



Gennaio 2021

Andrea Ferrarini, Marcello Pilla, Enrico Martani, Stefano Amaducci

Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili – Di.Pro.Ve.S - Università Cattolica del Sacro Cuore

Il suolo e il legname rappresentano le più cospicue riserve di carbonio (C) su scala mondiale. Le pratiche agricole tradizionali e lo sfruttamento intensivo dei boschi hanno tuttavia determinato una diminuzione del carbonio stoccato nei suoli e nei boschi, aumentando nel contempo le emissioni di gas serra climalteranti (GHG) a livello globale. L'agricoltura e la silvicoltura possono sottrarre CO₂ dall'atmosfera e favorire la lotta ai cambiamenti climatici in modo sia diretto, riducendo le emissioni relative ai processi di coltivazione, sia indiretto, stoccando il carbonio atmosferico in ecosistemi e prodotti durevoli. Nel primo caso, si tratta di utilizzare in modo più razionale i mezzi tecnici e gli input colturali (combustibili fossili, lubrificanti, concimi, fertilizzanti, fitofarmaci); nel secondo, invece, sarebbe opportuno che le attività agricole e selvicolturali si avvalessero di pratiche "conservative" in grado di sottrarre CO₂ dall'atmosfera e immagazzinarla nel medio e lungo termine in sostanza organica del suolo, della foresta e dei prodotti lignocellulosici.

In questo contesto, il gruppo di ricerca "UCSC Field Crops Group", coordinato dal prof. Stefano Amaducci, afferente al Dipartimento di Produzioni Vegetali Sostenibili (DI.PRO.VES) dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza, è stato capofila del progetto FarmCO₂Sink (Stoccaggio del C e riduzione delle emissioni di gas serra climalteranti a livello di azienda agricola).

GOi FarmCO₂Sink

Gruppi Operativi per l'Innovazione

L'innovazione in FarmCO₂Sink

In FarmCO₂Sink sono state coinvolte 3 aziende agricole e due consorzi agro-forestali. Il piano del Gruppo Operativo ha avuto l'obiettivo di individuare, in sistemi produttivi agro-forestali della Provincia di Piacenza, i **sistemi conservativi più efficienti in termini di sequestro biologico del C a livello di azienda agricola e la riduzione delle emissioni di gas serra clima alteranti (GHG).**

L'individuazione dei sistemi conservativi più ef-

ficienti è stato effettuato confrontando alcuni sistemi produttivi agro-forestali nella provincia di Piacenza: dalla pioppicoltura in zone golenali, passando dalla coltivazione di colture poliennali da biomassa in zone rurali fino alla coltivazione a strisce anti-erosive in collina ai boschi di faggio dell'Alta Val Nure. Lo studio è stato effettuato anche tramite il confronto due diverse pratiche di gestione del sistema produttivo, ovvero una pratica convenzionale e una o più pratiche conservative (*figura 1*).

