



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO



DiSAA
DIPARTIMENTO
di SCIENZE
AGRARIE e
AMBIENTALI

Stoccaggio di carbonio nel suolo e prove di campo

Lodi, 23/01/2025

UNIMI-DISAA Dott. Alessio Maria Ferioli



PSR
2014 2020
LOMBARDIA
L'INNOVAZIONE
METTE RADICI



Regione
Lombardia

Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale: l'Europa investe nelle zone rurali



Disegno sperimentale

AZIENDE PARTNER DEL PROGETTO

Agricascinazza Palazzetto La Castellana Pievecoenergia

CAMPIONAMENTO DEI SUOLI

RACCOLTA DATI GESTIONI AZIENDALI

ANALISI MODELLISTICA PER LA STIMA DELLO STOCCAGGIO DI CARBONIO TRAMITE L'UTILIZZO DEL MODELLO ARMOSA

ELABORAZIONE DEI RISULTATI

OBIETTIVO: OSSERVARE L'EFFETTO SULLO STOCCAGGIO DEL CARBONIO SU TERRENI CON TESSITURE E GESTIONI DIFFERENTI

**AGRI
ENER**

CARBON



Aziende partner

Azienda	N° Mao	N° ApPil
Az. Palazzetto	3	6 (3x2)
Az. AgriCascinazza	3	6 (3x2)
Az. La Castellana	5	10 (5x2)
Az. PieveEcoenergia	5	10 (5x2)

Mao: MacroArea Omogonea
ApPil: Appezamento Pilota



Tipo di analisi e relativi parametri

Analisi dei suoli: Tessitura (5 frazioni), pH, CES, C.S.C., Calcare totale, calcare attivo, **Sostanza organica**, **Carbonio Organico (TOC)**, Carbonio organico umificato, Azoto totale Kjeldahl , Fosforo assimilabile Olsen, Potassio scambiabile, Rapporto C/N

Residui colturali e biomassa: ST, Carbonio Organico TOC, Azoto totale Kjeldahl

Digestato palabile e chiarificato: pH, ST, SV, Azoto totale Kjeldahl, N-NH₄, P e K

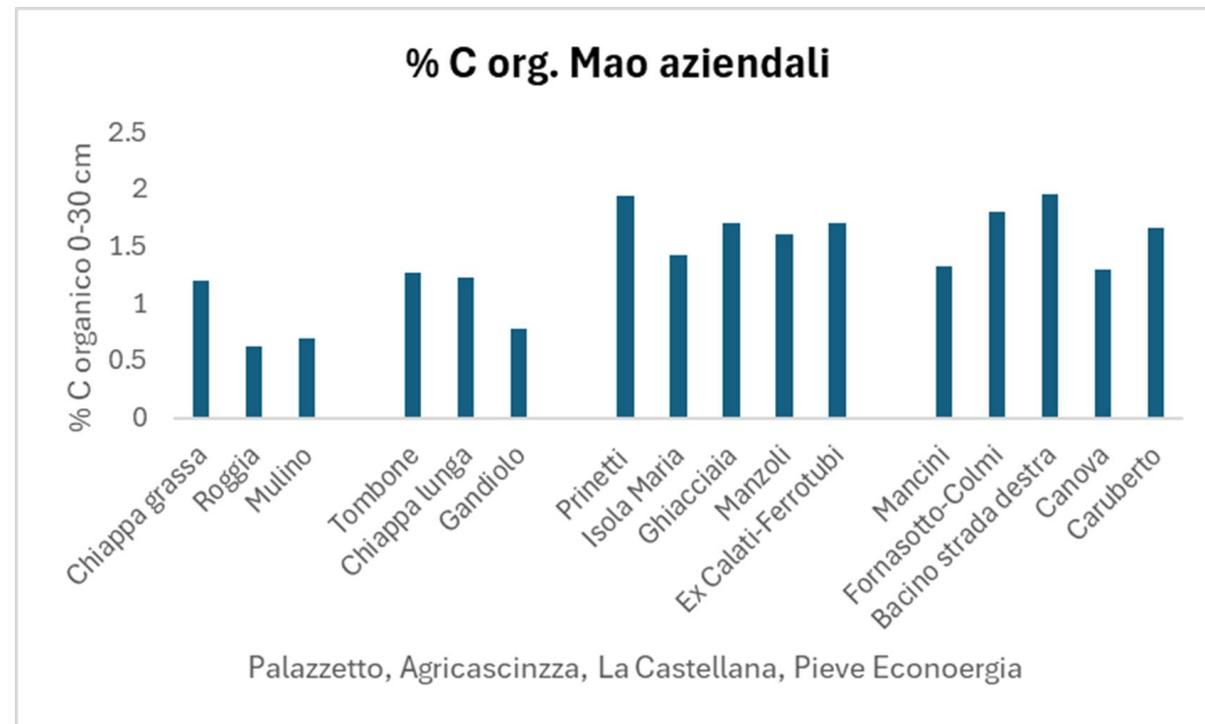
I risultati delle analisi effettuate sono stati inseriti in un database di lavoro

