

**16.1.01 - Gruppi operativi del partenariato europeo per la produttività e
la sostenibilità dell'agricoltura**

**DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE N. 2042 DEL 09/12/2019
FOCUS AREA 4B**

RELAZIONE TECNICA FINALE

DOMANDA DI SOSTEGNO 5111527

DOMANDA DI PAGAMENTO 5585604

Titolo Piano	CLEAN-ER: Cippatore Leggero per tErritori montaANI in Emilia Romagna.
Ragione sociale del proponente (soggetto mandatario)	CINSA – Consorzio Interuniversitario Nazionale per le Scienze Ambientali.
Elenco partner del Gruppo Operativo	<ul style="list-style-type: none"> • CINSA • Università degli Studi di Parma (CIDEA) • AZIENDA AGRARIA SPERIMENTALE STUARD S.C.R.L. • CONSORZIO COMUNALIE PARMENSI • FIREPACK • COMUNALIA DI SANTA MARIA VALDENA • CONSORZIO DELLA BONIFICA PARMENSE • Centro di Formazione Sperimentazione e Innovazione Vittorio Tadini

Durata originariamente prevista del progetto (in mesi)	27
Data inizio attività	01/09/2019
Data termine attività (includere eventuali proroghe già concesse)	28/03/2023

Relazione relativa al periodo di attività dal	01/09/2021	al 28/03/2023
Data rilascio relazione	17/05/2023	

Autore della relazione	Nelson Marmiroli		
telefono		email	nelson.marmiroli@unipr.it

SOMMARIO

1 - Descrizione dello stato di avanzamento del Piano	3
1.1 Stato di avanzamento delle azioni previste nel Piano	3
2 - Descrizione per singola azione	5
2.1 1 Esercizio della cooperazione	5
2.2 2 Studi necessari alla realizzazione del piano	7
2.3 3 Azione 1 Utilizzazione boschiva	11
2.4 3 Azione 2 Progettazione, costruzione e prove cippatore	11
2.5 3 Azione 3 Gassificazione biomassa da ramaglie con micro gassificatore e modifiche al sistema di carico del prototipo	13
2.6 3 Azione 4 Valutazione impronta carbonio: raccolta, cippatura, gassificazione (resa energetica)	13
2.7 3 Azione 5 Gassificazione biomassa migliore con impianto di cogenerazione Spanner	21
2.8 3 Azione 6 Confronto due tipi di biochar in foresta	21
2.9 3 Azione 7 Analisi biochar per il suo utilizzo come ammendante	27
2.10 3 Azione 8 Redazione dei report annuali, recanti i dettagli tecnico-gestionali di ogni prova in bosco e i risultati ottenuti (anno per anno) e delle linee guida per l'applicazione e la diffusione delle pratiche	32
2.11 4 Divulgazione	36
2.12 SPESE PER ATTIVITÀ DI FORMAZIONE E CONSULENZA	42
2.13 COLLABORAZIONI, CONSULENZE, ALTRI SERVIZI	43
3 - Criticità incontrate durante la realizzazione dell'attività	44
4 - Altre informazioni	44
5 - Considerazioni finali	44
6 - Relazione tecnica	45

1 - Descrizione dello stato di avanzamento del Piano

Il piano CLEANER nel periodo oggetto di rendicontazione (settembre 2021- marzo 2023) è stato oggetto di due modifiche rispetto al piano presentato:

Estensione a 30 mesi del 7 settembre 2021

A settembre 2021 è stata richiesta l'estensione del progetto da 27 a 30 mesi (portando pertanto la data di completamento al 28/02/2022), a causa delle difficoltà determinate dalla pandemia SARS-Cov2 in corso sia nel completamento del progetto che, soprattutto, nella realizzazione dell'attività di formazione.

Prima Proroga del 26 ottobre 2021

A ottobre 2021 è stata richiesta una proroga di 180 giorni del termine ultimo del progetto (30/03/2022), causa delle difficoltà determinate dalla pandemia SARS-Cov2 in corso sia nel completamento del progetto che nella realizzazione dell'attività di formazione. La richiesta è stata accettata dalla RER con determina n. 21258 del 10/11/2021. Il termine del progetto è stato quindi posticipato al 28 giugno 2022.

Seconda Proroga del 11 MARZO 2022

Nel marzo 2022, a seguito della delibera n. 1790 del 02/11/2021, è stato possibile estendere la richiesta di proroga a 12 mesi, con una integrazione di 9 mesi dalla data di approvazione dell'ultima proroga (determina n. 21258 del 10/11/2021), dalla data prevista del 28 giugno 2022, a causa del perdurare della pandemia COVID-19 con conseguente necessità di applicare le regole nell'ambiente di lavoro adottate dal Governo per limitare il diffondersi dell'epidemia, incidendo pesantemente sulla vita delle persone in termini di libertà di spostamento e determinando significativi effetti sulla situazione lavorativa. Permettendo l'estensione della proroga dei termini a 12 mesi, e dunque al 28 marzo 2023, per l'ultimazione dei lavori del progetto. La richiesta è stata accettata dalla RER con determina n. 8523 del 05/05/2022.

Richiesta di variante 11 gennaio 2021

A gennaio 2021 è stata richiesta di variante per il progetto CLEAN-ER, per il partner FIREPACK, che ha richiesto il trasferimento del budget dei dipendenti a un fornitore di servizi specializzato, per l'integrazione di nominativi di aziende che svolgeranno l'attività formativa e di consulenza e per la correzione di alcuni errori di battitura.

Approvata in data 26/03/2021.

Rendicontazione intermedia

A fine ottobre 2021 è stata presentata la rendicontazione intermedia dell'attività svolta dal 01/09/2019 al 31/08/2021.

1.1 Stato di avanzamento delle azioni previste nel Piano

Azione	Unità aziendale responsabile	Tipologia attività	Mese inizio attività previsto	Mese inizio attività effettivo	Mese termine attività previsto	Mese termine attività effettivo
Esercizio della cooperazione (1 del PO)	Consorzio Interuniversitario Nazionale per le Scienze Ambientali	Esercizio della cooperazione	1	1	27	42

	(CINSA)					
Studi (2 del PO)	Università degli Studi di Parma (CIDEA)	Studi	5	5	25	42
Azione 1	Consorzio Comunale Parmensi (CCPP) in collaborazione con Firepack	Utilizzazione boschiva	1	1	19	19
Azione 2	Università degli Studi di Parma (CIDEA)	Progettazione, costruzione e prove cippatore	1	1	19	42
Azione 3	Consorzio Interuniversitario Nazionale per le Scienze Ambientali (CINSA)	Gassificazione biomassa da ramaglie con micro gassificatore e modifiche al sistema di carico del prototipo	2	14	13	22
Azione 4	Consorzio Interuniversitario Nazionale per le Scienze Ambientali (CINSA)	Valutazione impronta carbonio: raccolta, cippatura, gassificazione (resa energetica).	2	2	25	42
Azione 5	Consorzio Comunale Parmensi (CCPP)	Gassificazione biomassa migliore con impianto di cogenerazione Spanner	2	17	19	19
Azione 6	STUARD	Confronto due tipi di biochar in foresta	2	5	27	42
Azione 7	Consorzio Interuniversitario Nazionale per le Scienze Ambientali (CINSA)	Analisi biochar per il suo utilizzo come ammendante	5	5	13	42
Azione 8	Consorzio Interuniversitario Nazionale per le Scienze Ambientali (CINSA) collaborano STUARD, CIDEA, CCPP)	Redazione dei report annuali, recanti i dettagli tecnico-gestionali di ogni prova in bosco e i risultati ottenuti (anno per anno) e delle linee guida per l'applicazione e la diffusione delle pratiche	1	1	27	42
Divulgazione (4 del PO)	Consorzio Interuniversitario Nazionale per le Scienze Ambientali (CINSA), in collaborazione con CIDEA	Divulgazione	4	4	26	42
Formazione	Centro di formazione, sperimentazione e innovazione	Formazione	4	4	26	26

	"Vittorio Tadini" (CFSIVT)					
--	-------------------------------	--	--	--	--	--

2 - Descrizione per singola azione

2.1 1 Esercizio della cooperazione

2.1.1 Attività e risultati

Azione	ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE
Unità aziendale responsabile	CINSA
Descrizione delle attività	<p>A seguito dell'attività indicata nel report della rendicontazione intermedia il personale di CINSA, in collaborazione con il consulente Marco Errani, ha proseguito il coordinamento dell'attività di funzionamento e gestione del Gruppo Operativo, pianificando e mettendo in atto tutte le iniziative necessarie alla realizzazione degli obiettivi previsti dal Piano e per la sussistenza di tutti i requisiti generali contenuti nella documentazione costitutiva del raggruppamento, ed il loro formale rispetto da parte dei contraenti.</p> <p>In particolare:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitoraggio dello stato di avanzamento dei lavori; • Valutazione dei risultati in corso d'opera; • Analisi degli scostamenti comparando i risultati intermedi con quelli attesi e individuazione di eventuali azioni correttive; • Coordinamento e la stesura delle richieste di proroga • Preparazione dei documenti per le domande di saldo; • Comunicazione delle attività svolte a tutti i partner del GOI; • Organizzazione di incontri di natura tecnica e amministrativa tra i vari rappresentanti dei partner costituenti il GOI. • Coordinamento e assistenza a tutti i partner in fase di rendicontazione finale. <p>Sono stati periodicamente svolti incontri tecnici di natura organizzativa. Il personale afferente all'azienda Agraria Sperimentale Stuard, alla Università degli Studi di Parma (CIDEA), al Centro di formazione, sperimentazione e innovazione "Vittorio Tadini" (CFSIVT), e al Consorzio Comunalie Parmensi (CCPP) ha partecipato all'attività di cooperazione coordinata da CINSA. Almeno un rappresentante per ciascuno degli enti coinvolti ha partecipato ai diversi incontri, sia di natura tecnica che di natura organizzativa, presieduti dai responsabili del progetto di CINSA. La responsabile amministrativa di Stuard coordinata dai tecnici impegnati nelle restanti azioni progettuali si è occupata della documentazione relativa alle spese da affrontare e alla predisposizione dei documenti per la redazione del rendiconto economico finale.</p> <p>Nel periodo oggetto di tale rendicontazione si sono tenuti diverse riunioni tecniche non solo presso la sede del capofila ma a seguito della pandemia in streaming, in particolare:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 6-10-2021: riunione per organizzare la rendicontazione intermedia 2. 2-12-2021: collaudo con funzionari della Regione

	<ol style="list-style-type: none"> 3. 4-8-2022: aggiornamento sulle analisi 4. 23-11-2022: incontro online in teleconferenza per l'organizzazione dell'OPEN DAY IN BOSCO, tenutosi il 7 dicembre 2022, pensato per divulgare il progetto CLEAN_ER e altri progetti di montagna realizzati nell'ambito del PSR 2014-2020 5. 16-12-2022: resoconto della giornata in campo e organizzazione del convegno finale di CLEAN-ER (insieme a progetto PSR SMACS) 6. 20-1-2023: organizzazione dell'evento finale e della partecipazione a evento Rurinnova <p>Ogni riunione è stata verbalizzata al fine di garantire la stesura di un protocollo che assegni ai diversi soggetti del GO il compito di raccogliere i dati e le informazioni per monitorare le reali ricadute delle innovazioni introdotte dal Piano.</p>
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</p>	<p>Gli obiettivi dell'azione di coordinamento si possono dire raggiunti. La criticità maggiore è venuta dalla situazione sanitaria che ha sostanzialmente ostacolato e limitato gli incontri in presenza. Tuttavia, l'attività di coordinamento è proseguita grazie a sistemi di incontro on-line (Meet, Skype, Microsoft Teams).</p>

2.1.2 Personale

PERSONALE CINSA

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Professore I fascia	Esercizio della cooperazione	73€	4	292,00€
	Professore II fascia	Esercizio della cooperazione	48€	19,5	936,00€
	Direttore CINSA	Coordinamento del GOI	//	10	0€
				Totale:	1228,00 €

PERSONALE STUARD

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	imp. Agraria 6° categoria 40 ore settimanali	cooperazione	€ 27,00	21,00	€ 567,00
	imp. Agrario 3° categoria - tempo indeterminato	cooperazione	€ 27,00	14,00	€ 378,00
				Totale:	945,00 €

PERSONALE CCP

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	impiegata	Personale amministrativo	27	12	€ 324,00
				Totale:	324,00 €

Trasferte

Cognome e nome	Descrizione	Costo
	Sopralluogo in bosco Open Day 6/12/2022 Parma-Valdena (PR)	€ 56,63
	Partecipazione all'Open Day in bosco del 7/12/2022 Vecchi. Parma – Valdena (PR)	€ 56,63
	Totale:	113,26

2.2 2 Studi necessari alla realizzazione del piano

2.2.1 Attività e risultati

Azione	Studi necessari alla realizzazione del piano
Unità aziendale responsabile	CIDEA
Descrizione delle attività	<p>Nel corso del periodo, CIDEA ha completato lo sviluppo del modello di valutazione economica basato sulla tecnica dell'Analisi Costi-Benefici (ACB). Il modello ACB (Figura 1) è stato costruito impiegando le informazioni tecnico-economiche del prototipo di cippatore leggero progettato da CIDEA, le informazioni di gestione della manutenzione forestale e quelle ottenute dal processo di pirogassificazione gestito dal Consorzio delle Comunalie e da Stuard. La maggior parte delle informazioni sono state ottenute dai partner di progetto (fonte primaria), mentre alcune informazioni di carattere economico (costo del carburante, costo dell'energia e prezzo dei crediti di carbonio) sono state desunte dal mercato dei carburanti e dell'energia e dalla letteratura (fonte secondaria). Viste le caratteristiche del progetto, le difficoltà dovute alla pandemia COVID-19 e i margini di errore esistenti su alcuni dei valori considerati, si ritiene che le analisi riportate siano suscettibili di miglioramento ma possano essere ritenute indicative della situazione.</p> <p>I principali prodotti del sistema di trattamento termico del cippato di conifere ottenuto da biomassa di ramaglie sono: i) il biochar proveniente dal processo di pirogassificazione, che potrebbe essere impiegabile come ammendante dei terreni agricoli e come fonte di sequestro di lungo periodo dell'anidride carbonica; ii) l'energia, sia termica che elettrica, ottenuta durante il processo di pirogassificazione; iii) eventualmente, anche se non previsti dal progetto, i crediti di carbonio riconosciuti a fronte di una gestione forestale finalizzata all'incremento dello stock di carbonio.</p> <p>L'analisi economica ha mostrato come l'utilizzo di una biomassa convenzionale attraverso il sistema di gassificazione da tempo impiegato dal Consorzio delle Comunalie presso la stazione di Jera Campana, denominato sistema Spanner, possa essere integrato con la valorizzazione di scarti umidi a basso valore energetico, formati da ramaglia e cimali senza alcun valore commerciale. Questi, di diametro <5 cm, vengono accumulati in andane, cumuli lineari di 1 m di larghezza e altezza inferiore a 0,5m collocati tra le piante. Grazie all'impianto prototipale Iridenergy sito presso l'Università di Parma – CINSA, realizzato per carbonizzare scarti di filiere in un'ottica di sostenibilità e circolarità, è in grado di utilizzare cippato da ramaglie come feedstock. L'impianto Spanner è un impianto down-draft e ha la finalità prevalente di produrre energia, mentre il sistema Iridenergy è un impianto up-draft che massimizza la produzione di biochar di qualità. Pertanto, nel progetto si sono analizzati biochar prodotti da impianti diversi a partire da biomasse diverse. In entrambi i casi si</p>

ipotizza comunque di utilizzare biomassa prodotta localmente (in provincia) e di valorizzare in diverso modo l'energia termica prodotta.