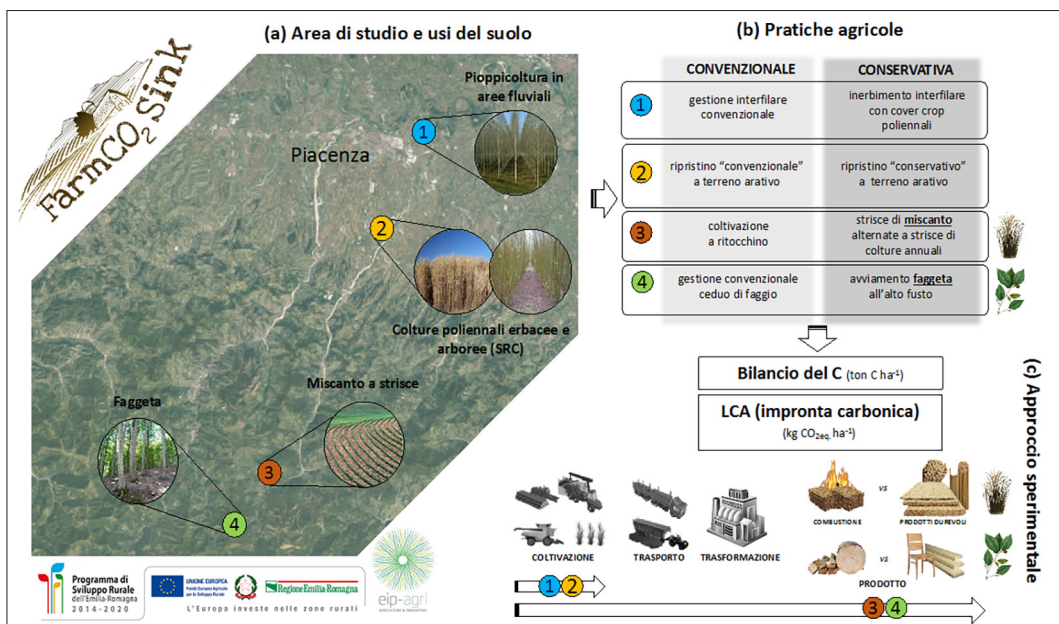


Figura 1: a) Areale di studio dei sistemi agro-forestali e b) confronto tra le pratiche di gestione tradizionali e conservative adottate in FarmCO₂Sink

Le azioni progettuali

In ogni campo sperimentale, a seconda del caso studio, sono state allestite sia parcelle in cui implementare la pratica conservativa, sia parcelle di controllo ove mantenere la pratica convenzionale. Nei diversi campi sperimentali il dispositivo colturale si è, quindi, articolato come segue:

1. **Campo sperimentale 1:** l'ibrido di pioppo è stato in ogni caso il clone euroamericano I-214, con identico sesto d'impianto e l'aggiunta, nel caso delle parcelle gestite in modo conserva-

tivo, della coltivazione di cover crop poliennali (dose di semina 25 kg/ha) in sostituzione del periodico interrimento per discatura del cotico infestante (pratica convenzionale).

2. **Campo sperimentale 2:** la rotazione colturale successiva al ripristino di colture poliennali da biomassa è stata composta da sorgo foraggero nel 2018, a cui hanno fatto seguito cover crops autunno-vernine nella pratica conservativa e maggese in quella convenzionale, per proseguire con soia nel 2019 e cereale autunno-vernino (frumento) nel 2019/20. Il miscuglio di co-



Figura 2: Esempi di parcelle conservative e convenzionali realizzate nei campi sperimentali del progetto FarmCO₂Sink

ver crops utilizzato è stato composto da segale (cultivar: sito 70) al 70% e veccia (cv: villana) al 30%, seminate alla dose di 65 kg/ha. Le semine su sodo sono state effettuate con seminatrice a 20 file (Bertini Modello 22.000).

3. *Campo sperimentale 3:* lungo le linee di livello di un terreno seminativo di montagna sono state create delle fasce di miscanto (*Miscanthus x giganteus* L.) di 3,75 metri di larghezza. Le fasce sono state messe a dimora nell'aprile del 2019 a distanza variabile in funzione della pendenza del versante per massimizzare l'effetto di riduzione dell'erosione. La biomassa è stata raccolta annualmente tramite sfalcio invernale (febbraio-marzo), mettendo a confronto tecniche di tipo distruttivo e non distruttivo. Di conseguenza, sono state attivate e analizzate differenti filiere per l'utilizzo del miscanto (de-

stinazione energetica, bio-edilizia, giardinaggio e vivaistica).

4. *Campo sperimentale 4:* nel territorio del Consorzio agro-forestale dei Comunelli di Ferriere sono state allestite sei diverse parcelle di faggeta, rappresentative di diverse forme di gestione del bosco, al fine di poter realizzare un confronto efficace fra tecniche selvicolturali convenzionali (ceduazione), conservative (conversione all'alto fusto) e l'evoluzione naturale del bosco antropogenico. Nel luglio 2020, in particolare, la realizzazione di un cantiere dimostrativo in località Selva di Ferriere ha permesso l'attuazione di innovative tecniche per la disetaneizzazione delle fustaie transitorie di faggio, in modo da favorire la stabilità del bosco nel lungo periodo e un utilizzo di tipo strutturale del legname ottenuto.

