

# Disponibilità delle biomasse residuali nel Lazio e processi di conversione energetica

Progetto SO-FAST

**Sviluppo Olistico di una Filiera Agro-energetica Smart per la  
Transizione energetica del centro Italia**

Enrico Paris  
[enrico.paris@crea.gov.it](mailto:enrico.paris@crea.gov.it)



**PIANO STRATEGICO DELLA PAC**  
IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA SOSTENIBILE

**MINISTERO DELL'AGRICOLTURA DELLA PESCE E ALIMENTAZIONE**  
ITALIA

**EUROPEAN UNION**  
Finanziato dall'Unione Europea

**RETE PAC**  
Comitato di gestione opportunità

**VALORIZZAZIONE DEGLI "SCARTI" AGRICOLI IN UN'OTTICA DI ECONOMIA E BIOECONOMIA CIRCOLARE**

Focus group tra gli attori della filiera della digestione anaerobica

16 aprile 2026  
Incontro online  
Ore 10.00 | 13.00

 **crea**  
Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria

f x y o in



## ***La biomassa residuale***



Nell'area mediterranea, diverse colture arboree forniscono grandi quantità di potature da impiegare a fini energetici.

Soprattutto in Italia, **olivo**, **agrumi** e **vite** garantiscono insieme più di **4x10<sup>6</sup> ton/anno** di biomassa residua<sup>[1]</sup>. Queste colture sono ampiamente diffuse su tutto il territorio italiano.

Nel 2019 le cultivar di olivo avevano un'estensione di 1.163.370 ha, mentre vite e agrumi rispettivamente 715.599 ha e 142.654 ha.

***Prodotto Residuale***



***Smaltimento***

<sup>[1]</sup> Dati ISTAT

***Un polo scientifico-tecnologico per condurre uno studio interdisciplinare per lo sfruttamento dei prodotti residuali agroforestali e l'ottimizzazione di processi termochimici di conversione energetica delle biomasse***

L'attività di ricerca si articola in 3 fasi:



- Studio della disponibilità e distribuzione della biomassa sul territorio della regione Lazio.



- Processi di conversione energetica delle biomasse residuali e riuso agronomico dei relativi sottoprodotti (es. Biochar).



- Valutazione del Ciclo di Vita delle biomasse residuali ai fini agro-energetici (LCA).



- Studio della disponibilità e distribuzione della biomassa sul territorio della regione Lazio.

Dr. Maria Valentina Lasorella  
Dr. Alberto Assirelli

- **Atlante della biomassa ENEA:** fornisce una stima delle tonnellate di sostanza secca per vari tipi di rifiuti agricoli a livello provinciale.

- **Statistiche ISTAT sulla produzione agricola:** dati dettagliati sulla produzione agricola da cui derivano i rifiuti, forniti anche a livello provinciale.

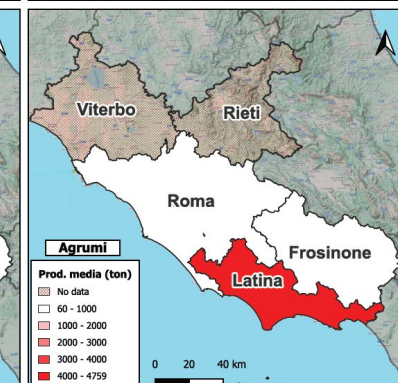
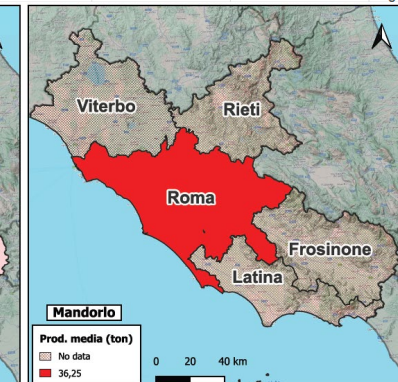
- **CREA-PB data**

L'integrazione dei dati consente una rappresentazione spaziale dettagliata della distribuzione della biomassa regionale



- Studio della disponibilità e distribuzione della biomassa sul territorio della regione Lazio.