Analisi dei suoli

Azienda	Media % Carbonio organico; 0-30 cm	Classe tessiturale USDA prevalente
Palazzetto	0.84	Franco sabbioso
Agricascinazza	1.1	Franco argilloso
La Castellana	1.67	Franco - Franco sabbioso
Pieve Econoenergia	1.61	Franco argilloso - Franco limoso

Argilla contenuta nei suoli a 30 cm da 13 a 40%

Carbonio organico a 30 cm da 0.6 a 2.1%





Gestioni colturali

Interviste alle aziende

- **Colture prevalenti:** mais da granella, da foraggio e da pastone; triticale per biogas; frumento da granella; pisello proteico; soia da granella; sorgo per biogas
Assenza di cover crop
- **Lavorazioni:** minime lavorazioni effettuate con erpice di vario tipo, ripuntatura e macchine combinate
Profondità di lavorazione: da 0.1 m a 0.25 m
- **Residui:** asportati per alimentare il digestore, bassa tendenza ad essere lasciati in campo
- **Concimazioni:** prevalentemente organiche con digestato solido e liquido (presemina e copertura), minerale in copertura (non sempre presente)
- **Irrigazione:** colture estive irrigate tramite scorrimento, pivot, rotolone e ala gocciolante

Carbonio nei suoli

Osservazione del trend di carbonio a 30 cm di profondità nei campi di progetto

Confronto tra analisi di C Org % (<2020) con analisi di C Org % (2023)

