

***Valutazione della capacità di cattura e di
perdita di carbonio dei suoli
della pianura emiliano-romagnola***

RELAZIONE CONCLUSIVA



Francesco Malucelli
Nicola Filippi

INDICE

OBBIETTIVO DEL PROGETTO.....	3
INTRODUZIONE	3
MATERIALI E METODI.....	5
CARBONIO ORGANICO E USI CONSERVATIVI.....	11
CONCLUSIONI	13
NOTA	14
BIBLIOGRAFIA	14

OBBIETTIVO DEL PROGETTO (dalla descrizione analitica della scheda di progetto)

Nei progetti realizzati dal SGSS negli scorsi anni, sono stati stimati i contenuti di carbonio organico dei suoli dell'Emilia-Romagna, individuando le peculiarità dei suoli soggetti a diversi usi ed in differenti contesti geografici e agronomici. Si intende qui stimarne la capacità massima di accumulo e di perdita di carbonio organico al variare delle pratiche agricole, dell'uso del suolo, in relazione alla possibilità di sottrarre CO₂ dall'atmosfera con usi conservativi del suolo o perderla sotto forma di "gas serra" con pratiche agricole o di gestione del territorio che favoriscono la distruzione della sostanza organica presente nel suolo. Verrà inoltre testata una metodica di certificazione del contenuto di carbonio organico del suolo condividendola con strutture tecniche di altre regioni.

INTRODUZIONE

Questo progetto ha come finalità principale l'individuazione di una metodologia per la stima dei serbatoi potenziali di carbonio nei suoli della pianura emiliano romagnola.

Considerato che, come dichiarato anche in Final Report – ECCP Working Group Sinks Related to Agricultural Soils (2003) il suolo svolge, tra le sue funzioni principali anche il ruolo di serbatoio di carbonio e ad ogni tipologia di suolo è riconosciuta una capacità specifica di accumulo e perdita di carbonio organico, il tentativo messo in atto è stato quello dell'individuazione delle capacità di ogni suolo di immagazzinare carbonio o di perderlo in funzione delle pratiche agricole in uso in regione.

Una corretta metodica di "misura" dei potenziali presuppone una conoscenza delle dinamiche di accumulo e perdita di carbonio per ogni singola pratica agricola in relazione alle variabili pedologiche e climatiche specifiche di ogni area. Sia per la complessità delle pratiche agricole utilizzate nella pianura emiliano romagnola, sia per l'alta variabilità dei suoli in essa presenti, ma soprattutto per la scarsità di misure rappresentative ripetute nel tempo che permettano di "misurare" le variazioni degli stock, occorre introdurre delle approssimazioni che tengano conto dei dati a disposizione.