Raccolta dati

Per la raccolta dei dati e realizzazione dell'inventario per i quattro sistemi agro-forestali e le relative pratiche agricole adottate e la redazione del bilancio del C sono stati utilizzati una serie di dispositivi sperimentali di monitoraggio installati in campo (sonde per monitoraggio umidità del terreno, tubi per il monitoraggio delle emissioni di CO₂ di figura 3) e una serie di campionamenti specifici di suolo e biomassa

epigea o ipogea durante i tre anni di progetto (figura 4).

I bilanci di carbonio, comprensivi delle quantità stoccate negli ecosistemi agro-forestali o nei prodotti durevoli e dei costi energetici relativi alla coltivazione con sistema convenzionale e conservativo, sono stati calcolati attraverso la combinazione di dati derivanti da database internazionali, modelli previsionali e dati primari raccolti in campo. Il risultato finale è rappresentato l'impronta carbonica dei sistemi analizzati.

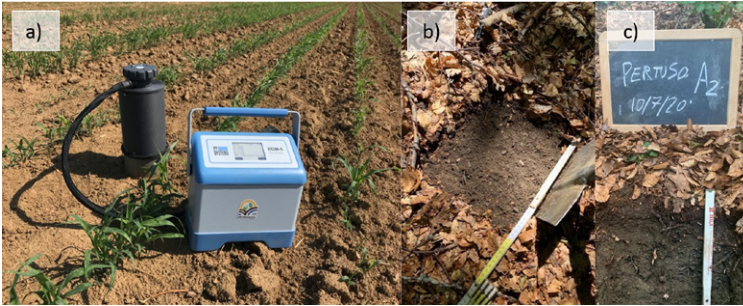


Figura 3: a) Monitoraggio delle emissioni di CO_2
b) campionamento di lettiera - c) suolo



Figura 4: Area di saggio per l'esecuzione di rilievi dendrometrici in fustaia transitoria di faggio

Risultati ottenuti

1. Pioppicoltura in zone golenali

La coltivazione di cover crops nell'interfilare del pioppeto ha dimostrato di poter controllare e ridurre lo sviluppo del cotico infestante che normalmente viene interrato con lavorazioni del suolo. La coltivazione di cover crops, nei due anni di coltivazione all'interno del progetto non ha incrementato significativamente il C sequestrato nel suolo e in generale le cover crops non hanno avuto alcun effetto significativo sulle caratteristiche. La capacità di sequestro del C da parte delle cover crops è legata allo sviluppo delle stesse, che è stato ridotto parzialmente da due eventi di piena del fiume Po che hanno depositato uno strato di limo e argilla che ha contribuito a favorire lo sviluppo di specie spontanee rispetto alle cover.

Per calcolare il bilancio del C, è stato preso in considerazione un ciclo culturale decennale del pioppeto. Le cover crops poliennali hanno una capacità di sequestro del C pari a $0,5 \text{ t C ha}^{-1}$, assumendo che la loro capacità di sequestro si estenda fino al 6° anno di vita del pioppeto. Considerando tutte le emissioni di C dovute alle operazioni colturali, sia nella gestione conservativa che nella gestione convenzionale e il sequestro nel suolo, la prima è risultata quella migliore dal punto di vista ambientale.

Il bilancio del C per la pratica convenzionale risulta positivo, con un'emissione netta di $0,04 \text{ t C ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$. Al contrario la pratica di gestione conservativa dell'interfilare con cover crops poliennali può sequestrare $-0,240 \text{ t C ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$ (figura 5).