22 Campioni confrontati

22 campioni	Trend	Percentuale %
11	Crescente	50
5	Invariato	23
6	Decrescente	27



Analisi modellistica per la stima dello stoccaggio di carbonio

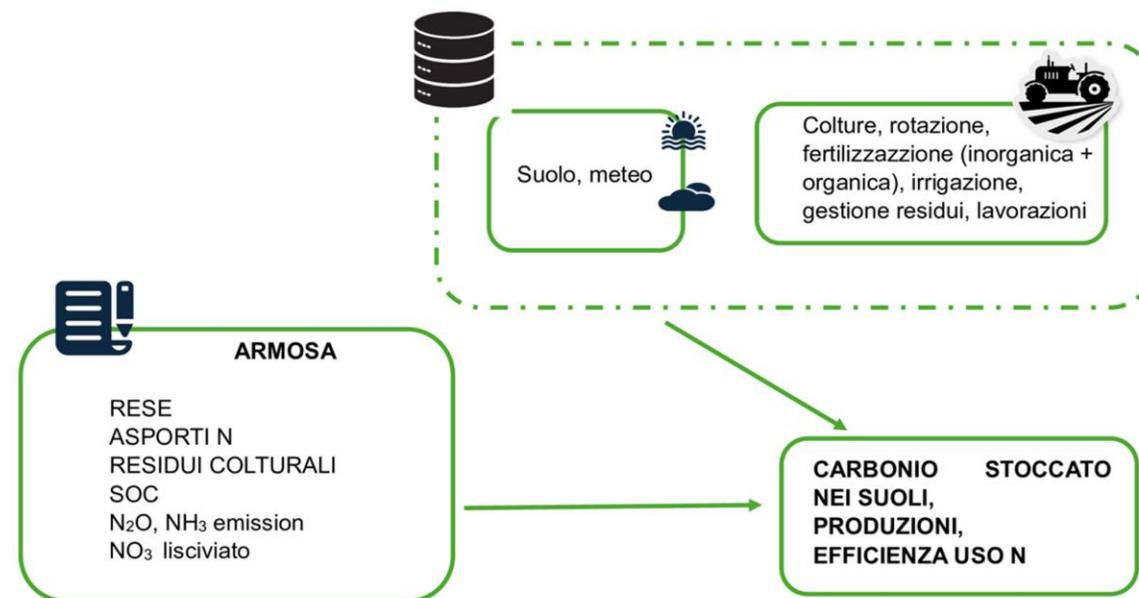
Descrizione modello di simulazione “**ARMOSA**”

- Sviluppato dal gruppo di ricerca Disaa UniMi
- Simula variabili agro-meteorologiche, bilancio idrico, N balance, variabili del suolo, crescita delle colture e carbon balance
- È utilizzato per simulare l'evoluzione del contenuto di carbonio nei suoli in risposta alla gestione agronomica

Analisi modellistica per la stima dello stoccaggio di carbonio

Step di lavoro:

1. Implementazione database
2. Scrittura simulazioni
3. Valutazione della capacità del modello di rappresentare l'evoluzione del carbonio nei suoli



Schema funzionamento di Armosa

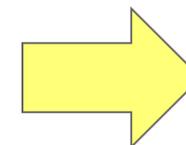
Analisi modellistica per la stima dello stoccaggio di carbonio

Sviluppi Database per simulazioni

1. Analisi dei suoli (**2023** e **analisi <2020**)

2. Gestione colturale **MAO 2016-2023**:

- colture eseguite in rotazione (autunno-vernine e primaverili)
- resa in granella o biomassa secca (per anno o media)
- metodo di irrigazione, turni e mm di acqua apportati
- concimazioni minerali e organiche (tipologia e kg di Nha^{-1} apportati per ogni coltura)
- epoca di semina e di raccolta
- lavorazioni eseguite
- gestione dei residui