	COD_CM	COD_UTS	DEN_PROV	DEN_CM	DEN_UTS	SIGLA	TIPO_UTS	Shape_Leng	Shape_Area	SAU_ha	Coltura	Residuo_Tipo	Produzione med col 18 22
	56	0	56 Viterbo	-	Viterbo	VT	Provincia	446906,3475	3615977390	205606	Mais	Paglie	17990
	57	0	57 Rieti	-	Rieti	RI	Provincia	408582,6786	2750246507	73275	Mais	Paglie	30560
	58	258	258 -	Roma	Roma	RM	Città metropolitana	708062,6219	5367518082	175876	Mais	Paglie	1050
	59	0	59 Latina	-	Latina	LT	Provincia	508222,5224	2258634263	87194	Mais	Paglie	37650
	60	0	60 Frosinone	-	Frosinone	FR	Provincia	359755,6316	3246962992	69232	Mais	Paglie	41360
	56	0	56 Viterbo	-	Viterbo	VT	Provincia	446906,3475	3615977390	205606	Frumento	Paglie	86492
	57	0	57 Rieti	-	Rieti	RI	Provincia	408582,6786	2750246507	73275	Frumento	Paglie	14050
	58	258	258 -	Roma	Roma	RM	Città metropolitana	708062,6219	5367518082	175876	Frumento	Paglie	46770
	59	0	59 Latina	-	Latina	LT	Provincia	508222,5224	2258634263	87194	Frumento	Paglie	19919,4
	60	0	60 Frosinone	-	Frosinone	FR	Provincia	359755,6316	3246962992	69232	Frumento	Paglie	15572
	56	0	56 Viterbo	-	Viterbo	VT	Provincia	446906,3475	3615977390	205606	Orzo	Paglie	50300
	57	0	57 Rieti	-	Rieti	RI	Provincia	408582,6786	2750246507	73275	Orzo	Paglie	1142
	58	258	258 -	Roma	Roma	RM	Città metropolitana	708062,6219	5367518082	175876	Orzo	Paglie	5440
	59	0	59 Latina	-	Latina	LT	Provincia	508222,5224	2258634263	87194	Orzo	Paglie	2294,8
	60	0	60 Frosinone	-	Frosinone	FR	Provincia	359755,6316	3246962992	69232	Orzo	Paglie	4065
	56	0	56 Viterbo	-	Viterbo	VT							2976
	57	0	57 Rieti	-	Rieti	RI							208
	58	258	258 -	Roma	Roma	RM							503
	59	0	59 Latina	-	Latina	LT							1567,4
	60	0	60 Frosinone	-	Frosinone	FR							20
	56	0	56 Viterbo	-	Viterbo	VT							0
	57	0	57 Rieti	-	Rieti	RI							107,6
	58	258	258 -	Roma	Roma	RM							1120
	59	0	59 Latina	-	Latina	LT							1481
	60	0	60 Frosinone	-	Frosinone	FR							193,2
	56	0	56 Viterbo	-	Viterbo	VT							1755,714
	57	0	57 Rieti	-	Rieti	RI							482,8571
	58	258	258 -	Roma	Roma	RM							12497,14
	59	0	59 Latina	-	Latina	LT							5166,429
	60	0	60 Frosinone	-	Frosinone	FR							600
	56	0	56 Viterbo	-	Viterbo	VT							21911,75
	57	0	57 Rieti	-	Rieti	RI							4286,6
	58	258	258 -	Roma	Roma	RM							143267,56
	59	0	59 Latina	-	Latina	LT							33882,6
	60	0	60 Frosinone	-	Frosinone	FR							0
	56	0	56 Viterbo	-	Viterbo	VT							0
	57	0	57 Rieti	-	Rieti	RI							0
	58	258	258 -	Roma	Roma	RM							31,36
	59	0	59 Latina	-	Latina	LT							0
	60	0	60 Frosinone	-	Frosinone	FR							0
	56	0	56 Viterbo	-	Viterbo	VT							0
	57	0	57 Rieti	-	Rieti	RI							0
	58	258	258 -	Roma	Roma	RM							95
	59	0	59 Latina	-	Latina	LT							4758,6
	60	0	60 Frosinone	-	Frosinone	FR							60
	56	0	56 Viterbo	-	Viterbo	VT							2171,6
	57	0	57 Rieti	-	Rieti	RI							670
	58	258	258 -	Roma	Roma	RM							1658,9
	59	0	59 Latina	-	Latina	LT							1990,7
	60	0	60 Frosinone	-	Frosinone	FR							310
	56	0	56 Viterbo	-	Viterbo	VT							32940
	57	0	57 Rieti	-	Rieti	RI							0
	58	258	258 -	Roma	Roma	RM							1606
	59	0	59 Latina	-	Latina	LT							0
	60	0	60 Frosinone	-	Frosinone	FR							121,5
	56	0	56 Viterbo	-	Viterbo	VT							20852
	57	0	57 Rieti	-	Rieti	RI							20500

