



# **PROGETTO E.Ri.C.A.**

*Energie rinnovabili da colture agricole*

## **VALORIZZAZIONE ENERGETICA DELLE BIOMASSE VEGETALI**

**Giuseppe Toscano**

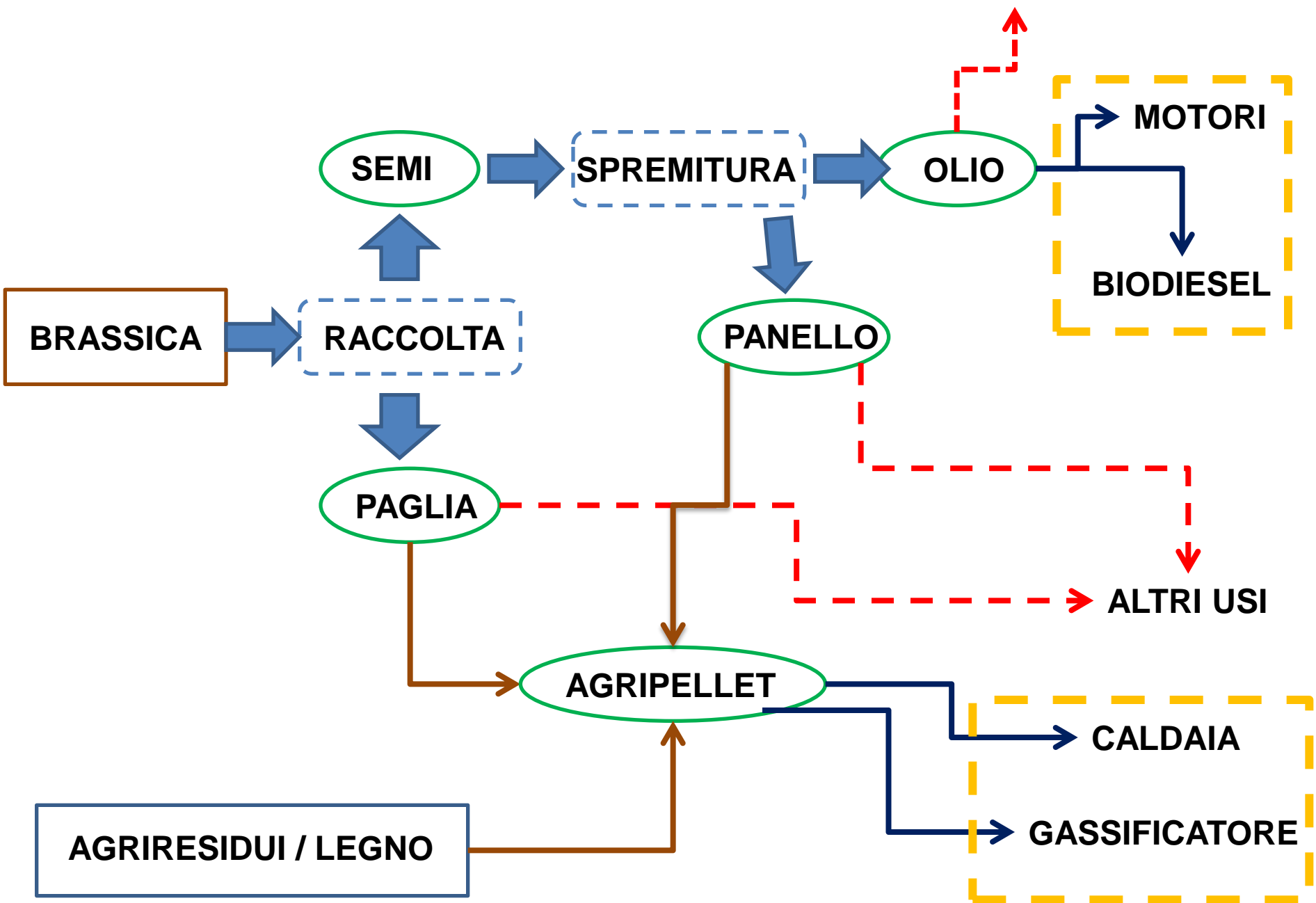
*Laboratorio Biomasse – Dipartimento D3A  
Università Politecnica delle Marche*