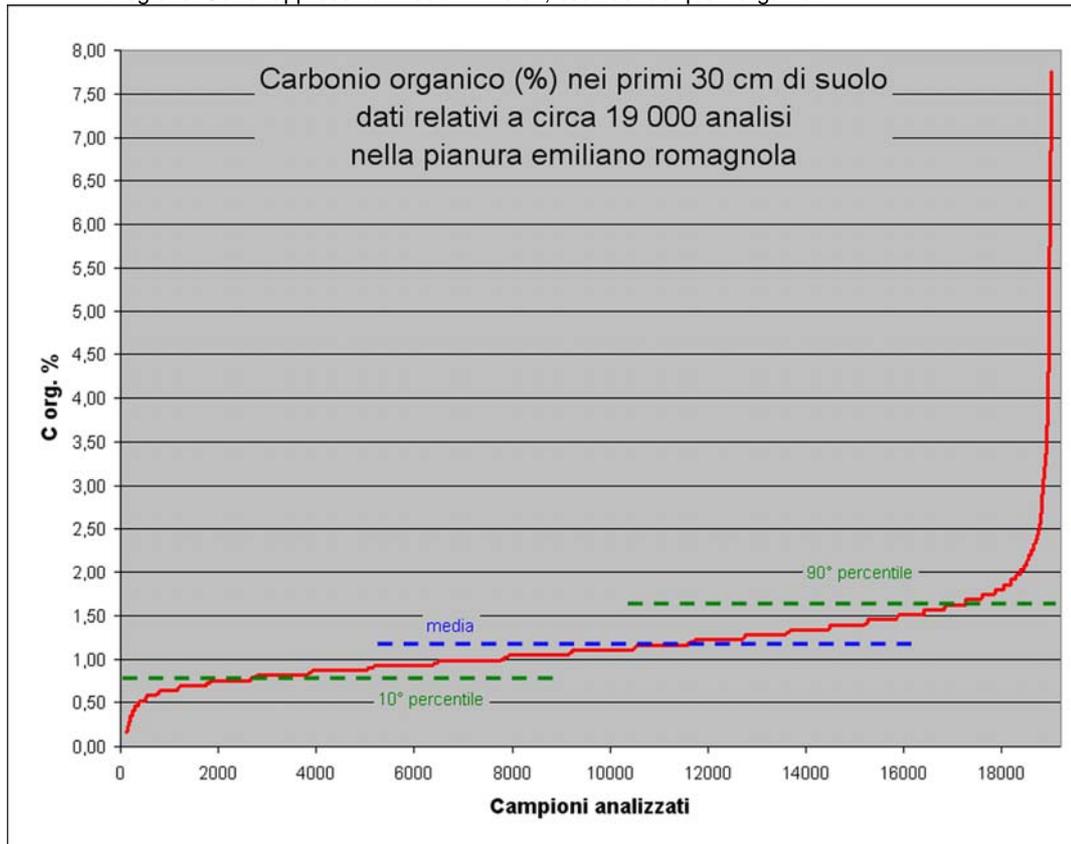
In accordo con quanto ipotizzato da Stolbovoy et al, (2005) ogni suolo ha una sua capacità di accumulo della sostanza organica, e quindi del carbonio, che non è infinita, ma è specifica delle condizioni pedologico-ambientali in cui esso si trova.

Questo assunto trova un riscontro nelle osservazioni eseguite nell'arco del trentennio in cui è stata realizzata la carta dei suoli della pianura. Infatti, nelle condizioni agro-ambientali più favorevoli all'accumulo di sostanza organica e cioè i prati stabili centenari presenti nella pianura emiliana, i valori di carbonio sono effettivamente alti ma con quantità che sono al massimo 3-4 volte quelle medie per la medesima tipologia di suolo in altre condizioni agro ambientali. (Fig. 1)

Una corretta definizione dei serbatoi di carbonio corrispondenti ai vari tipi di suolo presuppone una serie di condizioni che al momento non sono che parzialmente controllabili. Le difficoltà maggiori sono due: una legata alla rappresentatività dei dati in possesso e una legata alla storia agronomica ed velocità di mineralizzazione del carbonio.

Il lavoro svolto da Bertozzi et al. (2009), parte integrante di questo progetto, in due siti sperimentali della regione, realizzato in collaborazione con il Centro Comune di Ricerca della Commissione Europea (JRC), ha dimostrato la necessità, di dover eseguire un campionamento secondo particolari procedure, per avere risultati analitici rappresentativi di un determinato appezzamento di terreno, a differenza di ciò che accade normalmente nelle analisi dei terreni. L'altro problema con cui ci si è scontrati è conoscere con dettaglio la storia agronomica dei suoli analizzati, in particolare conoscere quali siano stati gli apporti annui di sostanza organica apportati al terreno, sia dalle colture sia dalle pratiche agricole e sapere quali sono i tassi di mineralizzazione della sostanza organica in quelle condizioni "agro-climatico-pedologiche".

Figura 1: Andamento del carbonio organico nei primi 30 centimetri di suolo espresso in percentuale. Il grafico rappresenta circa 19 000 campioni di suolo analizzati sull'intero territorio di pianura della Regione. Sono rappresentati i suoli minerali, escludendo quelli organici.