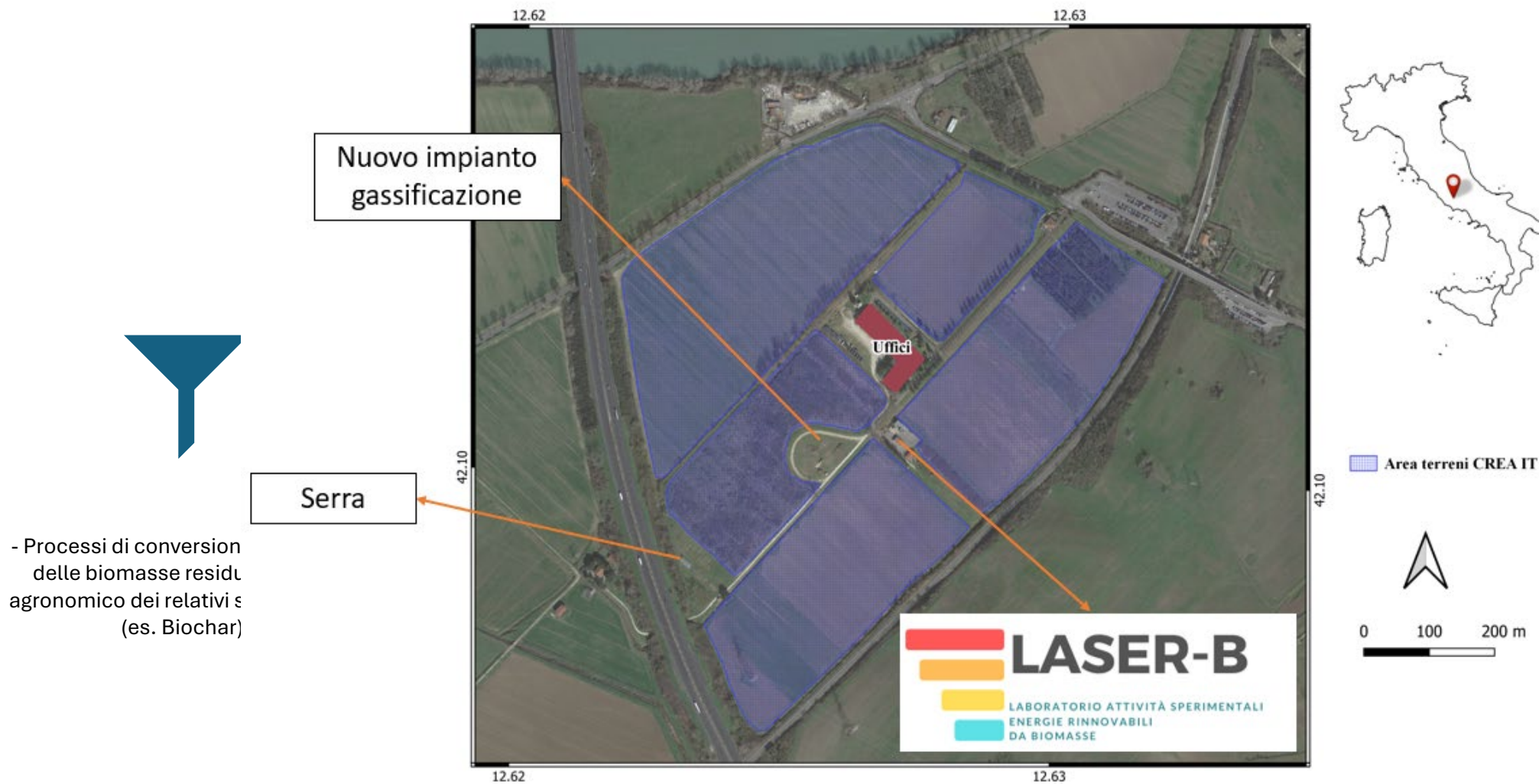




- Studio della disponibilità e distribuzione della biomassa sul territorio della regione Lazio.



- Processi di conversione energetica delle biomasse residuali e riuso agronomico dei relativi sottoprodotti (es. Biochar).



- Processi di conversione delle biomasse residu agronomico dei relativi s (es. Biochar)





La sede di Monterotondo del CREA-IT ha terreni coltivati con pioppo, frumento, girasoli, eucalipto, bamboo, con un'estensione di circa 70 ettari.

**Agricoltura 4.0**



Le attività agroforestali portano alla produzione di biomassa sia da colture dedicate SRF che residuali

**Biomassa**



Gli impianti termochimici (combustione, gassificazione, pirolisi) e biochimici (biogas e biometano) permettono di smaltire la biomassa e produrre energia.

**Sistemi di Conversione Energetica**



Viene condotta la caratterizzazione chimico-fisica della biomassa e dei prodotti ottenuti.

**Caratterizzazione**

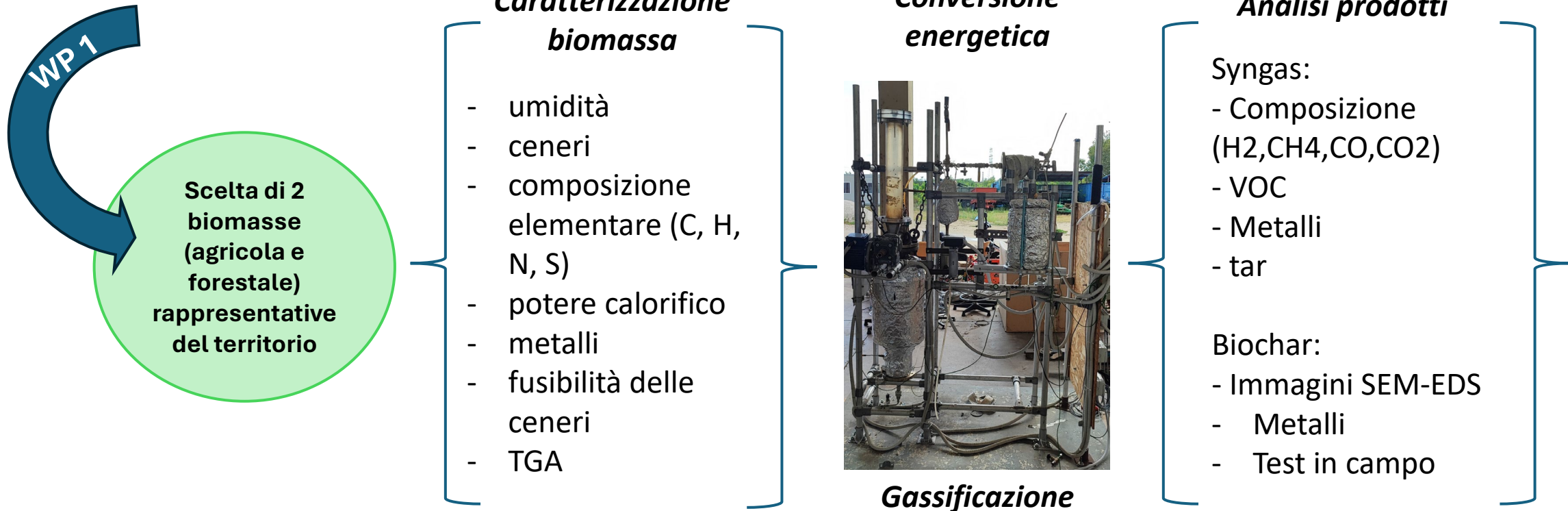
## Processi termochimici per la conversione energetica della biomassa