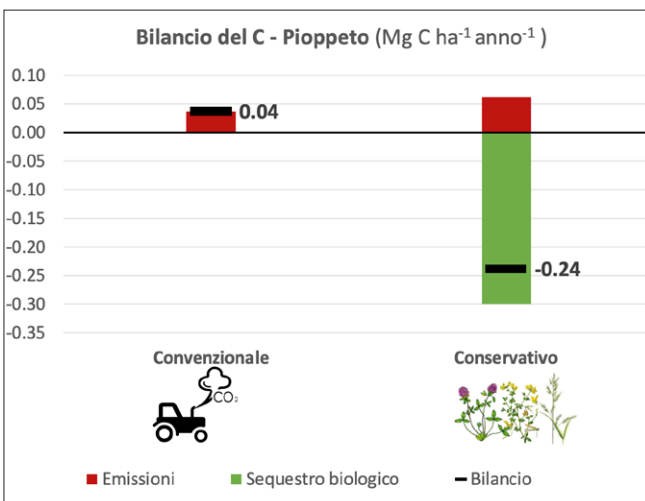


Figura 5: Bilancio finale del C per la gestione convenzionale e conservativa degli interfilari del pioppeto

2. Riconversione di colture poliennali da biomassa

La riconversione di colture poliennali da biomassa ha mostrato nel breve periodo (2 anni) una notevole capacità di sequestro del C nel suolo (figura 6). Questo è dovuto principalmente all'ingente quantità di biomassa ipogea che è stata incorporata nel suolo al momento della riconversione. In media, la riconversione conservativa ha sequestrato

Tabella 1 - Perdite di suolo e C evitate grazie alla coltivazione di miscanto a strisce

Comuni	Perdita suolo (t di suolo/ha x anno)			Perdita SOC (t di C/ha x anno)		
	Senza SC	Con SC	Perdita evitata con SC	Senza SC	Con SC	Perdita evitata con SC
Ferriere	19,53	8,41	11,09	0,695	0,299	0,395
Farini	17,91	7,58	10,32	0,763	0,324	0,439

più carbonio rispetto alla convenzionale. La differenza maggiore è stata trovata tra la riconversione del panico rispetto alla riconversione dell'arundo ed è principalmente legata al differente quantitativo di biomassa ipogea incorporata nel suolo al momento della riconversione.

3. Coltivazione di miscanto a strisce in collina

Il miscanto coltivato a strisce su terreni declivi ha dimostrato di poter ridurre significativamente le perdite di C dovute all'erosione del suolo (tabella 1). Questo è stato effettuato servendosi di raster DEM, shapefiles di European Soil Data Centre (ESDAC) e Geoportale della Regione Emilia-Romagna, applicando la formula di R.U.S.L.E. all'intero territorio comunale ed effettuando una simulazione relativa al controllo dell'erosione superficiale

ottenibile con un'applicazione su larga scala delle strisce di miscanto, secondo densità variabili con la pendenza del terreno. Tale processo ha portato alla determinazione della ipotetica quantità di carbonio sottratto all'erosione a seguito di un'estensione della coltura a strisce di miscanto sui terreni marginali dei comuni di Ferriere e, per confronto, di Farini.

Successivamente sono state analizzate e messe a confronto la valorizzazione energetica (combustione) con due tipi di utilizzo alternativo della biomassa: a) come materiale da costruzione (case di balle di paglia) e b) come alternativa all'uso di bamboo e canna palustre nel confezionamento di prodotti per giardinaggio (bastoncini per vivaistica), riforestazione (cannette segnaletiche, supporti per shelter) o bio-edilizia (stuoie, arelle, pannelli