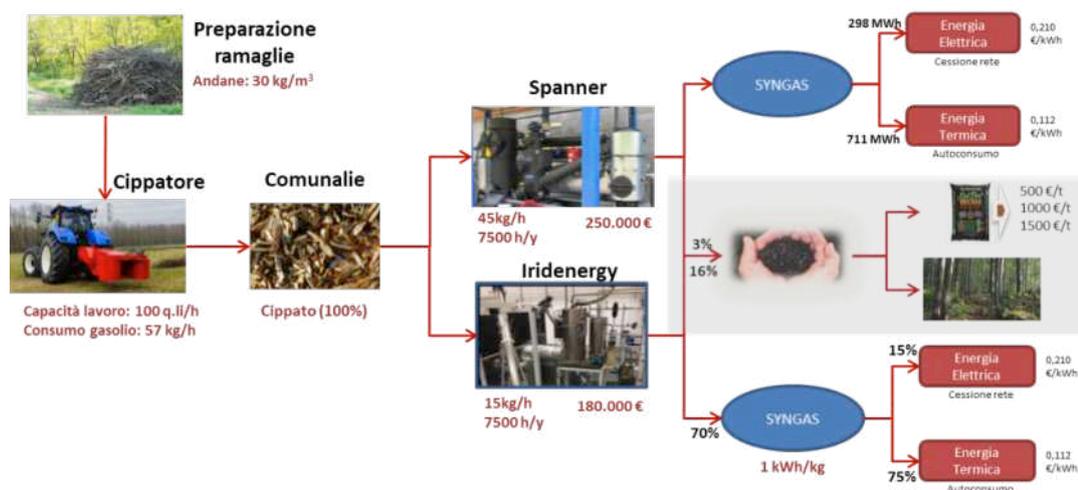


Figura 1. Elementi chiave del sistema utilizzato, con indicazione dei dati ricavati o stimati

Per il biochar sono stati valutati due scenari alternativi di impiego: 1) la destinazione del biochar al mercato degli ammendanti agricoli e 2) l'applicazione del biochar prodotto sulla stessa superficie forestale da cui è stata prelevata la biomassa, come strumento per incrementare lo stock di carbonio nel suolo forestale ed ottenere possibili benefici dai crediti di carbonio collocabili sui mercati volontari. I mercati volontari dei crediti di carbonio rappresentano attualmente una forma di pagamento per servizi ecosistemici (PES), ma per accedere a tali mercati è necessario che i crediti soddisfino i criteri di addizionalità, assenza di leakage e permanenza. Recentemente, la norma UNI/PdR 99 "Crediti da Biochar" ha definito procedure e metodi di quantificazione per l'attribuzione di crediti provenienti dalla produzione di biochar.

Ai fini del calcolo, i costi e i benefici economici sono stati distribuiti su un orizzonte temporale di 20 anni applicando un adeguato fattore di attualizzazione ($2,84\% = \text{IRS20} + 1\% \text{ spread}$). Gli indicatori di risultato ottenuti sono: il Valore Attuale Netto (VAN), il Tasso Interno di Rendimento (TIR) e il tempo di ritorno dell'investimento (PBT - Payback time). Come prezzo di vendita del biochar sul mercato degli ammendanti è stato adottato un prezzo medio di 1.000 €/t, in base a un'indagine condotta su un campione di 40 aziende operanti in diversi paesi europei e non europei. Il prezzo dei crediti di carbonio è stato considerato pari a 10 €/t, in base a un'indagine del 2019 eseguita da Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA), che riporta prezzi da 2,5 a 35 €/t.

Sul fronte dei benefici, l'analisi ipotizza la possibilità di sfruttare finanziamenti regionali PSR sui nuovi investimenti in azienda, pari al 40% del costo di investimento.

Il costo stimato del cippatore, come realizzato in questo progetto, è pari a 35.000 € in versione prototipale. Si ritiene ragionevole ipotizzare la sua acquisizione da parte di un prestatore di servizi conto-terzi. Tenuto conto di un piano di ammortamento di 6 anni, dei costi di funzionamento della attuale versione prototipale (gasolio, operatore trattore, manutenzione) e delle ore di impiego annuali (stimate a 800 h/anno distribuite su diversi territori), è stato stimato un costo per il servizio di cippatura pari a 80 €/ora.

In Figura 2 si presentano le ripartizioni dei benefici nel caso della vendita del biochar sul mercato degli ammendanti agricoli, considerando anche la produzione energetica dei due sistemi; si ricorda che i due sistemi differiscono proprio per la produzione preferenziale di energia o di biochar. Nel caso del sistema Spanner è quindi atteso che i benefici siano concentrati nella produzione energetica, mentre nel caso del sistema Iridenergy la maggior quota di beneficio è rappresentata dalla vendita di biochar.

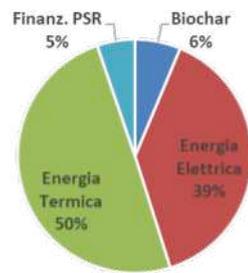


Figura 2a. Ripartizione dei benefici nel sistema Spanner (mercato ammendanti)

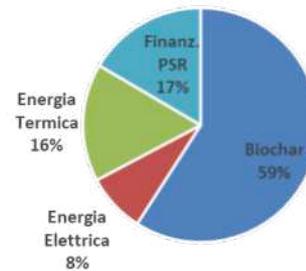


Figura 2b. Ripartizione dei benefici nel sistema Iridenergy (mercato ammendanti)



Figura 3. VAN (mercato ammendanti)

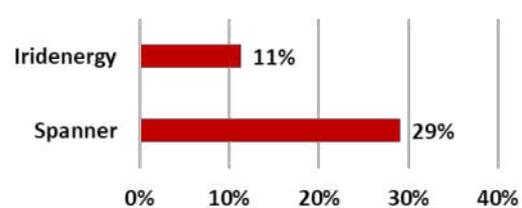


Figura 4. TIR (mercato ammendanti)

In Figura 3 mostra il VAN calcolato per quintale di cippato impiegato nei processi di pirogassificazione. Nel caso di sistema Iridenergy, ogni quintale di cippato impiegato genera un VAN di circa 6 €, mentre il sistema Spanner restituisce un VAN pari a poco meno di 14 €/q.le. Il sistema Spanner beneficia di un più elevato sfruttamento della componente energetica che si traduce anche in un TIR di circa il 30% e un tempo di ritorno dell'investimento di 4 anni, contro i 10 anni del sistema Iridenergy. Le considerazioni su questi risultati devono considerare lo stato ancora prototipale del sistema Iridenergy. Infatti, i calcoli presentati sono basati su stime parziali, considerando che il sistema Iridenergy è in corso di miglioramento, come descritto in questo progetto. Inoltre, si deve considerare che i calcoli di resa energetica effettuati sono basati su biomasse molto diverse: nel caso del sistema Iridenergy si usa cippato da ramaglie, biomasse a basso contenuto energetico ed alta umidità. Infine, le biomasse da ramaglie inserite nel sistema di pirogassificazione rappresentano comunque un plus energetico, perché normalmente tali biomasse non sono utilizzabili in nessun modo.

La ripartizione dei benefici nel caso di attribuzione dei crediti di carbonio scambiabili sul mercato volontario dei servizi ecosistemici è mostrata In Figura 5. Il contributo della vendita dei crediti di carbonio è modesto in ragione del basso prezzo di vendita considerato nell'analisi (10 €/t), destinato a modificarsi in futuro con l'evolversi di questo mercato. La soluzione dei crediti di carbonio non sembra vantaggiosa per il sistema Iridenergy, in quanto il VAN negativo segnala l'impossibilità di poter compensare i costi di realizzazione e gestione del progetto lungo l'orizzonte temporale di 20 anni, mentre il sistema Spanner manterrebbe una buona redditività (Figure 6 e 7).

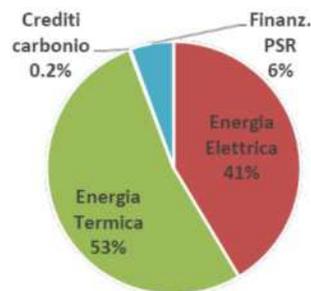


Figura 5a. Ripartizione dei benefici nel sistema Spanner (mercato volontario dei crediti di carbonio)

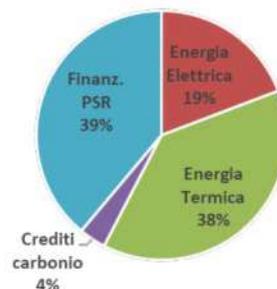


Figura 5b. Ripartizione dei benefici nel sistema Iridenergy (mercato volontario dei crediti di carbonio)

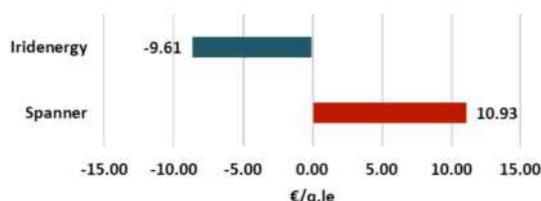


Figura 6. VAN (mercato volontario dei crediti di carbonio)

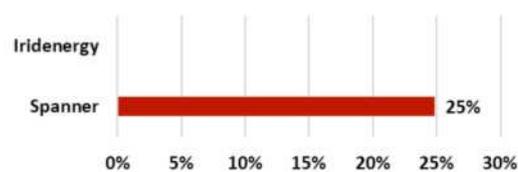


Figura 7. TIR (mercato volontario dei crediti di carbonio)

La proposta del progetto è comunque quella di recuperare tutto il possibile da tutte le matrici presenti in bosco, indirizzando biomasse diverse a pirogassificatori diversi. Si ipotizza quindi un impiego combinato dei due sistemi di pirogassificazione, con destinazione del biochar ottenuto dal sistema Iridenergy al mercato degli ammendanti e di quello ottenuto dall'impianto Spanner alla superficie forestale al fine di ottenere crediti scambiabili sul mercato, ipotesi sostenuta anche dalle caratteristiche chimico-fisiche dei due tipi di biochar. In questa ipotesi, il VAN di progetto sarebbe pari a 9,70 €/q.le di cippato, il TIR al 20% e sarebbero necessari 5 anni per il recupero dei costi iniziali di progetto.

Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate

Attività conclusa e obiettivi raggiunti

2.2.2 Personale

PERSONALE CIDEA

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Professore Associato	Studi necessari alla realizzazione del piano	31	54	1.674,00€
				Totale:	1.674,00€

2.3 3 Azione 1 Utilizzazione boschiva

2.3.1 Attività e risultati

Azione	Utilizzazione boschiva
Unità aziendale responsabile	CCPP
Descrizione delle attività	I partner non hanno svolto attività nel presente periodo di rendicontazione.
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	Tutte le attività previste nell'azione 1 sono state realizzate e descritte nella relazione tecnica allegata alla rendicontazione intermedia.

2.4 3 Azione 2 Progettazione, costruzione e prove cippatore

2.4.1 Attività e risultati

Azione	Progettazione, costruzione e prove cippatore
Unità aziendale responsabile	CIDEA
Descrizione delle attività	In questa fase è stata completata la costruzione della macchina (vedi descrizione più oltre), si è individuato il trattore con cui effettuare il collaudo, e quest'ultimo è stato eseguito a fine Febbraio 2023 presso l'Azienda Stuard lavorando su un tratto di andana avente le dimensioni prefissate di 1 x 0,5 m (larghezza x altezza). Nelle prove in campo si è riscontrata una maggiore o minore difficoltà di alimentazione delle ramaglie a seconda della loro conformazione, lunghezza e orientamento rispetto alla direzione di moto del cippatore.
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	Dal punto di vista temporale è stato accumulato un ritardo sulle previsioni, prevalentemente causato dalla dinamica del reperimento dei materiali per la costruzione del cippatore; su questo hanno pesato sia la pandemia di COVID-19, sia il conflitto in Ucraina. Inoltre si è evidenziata la necessità di effettuare una modifica rispetto al progetto originale, per l'installazione di un dispositivo definito "ruota libera" nella trasmissione sul cippatore, mentre inizialmente era previsto insieme all'albero cardanico di collegamento al trattore.

2.4.2 Personale

Elencare il personale impegnato, il cui costo è portato a rendiconto, descrivendo sinteticamente l'attività svolta. Non includere le consulenze specialistiche, che devono essere descritte a parte.