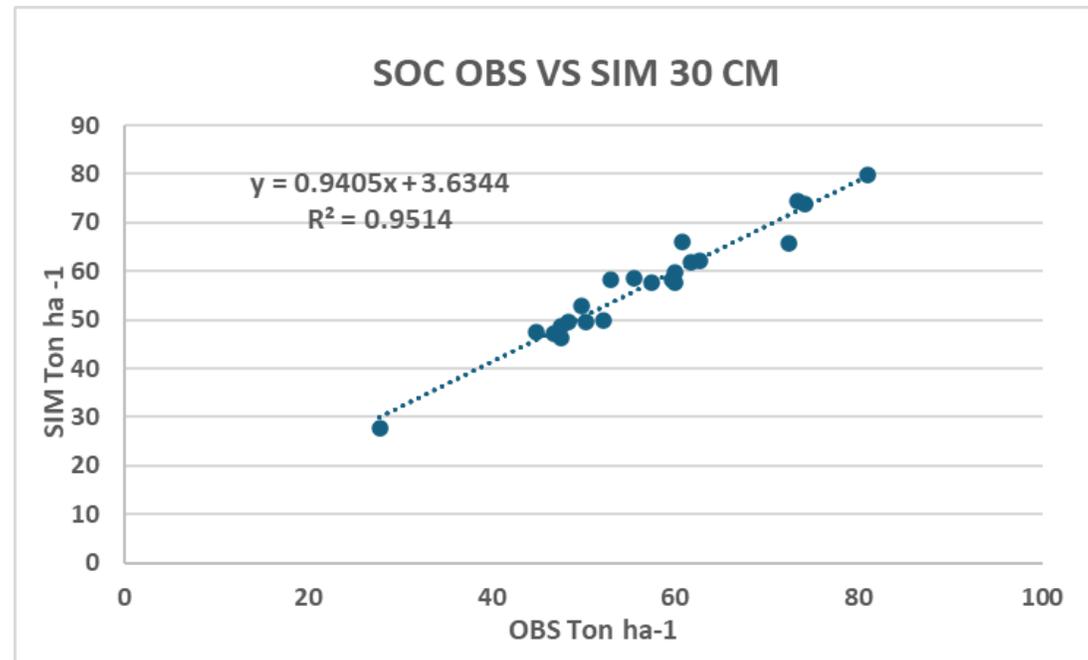


**Interviste
aziendali**

Output simulazioni

			Profondità campionamento 30 cm					
AZIENDA	MAO	CONFRONTO	2016 C Org % Obs	2020 C Org % Obs	BULK DENSITY 2023 t/m ³	2023 C Org % Obs	STOCK C Org t/ha Obs	2023 STOCK C Org SIMULATO t/ha
PIVEECONERGIA	BACINO	DIG. INT.	1.25		1.31	1.33	52.269	49.55
PIVEECONERGIA	BACINO	DIG. NON INT.	1.25		1.24	1.28	47.616	48.5
PIVEECONERGIA	CANOVA	PIVOT	1.5		1.2	1.66	59.76	58.25
PIVEECONERGIA	CANOVA	ROTOLONE	2.1		1.2	2.25	81	79.9

Estratto del confronto tra dati osservati e dati simulati di due MAO



Analisi statistica per la valutazione degli scenari simulati (22)

Scenari alternativi – Azienda suinicola

Baseline

- Minime lavorazioni (20-25 cm)
- Doppia coltura pastone di mais e triticale
- Digestato solido e/o liquido in presemina
- Minerale in copertura
- Residui asportato
- Irrigato

Periodo di studio: **2016-2023** (8 anni)

% Carbonio iniziale: **2.05**

Dato riferito al carbonio organico contenuto nei primi **30 cm**

Scenario 1_Solo N organico (No concime minerale)

Scenario 2_No Tillage (semina su sodo)

Scenario 3_No Tillage + Solo N organico (scenario 1+ 2)

CONFRONTO	2023 STOCK C ORG SIM (t/ha)	SCENARIO - BASELINE (t/ha) 2023	SCENARIO-BASELINE (t/ha anno)
BASELINE	74.45		
SCENARIO 1	75.7	+1.25	+0.156
SCENARIO 2	75.6	+1.15	+0.144
SCENARIO 3	76.6	+2.15	+0.27

Scenari alternativi – Azienda suinicola

Baseline

- Minime lavorazioni (20-25 cm)
- Monocoltura di mais
- Digestato solido e/o liquido in presemina
- Minerale in copertura
- Residui asportato
- Irrigato

Periodo di studio: 2016-2023(8 anni)

% Carbonio iniziale: **1.8**

Dato riferito al carbonio organico contenuto nei primi **30 cm**

Scenario 4_ Residui in campo (altezza dei residui 20-25 cm)

CONFRONTO	2023 STOCK C ORG SIM (t/ha)	SCENARIO- BASELINE (t/ha) 2023	SCENARIO-BASELINE (t/ha anno)
BASELINE	65.9		
SCENARIO 4	67.4	+1.5	+0.188

Scenari alternativi – Azienda di bovine da latte

Baseline

- Minime lavorazioni (10-15 cm)
- 6 anni mais, un anno frumento, un anno soia
- Digestato solido e/o liquido in presemina e in copertura
- Residui in parte lasciati in campo
- Irrigato