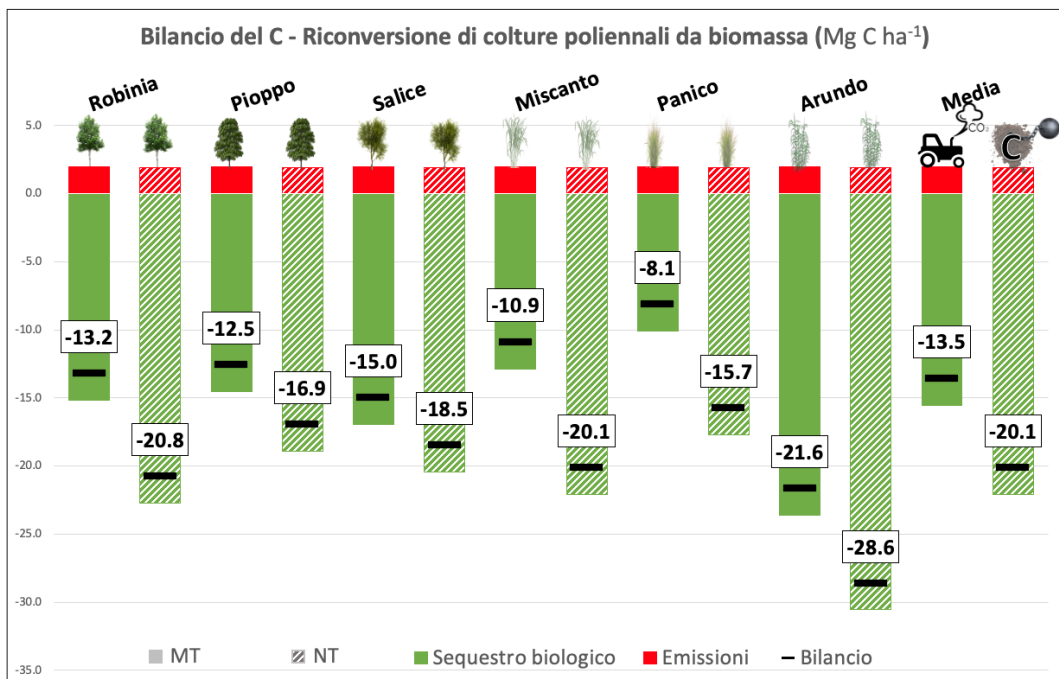


Figura 6: Bilancio finale del C per la riconversione convenzionale (verde scuro) e conservativa (verde chiaro) di colture poliennali da biomassa

isolanti). I tre casi sopra esposti sono stati successivamente confrontati con una coltivazione tradizionale di erba medica e cereali senza introduzione delle strisce di miscanto.

Il calcolo dei rispettivi bilanci di carbonio (figura 7), ha messo in evidenza come la consociazione colturale fra strisce a miscanto e coltivazioni tradizionali su terreni declivi di montagna si proponga in ogni caso come soluzione molto positiva per la conservazione a lungo termine del carbonio biogenico. La sua presenza consente di evitare significative perdite carboniche legate all'erosione superficiale sui terreni declivi. Confrontata con l'innovativa tecnica dello strip cropping con miscanto, indipendentemente dal suo utilizzo, l'agricoltura convenzionale in montagna si connota invece come la peggiore scelta dal punto di vista ambientale, in considerazione delle maggiori emissioni della filiera agricola e, soprattutto, delle gravi perdite di C per erosione da ruscellamento superficiale su pendii a monocoltura ($0,291 \text{ t C ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$).

4. Gestioni alternative di boschi di faggio

Le attività svolte in foresta, all'interno di sei diverse parcelle sperimentali, hanno permesso di quantificare i serbatoi di C accumulati nei diversi tipi di ecosistemi forestali e, con essi, sia la quantità di carbonio complessivamente sottratta all'atmosfera negli ultimi 75 anni, dal 1945 al 2020, sia la quantità di emissioni di gas climalteranti generate dalle differenti strategie gestionali. I dati raccolti nei siti sperimentali sono stati quindi utilizzati per la definizione di proiezioni a medio termine circa l'evoluzione dei differenti sistemi selvicolturali.