PERSONALE CIDEA

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Professore ordinario	Progettazione, costruzione e prove cippatore	73	16	€1.168,00
				Totale:	€1.168,00

2.4.4 MATERIALI E LAVORAZIONI DIRETTAMENTE IMPUTABILI ALLA REALIZZAZIONE DEI PROTOTIPI

Il prototipo realizzato è il cippatore mostrato nelle figure sottostanti, costruito quasi esclusivamente utilizzando carpenteria di acciaio per la struttura portante e le coperture di protezione, il tamburo di taglio, il coltello ed il controcoltello, i rulli di alimentazione e trasporto delle ramaglie al tamburo di taglio. Per la trasmissione del moto sono inoltre stati utilizzati 3 motori idraulici con relativa raccorderia, un riduttore di velocità, due pulegge con cinghie trapezoidali multiple, 4 catene e relative ruote dentate. Cuscinetti a rotolamento sono stati utilizzati per guidare la rotazione delle parti in movimento (tamburo, rulli).



Fornitore	Descrizione	Costo
	Carpenteria in acciaio, motori idraulici, raccorderia idraulica, riduttore di velocità, pulegge e cinghie, catene e ruote dentate, cuscinetti a rotolamento	€32.940,00
	Totale:	€32.940,00

2.5 3 Azione 3 Gassificazione biomassa da ramaglie con micro gassificatore e modifiche al sistema di carico del prototipo

2.5.1 Attività e risultati

Azione	Gassificazione biomassa da ramaglie con micro gassificatore e modifiche al sistema di carico del prototipo
Unità aziendale responsabile	CINSA
Descrizione delle attività	I partner non hanno svolto attività nel presente periodo di rendicontazione.
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	Tutte le attività previste nell'azione 3 sono state realizzate e descritte nella relazione tecnica allegata alla rendicontazione intermedia.

2.6 3 Azione 4 Valutazione impronta carbonio: raccolta, cippatura, gassificazione (resa energetica)

2.6.1 Attività e risultati

Azione	Valutazione impronta carbonio: raccolta, cippatura, gassificazione (resa energetica).
Unità aziendale responsabile	CINSA

Descrizione delle attività

Nel corso del periodo è stato completato lo sviluppo del modello di valutazione della sostenibilità ambientale secondo la metodologia dell'analisi del ciclo di vita definita dalla UNI EN ISO 14040. L'analisi effettuata nel progetto si concentra su una specifica categoria di impatto, definita "Cambiamento Climatico" o impronta carbonica (*carbon footprint*), che stima le emissioni di gas serra causate da un servizio, come in questo caso, in tonnellate di CO₂ equivalente, usando come riferimento per tutti i gas serra l'effetto associato alla CO₂, assunto pari a 1.

La valutazione effettuata nel progetto aveva l'obiettivo di stimare l'impronta carbonica associata ai due processi alternativi di pirogassificazione, Iridenergy e Spanner, per ricavarne una stima dei benefici ambientali ottenibili grazie alla pirolisi della biomassa a scopi energetici (syngas, energia termica ed elettrica) e di produzione di biochar, in termini di aumento dello stock di carbonio nei suoli e riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra.

L'unità funzionale è la tonnellata (ton) di ramaglia residua, per il sistema Iridenergy, e di cippato di qualità, per Spanner. Il cippatore prototipale realizzato nel progetto ha la funzione di contribuire a valorizzare gli scarti localizzati in aree montane, formati dalla ramaglia e dai cimali disposti in andane. La riduzione di dimensioni mediante "cippatura", ha infatti permesso la pirogassificazione con l'impianto Iridenergy di una biomassa che altrimenti andrebbe non valorizzata, rendendola facile da trasportare e da immagazzinare. In quanto biomassa di peggiore qualità e con una elevata umidità (> 30%), non può dare rese energetiche pari al cippato che viene tradizionalmente commercializzato, in questo progetto testato con il gassificatore Spanner.

I confini del sistema includono la fase di cippatura con cippatore prototipale (per la ramaglia), la pirogassificazione con produzione di syngas e biochar, l'applicazione in suolo forestale del biochar, ed i relativi trasporti di materiali. Non avendo a disposizione i dati dei consumi del cippatore prototipale eseguiti sulla ramaglia in bosco, è stato necessario considerare un uguale consumo energetico nei due casi. Sono stati esclusi dal calcolo la fase di stoccaggio del cippato, poiché avviene all'aperto nei pressi dell'impianto, e lo smaltimento delle ceneri prodotte dall'impianto di pirogassificazione (Figura 1).

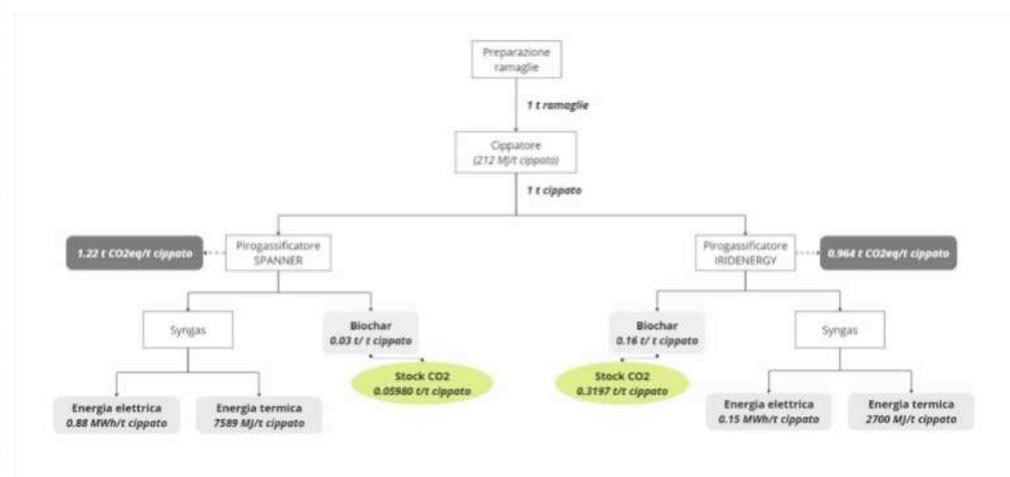


Figura 1 – schema del sistema analizzato con indicazione di alcuni dati

Come periodo di riferimento si è considerato il 2020-2022; i dati raccolti sono dati primari, provenienti da rilevamenti diretti effettuati dai partner sugli impianti e sui prototipi, e dati secondari, ricavati da letteratura, database, manuali tecnici, altri studi e calcoli. Come mostra la Figura 1, il modello è stato costruito impiegando le informazioni tecniche del prototipo di cippatore leggero progettato nell'ambito del

progetto. Le informazioni di gestione della manutenzione forestale sono state ottenute da CCP, quelle sul trasporto e spandimento da Azienda Stuard, quelle del processo di pirogassificazione presso l'impianto Spanner da CCP e i dati della pirogassificazione dal prototipo Iridenergy da Cinsa (Tabella 1). La metodologia applicata per la caratterizzazione degli impatti è IPCC 2021 GWP100 V1.00, SimaPro 9.4 Analyst.

Tabella 1 - Inventario LCA considerando la pirogassificazione di ramaglia residua

	SPANNER	IRIDENERGY	UNIT
Biomassa in ingresso		1,00	ton
Consumo cippatore		212,1	MJ/ton
Biochar prodotto	0,03	0,16	ton/ton
Energia Termica prodotta	7589	2700	MJ/ton
Energia Elettrica prodotta	0,88	0,15	MWh/ton
CO ₂ stoccata biochar	0,075	0,40	ton/ton
CO ₂ (biogenica) emessa pirogassificazione	1,21	0,884	ton/ton
Trasporti in ingresso	35,00	35,00	tkm
Trasporti in uscita	1,11	5,60	tkm
Contenuto di C biochar	63,9	64,	%
C stoccato a 100 anni (biochar)		80,00	%

Filiera della biomassa

- a. **Raccolta, cippatura, trasporto.** Sono stati stimati 212,1 MJ/ton per la raccolta e la cippatura della biomassa residua (4,7 kg di gasolio necessari per cippare 1 tonnellata di legno e/o ramaglia; 45 MJ prodotti per chilogrammo di gasolio in mezzo agricolo) e 30 tkm per il trasporto dal punto di raccolta all'impianto di pirogassificazione (Borgo Taro o Parma) con un mezzo di classe Euro 6, dal carico 3,5-7,5 tonnellate.
- b. **Pirogassificazione.** Nel calcolo si stima che il cippato ottenuto venga indirizzato alternativamente ed in funzione della qualità ai due impianti di pirogassificazione (cippato di alta qualità all'impianto Spanner, cippato di scarsa qualità all'impianto prototipale Iridenergy), giustificando le rese decisamente diverse per i due impianti. Il calore, l'energia elettrica e le quantità di biochar prodotti sono stati desunti dai dati forniti dai partner di progetto; si segnala che tali dati sono da considerare preliminari e suscettibili di miglioramento, soprattutto per il pirogassificatore prototipale. La pirogassificazione del cippato permette di evitare il calore prodotto dalla combustione di gas naturale e la produzione di energia elettrica a livello nazionale. Sono stati impiegati come processi evitati i seguenti processi in base a Ecoinvent v. 3.5: "Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} | heat production, natural gas, at industrial furnace >100kW | APOS, U" e Electricity, high voltage {IT} | electricity production, natural gas, conventional power plant | APOS, U.

c. **Trasporto, spandimento del biochar e sequestro di CO₂.** Si è ipotizzato di riportare il biochar nel punto di raccolta della ramaglia con un mezzo di classe Euro 6, dal carico 3,5-7,5 tonnellate. Per lo spandimento si è impiegato per approssimazione il processo da Ecoinvent v. 3.5: "Solid manure loading and spreading, by hydraulic loader and spreader {GLO} | market for | APOS, U". La CO₂ stoccata è stata calcolata assumendo che il carbonio residuo nel suolo dopo 100 anni fosse l'80% del carbonio applicato, mentre il contenuto di C nel biochar è stato ricavato dai dati desunti dalle analisi effettuate sul biochar ottenuto sperimentalmente: 64,1% sulla sostanza secca per il biochar prodotto dal pirogassificatore prototipale Iridenergy, 63,9% sulla sostanza secca per il biochar prodotto da pirogassificatore SPANNER; anche questi dati sono da verificare in successive analisi su un maggior numero di esperimenti. Il fattore di conversione da C a CO₂ è stato ricavato dal rapporto tra le loro masse molari: $44/12 = 3,67$. Per le emissioni di CO₂ biogenica si è proceduto a stimare il contenuto di C iniziale nella biomassa legnosa, assumendo come sostanza secca del cippato il 70% della massa umida e un contenuto in carbonio pari al 50% della sostanza secca (0,35 ton di C/ ton di cippato). La differenza tra il contenuto di C iniziale e quello stoccato a 100 anni, convertito in CO₂ utilizzando il fattore 3,67, è stato considerato come complessivamente emesso in forma di CO₂ biogenica sia nella fase di pirogassificazione che nella fase di permanenza in suolo.

Risultati

I risultati per UF per i due sistemi alternativi di pirogassificazione confrontati (1 ton di biomassa legnosa residuale rispettivamente di alta e bassa qualità per Spanner e Iridenergy), impiegando sia lo scenario che include le sole emissioni e stoccaggi dal sistema analizzato, sia lo scenario che include i prodotti evitati sono rappresentati come segue.

Impianto Spanner (Figure 2 e 3)

Lo stock di CO₂ nei suoli forestali conseguente all'applicazione del char appare sufficiente a compensare le emissioni associate al processo (principalmente fase di cippatura e di trasporto all'impianto di pirogassificazione e dall'impianto ai suoli forestali), anche senza considerare il contributo dei prodotti evitati. Per tonnellata di biomassa in ingresso verrebbero emessi 44,8 kg di CO₂ equivalente fossile, che però vengono compensate dallo stoccaggio che si ha in seguito allo spandimento del biochar ottenuto (stimato al 3% della biomassa in ingresso) con 59,7 kg CO₂ equivalente.

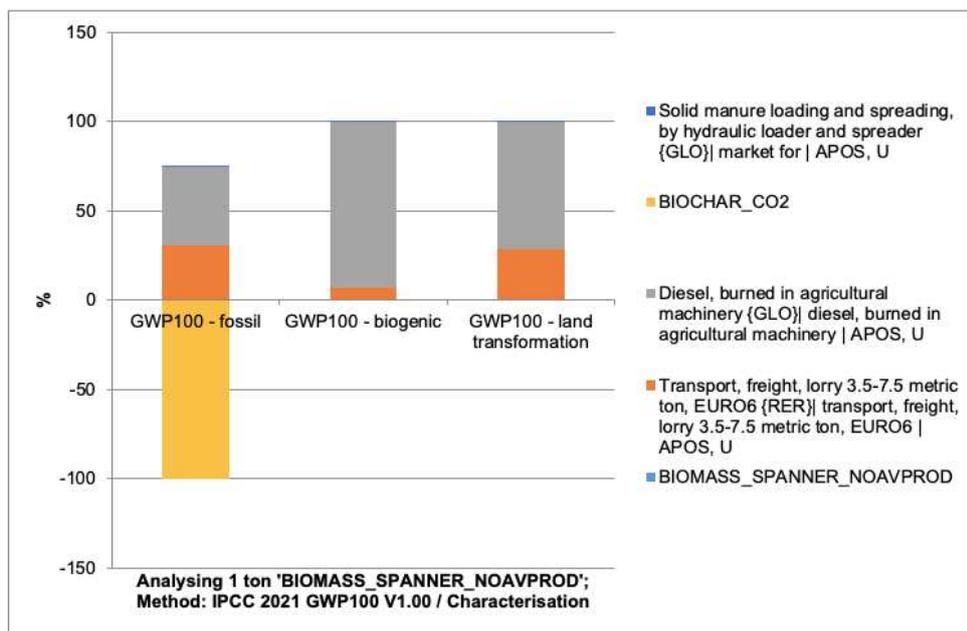


Figura 2 - Contributo dei processi alle emissioni di CO₂ fossile, biogenica e da trasformazione di uso del suolo per impianto Spanner.