**6 maggio 2014**  
**Hotel Splendid La Torre - Palermo**

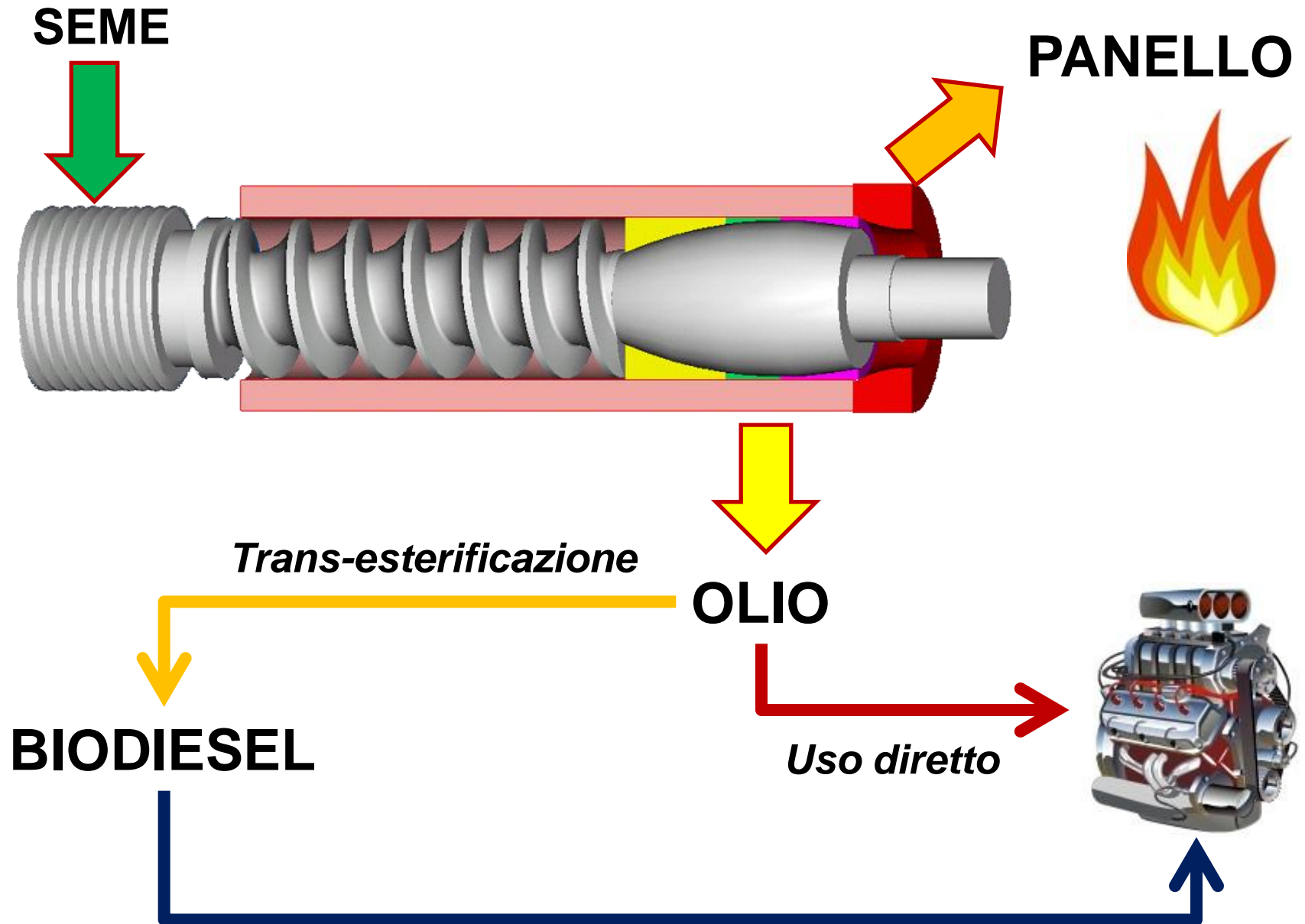


# FILIERA

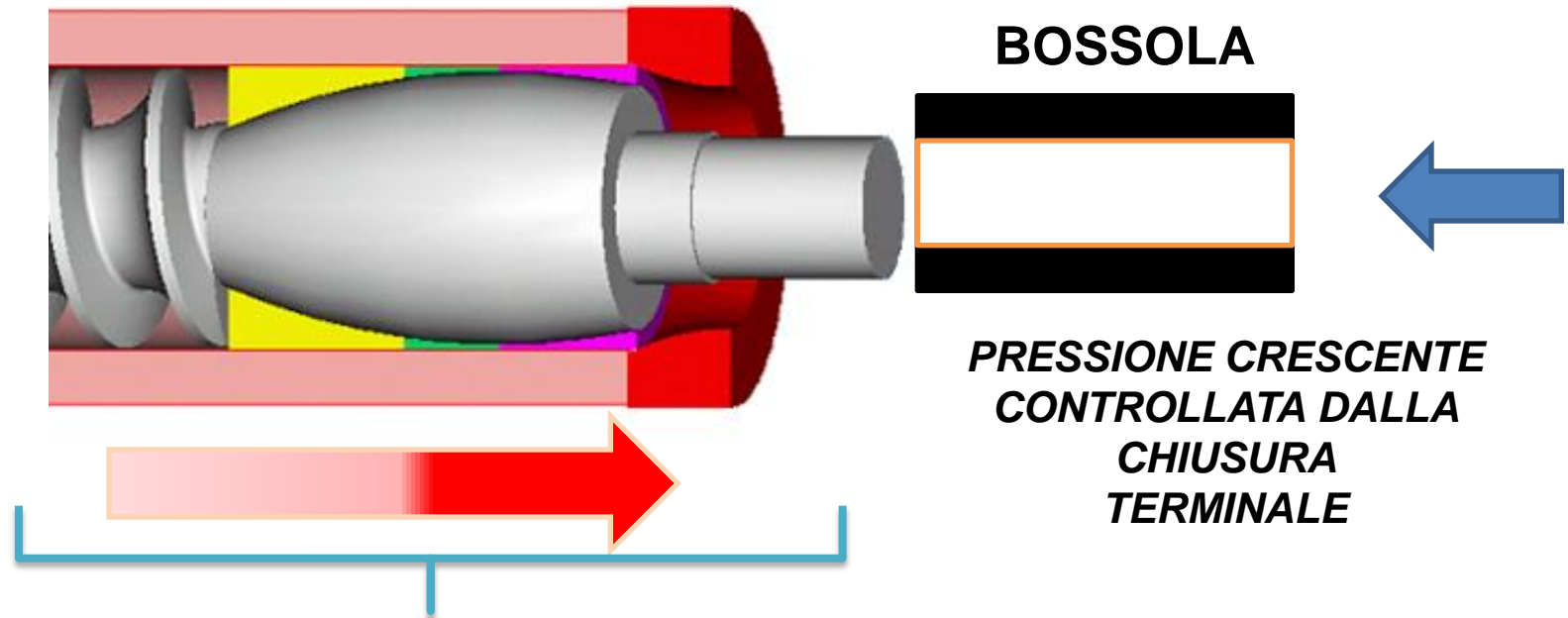
ALTRI USI



# ESTRAZIONE MECCANICA



# ESTRAZIONE MECCANICA



## PARAMETRI DI PROCESSO

- 1) *Pressione meccanica esercitata sul seme*
- 2) *Temperatura di estrazione*

# ESTRAZIONE MECCANICA



# PRODUZIONE DI BIODIESEL



# FATTORI DI PROCESSO E PIANO DI LAVORO

**4 livelli di pressione:**

**“bossola”** con diametri: 5,6,8,10 mm

**3 temperature:**

70 C - 80 C - 90 C

**TOTALE**

**12 combinazioni di estrazione**



*Trasformazione in biodiesel  
delle due condizioni  
operative di estrazione più  
interessanti*



**ATTIVITA' ANALITICA**

**UNI/TS 11263  
EN 14213-14214**

# RESE DI ESTRAZIONE

<b>Prova</b>	<b>Temperatura ( C )</b>	<b>Bossola Ø [mm]</b>	<b>Resa (%)</b>
1	70	5	29,0
2	80	5	29,5
3	90	5	30,5