Periodo di studio: 2016-2023 (8 anni)

% Carbonio iniziale: **1.25**

Dato riferito al carbonio organico contenuto nei primi **30 cm**

Scenario 5_Cover crops (loietto in 4 anni) taglio anticipato (inizio febbraio) e lasciato in campo

Scenario 6_Cover crops (loietto 4 anni) taglio posticipato (fine marzo) e lasciato in campo

Scenario 7_Aratura (25-30 cm profondità di lavorazione)

CONFRONTO	2023 STOCK C ORG SIM (t/ha)	SCENARIO - BASELINE (t/ha) 2023	SCENARIO-BASELINE (t/ha anno)
BASELINE	48.5		
SCENARIO 5	49	+0.5	+0.063
SCENARIO 6	50.1	+1.6	+0.2
SCENARIO 7	46	-2.5	-0.31

Conclusioni

Osservazioni delle gestioni colturali sull'evoluzione del carbonio

- Non incidono negativamente sul carbonio organico (solo nel 27% dei casi osservati decresce)
- Risultano positive rispetto a quelle convenzionali (7_Aratura)
- Possibilità di attuare ulteriori pratiche migliorative
- La combinazione 3_Organico + No Till è la più efficiente
- Ciclo più lungo della cover crop ha effetti positivi

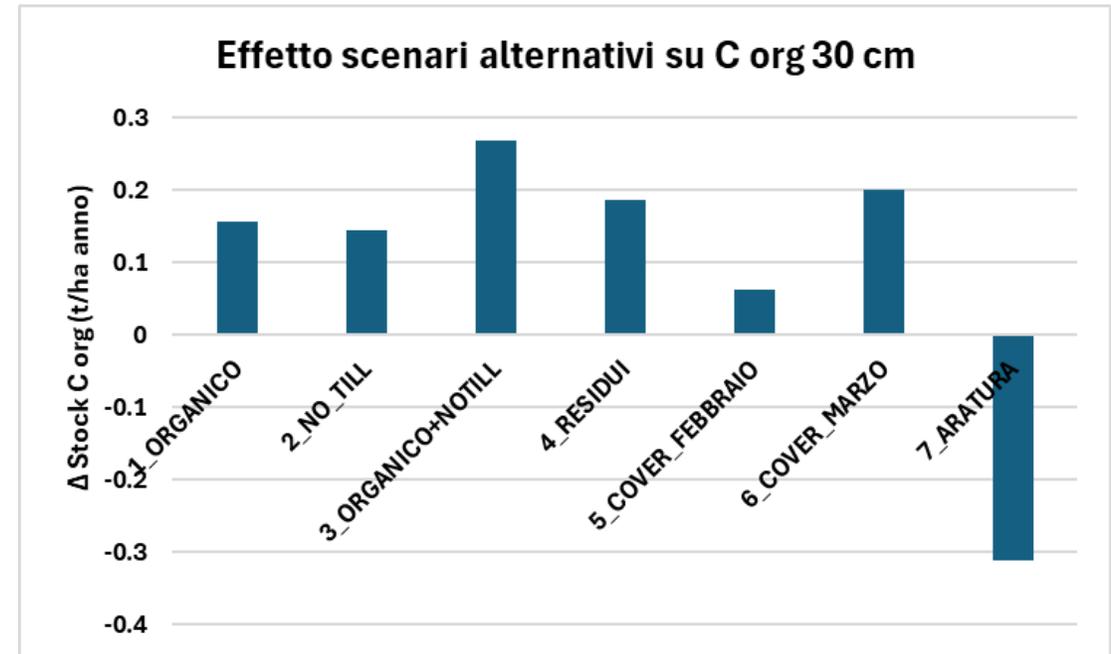


Grafico relativo ai Δ di C Org (t/ha anno) riferito agli Scenari alternativi osservati rispetto alle loro Baseline



Grazie per l'attenzione

Dott. Alessio Maria Ferioli

Alessio.ferioli@unimi.it