Includendo i prodotti evitati (produzione di energia termica ed elettrica) il processo di pirogassificazione di una tonnellata di biomassa residuale forestale permette di risparmiare 1.230 kg di CO₂ equivalente complessivamente. Infatti, allo stock associato alla restituzione del biochar nei suoli forestali, si vanno ad aggiungere le emissioni evitate dovute alla produzione di energia elettrica e termica dall'impianto di pirogassificazione che vanno a sostituire i processi di produzione rispettivamente associati alla produzione energetica nazionale e alla produzione di calore da gas naturale.

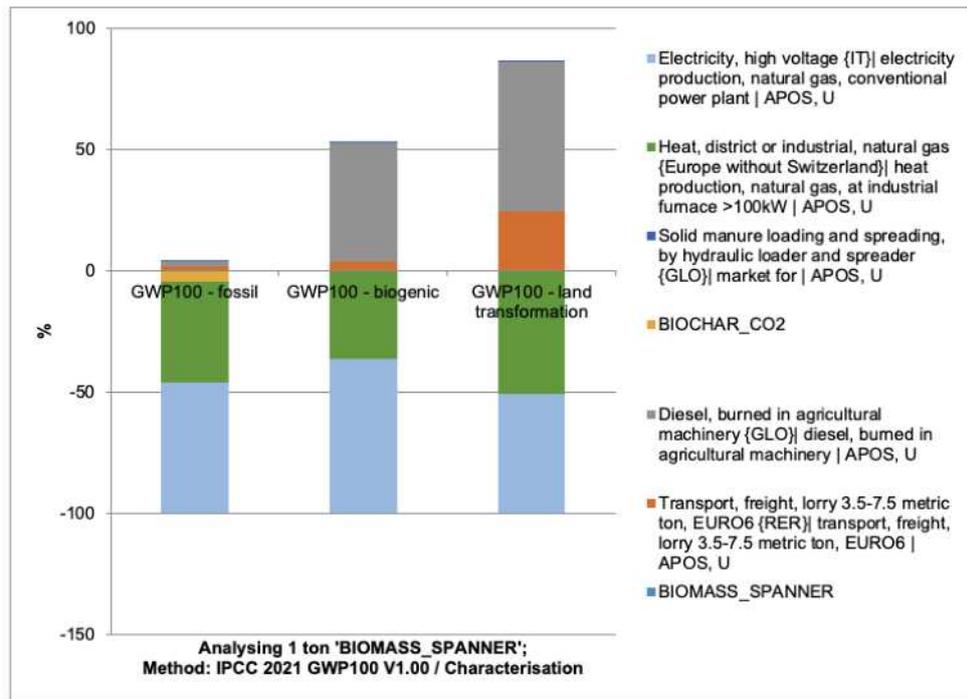


Figura 3 - Contributo dei processi analizzati alle emissioni di CO₂ fossile, biogenica e da trasformazione di uso del suolo includendo i prodotti evitati.

Impianto Iridenergy (Figure 4 e 5)

Lo stock di CO₂ nei suoli forestali conseguente all'applicazione del biochar è sufficiente a compensare le emissioni associate al processo anche in questo caso. Per tonnellata di biomassa in ingresso vengono emessi 47,58 Kg di CO₂ equivalente fossile, che però vengono compensate dallo stoccaggio che si ha in seguito allo spandimento del biochar ottenuto (stimato al 16% della biomassa in ingresso) come 301 kg di CO₂ equivalente. Si evidenzia quindi che il biochar prodotto nell'impianto prototipale è in grado di garantire un maggiore stock di carbonio nei suoli forestali, in virtù, principalmente, del maggiore quantitativo di biochar ottenuto per quantitativo di biomassa in ingresso.

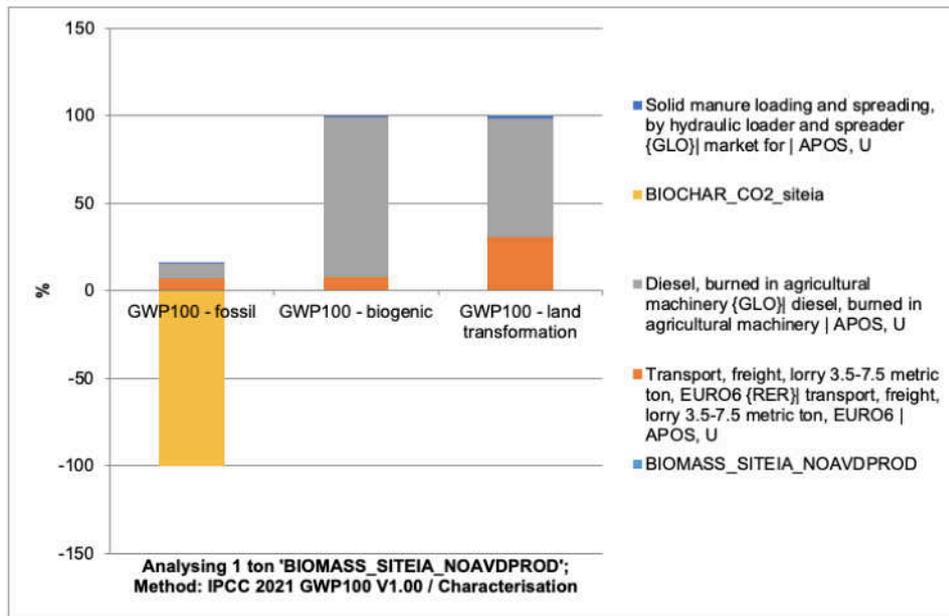


Figura 4 - Contributo dei processi alle emissioni di CO₂ fossile, biogenica e da trasformazione di uso del suolo.

Inserendo nel calcolo i prodotti evitati grazie alla produzione di energia termica ed elettrica, il processo di pirogassificazione di una tonnellata di biomassa residuale forestale nell'impianto prototipale Iridenergy permette di risparmiare 559 kg di CO₂ equivalente complessivamente, come descritto per l'impianto Spanner. Aggiungendo, dunque, allo scenario analizzato anche i prodotti evitati (energia elettrica e termica), si ha un maggior risparmio nelle emissioni di anidride carbonica.

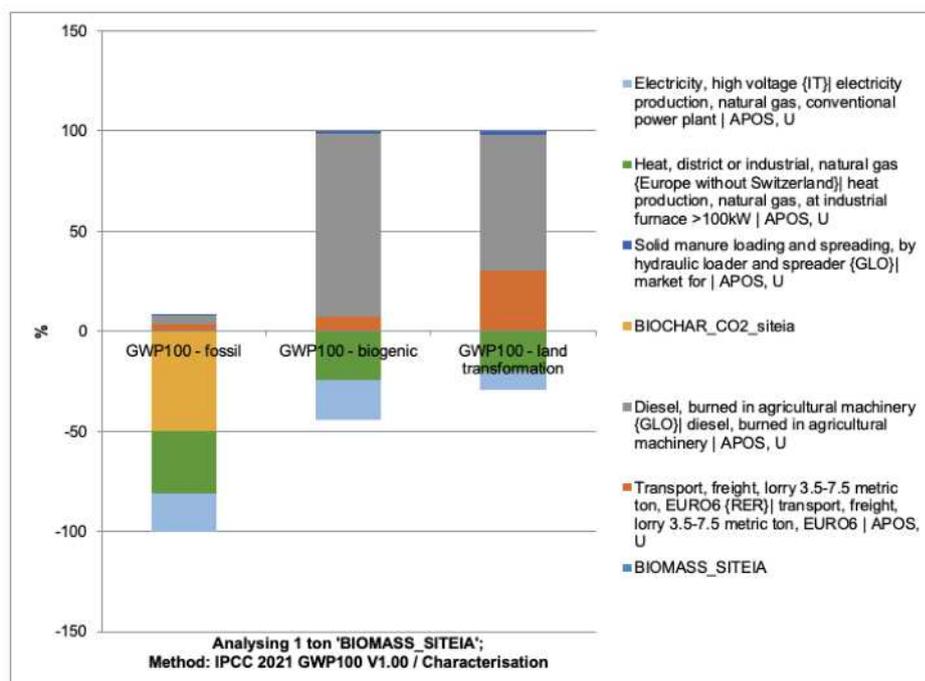


Figura 5 - Contributo dei processi analizzati alle emissioni di CO₂ fossile, biogenica e da trasformazione di uso del suolo includendo i prodotti evitati.

Ulteriori considerazioni sui benefici ambientali

Ulteriori benefici derivati dalla applicazione di biochar in bosco sono valutabili attraverso l'analisi LCA. Il biochar è stato proposto come un potenziale ammendante, disponibile ed economico, per migliorare la qualità del suolo facilitando il sequestro di carbonio e riducendo le emissioni di gas climalteranti.

I biochar utilizzati nel progetto non hanno modificato il pH del suolo, e hanno aumentato la conducibilità elettrica; in questo si sono messe in evidenza differenze possibilmente legate al feedstock di partenza e al tipo di pirogassificatore utilizzato. Anche se i biochar presentavano differenze in alcune delle loro proprietà, un moderato aumento di sostanza organica è risultato visibile in tutti i trattamenti, mentre la presenza di elementi (metalli) potenzialmente tossici non ne ha risentito. Nel progetto non sono stati valutati aspetti relativi in modo specifico al ciclo dei nutrienti e alla disponibilità idrica, ma la letteratura riporta effetti positivi su questi servizi ecosistemici dovuti a un miglioramento delle proprietà dei suoli.

Aumenti di biodiversità hanno impatti positivi su diverse funzioni ecosistemiche dei suoli, quali la produzione di legname e fibre, la filtrazione di contaminanti, la ritenzione idrica, l'immagazzinamento di carbonio. I funghi, come quelli studiati nel progetto, costituiscono una rete di ife, e da letteratura si stima che possano raggiungere lunghezze complessive anche di 1 km in un grammo di suolo. La loro diversità è influenzata da proprietà del suolo, fattori biogeografici e vegetazione, oltre che dagli impatti antropogenici. La valutazione della biodiversità dei suoli risente tuttora di lacune esistenti nei metodi per quantificare la fornitura di servizi ecosistemici e della difficoltà nel rilevare tutti gli organismi presenti. Esistono metodologie di biologia molecolare per l'identificazione degli organismi, basate sulla estrazione dai suoli di DNA ambientale seguita da sequenziamento, ma queste non sono ancora economicamente sostenibili. Nel progetto i partner hanno scelto di valutare la presenza di specie fungine per il loro ruolo come decompositori essenziali nel ciclo dei nutrienti, e in particolare per l'importanza della interazione funghi-piante nella nutrizione minerale. È stata stimata la diversità di funghi presente nei suoli sottoposti ai trattamenti sperimentali per contribuire alla descrizione degli impatti positivi derivati dalla applicazione di biochar ai suoli forestali, utilizzando come indicatori il numero stimato di funghi e la variabilità morfologica. Una stima accurata del ruolo funzionale dei funghi richiederebbe analisi biochimiche mirate ad evidenziare specifiche attività enzimatiche e azioni nel ciclo dei nutrienti. I risultati mostrati indicano un generale effetto positivo dei due tipi di biochar utilizzati sulla biodiversità fungina nelle parcelle sperimentali, effetto non visibile nelle parcelle trattate con cippato non trattato. Si ritiene che il biochar, per la sua microstruttura, possa offrire una vera e propria "nicchia" per lo sviluppo delle ife al riparo da possibili consumatori, e che per questo stimoli la crescita dei funghi.

L'aggiunta di biochar non può, non ancora almeno, essere considerata una soluzione universale per contribuire alla salute delle foreste, ma si è dimostrata positiva per la crescita di piante e lo sviluppo di microrganismi in suoli poveri e in ambienti degradati: Questo può renderla utile anche in foreste produttive come quelle studiate nel progetto, pensando che il biochar può stabilizzare le parcelle con condizioni sfavorevoli e proteggere contro i cambiamenti climatici e gli stress che ne derivano. Le analisi dimostrano che è di fondamentale importanza scegliere il giusto feedstock e il metodo di produzione per tenere conto degli aspetti di sicurezza, dei risvolti economici e del risparmio in termini di trasporto e distribuzione.

Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	Attività completata
---	---------------------

2.6.2 Personale

PERSONALE CINSA

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Professore II fascia	Valutazione degli impatti	48€	2	96,00€
				Totale:	96,00€

2.7 3 Azione 5 Gassificazione biomassa migliore con impianto di cogenerazione Spanner

2.7.1 Attività e risultati

Azione	Gassificazione biomassa migliore con impianto di cogenerazione Spanner
Unità aziendale responsabile	CCPP
Descrizione delle attività	I partner non hanno svolto attività nel presente periodo di rendicontazione.
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	Tutte le attività previste nell'azione 5 sono state realizzate e descritte nella relazione tecnica allegata alla rendicontazione intermedia.

2.8 3 Azione 6 Confronto due tipi di biochar in foresta

2.8.1 Attività e risultati

Azione	Confronto due tipi di biochar in foresta
Unità aziendale responsabile	STUARD

Descrizione
delle attività

I tecnici di Azienda Stuard, insieme al personale delle CCPP si sono recati in bosco il 29 ottobre 2021 dove hanno effettuato, sulle parcelle in prova, il rilievo dei funghi (**fig.1, 2, 3, 4, 5, 6, 7**) ed i prelievi di terreno (**fig. 8**)

I campioni di terreno prelevati sono stati conservati in cella frigorifera e ritirati da CINSIA pochi giorni dopo per effettuare rilievi sulla presenza di miceli fungini oltre che le analisi chimico-fisiche. Il 4 ottobre 2022 sono stati ripetuti i rilievi ed i prelievi di terreno.



Fig.1-Rilievo sulla presenza di funghi nelle diverse tesi



Fig. 2- Calocera cornea



Fig. 3- Crucibulum laeve



Fig. 4- *Mycena* sp.