4	70	6	29,5
5	80	6	30,0
6	90	6	31,5
7	70	8	31,0
8	80	8	31,5
9	90	8	32,0
10	70	10	32,0
11	80	10	31,5
12	90	10	31,0



# RISULTATI ANALISI CHIMICO FISICHE OLIO VEGETALE

Temperatura ( C )	Bossola Ø[mm]	Acidità libera (mg KOH/g)		Acqua (mg/kg)		Viscosità cinematica a 40 C (cSt)		Densità a 15 C (kg/m <sup>3</sup> )	
		D	CT	D	CT	D	CT	D	CT
70	5	3,0	1,6	848	807	41,78	42,08	0,919	0,920
80	5	3,1	1,3	852	764	41,80	41,94	0,920	0,920
90	5	3,3	1,4	927	803	41,81	42,02	0,919	0,920
70	6	3,3	1,3	908	714	41,77	42,12	0,919	0,920
80	6	3,0	1,5	862	739	41,85	41,96	0,920	0,920
90	6	3,0	1,9	900	790	41,81	41,84	0,919	0,920
70	8	2,3	1,7	853	729	41,80	42,10	0,920	0,920
80	8	2,5	1,7	867	743	41,80	42,03	0,919	0,920
90	8	2,3	1,3	817	706	41,85	41,78	0,920	0,920
70	10	2,2	1,6	885	750	41,84	41,88	0,919	0,920
80	10	2,1	2,1	913	794	41,84	42,18	0,919	0,919
90	10	2,2	1,7	858	745	41,78	41,81	0,920	0,920