- La **combustione** è il processo che trasforma l'energia chimica contenuta nel combustibile in calore e luce, sviluppando energia. Dal punto di vista chimico, questo processo corrisponde a una reazione che coinvolge tre componenti fondamentali, l'ossigeno dell'aria, il combustibile ed il calore necessario ad avviare la reazione di combustione. I prodotti della combustione sono acqua, anidride carbonica ed energia (calore).
- Negli impianti di **gassificazione** si realizza una ossidazione parziale in atmosfera sub-stechiometrica della biomassa in modo da produrre una fase gassosa composta da prodotti tipici di tale processo come monossido di carbonio, metano e idrogeno (syngas).
- La **pirolisi** consiste in un trattamento in assenza di ossigeno e con apporto di calore in modo da convertire la biomassa in una fase gassosa (syngas) ed una fase carboniosa residuale (biochar). In tali condizioni la fase gassosa ottenuta possiede un significativo potere calorifico e quindi può essere utilizzata come combustibile realizzando un prezioso recupero energetico.

O<sub>2</sub> %



## Task 2.1 - Processi Termochimici delle biomasse agroforestali per la produzione e l'analisi di syngas e biochar – Dr. Enrico Paris

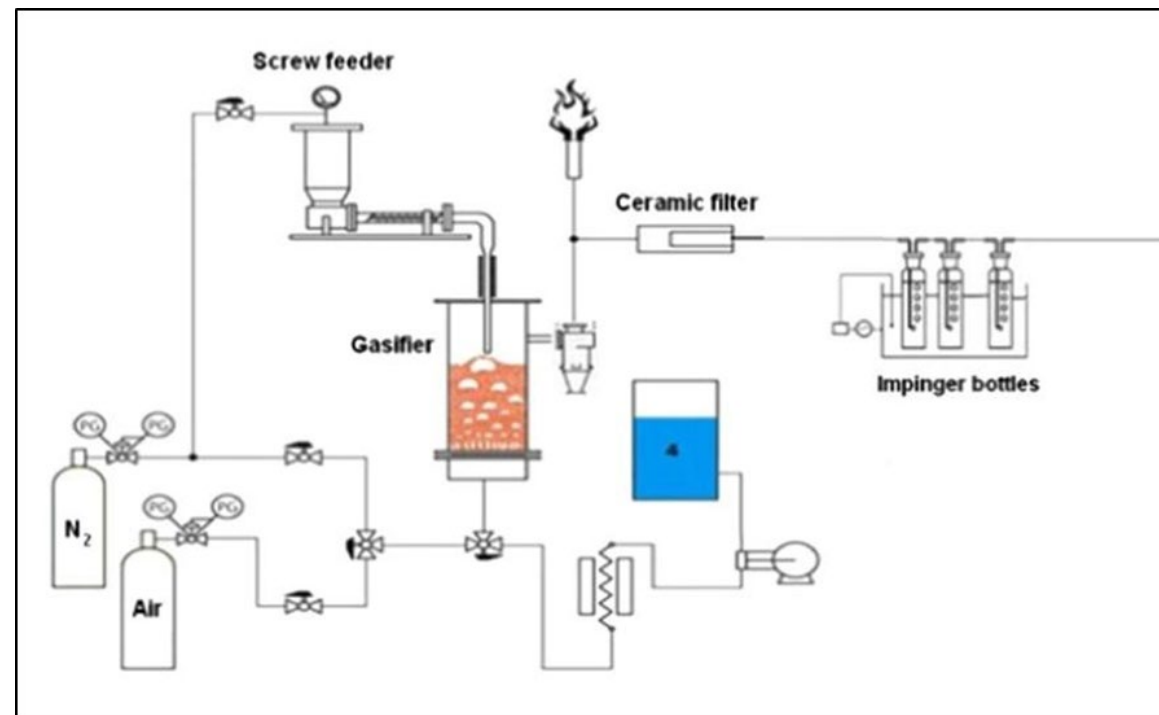




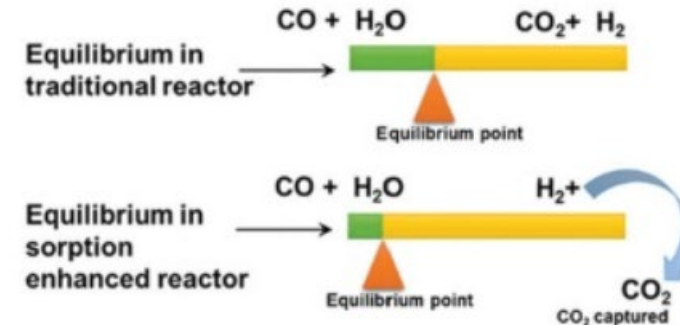
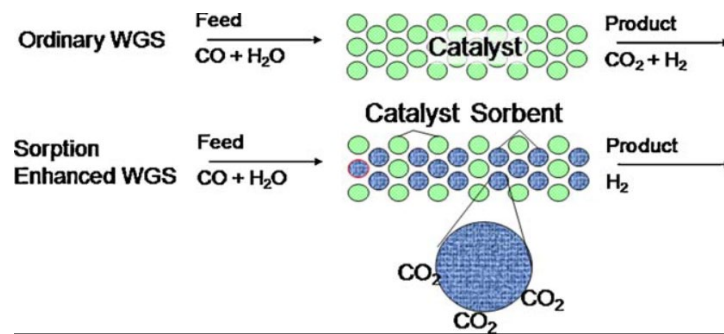
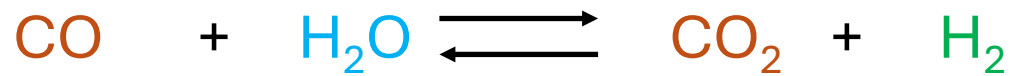
- Processi di conversione energetica delle biomasse residue e riuso agronomico dei relativi sottoprodotti (es. Biochar).



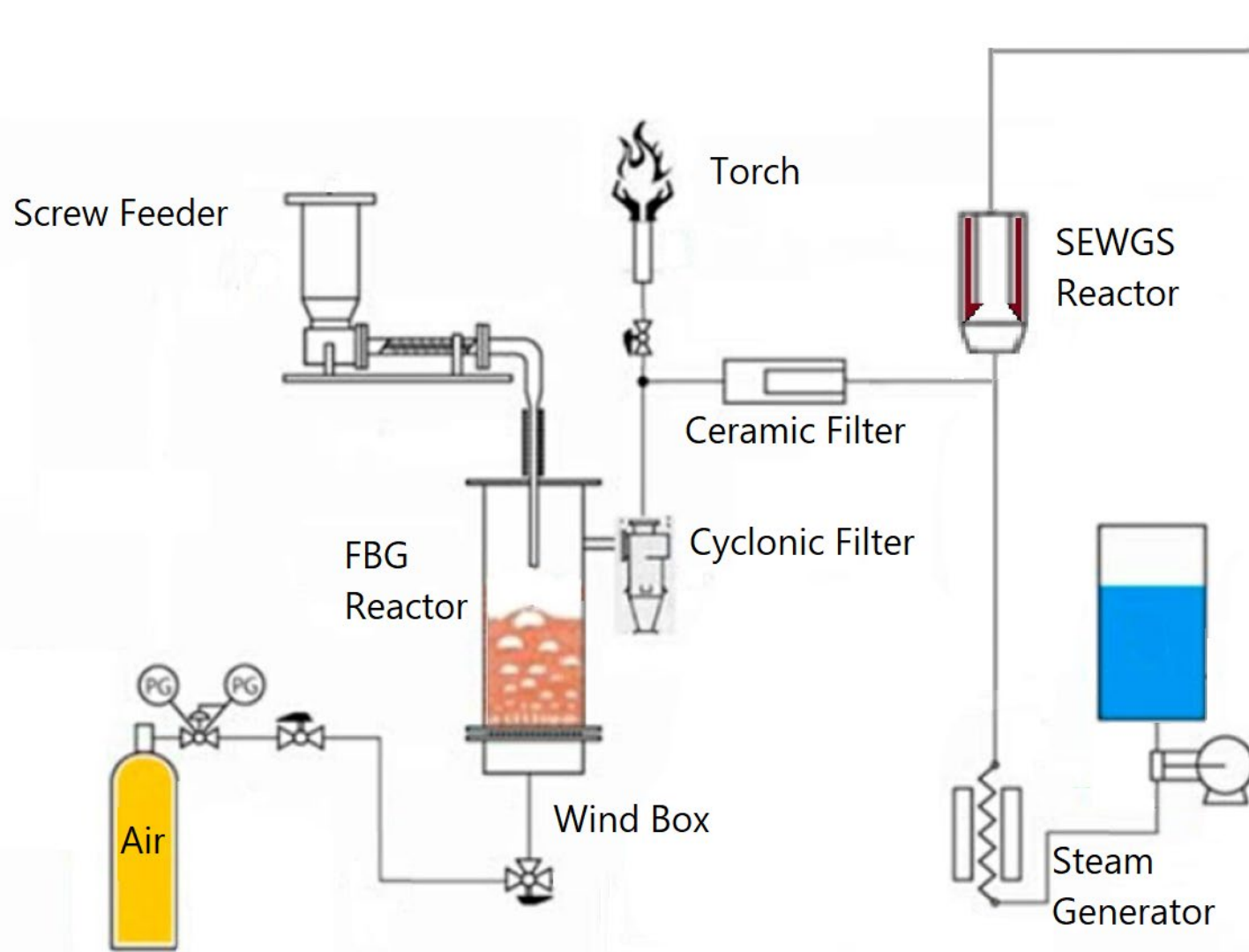
Gassificatore 1,5  
 $\text{kW}_{\text{th}}$



