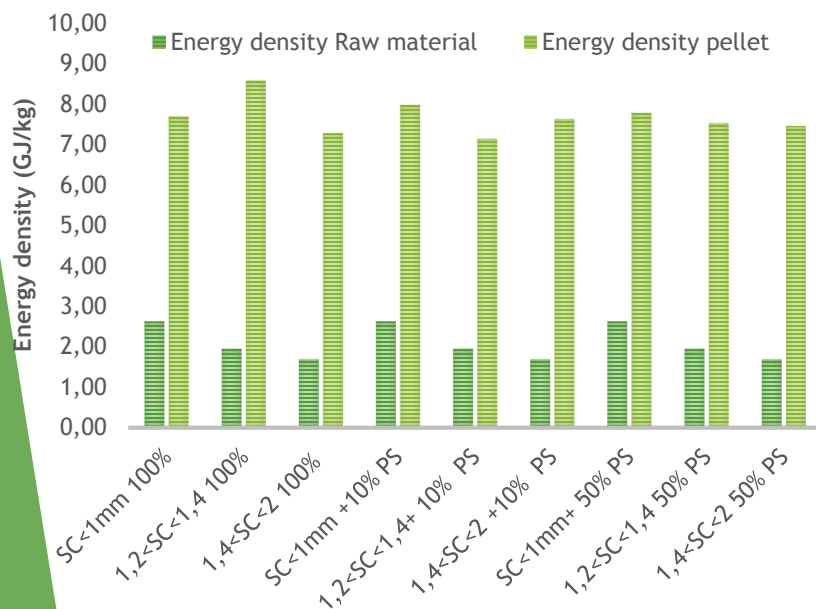
- ▶ Pellet density molto bassa
- ▶ Forse dovuta all'espansione

Raw material	Dmax	Dmedio(mm)	Dmin	%D>8mm	Avarage of pellet density (kg/cm ³)
SC<1mm 100%	8,06	7,67	6,60	0,04	932,09
1,2<SC<1,4 100%	8,14	7,97	7,16	0,04	1014,35
1,4<SC<2 100%	8,23	7,87	7,26	0,14	802,39
SC<1mm +10% PS	8,21	7,91	7,62	0,36	866,05
1,2<SC<1,4+ 10% PS	8,27	7,95	7,75	0,30	859,26
1,4<SC<2 +10% PS	8,14	7,89	6,81	0,28	912,17
SC<1mm+ 50% PS	8,15	7,85	7,62	0,16	914,96
1,2<SC<1,4 50% PS	8,40	7,97	7,72	0,40	868,98
1,4<SC<2 50% PS	8,56	8,02	7,70	0,58	858,52