**D = Defen**

**CT = CT180**

# RISULTATI ANALISI CHIMICO FISICHE OLIO VEGETALE

Temperatura ( C )	Bossola Ø [mm]	PCS (kJ/kg)		PCI (kJ/kg)	
		DEFEN	CT180	DEFEN	CT180
70	5	39925	40013	37475	37563
80	5	39902	40085	37452	37635
90	5	39818	39938	37368	37488
70	6	39787	40191	37337	37741
80	6	39944	39927	37494	37477
90	6	39945	40136	37495	37686
70	8	39872	40070	37422	37620
80	8	39961	40018	37511	37568
90	8	39875	40157	37425	37707
70	10	39946	40069	37496	37619
80	10	39966	39905	37516	37455
90	10	39844	40176	37394	37726

# RISULTATI ANALISI CHIMICHE OLIO VEGETALE

T (°C)	Bussola Ø[mm]	P (mg/kg)		Na (mg/kg)		K (mg/kg)		Ca (mg/kg)		Mg (mg/kg)	
		D	C	D	C	D	C	D	C	D	C
70	5	8,6	8,6	1,4	1,7	3,4	3,1	15,7	12,9	1,6	1,5
80	5	10,5	6,9	1,7	1,8	3,4	2,6	16,2	11,8	1,7	1,7
90	5	10,9	7,2	1,4	1,9	3,6	2,8	16,8	13,2	1,7	1,4
70	6	11,4	6,5	1,8	1,6	3,5	2,7	17,2	10,9	1,8	1,5
80	6	8,2	7,8	1,5	1,8	3,3	2,9	14,9	13,9	1,6	1,5
90	6	7,9	7,9	1,3	1,9	3,2	3,2	14,7	14,8	1,7	1,7
70	8	6,8	8	1,4	1,7	3,6	3,1	12,1	13,9	1,2	1,6
80	8	7,3	7,7	1,4	1,8	3,3	2,9	12,7	15	1,4	1,8
90	8	6,6	6	1,2	1,4	2,6	3,1	10,1	14	1,1	1,5
70	10	6,7	8,8	1,6	2	3,2	3	12,9	12,5	1,2	1,9
80	10	6,5	6,6	1,4	2,2	2,9	2,5	11,5	9,9	1,2	1,4
90	10	6,6	6,8	1,5	1,9	3,1	2,9	12,2	13,2	1,1	1,6

# RISULTATI - BIODIESEL

Varietà	Defen	CT180
Temperatura C	70	90
Bussola Ø [mm]	10	8
Contenuto in esteri (%)	97,0	97,6
Acidità libera (mg KOH/g)	< 0,05	< 0,05
<b>Acqua (mg/kg)</b>	<b>575</b>	450
Viscosità 40 C (cSt)	4,9	4,6
Densità 15 C (kg/m <sup>3</sup> )	886	884
PCS (kJ/kg)	39693	39942
PCI (kJ/kg)	37031	37280
P (mg/kg)	< 1	< 1
Na (mg/kg)	3,2	3,1
K (mg/kg)	1,1	< 1
Ca (mg/kg)	6,8	7,5
Mg (mg/kg)	0,8	0,7
S (mg/kg)	< 1	< 1
Numero di iodio (g I <sub>2</sub> /100g)	<b>122</b>	119

# CONCLUSIONI PER L'USO DELL'OLIO VEGETALE

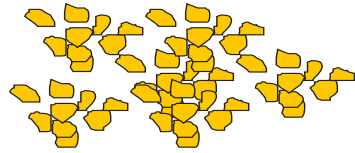
1. Possibilità di utilizzare l'olio vegetale di Brassica nei motori - Rispetto dei parametri della specifica UNI/TS 11163
2. Idoneità all'uso in motori endotermici con specifica del costruttore (diffuso per gruppi elettrogeni)
3. Il biodiesel rispetta gran parte della EN 14214 (per motori) e tutti parametri della EN 14213 (per riscaldamento)