Fig. 5- *Panaeolus* sp.



Fig. 6- *Camarophyllus russocoriaceus*



Fig. 7- *Omphalotus olearius*



Fig. 8- Prelievo di terreno con sonda a 20-25 cm

In bosco è stata compilata una tabella preimpostata in cui sono stati annotati per blocco e tesi le TIPOLOGIE ED IL NUMERO DI FUNGHI rinvenuti (**Fig. 9**)

Successivamente con le foto scattate in loco, la tabella descrittiva compilata e l'aiuto di un micologo (CCPP) si sono definite le specie di funghi trovati, ottenendo i dati completi. (**Fig. 10, 11**)

PRELIEVO TERRANO

aner - Cippatore Leggero per tErritori montanANI in Emilia-Romagna

va: CLEANER

ri rilievo: 29/10/2021

nei 4 blocchi sono stati prelevati i seguenti TA di FUNGO
 2- giallo-arancione (simili al polletto) → blocchi 1 e 3
 - marroncini (solo blocco 1)
 - grigio-marrone (blocchi 3-2)
 - "bianchi" piccoli su residui vegetali (su tutti i blocchi)
 - arancioni " " " (solo blocco 1)

Rilievo funghi

Blocco	Tesi	Descrizione	Tipo	Numero	Tipo DIMENSIONI	Numero	Tipo TIPO	Numero	Note
1	1	Cippato di pino	? giallo-arancione	4	h = 3-8 cm d = 5-8 cm	numerosi	funghi molto piccoli e arancioni		funghi su legno morto e altri residui vegetali
1	2	Biochar PROTOTIPO	? marroncino	18	h = 1-3 cm d = 2-3 cm	"	funghi piccoli su residui vegetali		presenza di occhio nel forame da cippatura
1	3	Biochar del CCP	? " "	5	+ piccoli				"
1	4	Test non trattato (il resto del sito)	? " "	9	h = 1-3 cm d = 2-3 cm				"
2	1	Cippato di pino	/	/	/				
2	2	Biochar PROTOTIPO	/	/	/				
2	3	Biochar del CCP	? grigio-marrone	1	h = 2 cm d = 1-2 cm				
2	4	Test non trattato (il resto del sito)	/	/	/				
3	1	Cippato di pino	? giallo-arancione (simile al polletto)	8-10	d = 1-8 cm h = 3-8 cm				occhi nel forame da cippatura
3	2	Biochar PROTOTIPO	? grigio-marrone	10-12	h = 3-5 cm d = 1-2 cm				
3	3	Biochar del CCP	? bianchi molto piccoli	8	h = 1-2 cm d = 0,5-1 cm	40-50	funghi molto piccoli su residui vegetali		

Fig. 9- Tabella compilata in bosco

Blocco	Tesi	Descrizione	Tipo	Numero	Dimensioni	Tipo	Numero	Dimensioni	Tipo	Numero	Dimensioni
1	1	Cippato di conifera	Omphalotus olearius (saprofita)	4	altezza = 3-8 cm diametro = 5-8 cm	Crucibulum Laeve	numerosi	funghi molto piccoli su legno morto - saprofita	Calocera Cornea	numerosi	funghi molto piccoli su legno morto - saprofita
1	2	Biochar PROTOTIPO	Mycena sp (saprofita)	18	altezza = 1-3 cm diametro = 2-3 cm	Crucibulum Laeve	numerosi	funghi molto piccoli su legno morto - saprofita			
1	3	Biochar del CCP	Mycena sp (saprofita)	5	più piccoli						
1	4	Test non trattato (il resto del sito)	Mycena sp (saprofita)	9	altezza = 1-3 cm diametro = 2-3 cm						

Fig. 10 Dati completi rilievo funghi al 29/10/2021

Blocco	Tesi	Descrizione	Tipo	Numero	Dimensioni
2	1	Cippato di conifera	/	/	/
2	2	Biochar PROTOTIPO	/	/	/
2	3	Biochar del CCP	Panaeolus sp (saprofita)	1	altezza = 2 cm diametro = 1-2 cm
2	4	Test non trattato (il resto del sito)	/	/	/

Blocco	Tesi	Descrizione	Tipo	Numero	Dimensioni	Tipo	Numero	Dimensioni
3	1	Cippato di conifera	Omphalotus olearius (saprofita)	8-10	altezza = 3-8 cm diametro = 1-8 cm			
3	2	Biochar PROTOTIPO	Panaeolus sp (saprofita)	10-12	altezza = 3-5 cm diametro = 1-2 cm			
3	3	Biochar del CCP	Camorophilus russocoriaceus	8	altezza = 1-2 cm diametro = 0,5-1 cm	Crucibulum Laeve	40-50	funghi molto piccoli su legno morto - saprofita
3	4	Test non trattato (il resto del sito)	/	/	/			

Blocco	Tesi	Descrizione	Tipo	Numero	Dimensioni	Tipo	Numero	Dimensioni
1	1	Cippato di conifera	Crucibulum Laeve	numerosi	funghi molto piccoli su legno morto - saprofita	<i>Mycena sp (saprofita)</i>	20-30	altezza = 3-6 cm diametro = 1-2 cm
1	2	Biochar PROTOTIPO	Crucibulum Laeve	diffusi	funghi molto piccoli su legno morto - saprofita			
1	3	Biochar del CCP	Crucibulum Laeve	numerosi	funghi molto piccoli su legno morto - saprofita	<i>Panaeolus sp (saprofita)</i>	ott-15	altezza = 6 cm
1	4	Test non trattato (il resto del sito)	presenza sporadica di funghi					

NOTE: nel blocco 1 tesi 1-2-3-4 e nel Blocco 3 tesi 1 sono presenti scavi nel terreno ad opera di ungulati

Blocco	Tesi	Descrizione	Tipo	Numero	Dimensioni	Tipo	Numero	Dimensioni
2	1	Cippato di conifera	<i>Mycena sp (saprofita)</i>	40-50	altezza = 4-7 cm diametro = 1-1,5 cm	Crucibulum Laeve	numerosi	funghi molto piccoli su legno morto - saprofita
2	2	Biochar PROTOTIPO	<i>Mycena sp (saprofita)</i>	20-30	altezza = 4-7 cm diametro = 1-1,5 cm			
2	3	Biochar del CCP	<i>Mycena sp (saprofita)</i>	10-20	altezza = 4-7 cm diametro = 1-1,5 cm			
2	4	Test non trattato (il resto del sito)	presenza sporadica di funghi					

Blocco	Tesi	Descrizione	Tipo	Numero	Dimensioni	Tipo	Numero	Dimensioni
3	1	Cippato di conifera	<i>Mycena sp (saprofita)</i>	10-12	altezza = 2-5 cm diametro = 0,5-1 cm	Crucibulum Laeve	numerosi	funghi molto piccoli su legno morto - saprofita
3	2	Biochar PROTOTIPO	<i>Mycena sp (saprofita)</i>	2-5	altezza = 2-6 cm diametro = 0,5-1 cm	Crucibulum Laeve	numerosi	funghi molto piccoli su legno morto - saprofita
3	3	Biochar del CCP	Crucibulum Laeve	numerosi	funghi molto piccoli su legno morto - saprofita			
3	4	Test non trattato (il resto del sito)	/	/	/			

Fig. 11 Dati completi rilievo funghi al 04/10/2022

NOTE: diffusa presenza di specie erbacee su tutta la superficie; rinnovazione di douglasia a distribuzione irregolare e abbondante

Dai rilievi effettuati si può osservare che:

- Praticamente tutti i funghi rilevati sono SAPROFITI (organismi che si nutrono di materia organica morta o in decomposizione).
- A distanza di un anno la tipologia ed il numero di funghi sono variati; in particolare nel blocco 2; nel 2021 non sono stati rilevati funghi che si sono poi sviluppati l'anno successivo.
- Si può osservare una tendenza della tesi 1 ad avere più esemplari; probabilmente essendo i funghi ritrovati soprattutto saprofiti, nella tesi 1, cippato di conifere, hanno trovato il loro habitat ideale.

Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al

Attività completata

piano di lavoro, criticità evidenziate
--

2.8.2 Personale

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	o.t.d. comune - tempo determinato	attività di campo	€ 19,50	41,00	€ 799,50
	o.t.d. qualificato - tempo determinato	attività di campo	€ 19,50	39,00	€ 760,50
	imp. Agrario 4° categoria - tempo indeterminato	coordinamento prove	€ 27,00	27,00	€ 729,00
	imp. Agrario 3° categoria - tempo indeterminato	coordinamento prove	€ 27,00	35,00	€ 945,00
Totale:					3.234,00€

Trasferte

Cognome e nome	Descrizione	Costo
	06/07/2021 Rilievi, foto e prelievi di terreno su parcelle sperimentali. Trasferta Parma – Valdena (PR)	€ 44,91
	04/10/2022 Rilievi in bosco. Trasferta Parma-Valdena (PR)	€ 44,87
Totale:		€ 89,78

2.9 3 Azione 7 Analisi biochar per il suo utilizzo come ammendante

2.9.1 Attività e risultati

Azione	Analisi biochar per il suo utilizzo come ammendante
Unità aziendale responsabile	CINSA

Descrizione delle attività	<p>Sono state completate le analisi sui due biochar utilizzati nelle prove in bosco: il biochar prodotto dall'impianto prototipale di Iridenergy situato presso il Campus delle Scienze, Università di Parma, a partire da cippato di ramaglie di conifere e il biochar prodotto da biomassa di buona qualità di conifere presso l'impianto Spanner.</p> <p>Tutte le analisi sono state effettuate presso il Laboratorio di Biotecnologie Agro-ambientali dell'Università di Parma seguendo i protocolli indicati nelle norme UNI (Ente Nazionale Italiano di Unificazione), EN (elaborate dal CEN, Comité Européen de Normalisation) e/o ISO (Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione).</p>
----------------------------	---

Parametro	Metodo analitico	Biochar da ramaglia di conifere, pirogassificatore prototipale	Biochar da tronchi di conifere, pirogassificatore Spanner
pH	UNI EN 13037	9,31 ± 0,43	10,58 ± 0,03
Conducibilità Elettrica (mS/m)	UNI EN 13038	23,0 ± 1,5	163 ± 6
Densità apparente (g/cm ³)	UNI EN 13038	0,16 ± 0,01	0,200 ± 0,002
Classi granulometriche (%)	UNI EN 15428		
>20 mm		0	0
20 mm > x > 10 mm		0,4	0
10 mm > x > 5 mm		9,9	0
5 mm > x > 2 mm		39	6,2
2 mm > x > 1 mm		23,1	16
< 1 mm		27,5	77,8
Sostanza organica (%)	UNI EN 13039	94,70 ± 1,29	76,33 ± 0,58
Ceneri (%)	UNI EN 13039	5,30 ± 1,29	23,67 ± 0,58
Umidità residua (%)	UNI EN 13040	8,48 ± 0,39	16,17 ± 0,16
Sostanza secca (%)	UNI EN 13040	91,52 ± 0,39	83,83 ± 0,16
Contenuto di carbonio organico (%)	UNI EN 15936:2012 – Metodo B	62,4 ± 7,5	49,8 ± 6,0
Azoto ammoniacale (mg/kg)	CNR IRSA 7 Q64 Col 3 1986	<220	<220
Azoto nitrico (mg/kg)	EPA 300.0 1993	12	14
Azoto nitroso (mg/kg)	EPA 300.0 1993	4,5	6,5
Azoto totale Kjeldahl (mg/kg)	M710 Rev.0 2002	<220	<220
Azoto totale sommatoria (mg/kg)	RDPMD02 Rev.5 2019	176,5	180,8
Potassio (mg/kg)	UNI EN ISO 13657:2004; UNI EN ISO 17294-2:2016	1.740 ± 440	13.600 ± 3.400
Fosforo totale (mg/kg)	UNI EN ISO 13657:2004; UNI EN ISO 17294-2:2016	90	1.100
Idrocarburi policiclici aromatici totali (mg/kg)	EPA 3545 ^o 2007; EPA 3630C 1996; EPA 8270E 2018	0,111	1555

Contenuto di metalli (mg/kg)	Assorbimento atomico		
Cadmio		0,63 ± 0,29	18,38 ± 0,58
Nichel		1,90 ± 0,98	3,15 ± 2,62
Rame		11,61 ± 2,81	25,42 ± 0,76
Piombo		29,11 ± 2,27	124,92 ± 15,22
Zinco		25,64 ± 2,34	307 ± 32
Cromo		206,71 ± 1,41	519 ± 87
Ferro		1.339 ± 42	2.434 ± 463
Test di germinazione (grammi biochar per piastra)	UNICHIM Met 1651-2003		
Fitostimolante in germinazione		NO	NO
Fitotossicità (EC50)		1,4	0,08
Inibizione totale della germinazione		>10	>10
Test di fitotossicità su <i>Hordeum vulgare</i> L. (% biochar/ terriccio)	UNI EN 16086-1:2012		
Fitotossicità		NO	NO
Fitostimolazione della crescita		Tra 1 e 3%	>0,5%
Test di fitotossicità su <i>Lactuca sativa</i> L. (g biochar/kg di suolo)	BURL13/05/03		
Giudizio del test		P2: il prodotto non induce effetti avversi sulla crescita delle piante. Il prodotto si ritiene idoneo all'uso agricolo.	P4: il prodotto non induce effetti avversi sulla crescita delle piante. Il prodotto si ritiene idoneo all'uso agricolo.
Test di genotossicità	Test di Ames	NON genotossico	NON genotossico

Il confronto tra i due tipi di biochar prodotti a partire da biomassa dello stesso bosco mette in evidenza differenze che possono dipendere dal tipo di materiale o dalla tecnica di pirogassificazione. Il cippato da tronchi ha una densità maggiore del cippato da ramaglie e un minore contenuto di sostanza organica, e valori maggiori di pH e conducibilità. Il contenuto di azoto è simile nei due biochar. I biochar in oggetto sono caratterizzati da pH basico, che li rende adeguati all'utilizzo in terreni eccessivamente acidi. In generale, i valori di pH, CE, sostanza organica, ceneri e sostanza secca sono in linea con valori di altri char ottenuti da biomasse lignocellulosiche.