SEWGS è una reazione chimica, reversibile ed esotermica, che combina la reazione Water Gas Shift per la produzione di H<sub>2</sub> con una reazione di adsorbimento di prodotti indesiderati (CO<sub>2</sub>). L'uso di un catalizzatore appropriato (ad esempio ossidi di nichel, ferro e cromo, ecc.) e di vapore acqueo nel gas di sintesi consente di effettuare la reazione di Water Gas Shift (WGS):



La reazione avviene tipicamente a temperature comprese tra 200°C e 400°C, e l'utilizzo di un materiale adsorbente consente di sottrarre CO<sub>2</sub>, spingendo l'equilibrio verso i prodotti e aumentando la resa di H<sub>2</sub>, secondo il principio di Le Chatelier



<i>Parameters</i>	<i>Values</i>	<i>Unit</i>	
Biomass rate	2,5	kg/h	
Reactor T	700	°C	
Wind box T	400	°C	
Ceramic Filter T	450	°C	
	<i>Poplar</i>	<i>Olive</i>	
CO	30-34	30-36	%
H <sub>2</sub>	9-15	12-18	%
CH <sub>4</sub>	4-7	2-3	%
CO <sub>2</sub>	3-5	6-8	%
N <sub>2</sub>	48-54	39-50	%
syngas yield	1,79	1,65	m <sup>3</sup> /kg <sub>biomass</sub>
biochar yield	7,3	4,9	g/kg <sub>biomass</sub>

mg/Nm <sup>3</sup>	Poplar	Olive
Li	<loq	3,26
Be	<loq	<loq
B	1,88	3,31
Na	198,31	201,86
Mg	475,86	428,39
Al	0,21	11,46
K	13,66	79,73
Ca	178,17	291,16
Cr	2,69	24,54
Mn	0,01	0,35
Fe	37,66	339,11
Co	<loq	0,96
Ni	<loq	3,12
Cu	<loq	1,06
Zn	23,80	143,48
As	<loq	4,75
Ag	<loq	<loq
Cd	0,19	0,50
Sn	0,03	<loq

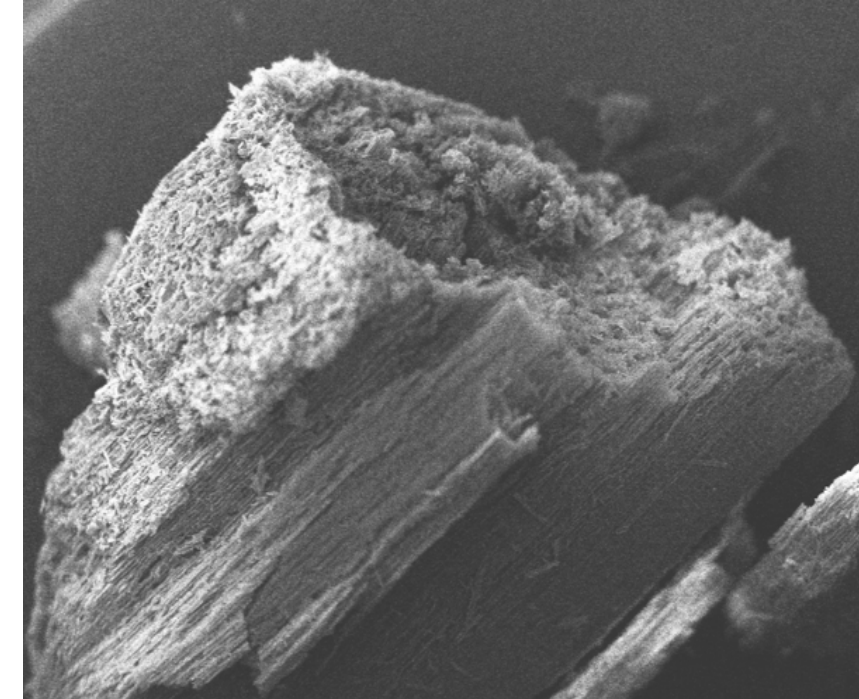


## Caratterizzazione del biochar

		Umidità [%]	Ceneri [%]	Volatili [%]	C.fisso [%]
Pioppo	Media	3,40	6,17	12,10	78,77
	d.Std	0,44	3,35	3,04	4,76
Ulivo	Media	5,00	14,77	15,63	64,93
	d.std	1,56	8,34	6,43	15,84

		PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> [mg/kg]
Pioppo	Media	0,95
	d.std.	0,11
Ulivo	Media	0,99
	d.std.	0,52