# PRODUZIONE DI AGRIPELLET

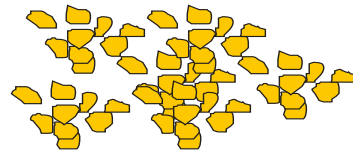


# PRODUZIONE DI AGRIPELLET

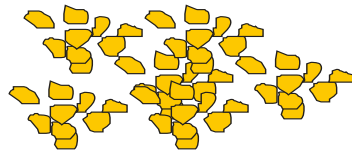
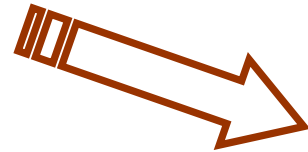
**PURO**



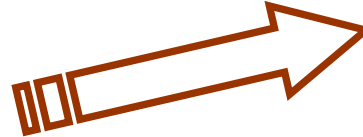
*Agroresiduo*



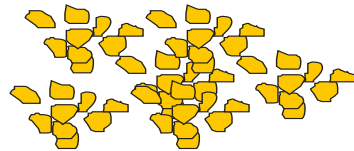
*Agroresiduo*



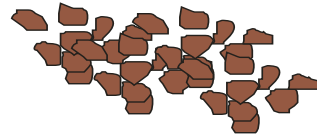
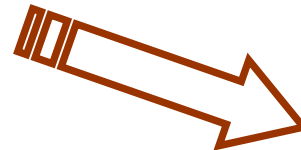
*Agroresiduo*



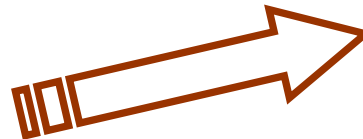
**MISCELA**



*Agroresiduo*

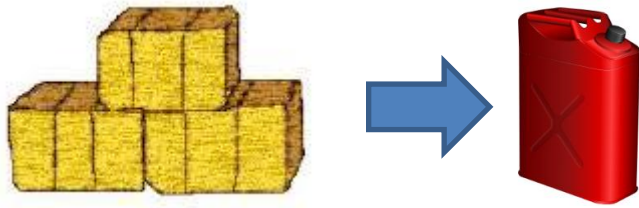


*Legno*

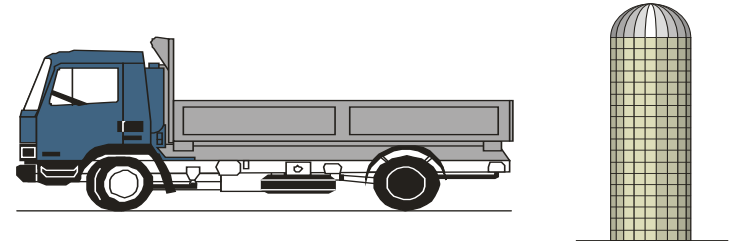


# PERCHE' LA SCELTA DELL'AGRIPELLET

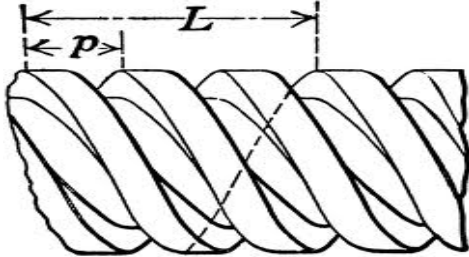
Elevata densità energetica ( $MJ/m^3$ )



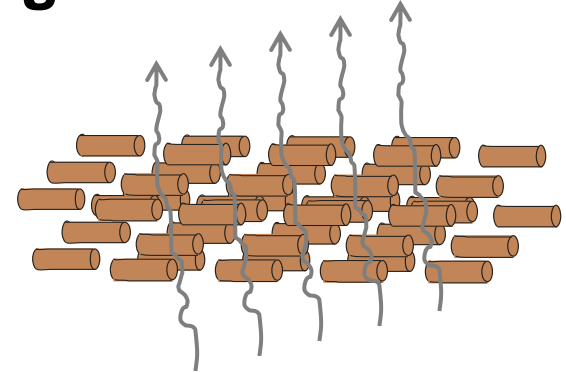
Trasporto e stoccaggio



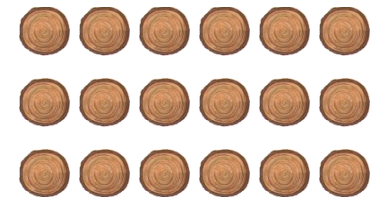
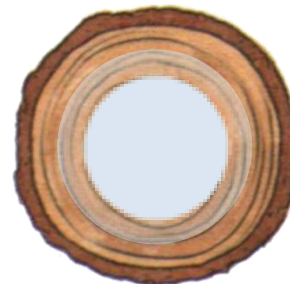
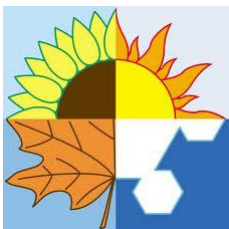
Possibilità di modulare