Il pirogassificatore prototipale si distingue per la minore quantità di idrocarburi presenti nel biochar, aspetto legato alle sue caratteristiche distintive. La presenza di idrocarburi policiclici aromatici nel biochar da impianto Spanner è in linea con valori riportati in letteratura, e la formazione di questi composti dipende dal tipo di impianto e dalla temperatura di operazione. Valori superiori a 6-12 mg/kg sono considerati elevati e non permettono di classificare il biochar come prodotto di alta qualità. Nonostante questo, la fitotossicità e la fitostimolazione del biochar da impianto Spanner non differiscono da quelle del biochar da impianto prototipale. Per quanto riguarda i metalli pesanti, sono più concentrati nel biochar da impianto Spanner. Anche la granulometria riflette le caratteristiche dei due impianti di pirogassificazione, con una maggiore proporzione di particelle fini <1 mm nel biochar dall'impianto Spanner.

Nonostante le caratteristiche chimiche, entrambi i biochar presentano analoghe caratteristiche di fitostimolazione su orzo e lattuga, e effetti simili sulla germinazione. Si ricorda che l'effetto inibitore sulla germinazione nei test standardizzati in piastra Petri risente delle emissioni di sostanze volatili da parte del biochar.

Analisi dei suoli

I campioni di suolo sono stati prelevati da tutte le parcelle, eseguendo prelievi in triplicato, nei periodi di marzo 2021, luglio 2021, ottobre 2021 e ottobre 2022. Il prelievo di marzo 2021 vale come controllo della situazione iniziale dei suoli.

Il suolo è stato sottoposto ad analisi di pH, conducibilità elettrica, sostanza organica, ceneri secondo metodi standardizzati UNI/ISO.

La digestione dei suoli per le determinazioni del contenuto di metalli ed elementi traccia è stata eseguita secondo Sastre et al. (2002, *Analytica Chimica Acta* 462:59-72) su campioni asciugati all'aria e ridotti in polvere in mortaio. Aliquote da 1 g circa sono state pesate in crogiuoli, essiccate completamente a 70°C, incenerite in muffola a 450°C per 24 ore. La polvere trasferita nei tubi del digestore è stata addizionata di HNO₃ 65% e dopo ulteriori 24 ore, dopo aggiunta di H₂O₂, sottoposta a digestione per 2,5 ore a 140°C. Dopo raffreddamento e filtrazione gli estratti sono stati analizzati con assorbimento atomico in appropriate diluizioni per i seguenti elementi: rame, piombo, nichel, cadmio, cromo, zinco, ferro. I risultati sono riportati nella azione 8.

Sui campioni di suolo è stata eseguita anche una analisi di biodiversità fungina. A tale scopo, i campioni prelevati sono stati setacciati con setaccio da 0.5 cm e conservati a 4 gradi prima di essere utilizzati.

Per l'analisi della biodiversità fungina 1 g di ogni campione è stato incubato con 100 mL di acqua e posto in agitazione per 1 ora (Parkinson and Williams, 1960, *Plant and Soil* 13:347-355). È stato prelevato il surnatante e 50 µL sono stati piastrati su terreno Glucose Peptone salts agar, supplementato con tetraciclina per inibire la crescita batterica; il mezzo di crescita contiene destrosio, peptone, estratto di lievito, potassio fosfato, magnesio solfato ed è addizionato di agar 1,5% (w/v). Le piastre sono state poste per 7 giorni a 28°C e quindi osservate con l'ausilio di uno stereomicroscopio per la conta delle colonie e l'analisi della biodiversità morfologica, con l'aiuto di letteratura specifica (Thom and Raper 1945; Watanabe, 2002, CRC Press).

I risultati sono riportati in Azione 8.

Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate

Attività completata

2.9.2 Personale

PERSONALE CINSA

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Professore II fascia	Coordinamento analisi di laboratorio	48€	5,5	264,00€
Totale:					264,00€

2.10 3 Azione 8 Redazione dei report annuali, recanti i dettagli tecnico-gestionali di ogni prova in bosco e i risultati ottenuti (anno per anno) e delle linee guida per l'applicazione e la diffusione delle pratiche

2.10.1 Attività e risultati

Azione	Redazione dei report annuali, recanti i dettagli tecnico-gestionali di ogni prova in bosco e i risultati ottenuti (anno per anno) e delle linee guida per l'applicazione e la diffusione delle pratiche
Unità aziendale responsabile	CINSA collaborano STUARD, CIDEA, CCPP
Descrizione delle attività	<p>Nelle prove in campo, effettuate a fine Febbraio 2023 presso l'az. agricola Stuard, si è evidenziato come il prototipo cippatore produca un cippato di buona qualità (v. figura).</p>  <p>Il personale CINSA ha raccolto e analizzato i dati delle analisi sui campioni di biochar (descritti in Azione 7). L'analisi dei suoli è stata eseguita su campioni raccolti in diversi momenti come descritto in Azione 7: marzo, luglio e ottobre nel 2021, e ottobre nel 2022.</p>

Parametro	Trattamento	Marzo 2021	Luglio 2021	Ottobre 2021	Ottobre 2022
pH	Controllo	5,20±0,16	5,27±0,13	5,51±0,17	5,14±0,45
	Char prototipo		5,36±0,44	5,57±0,23	5,44±0,45
	Char Spanner		5,43±0,38	5,59±0,18	5,83±0,25
	Cippato solo		5,34±0,39	5,56±0,16	5,34±0,30
Conducibilità elettrica	Controllo	172±33	149± 20	304±16	152±29
	Char prototipo		149±19	195±40	226±31
	Char Spanner		176± 15	314±13	248±29
	Cippato solo		143± 15	201± 39	155± 55
Sostanza secca (%)	Controllo	98,2±0,4	98,4±0,2	97,9±0,1	97,8±0,2
	Char prototipo		98,5±0,1	97,9±0,2	97,9±0,3
	Char Spanner		98,2±0,6	98,1±0,1	98,1±0,1
	Cippato solo		98,3±0,5	98,1±0,1	98,2±0,1
Sostanza organica (%)	Controllo	10,17±0,53		12,22±1,45	9,83±2,40
	Char prototipo			11,27±0,46	10,12±1,53
	Char Spanner			11,84±1,04	10,15±1,69
	Cippato solo			10,73±0,22	8,78±1,78
Cadmio (mg/kg)	Controllo	0,80±0,37		0,73±0,36	3,54±0,27
	Char prototipo			0,98±0,31	2,91±0,44
	Char Spanner			0,75±0,30	1,97±0,07
	Cippato solo			1,04±0,22	3,93±0,55
Nichel (mg/kg)	Controllo	7,05±2,42		13,97±1,66	0,71±0,25
	Char prototipo			13,59±1,93	1,19±0,53
	Char Spanner			13,65±1,25	Non rilevabile
	Cippato solo			12,87±1,28	Non rilevabile
Rame (mg/kg)	Controllo	11,94±2,00		14,55±3,11	7,47±0,29
	Char prototipo			18,05±8,86	5,54±0,31
	Char Spanner			14,98±2,43	6,14±0,83
	Cippato solo			13,15±3,05	6,93±1,15
Piombo (mg/kg)	Controllo	28,42±2,08		38,82±4,09	Non rilevabile
	Char prototipo			31,56±4,45	Non rilevabile
	Char Spanner			37,11±2,39	Non rilevabile
	Cippato solo			34,49±7,48	Non rilevabile
Zinco (mg/kg)	Controllo	65,52±8,81		76,38±5,12	62,50±1,44
	Char prototipo			72,40±8,69	57,91±3,92
	Char Spanner			79,16±4,13	57,28±0,91
	Cippato solo			75,00±8,87	59,30±2,16
Cromo (mg/kg)	Controllo	10,75±2,64		28,41±1,46	13,21±0,43
	Char prototipo			19,65±3,37	15,13±0,29
	Char Spanner			24,78±4,41	14,69±0,79
	Cippato solo			11,54±2,98	13,76±1,03

Le analisi evidenziano un ridotto aumento di pH nelle parcelle trattate con biochar, rispetto al controllo e al trattamento con cippato. Il suolo rimane acido, ma l'aggiunta di biochar basico porta a un aumento anche di 0,6 unità.

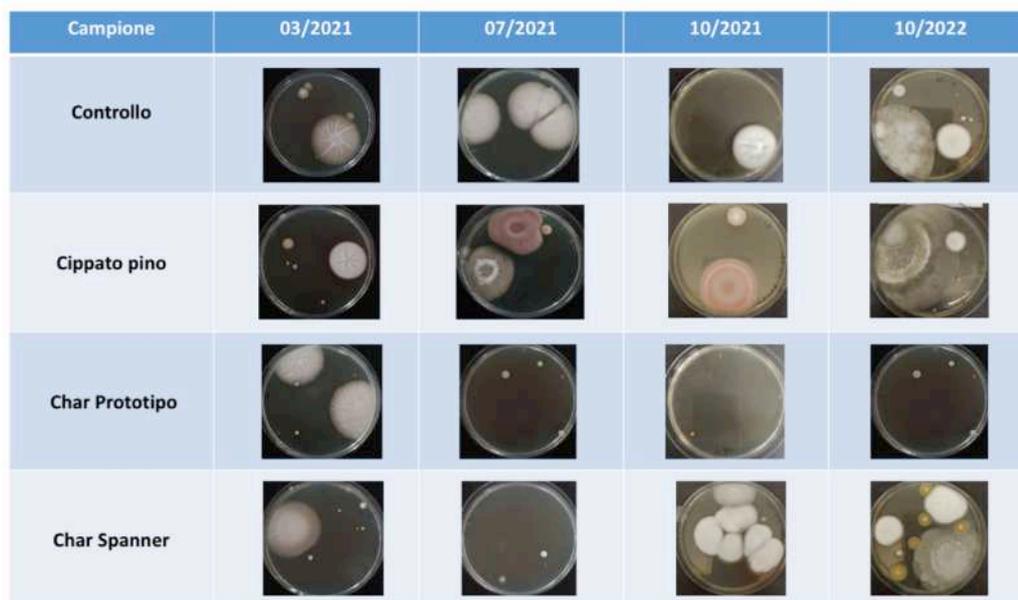
La conducibilità elettrica aumenta nelle parcelle trattate con char.

La quantità di sostanza organica non aumenta in modo significativo, indipendentemente dal tipo di biochar.

Per quanto riguarda la presenza di metalli pesanti, si notano nel tempo oscillazioni dei valori che sembrano indipendenti dal tipo di trattamento. Solo il contenuto di cadmio

mostra una netta tendenza all'aumento dal 2021 al 2022.

Il personale CINSA ha inoltre raccolto dati sulla presenza di funghi negli stessi campioni mediante osservazioni allo stereomicroscopio e su colonie in piastra.

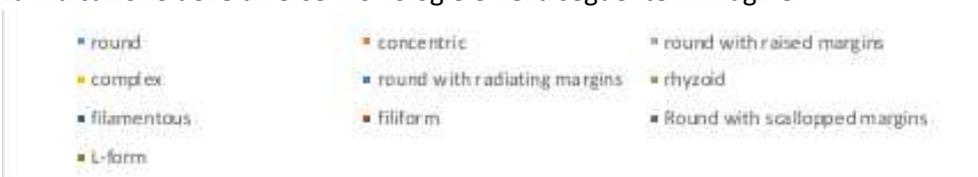


L'osservazione delle colonie fungine dopo crescita in piastra a partire da estratti di campioni di suolo (da marzo 2021 a ottobre 2022) mostra una diversificazione di colonie nei suoli dalle parcelle trattate con biochar, e in generale un aumento nel numero di colonie nel tempo.

La diversificazione nel tipo di funghi presenti è stata determinata contando le colonie con diversa morfologia secondo la classificazione riportata in letteratura (Thom and Raper 1945, Watanabe 2002).



La indicazione delle diverse morfologie è nella seguente immagine.



E' evidente un aumento nella diversità delle morfologie, e quindi della diversità tassonomica, nel tempo rispetto al momento di aggiunta del biochar.

I numeri di funghi stimati negli stessi campioni indicano la tendenza ad un aumento significativo nel numero di funghi nei suoli trattati con biochar.

Parametro	Trattamento	Marzo 2021	Luglio 2021	Ottobre 2021	Ottobre 2022
Numero di funghi per grammo di suolo ($\times 10^3$)	Controllo	6,7 \pm 4,2	8,0 \pm 5,7	16,0 \pm 12,5	17,0 \pm 11,0
	Char prototipo		6,7 \pm 4,2	4,0 \pm 2,8	13,0 \pm 5,0
	Char Spanner		5,0 \pm 1,4	10,7 \pm 9,9	17,0 \pm 7,0
	Cippato solo		7,3 \pm 3,1	10,7 \pm 7,0	9,0 \pm 4,0

Stuard ha collaborato attivamente alla produzione del rendiconto intermedio di progetto, recante tutte le informazioni relative alle attività condotte nella prima parte della sperimentazione, i risultati ottenuti preliminarmente e le attività ancora da svolgere. Azienda Stuard ha inoltre raccolto, in collaborazione con CCPP, dati derivanti dai rilievi fungini condotti nei siti sperimentali del progetto CLEAN-ER, elaborati in forma tabellare e descritti con foto come riportato nell'azione 6.