		C [%]	H [%]	N [%]	S [%]
Pioppo	Media	92,02	0,55	2,25	<LOQ
	d.std.	3,08	0,12	1,31	<LOQ
Ulivo	Media	79,86	0,65	1,86	<LOQ
	d.std.	5,13	0,01	0,36	<LOQ



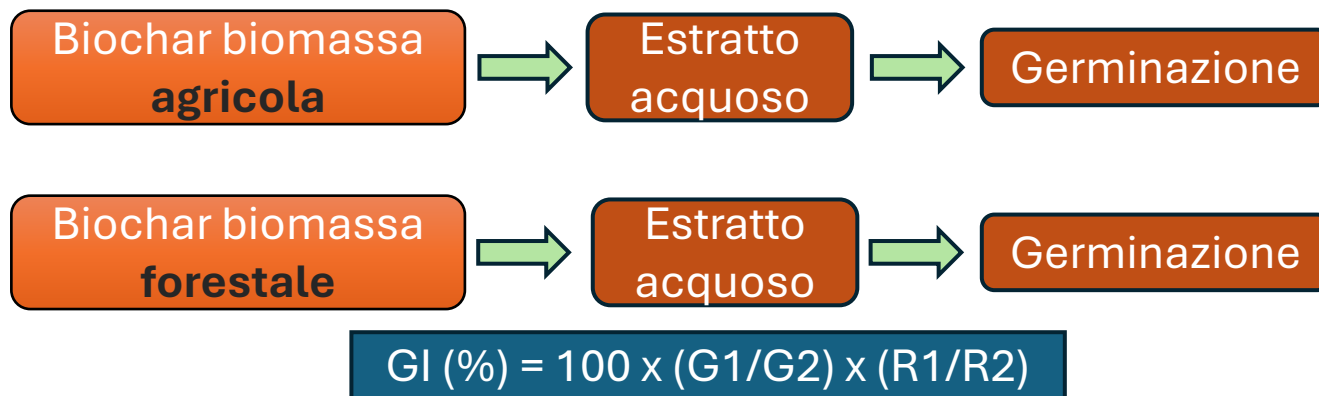
	mg/kg	Li	Be	B	Na	Mg	Al	K	Ca	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Pb
Pioppo	media	5,12	0,91	39,26	853,10	4818,19	4997,41	13945,68	8212,08	8,02	124,23	6157,23	4,54	6,73	21,17	292,41	2,65	2,71	5,17
	d.std.	2,47	0,16	6,33	98,90	508,84	858,32	2343,47	1167,36	2,62	12,28	837,28	1,29	2,94	2,63	41,76	3,13	2,59	2,99
Ulivo	media	0,63	0,14	51,99	1181,36	3604,66	1866,46	13517,09	5798,02	7,06	119,67	22985,57	<LOQ	6,35	147,38	1249,97	0,67	<LOQ	2,60
	d.std.	0,74	0,20	4,66	106,13	309,02	173,21	1104,79	469,26	0,70	10,21	1916,48	<LOQ	0,68	11,85	100,20	0,18	<LOQ	0,32

## Task 2.2 – Valutazione dell'impiego del biochar come ammendante per orticole in vaso – Dr. Enrico Santangelo

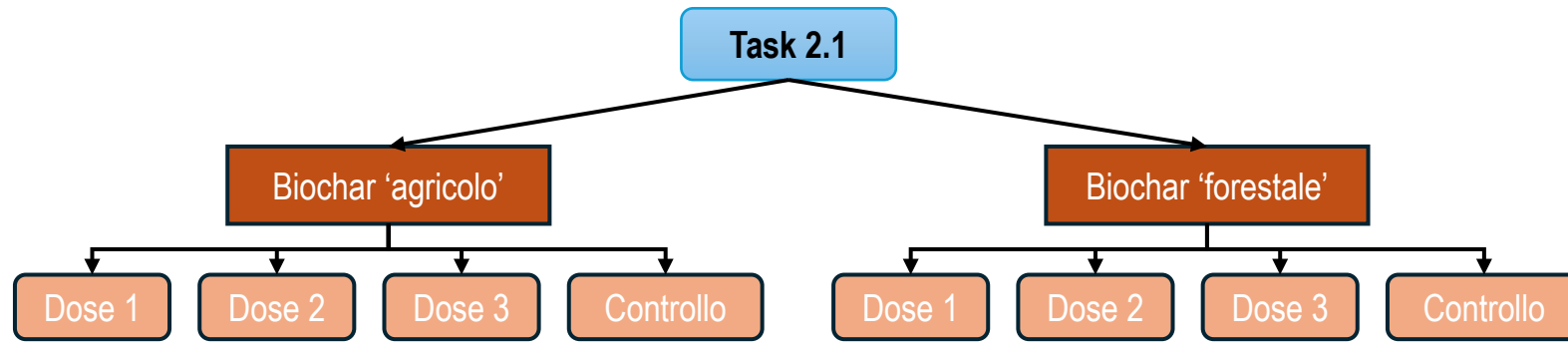
Obiettivo è quello di valutare la possibilità di impiego delle diverse tipologie di biochar ottenuto attraverso analisi di diversi parametri di crescita e fisiologici.

Le attività sono state distinte in tre fasi.

- Fase 1: test per determinare un indice di germinazione utilizzato per valutare il grado di maturazione dei compost.