Migliore combustione

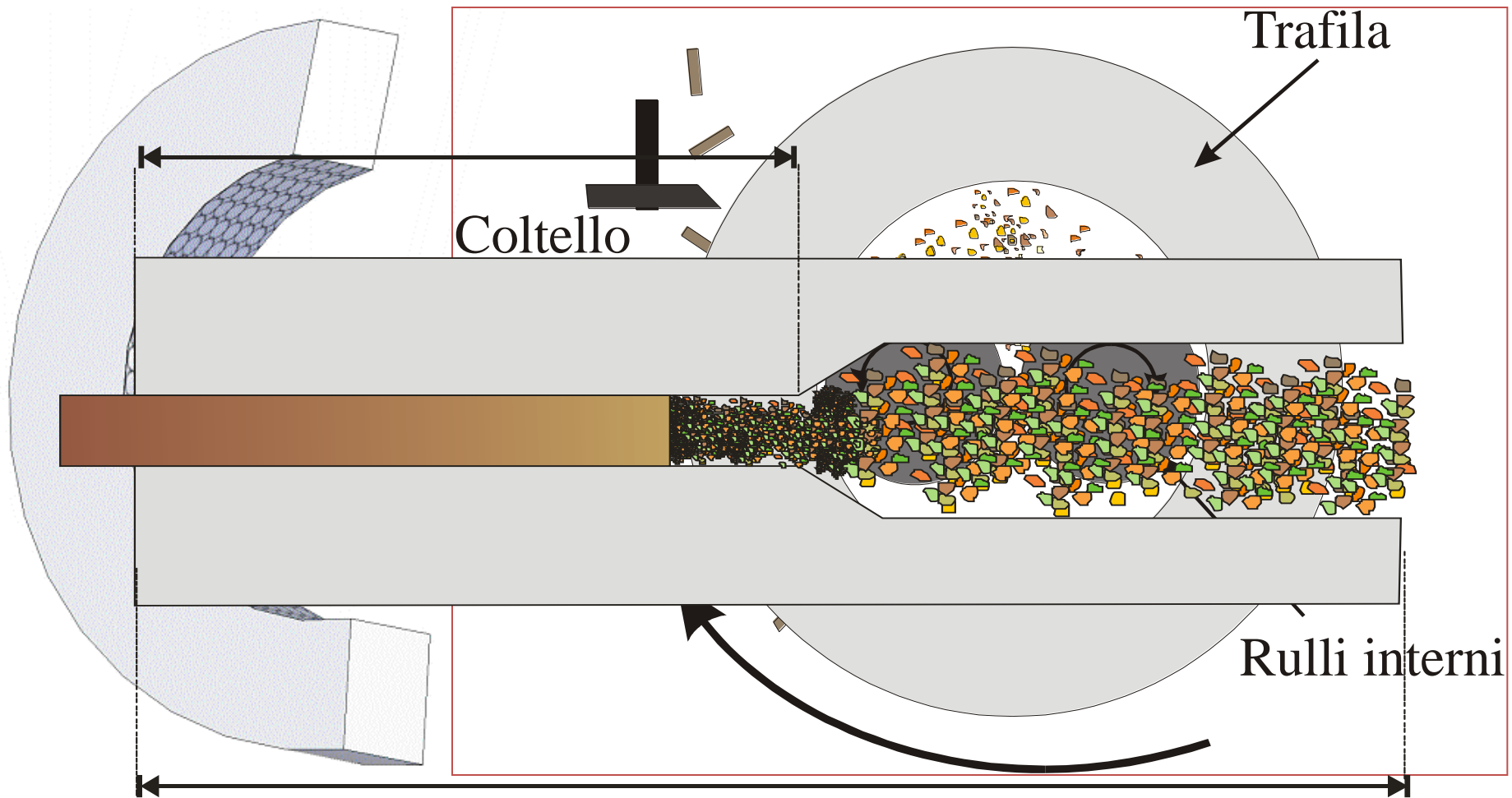


Gestione della stagionalità





# LA PELLETTIZZAZIONE – IL PROCESSO



# BIOMASSE GREZZE

## MATERIE PRIME DI PARTENZA

- **paglia di brassica (PB)**
- paglia di grano duro (PGD)
- pannello di estrazione (PE)
  
- potature olivo (PO)