Dai rilievi effettuati durante il progetto si è evidenziata la presenza di carpofori di alcuni funghi saprofiti. Tra questi sono stati determinati *Omphalotus olearius*, *Mycena* sp., *Calocera cornea*, *Panaeolus* sp., *Pholiota alnicola* (sinonimo di *Flammula alnicola*), *Crucibulum laeve*, tutte specie saprofite, che crescono su ceppi e rami marcescenti nei boschi di latifoglia e conifere dall'estate all'autunno. Non sono stati rilevati funghi simbiotici, ma questo era stato previsto in quanto l'improvvisa apertura della buca provoca una sorta di shock a livello di micelio, che si trova davanti ad un brusco cambiamento microclimatico, con eccessiva insolazione, tant'è che è noto che anche i funghi commestibili classici (porcini, russule, ecc) non fruttificano i primi anni dopo il taglio. Invece le specie saprofite trovano nel legno morto in decomposizione (rametti, cortece, strobili, ecc), particolarmente abbondante nelle tagliate, il loro habitat ideale. Come era lecito attendersi, non sono state trovate particolari differenze tra i vari blocchi sperimentali, proprio perché la presenza del legno morto è condizionata dal microclima e non certamente dalla presenza nel terreno di particolari sostanze come il biochar. La sperimentazione ha riguardato invece la presenza di micelio, relativa agli altri tipi di funghi che non hanno potuto fruttificare a causa del cambiamento del microclima dovuto all'evento di taglio.

Linee guida

Dai risultati del progetto è possibile ricavare indicazioni pratiche sui processi e sui servizi considerati, trasformabili in "linee guida" da fornire ad operatori interessati, come sperimentato dai partner nel corso dell'Open Day in bosco e delle attività di formazione eseguite.

Le linee guida riguardano quindi:

- Gestione delle ramaglie residue dopo esbosco e loro sistemazione in vista delle operazioni di cippatura
- Modo di utilizzo del cippatore (prototipale) e proposta per un servizio che si possa fornire alle comunità interessate
- Operazioni di raccolta e trasporto e considerazioni sulla riduzione degli impatti energetici, emissivi e di altro tipo
- Pirogassificazione e considerazioni sulle caratteristiche di feedstock e impianti
- Distribuzione in bosco del biochar, considerazioni di sicurezza e indicazioni sulle operazioni necessarie
- Indicazioni sulle tecniche analitiche applicate nel progetto
- Considerazioni sugli aspetti di impatto economico e ambientale

Il testo completo delle linee guida è presente nel sito web del progetto.

Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	La prova del cippatore in campo è stata effettuata presso l'az. agricola Stuard anziché presso il sito in bosco. Ciò a causa dello sfasamento tra taglio delle ramaglie in bosco e molteplici ritardi legati alla situazione emergenziale (prima pandemia poi effetti della crisi energetica). La tipologia di materiale processato e di forma dell'andana sono comunque state mantenute comparabili.
---	---

2.10.2 Personale

PERSONALE CINSA

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Professore I fascia	redazione report e analisi risultati	73 €	1,5	€109,50
				Totale:	€109,50

PERSONALE STUARD

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	imp. Agrario 1° livello - Quadro part time 70,521%	redazione report e linee guida	€ 43,00	68,00	€ 2.924,00
	imp. Agrario 1° categoria - Quadro	redazione report e linee guida	€ 43,00	38,00	€ 1.634,00
				Totale:	€4.558,00

PERSONALE CCP

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Impiegato	Tecnico supervisore	27	93	€ 2.511,00
				Totale:	€2.511,00

2.11 4 Divulgazione

2.11.1 Attività e risultati

Azione	Divulgazione
Unità aziendale responsabile	CINSA in collaborazione con CIDEA

Descrizione delle attività

A seguito della rendicontazione intermedia sono state programmate e realizzate altre attività di divulgazione e di comunicazione al fine di informare i soggetti interessati sugli obiettivi del progetto ed i risultati raggiunti, permettendone il loro trasferimento.

Si è realizzato di un sito dedicato al progetto

<https://marcoerrani.wixsite.com/website-1/clean-er>

Tutti i partner hanno pubblicato una pagina con il progetto bene in evidenza

CINSA-<http://www.cinsa.unipr.it/index.php/it/progetti-ongoing>

CIDEA-

<https://www.centritecnopolo.unipr.it/cidea/ricercaetrasferimentotecnologico/progetti/>

STUARD-<https://www.stuard.it/clean-er/>

CCP-<https://www.comunalie.com/prog/5/clean-er-cippatore-leggero-per-territori-montani-in-emilia-romagna/>

TADINI-<https://www.centrotadini.com/progetti/clean-er>

La pandemia da Covid-19 ha limitato le occasioni di incontro e divulgazione in presenza delle attività, obiettivi e risultati attesi del progetto. Per ovviare all'impossibilità di realizzare incontri fisici in cui effettuare una divulgazione di massa del progetto, il GO ha optato per la realizzazione di un breve video trailer del progetto che ne descrivesse brevemente obiettivi e finalità, che, diffuso tramite i social e canali di comunicazione dei partner, potesse garantire una efficace divulgazione di massa. Azienda Stuard ha dunque realizzato un video divulgativo del progetto. Sotto il coordinamento di Azienda Stuard, il Prof. Nelson Marmioli di CINSA, capofila del progetto, è stato intervistato ed è stato realizzato un video divulgativo che ha mostrato foto scattate in vari momenti di realizzazione delle attività progettuali. Il video illustrativo del progetto è disponibile sul sito del progetto e su YouTube:

<https://youtu.be/PK9zjRSQ1c>

Il video è visionabile al sito internet del progetto, sul sito internet della Regione Emilia-Romagna, Agricoltura, Caccia e Pesca, nella sezione Progetti per l'Innovazione che parla del progetto CLEAN-ER: <https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/progetti-innovazione/video/piu-valore-alla-biomassa-montana-con-il-progetto-goi-clean-er>

e presso il canale YouTube della Regione Emilia-Romagna Agricoltura, Caccia e Pesca:

https://www.youtube.com/watch?v=Z1I3Y6uOD1s&t=4s&ab_channel=ERagricolturacacciaepe_sca; sul sito internet di Azienda Stuard sulla pagina descrittiva del progetto:

<https://www.stuard.it/clean-er/> ed è stato mostrato in occasione del convegno finale del progetto. Il video è stato diffuso tramite i canali social da CINSA e da Azienda Stuard:

<https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7013908478343692288>.

-Realizzazione di un volantino illustrativo del progetto per la distribuzione

([https://f605ee78-19b6-423d-bc52-](https://f605ee78-19b6-423d-bc52-2f681c3290f3.filesusr.com/ugd/e49043_5a186f6a24ce4f01af16482ad9a79590.pdf)

[2f681c3290f3.filesusr.com/ugd/e49043_5a186f6a24ce4f01af16482ad9a79590.pdf](https://f605ee78-19b6-423d-bc52-2f681c3290f3.filesusr.com/ugd/e49043_5a186f6a24ce4f01af16482ad9a79590.pdf))



-Partecipazione alla fiera Ecomondo, nel simposio “Nuove frontiere per le filiere forestali. Policy e governance per dare valore a una risorsa strategica per il Paese”, 11 novembre 2022. Il programma riportato nell’immagine cita erroneamente Mia Marchini come partecipante a nome di CINSA, ma in realtà la presentazione del progetto CLEAN-ER è stata effettuata da Elena Maestri. Si riportano due immagini dalle slide mostrate nella presentazione.

NUOVE FRONTIERE PER LE FILIERE FORESTALI
 Policy e governance per dare valore a una risorsa strategica per il Paese
 Venerdì 11 novembre 2022, ore 10
 Sala Business Industry Pad. 01 - Scimondo - Rimini Fiera

10.00 INTRODUZIONE
 Marco Marchetti, Professore ordinario Università degli Studi di Molise

10.20 INTERVENTI
 Alessandra Stefani, Direttore Generale Foreste Mipaaf
La strategia forestale nazionale e il supporto economico al settore
 Davide Pettamella, Professore ordinario Università di Padova TeiF
Un quadro che sta cambiando
 Inazio Martinez de Arana, Coordinator of the FI Bioregion Facility *
Bioeconomy frontiers: from European policies to regional realities
 Sabrina Diamanti, Presidente COHAF
Il ruolo degli agronomi e forestali

11.20 LA PAROLA AGLI IMPRENDITORI FORESTALI
 Tim Hart, Confederazione Europea dei proprietari forestali (CEPF)
 Enrico Alasia, Presidente RHP Risorse forestali e colture agrarie Confagricoltura
 Livio Bozzolo, Presidente CONABO

11.40 CASI STUDIO
 Lomai legno
 Consorzio Legno Veneto

12.40 CALL FOR PAPER
 Governare la transizione ecologica e proteggere i servizi ecosistemici che rendono i sistemi di produzione resilienti
 Barbara Cavalletti, UniGe Regione Liguria
 Promuovere la ricerca e soluzioni ecologiche per la transizione (verde) - the FOREST Project
 Pasqualina Sacca, Unitus, Fraunhofer Italia Research
 Cippatore Leggero per servizi ecosistemici in Emilia Romagna (progetto CLEAN-ER)
 Mia Marchini, CINSA
 Biomateriali da nanotecnologie per il recupero di scarti della filiera agroforestale
 Daniele Bianconi, Chit, Unitus

13.00 CONCLUSIONI

A cura di: Comitato Tecnico Scientifico Economico e Confagricoltura, UNIFUS UNIMOD,
 * finanziato in parte con fondi europei
 Info: areambiente@confagricoltura.it 06.8852393 Stadi Confagricoltura Pad 01, area 075, ingresso EST

Il progetto CLEAN-ER
 «CippatORe Leggero per tErritori montani in Emilia-Romagna»

- Responsabile del progetto
 - NELSON MARMIROU, CINSA: Consorzio Interuniversitario Nazionale per le Scienze Ambientali
- Responsabile scientifico
 - ALESSANDRO PIRONDI, Università di Parma, CIDEA: Centro Interdipartimentale per l'Energia e l'Ambiente

Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020, misura 16.1.01 "Gruppi operativi del partenariato europeo per la produttività e la sostenibilità in agricoltura", Domanda di sostegno n. 5111527

Autunno 2021 Autunno 2022

-Organizzazione e partecipazione alla visita in bosco del 7 dicembre 2022 in un evento congiunto con i progetti PSR FABER e SMACS: Open Day in Bosco alla scoperta della gestione forestale sostenibile.

<https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/progetti-innovazione/notizie/2022/open-day-in-bosco-alla-scoperta-della-gestione-forestale-sostenibile>

Il personale di Azienda Stuard si è occupato, insieme ai partner del progetto, dell’ideazione, progettazione e organizzazione dell’evento, nonché dell’organizzazione del sito sperimentale in bosco ripristinando la cartellonistica delle diverse parcelle sperimentali.

Stuard si è inoltre occupato dell’ideazione, realizzazione, stampa e diffusione della locandina dell’evento per promuovere la giornata dimostrativa.

L’evento è stato divulgato tramite i social e sito aziendali: <https://www.stuard.it/open-day-in-bosco-progetti-smacs-clean-er-faber/>, i canali di divulgazione della Regione Emilia Romagna:

<https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/appuntamenti/2022/dicembre/open-day-in-bosco-alla-scoperta-della-gestione-forestale-sostenibile>, la mailing list aziendale e la mailing list dell’Ordine degli agronomi forestali della provincia di Parma.

Open Day in Bosco alla scoperta della gestione forestale sostenibile

7 dicembre 2022

Presso
Comunale di S. Maria Valdena e Pontolo

PROGRAMMA
9.00 Ritrovo presso il parcheggio della Stazione F. S. di Borgotaro
9.30 – 11.00 Visita ai siti sperimentali del progetto CLEAN-ER presso la Comunale di S. Maria Valdena, introduzione alla forestazione sostenibile dell'Appennino, alle tecniche di carbonizzazione delle biomasse e all'impiego del biochar come ammendante dei suoli agricoli.
11.00 Trasferimento verso la Comunale di Pontolo
11.30 – 12.30 Visita ai siti sperimentali di collaudo del progetto FABER a breve spiegazione delle attività di progetto.
12.30 – 13.30 Visita ai siti sperimentali del progetto SMACS, breve introduzione al progetto e introduzione alla valorizzazione energetica e forestale con valutazione dell'impatto ambientale delle pratiche adottate.

Interventi a cura di
Dott. Ferruccio Martelli (Comunale Comunale Parmensi)
Dott. Sandro Cornali (Azienda Agraria Sperimentale Stuard)
Prof. Nelson Marnett e Prof.ssa Elena Maestri (CINSA)
Prof.ssa Lucrezia Lamastre (Università Cattolica del Sacro Cuore)
Prof. Michele Donati (Università di Parma)
Prof. Alessandro Pironi (Università di Parma – CIDEA)

L'evento si terrà anche in caso di pioggia presso il Pale diabotto della Comunale di Pontolo in Loc. Carlini

REGISTRAZIONE OBBLIGATORIA ENTRO IL 5 DICEMBRE AL SIGURANTE [SIGURANTE](https://www.sigurante.it)

Attività realizzata nell'ambito del Programma regionale di sviluppo rurale 2014 - 2020 - Tipi di operazione 23.2.22 - Gruppo operativi del partenariato europeo per l'innovazione "Sostenibilità e sostenibilità dell'agricoltura" - Fuga Area 01

I progetti

CLEANER - Cippatore leggero per rifiuti mazzoni in Emilia Romagna. L'obiettivo del piano è la conversione di Biomassa lignocellulosica di bosco verde e scorie localizzate in area montana, in una logica di filiera circolare e valorizzazione energetica. <https://tecnicafora.regione.emilia-romagna.it/progetti-innovazioni/01er-01>

FABER

FABER (Forest Assessment: Biomass as Energy Resource) è volto alla realizzazione di un processo che basandosi su moderni sistemi di filiera ed inventarizzazione delle risorse forestali favorisca da un lato una corretta pianificazione e gestione efficiente e sostenibile della biomassa forestale (residui e rovi), dall'altro consenta di intervenire attivamente sul ciclo del carbonio arrestando la fase di degradazione dei residui legnosi, attraverso la loro carbonizzazione, convertendoli in biochar ad energia. <https://www.faberr.it/>

SMACS

SMACS - Stream Management to Increase Carbon stock in Soil. Obiettivo del piano è ottimizzare l'utilizzo di una risorsa che, per le peculiarità del territorio, è ampiamente disponibile in Emilia Romagna: la biomassa prodotta dagli alberi dei casti di campo minori di proprietà privata di montagna durante la pulizia. La biomassa verrà quindi impiegata per aumentare lo stock di carbonio dei suoli agricoli, con operazioni positive sulle proprietà fisiche, chimiche e biologiche del suolo. <https://www.smacs.it/>

Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma regionale di sviluppo rurale 2014 - 2020 - Tipi di operazione 23.2.22 - Gruppo operativi del partenariato europeo per l'innovazione "Sostenibilità e sostenibilità dell'agricoltura" - Fuga Area 01



I partner



Comunale di Borgotaro:

Comunale di Pontolo

Comunale di S. Maria Valdena

Comunale di Besenigo

Comunale di San Vittorino/Rodriggio

Firewood

Firepack

Attività realizzata nell'ambito del Programma regionale di sviluppo rurale 2014 - 2020 - Tipi di operazione 23.2.22 - Gruppo operativi del partenariato europeo per l'innovazione "Sostenibilità e sostenibilità dell'agricoltura" - Fuga Area 01

L'Open Day è iniziato con il ritrovo presso la piattaforma logistica delle Comunali Parmensi di Borgo Val di Taro (PR), dove è stata fatta una presentazione generale del progetto. Successivamente è stato illustrato l'impianto di cogenerazione Spanner per la produzione di energia (e di biochar) presente nella piattaforma logistica. Il Dott. Marco Errani, consulente CINSA, ha illustrato e descritto l'impianto di piro-gassificazione prototipale presente presso Università di Parma. La mattinata è proseguita con la visita in bosco presso il campo sperimentale. L'evento ha visto la partecipazione di circa 30 persone.