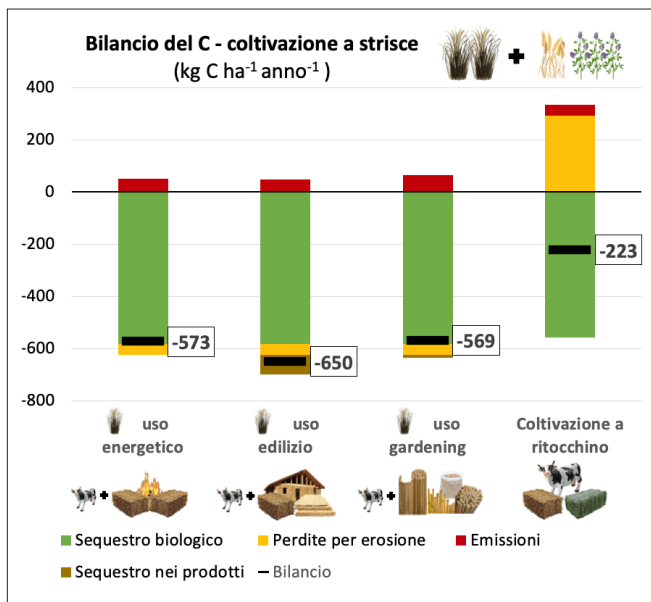


Figura 7: Bilancio finale del C per coltivazioni con e senza strisce di miscanto in territori montani

In particolare, sono state effettuate simulazioni dello stato dei soprassuoli al 100° anno di età, ipotizzando le variazioni dei serbatoi di carbonio nei prossimi 25-35 anni, come riassunto nella tabella 2. Relativamente alle emissioni legate ai cantieri di utilizzazione forestale e alle successive fasi delle filiere produttive, si sono quindi aggiornati i dati raccolti sperimentalmente, definendo l'impatto complessivo dei tre interventi, di cui si compone il processo di conversione all'alto fusto del ceduo, e delle tre ceduzazioni che occorrono in un ceduo matricinato in un intervallo di 100 anni, comprese tutte le operazioni di trasformazione artigianale del legname ottenuto.

Sulla base dei dati raccolti in bosco, sono stati costruiti gli scenari di crescita, utilizzazione e trasformazione del legname di faggio in relazione alle diverse opzioni gestionali (figura 8).

Tabella 2 – Proiezione della quantità di C rimossa dall'atmosfera in 100 anni di gestione forestale

Gestione forestale	Serbatoio carbonico (t di C/ha)					Prodotti legnosi (t di C/ha)		Totale sottrazione (t di C/ha)	
	Biomassa vivente		Necrom.	Lettiera	Suolo	Totale	n° tagli		Totale legname
	epigea	ipogea							
Ceduo matricinato	33,2	13,3	1	12,7	20,9	81,1	3	216,6	297,7
Ceduo abbandonato	144,4	33,9	14	7,4	20,9	220,6	0	0	220,6
Ceduo in conversione	150,3	35,3	1,5	13,9	20,9	221,9	3	66,5	288,4

Dalle elaborazioni finali è quindi emerso come la scelta di un mantenimento del governo a ceduo risulta la meno favorevole in termini di stoccaggio del C in boschi e prodotti legnosi, a causa dell'impatto significativo dei cantieri di utilizzazione e della breve vita utile della legna da ardere. L'abbandono colturale risulta, invece, l'opzione migliore ma solo nel medio periodo, dal momento che al superamento dei 70 anni i boschi abbandonati riducono fortemente il loro ritmo di accrescimento e aumentano l'incidenza della necromassa sulla provvigione totale.

La conversione dei cedui invecchiati all'alto fusto appare, al contrario, la soluzione in grado di garantire le migliori performance nello stoccaggio di C a lungo termine. La fustaia disetaneiforme, in particolare, grazie alla provvigione legnosa elevata e costante, all'ottima stabilità strutturale e alla capacità di fornire materiali richiesti da segherie e

falegnamerie per la produzione di beni durevoli, appare la scelta in grado di immagazzinare i maggiori quantitativi di C a partire dal 98° anno di età del bosco in conversione (interpolazione delle curve a circa 212,5 t C/ha).