# ATTIVITA' DI PROGETTO



# PIANO DI LAVORO

<i>Test</i>	<b>Paglia di brassica (PB)</b>	<b>Paglia di grano duro (PGD)</b>	<b>Potature di olivo (PO)</b>	<b>Pannello di estrazione (PE)</b>
<i>1</i>	<b>100</b>			
<i>2</i>			<b>100</b>	
<i>3</i>		<b>100</b>		
<i>4</i>		<b>33</b>	<b>33</b>	<b>33</b>
<i>5</i>	<b>33</b>	<b>33</b>		<b>33</b>
<i>6</i>	<b>33</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	
<i>7</i>	<b>33</b>		<b>33</b>	<b>33</b>
<i>8</i>	<b>50</b>			<b>50</b>
<i>9</i>	<b>50</b>		<b>50</b>	
<i>10</i>	<b>50</b>	<b>50</b>		
<i>11</i>		<b>50</b>		<b>50</b>
<i>12</i>		<b>50</b>	<b>50</b>	
<i>13</i>			<b>50</b>	<b>50</b>

**ANALISI DI LABORATORIO – LABORATORIO BIOMASSE (UNIVPM)**

# RISULTATI – DATI ENERGETICI



<i>N</i>	<b>Tipo di pellet</b>	<b>Umidità (% t.q.)</b>	<b>PCN (J/g t.q.)</b>	<b>PCS (J/g s.s.)</b>
<b>1</b>	<b>PB</b>	4,7	15967	18040
<b>2</b>	<b>PO</b>	9,6	15567	18640
<b>3</b>	<b>PGD</b>	11,2	<b>14136</b>	17383
<b>4</b>	<b>33PGD+PO+PE</b>	10,8	15419	18715
<b>5</b>	<b>33PGD+PB+PE</b>	10,3	15792	19018
<b>6</b>	<b>33PGD+PB+PO</b>	9,3	15140	18099
<b>7</b>	<b>33PE+PB+PO</b>	12,6	15527	19238
<b>8</b>	<b>50PB+PE</b>	9,7	16691	19875
<b>9</b>	<b>50PB+PO</b>	9,4	15673	18705
<b>10</b>	<b>50PGD+PB</b>	8,1	15112	17809
<b>11</b>	<b>50PGD+PE</b>	10	15940	19138
<b>12</b>	<b>50PGD+PO</b>	9,8	15244	18328
<b>13</b>	<b>50PB+PO</b>	11,2	<b>16822</b>	20399



# RISULTATI – CONTENUTO IN CENERI

N	Tipo di pellet	Ceneri (% s.s.)
1	<b>PB</b>	6,1
2	<b>PO</b>	<b>4,3</b>
3	<b>PGD</b>	<b>10,1</b>
4	<b>33PGD+PO+PE</b>	7,2
5	<b>33PGD+PB+PE</b>	8,2
6	<b>33PGD+PB+PO</b>	6,7
7	<b>33PE+PB+PO</b>	6,0
8	<b>50PB+PE</b>	7,9
9	<b>50PB+PO</b>	5,6
10	<b>50PGD+PB</b>	7,5
11	<b>50PGD+PE</b>	9,6
12	<b>50PGD+PO</b>	6,6
13	<b>50PB+PO</b>	6,3