-Organizzazione dell'evento finale del 28 febbraio 2023, presso il Centro Santa Elisabetta dell'Università degli Studi di Parma come evento congiunto con il progetto PSR SMACS (domanda di sostegno 5112351)

<https://www.innovarurale.it/it/pei-agri/notizie-ed-eventi/convegno-finale-dei-progetti-smacs-e-clean-er>

Il 28 febbraio 2023 si è tenuto il convegno finale del progetto CLEAN-ER con il progetto SMACS.

Stuard, in collaborazione con i partner del progetto, si è occupata dell'ideazione, organizzazione dell'evento e del materiale divulgativo per una efficace comunicazione volta a massimizzare la partecipazione.

L'evento ha visto interventi a cura dei partner e la partecipazione di 50 persone circa.

Le presentazioni sono disponibili sul sito del progetto

<https://marcoerrani.wixsite.com/website-1/general-clean>

Programma dell'evento



Ore 9.30 - Prof. Nelson Marmiroli (CINSA), Prof. Marco Trevisan (UCSC)
Saluti, introduzione e presentazione dei progetti.
Ore 10.15 - Dott. For. Antonio Mortali (CCP) e Dott.ssa Maria Roberta Vecchi (Az. Stuard)
La gestione forestale sostenibile e le prove in bosco.
Ore 10.35 - Dott. Marco Errani
Il pirogassificatore prototipale per la produzione di biochar.
Ore 10.55 - Prof.ssa Elena Maestri (CINSA)
Il biochar come ammendante del suolo.
Ore 11.15 - Prof. Alessandro Pirondi (UNIPR - CIDEA)
Il cippatore prototipale di Clean-ER.
Ore 11.35 - Prof. Michele Donati (UNIPR) e Prof.ssa Lucrezia Lamastra (UCSC)
Valutazione ambientale ed economica delle soluzioni proposte da SMACS e CLEAN-ER.



Il convegno si è concluso con la visita al Cippatore Prototipale.



L'Azienda Agraria Sperimentale Stuard ha contribuito partecipando attivamente alle prove di

funzionamento del Cippatore Prototipale mettendo a disposizione il trattore ed il campo nei giorni precedenti alla dimostrazione presso il convegno finale del progetto. Il personale di Stuard ha realizzato un'andana di ramaglie, necessaria per la prova, ottenute dalla potatura della siepe di noccioli presente in azienda. Durante la prova gli operai di Stuard hanno modificato la dimensione dell'andana in base alle necessità del cippatore.



-Partecipazione di Elena Maestri all'evento "Innovazione e sostenibilità ambientale: obiettivi e strumenti della PAC 2023-27" – convegno per i Gruppi Operativi del PEI AGRI e i policy maker, tenutosi a Roma nei giorni 1-2 marzo 2023 (<http://www.reterurale.it>). Con il video trailer, CLEAN-ER ha partecipato al Concorso per Gruppi Operativi, nella sezione "Cambiamenti climatici" ottenendo 171 voti (quarto posto in classifica).

(<https://www.reterurale.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/24343>) Il video di CLEAN-ER è stato mostrato durante i due giorni di convegno.

<https://www.innovarurale.it/it/innovainazione/notizie-ed-eventi/convegno-innovazione-e-sostenibilita-ambientale-obiettivi-e>

Nel corso dell'evento il personale ha partecipato a lavori di gruppo sulle attività nei GOI discutendo dei punti di forza e delle criticità dei progetti PSR. Nell'immagine, un momento della discussione.



Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	Alcune attività sono state penalizzate dalla pandemia COVID-19 quindi è stato effettuato un numero di trasferte inferiori al previsto; tuttavia gli obiettivi si ritengono raggiunti.
---	---

2.11.2 Personale

PERSONALE CINSA

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Professore II fascia	Preparazione documenti e testi	48 €	5	240,00€
	Direttore CINSA	Partecipazione ad eventi e organizzazione	//	5	0
Totale:					240,00€

PERSONALE CIDEA

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Professore ordinario	Divulgazione, preparazione materiali	73	10	€730,00
Totale:					€730,00

2.11.3 Trasferte

Cognome e nome	Descrizione	Costo
	Trasferta a Rimini per partecipazione a fiera Ecomondo, simposio con presentazione del progetto CLEAN-ER, 11-11-2022	56,00€
	Trasferta a Borgo Val di Taro per partecipazione a Open Day in Bosco, 07-12-2022	66,71€
	Trasferta a Roma per partecipazione all'incontro dei Gruppi Operativi del PEI AGRI, 01/02-03-2023	286,55€
Totale:		409,26€

2.12 SPESE PER ATTIVITÀ DI FORMAZIONE E CONSULENZA

Le attività formative risultano realizzate in modo soddisfacente. Complessivamente, la quantità di attività svolte è stata superiore rispetto a quanto previsto in fase progettuale a dimostrazione del forte interesse per i temi trattati.

Rispetto alla proposta formativa iniziale, sulla base delle esigenze di progetto sono state presentate e approvate ulteriori 2 proposte formative a cui sono seguiti i rispettivi percorsi.

In particolare:

ID Proposta	Titolo	N° partecipanti	Costo unitario	Costo totale	Contributo richiesto
5159053	"TAGLIO E ALLESTIMENTO DEL LEGNAME- MODULO BASE - Azioni formative a supporto delle attività del del GO CLEAN-ER	17	718.04 €	12206,68 €	10986,08 €
5159116	TAGLIO E ALLESTIMENTO DEL LEGNAME- MODULO AVANZATO - Azioni formative a supporto delle attività del G.O. CLEAN-ER	17	718.04 €	12206,68 €	10986,08 €

La formazione è stata realizzata esclusivamente attraverso i corsi formativi effettuati dal Centro Tadini. Non sono state realizzate le consulenze sulla domanda n. 5159043 in quanto non c'è stato alcun interesse da parte delle aziende, nonostante la promozione effettuata dal Consorzio Comunalie Parmensi presso le ditte forestali del territorio montano.

2.13 COLLABORAZIONI, CONSULENZE, ALTRI SERVIZI

CONSULENZE - PERSONE FISICHE

Nominativo del consulente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
Totale:			

CONSULENZE – SOCIETÀ

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
				Totale:

3 - Criticità incontrate durante la realizzazione dell'attività

Criticità tecnico-scientifiche	Come descritto nella relazione, non si segnalano particolari criticità tecnico-scientifiche. I sistemi di pirogassificazione hanno prodotto biochar con caratteristiche diverse ma che si sono rivelati efficaci una volta distribuiti in bosco. Il cippatore è stato sperimentato a livello dimostrativo su andane predisposte allo scopo. Le analisi chimiche, economiche e di impatti ambientali evidenziano aspetti da migliorare nelle misure e nelle stime di alcuni parametri.
Criticità gestionali	Lo sviluppo del cippatore prototipale è l'attività che ha risentito maggiormente delle limitazioni ancora in vigore in seguito alla pandemia COVID-19. Inoltre, da marzo 2022 il conflitto in Ucraina ha ulteriormente complicato il reperimento di pezzi e materiali. Nel 2021 e 2022, con le restrizioni per la pandemia meno stringenti, sono state svolte pienamente tutte le attività arrivando a programmare nell'ultimo periodo gli eventi pubblici in presenza.
Criticità finanziarie	Alcuni partner hanno speso più del previsto, soprattutto in considerazione delle maggiori spese per materiali e servizi nella costruzione del cippatore. Per le attività formative, la spesa risulta complessivamente inferiore a quanto previsto ma nell'ambito di quanto consentito.

4 - Altre informazioni

Tutti i partner rendicontano spese generali in ragione del 15% delle spese di personale.

5 - Considerazioni finali

Nulla da segnalare

6 - Relazione tecnica

Il progetto CLEAN-ER è iniziato a settembre 2019, e subito dopo il kick off meeting è stata realizzata la visita in bosco per programmare le attività di esbosco nella zona selezionata. Pochi mesi dopo l'inizio del progetto è iniziata la pandemia da SARS-Cov2. I partner hanno effettuato le prime attività, nella primavera del 2020, dovendo affrontare le restrizioni ai movimenti e le precauzioni imposte dal primo lockdown. Questo ha fortemente condizionato l'avvio delle attività ma nonostante questo si sono potuti effettuare l'esbosco, il prelievo delle biomasse, la carbonizzazione. Le attività più sofferenti in questo periodo, come esplicitato nel rendiconto intermedio di ottobre 2021, erano formazione, divulgazione e costruzione del cippatore prototipale. Solo a fine 2022 si è riusciti a recuperare pienamente l'attività con il pubblico e la collaborazione con le aziende che hanno fornito i materiali per la costruzione del cippatore prototipale, ulteriormente rallentata dalle situazioni inerenti il conflitto in Ucraina. Questi problemi avevano portato fin dall'inizio i partner a scegliere di produrre biochar dalle biomasse del bosco utilizzando un servizio di cippatura diverso dal previsto. Fatte queste doverose premesse, si ritiene che il progetto abbia raggiunto gli obiettivi previsti, con ricadute sul territorio.

1. Gestione forestale: il progetto ha lavorato in una foresta tipica dell'Appennino, legata alla produzione di legname e biomassa ma anche di funghi, dimostrando che una gestione sostenibile della foresta può includere il recupero e la valorizzazione di biomasse solitamente considerate scarti. La rimozione della ramaglia dal bosco, considerando in prospettiva anche il suo trattamento con il cippatore prototipale in loco, si è rivelata positiva per la salute dei suoli esboscati e per la fruibilità dell'area. Il cippatore è stato presentato in contesti di comunicazione tecnico-scientifica (fiera Ecomondo) suscitando l'interesse di altre realtà forestali in Regioni diverse. Questi risultati hanno quindi ricadute immediate sulla gestione forestale operata da CCP, Regione e aziende interessate.
2. Produzione di biochar: il progetto ha dimostrato che il biochar si può ottenere non solo dalla biomassa dei tronchi prelevati dal bosco, ma anche da biomasse di scarto normalmente non utilizzate. Questo ha richiesto una estesa messa a punto di un pirogassificatore prototipale già disponibile, portando a concludere che biomasse di tipo particolare, umide e di forma non regolare, richiedono pirogassificatori accuratamente predisposti. Il progetto ha tuttavia dimostrato che si ottiene comunque biochar di qualità accettabile o buona. La estesa caratterizzazione chimico-fisica e tossicologica dei biochar svolta secondo criteri internazionali ha evidenziato caratteristiche decisamente interessanti dei biochar, soprattutto per la stimolazione della crescita vegetale e per il potenziale nel sequestro di carbonio. Nel panorama attuale di lotta ai cambiamenti climatici, il biochar diventerà sempre più utile come ammendante in contesti agronomici, agroforestali e in siti degradati. Gli impatti positivi per i produttori di biochar e di pirogassificatori, così come per gli utenti potenziali, sono già evidenti e si prevede che aumenteranno nei prossimi anni.
3. Valorizzazione di scarti forestali: le analisi economiche e ambientali, seppure in via preliminare e da confermare, puntano a vantaggi evidenti dell'applicazione della pirogassificazione per il recupero di energia e di biochar, in misura diversa che dipende dal tipo di pirogassificatore e dalla biomassa stessa. Per la sostenibilità delle soluzioni proposte, i vantaggi economici attuali e previsti sono indispensabili.
4. Miglioramento della salute ambientale: le analisi sui suoli e sulla microflora nei siti sperimentali, pur se suscettibili di miglioramento e approfondimento, sono già sufficienti a dimostrare che la soluzione suggerita dal progetto è fattibile e che può essere positiva per la salute dell'ambiente.

La crescita dei funghi visibili sulla superficie e le analisi di diversità dei funghi microscopici danno spunti interessanti per capire il ruolo di stimolazione giocato dal biochar nelle sue interazioni con i microrganismi. Queste considerazioni hanno portato alcuni partner a partecipare ad ulteriori progetti di ricerca a livello nazionale ed europeo in cui si approfondirà il possibile ruolo del biochar nella salute dei suoli forestali.

Le attività di formazione, pur con le limitazioni dovute alla pandemia, hanno suscitato interesse, e i partner del GOI continueranno ad operare in questa direzione, sia nei progetti già in atto (PSR Emilia-Romagna) sia in futuri progetti. La comunicazione sulle strategie a disposizione per la mitigazione dei cambiamenti climatici è urgente e necessaria. La formazione di operatori, ma anche di giovani ricercatori e di studenti universitari, è un elemento fondamentale di questa comunicazione.

Data 18-05-2023

IL LEGALE RAPPRESENTANTE

.....