Densità apparente ed energetica

- Densità apparente molto bassa a causa della macchina

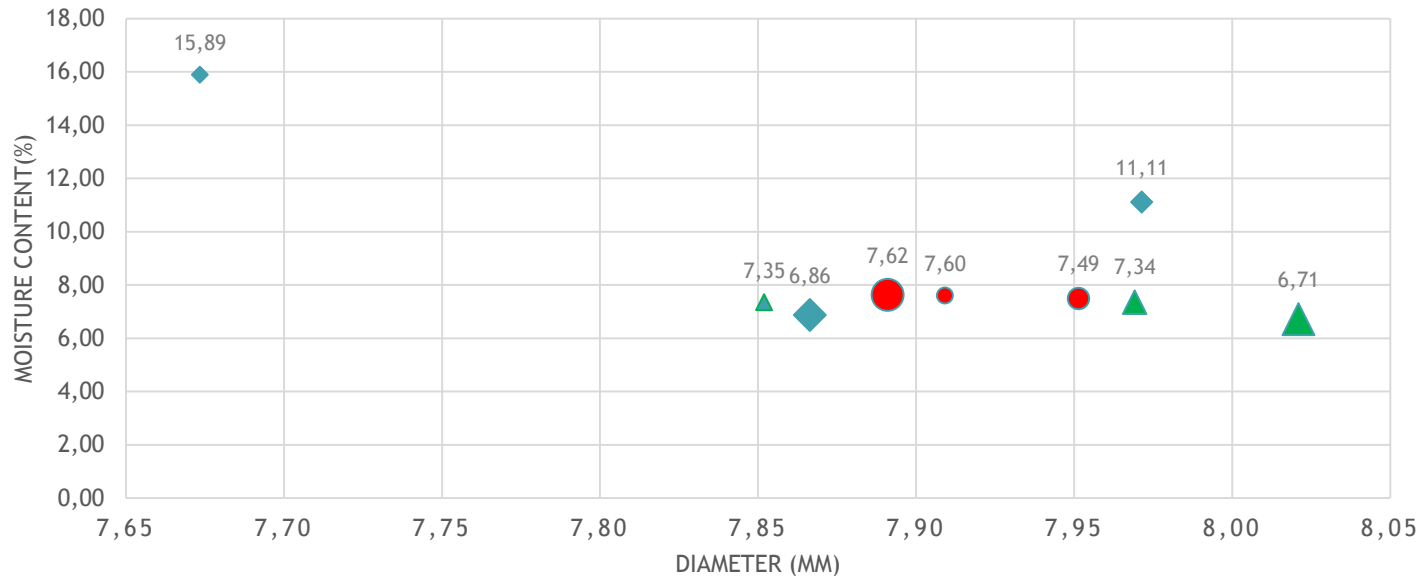
- $ED = BD \cdot LHV$



	Bulk density of pellets (Kg/m ³)	Energy density of pellets (GJ/m ³)	% of the increase of bulk density
SC<1mm 100%	436,33	7,69	193%
1,2<SC<1,4 100%	486,30	8,57	338%
1,4<SC<2 100%	413,06	7,28	330%
SC<1mm +10% PS	447,81	7,98	200%
1,2<SC<1,4 +10% PS	400,82	7,14	261%
1,4<SC<2 +10% PS	427,93	7,62	345%
SC<1mm +50% PS	431,59	7,78	189%
1,2<SC<1,4 50% PS	417,66	7,53	276%
1,4<SC<2 50% PS	413,64	7,45	330%

Umidità

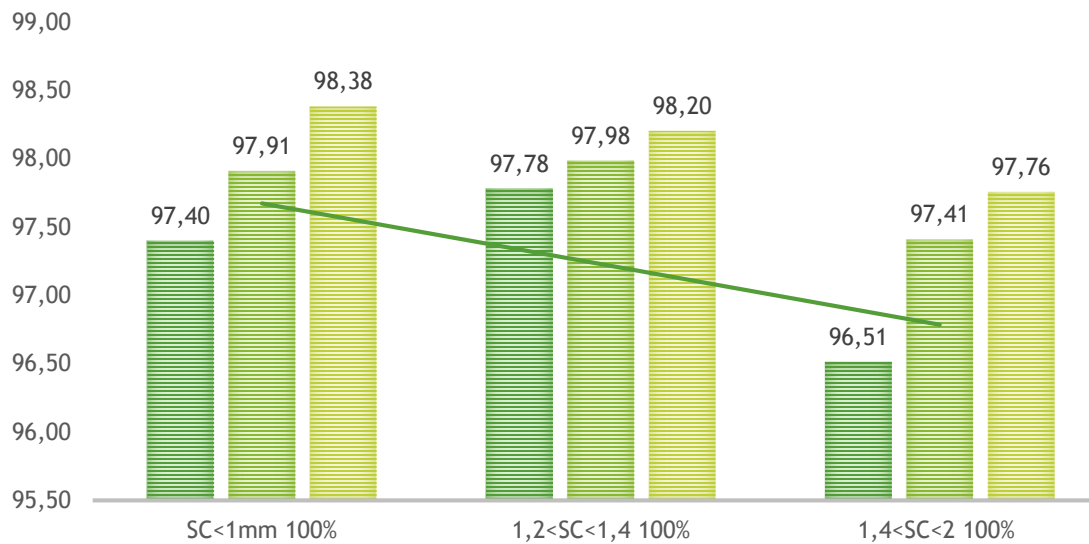
MOISTURE CONTENT- DIAMETER



- ▶ Solo un valore eccede dalla normativa(SC<1mm)
- ▶ Non ci sono correlazioni evidenti con le altre proprietà

Durabilità

- Migliora con l'aggiunta della segatura di pino
- Si riduce all'aumentare delle dimensioni delle particelle



Conclusioni e Studi Futuri

- ▶ Analisi dei Sali contenuti
- ▶ Cambio dell'epoca di raccolta
- ▶ Stimare il potenziale di rendimento
- ▶ Studio del comportamento come combustibile in scala reale

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