- Fase 2: Sperimentazione in vaso su lattuga considerando due tipologie di biochar (agricolo e forestale). Per ogni biochar sono state testate quattro diverse percentuali di incorporazione al suolo (a dosaggi reali), con quattro repliche per trattamento.



Origine biochar	Quantità (t ha <sup>-1</sup> )	Codice
Agricola (BAGR)	5	A5
	10	A10
	20	A20
	30	A30
Forestale (BFOR)	5	F5
	10	F10
	20	F20
	30	F30
Suolo		S



- Fase 3: Negli esperimenti in vaso sono stati valutati parametri morfologici (altezza delle piante, numero di foglie per pianta, diametro basale, rapporto altezza/diametro), fisiologici (livello di clorofilla mediante lettore SPAD), produttivi (peso fresco, peso secco). Infine, i campioni di lattuga di ogni trattamento a confronto sono stati analizzati per valutare il loro contenuto in metalli pesanti. Similmente, verranno analizzati i substrati utilizzati per le prove.



Lettore SPAD (clorofilla)



Porometro/fluorimetro (efficienza fotosintetica)

Parametro	Substrato		
	Suolo	S+BAGR	S+BFOR
Clorofilla ( $\mu\text{g cm}^{-2}$ )	15.14	15.32	15.14
$g_{sw}$ ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	0,304	0,217	0,250
Trasp ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	2,963	2,377	2,734
VPD (kPa)	1,206	1,248	1,224
$\Phi_{PSII}$	0,671	0,671	0,690

Carattere	Substrato		
	Suolo	S+BAGR	S+BFOR
Altezza pianta (cm)	16,4	17,1	17,1
Peso fresco (g)	47,3	47,8	48,1
Contenuto di umidità (%)	90,4	89,6	90,2
Peso secco (%)	9,6	10,4	9,8

Substrato	Clorofilla	$g_{sw}$	Trasp	VPD	$\Phi_{PSII}$
	( $\mu\text{g cm}^{-2}$ )	( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	(kPa)	
A5	15.32	0,085 b	1,194 b	1,425 A	0,642
A10	14.50	0,353 a	3,584 a	1,145 B	0,652
A20	16.25	0,187 ab	2,002 ab	1,201 B	0,678
A30	15.05	0,242 ab	2,728 ab	1,222 B	0,712
F5	16.90	0,273	2,881	1,252	0,705
F10	15.32	0,207	2,440	1,244	0,678
F20	12.29	0,184	2,109	1,241	0,648
F30	16.34	0,336	3,507	1,161	0,729

Elemento	Substrato		
	Suolo	S+BAGR	S+BFOR
Na ( $\text{g kg}^{-1}$ )	2.40	2.63	2.73
Mg ( $\text{g kg}^{-1}$ )	3.01	3.24	3.06
K ( $\text{g kg}^{-1}$ )	35.58	42.14	39.63
Ca ( $\text{g kg}^{-1}$ )	5.26	5.63	5.47
Mn ( $\text{g kg}^{-1}$ )	0.05	0.06	0.05
Fe ( $\text{g kg}^{-1}$ )	0.26	0.54	0.54
Cu ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	6.83	5.93	6.00
Zn ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	35.10	40.97	38.06
Ni ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	0.88	1.18	1.17
Cd ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	0.19	0.20	0.25
Pb ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	0.40	0.63	0.53



- Processi di conversione energetica delle biomasse residuali e riuso agronomico dei relativi sottoprodotti (es. Biochar).



- Valutazione del Ciclo di Vita delle biomasse residuali ai fini agro-energetici (LCA).

## WP 1 database



## WP 2 experimental data



- Valutazione del Ciclo di Vita delle biomasse residuali ai fini agro-energetici (LCA).

Dr. Alessandro Suardi

NEST "Network 4 Energy Sustainable Transition"

Progetto SO-FAST - "Sviluppo Olistico di una Filiera Agro-energetica Smart per la Transizione energetica del centro Italia"

(Holistic Development of a Smart Agro-Energy Supply Chain for the Energy Transition in Central Italy)

Task 2.3 Studio della sostenibilità ambientale delle filiere agro-energetiche attraverso la metodologia del Life Cycle Assessment (LCA)

(Study of the environmental sustainability of agro-energy supply chains using the Life Cycle Assessment (LCA) methodology)

FINAL REPORT

Monterotondo, 16/12/2025



 **PIANO STRATEGICO DELLA PAC**  
IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA SOSTENIBILE

 **MINISTERO DELL'AGRICOLTURA E DELLE POLITICHE RURALI**

 **Parlamento Europeo**

 **RETE PAC**  
Circolanti da sempre, opportuni

**VALORIZZAZIONE DEGLI "SCARTI" AGRICOLI IN UN'OTTICA DI ECONOMIA E BIOECONOMIA CIRCOLARE**

Focus group tra gli attori della filiera della digestione anaerobica

**16 aprile 2026**  
Incontro online  
Ore 10.00 | 13.00

 **crea**  
Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria





***GRAZIE PER L'ATTENZIONE***

***Enrico Paris***  
**[enrico.paris@crea.gov.it](mailto:enrico.paris@crea.gov.it)**