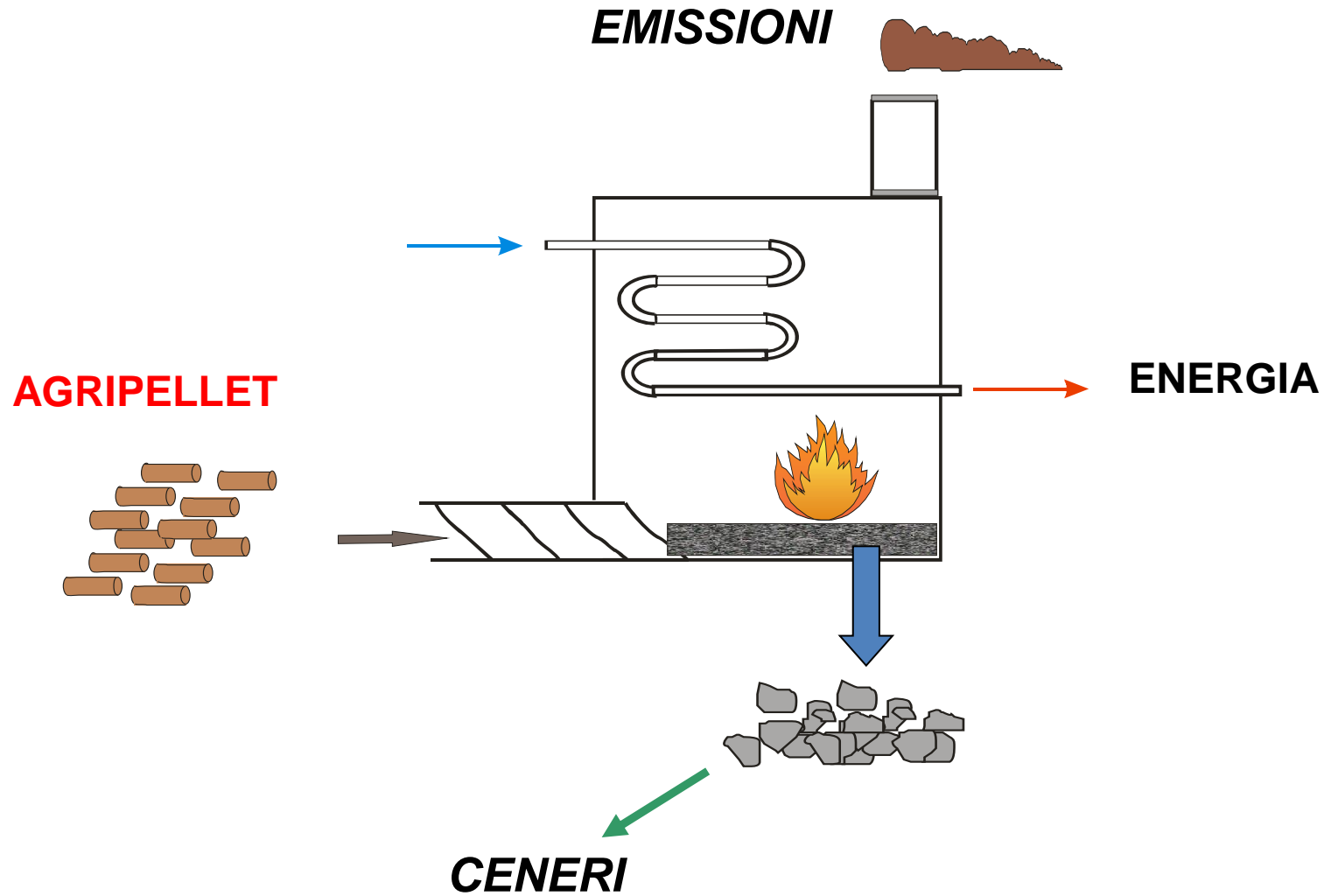


# RISULTATI – ELEMENTI CHIMICI PRIMARI

N	Tipo di pellet	Azoto (%s.s.)	Cloro (% s.s.)	Zolfo (% s.s.)
1	<b>PB</b>	<b>0,30</b>	0,76	0,59
2	<b>PO</b>	<b>0,53</b>	<b>0,08</b>	<b>0,09</b>
3	<b>PGD</b>	0,43	<b>0,80</b>	0,19
4	<b>33PGD+PO+PE</b>	0,47	0,52	0,44
5	<b>33PGD+PB+PE</b>	0,39	0,68	0,50
6	<b>33PGD+PB+PO</b>	0,41	0,68	0,21
7	<b>33PE+PB+PO</b>	0,42	0,23	0,55
8	<b>50PB+PE</b>	0,40	0,50	<b>0,70</b>
9	<b>50PB+PO</b>	0,43	0,40	0,29
10	<b>50PGD+PB</b>	0,36	0,79	0,31
11	<b>50PGD+PE</b>	0,45	0,59	0,64
12	<b>50PGD+PO</b>	0,46	0,51	0,13
13	<b>50PB+PO</b>	0,42	0,12	0,65



# TEST COMBUSTIONE – PRIME INDICAZIONI





# TEST COMBUSTIONE – PRIME INDICAZIONI



# CONCLUSIONI

1. Agripellet presenta un contenuto energetico di poco inferiore
  - dipende dal contenuto in ceneri
  - 1 kg di agripellet = 2 kg di cippato di legno
  - 2,5 kg di agripellet = 1 kg di gasolio
2. Miglioramento della qualità del combustibile mediante miscele con potature legnose (potatura olivo)
3. Uso in caldaie di media e grande potenza o in impianti termici provvisti di sistemi di gestione delle problematiche

# SI RINGRAZIA PER L'ATTENZIONE

**Giuseppe Toscano**

*Laboratorio Biomasse – Dipartimento D3A  
Università Politecnica delle Marche*



[\*\*g.toscano@univpm.it\*\*](mailto:g.toscano@univpm.it)

[\*\*www.laboratoriobiomasse.it\*\*](http://www.laboratoriobiomasse.it)