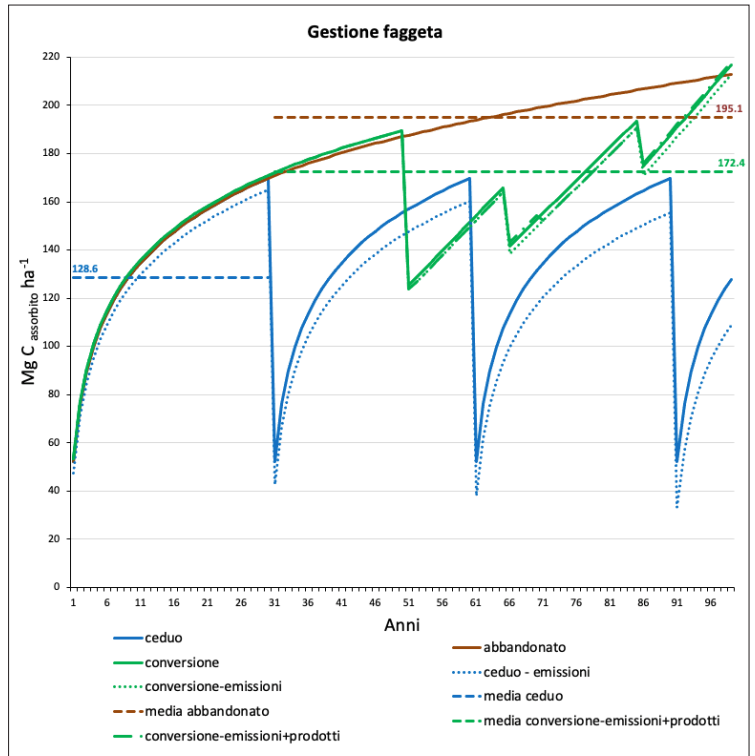


Figura 8: Bilancio finale del carbonio per gestioni alternative di boschi di faggio

Conclusioni

I risultati emersi dal progetto confermano, nel loro complesso, l'opportunità ambientale ed economica di promuovere forme innovative nella gestione degli spazi agro-forestali. Nuove tecniche agronomiche per colture tradizionali, una diversa organizzazione delle rotazioni agrarie in ambienti produttivi, forme di coltivazione consociata in territori marginali e fragili, così come una selvicoltura moderna a spiccata vocazione naturalistica, appaiono tutte soluzioni in grado di affrontare con efficacia le sfide ecologiche più urgenti e indifferibili. La capacità di immagazzina-

re carbonio atmosferico negli ecosistemi agrari e forestali può, in questo contesto, diventare uno strumento per stimolare e rendere sempre più efficiente, attuale e sostenibile l'uso del territorio regionale, nei vari distretti di cui si compone. I dati ottenuti potranno fornire alle autorità regionali un database aggiornato riguardanti le pratiche di carbon farming più promettenti. Tramite la creazione di certificati di assorbimento trasparenti, il sistema di certificazione del carbon farming permetterà all'azienda agricola di percepire una premialità per l'impegno messo in atto nell'attività di decarbonizzazione ambientale dell'agricoltura.

Capofila



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore



UCSC Field Crops Group



Centro Ricerche Produzioni Animali



Società Agricola
B&B s.r.l.



Società Agricola
Bruschi Fratelli



<http://farmco2sink.crpa.it/>



Regione Emilia-Romagna

L'Europa investe nelle zone rurali

Divulgazione a cura di Centro Ricerche Produzioni Animali – C.R.P.A. S.p.a. - Autorità di Gestione: Direzione Agricoltura, caccia e pesca della Regione Emilia-Romagna. - Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma regionale di sviluppo rurale 2014-2020 — Tipo di operazione 16.1.1 — Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: produttività e sostenibilità dell'agricoltura — Focus Area 5E – Promuovere la conservazione e il sequestro del carbonio nel settore agricolo e forestale. - Progetto «FarmCO₂Sink» - "Stoccaggio del C e riduzione delle emissioni di gas serra climalteranti a livello di azienda agricola".

PARTICIPATING IN



Funded by