Per ovviare alle oggettive difficoltà di reperimento di questo tipo di dati, ci si è concentrati sul tentativo di definizione degli ordini di grandezza delle dimensioni dei serbatoi, consapevoli delle grandi approssimazioni in gioco. L'individuazione delle dimensioni di massima della capacità di stoccaggio del carbonio dovrebbe permettere di comprendere il potenziale dei suoli della pianura emiliano romagnola ed evidenziare le criticità di uno studio approfondito.

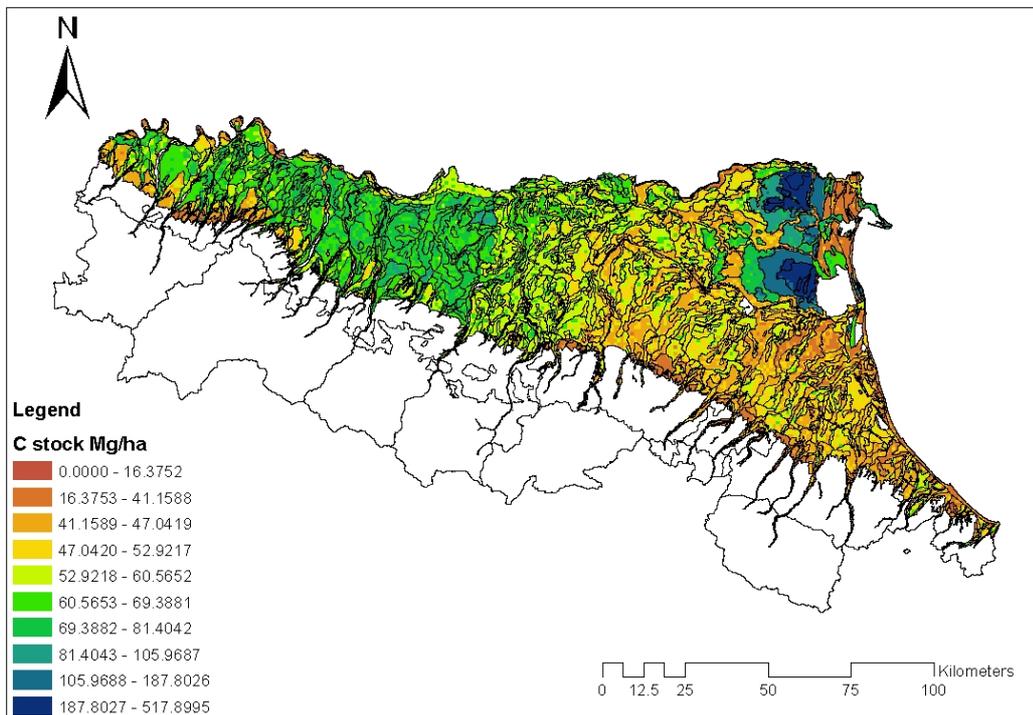
MATERIALI E METODI

I materiali utilizzati sono stati:

- Carta del carbonio organico dei suoli della pianura emiliano romagnola (Ungaro, 2008);
- Carta dei suoli della pianura emiliano romagnola (scala 1:50.000) edizione 2005;
- Database dei suoli della Regione Emilia Romagna;
- Database SACT;
- Database dei prati stabili reggiani e parmensi (CRPA, 2008);
- Campionamenti *ad hoc*;
- Modello di accumulo del carbonio organico.

L'analisi delle dotazioni in Carbonio Organico (C O.) dei suoli dell'Emilia Romagna, grazie alla condivisione dei dati del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli e del Servizio Sviluppo agroalimentare (19.000 analisi per 11.500 km²) ha consentito la realizzazione della Carta del Carbonio Organico per il territorio di pianura (Ungaro, 2008). La stima della massa volumica apparente (bulk density) dei suoli di tale area ha inoltre permesso il calcolo del carbonio organico, espresso come *carbon stock* (t/ha), contenuto nei primi 30 cm di suolo (80.340.600 tonnellate (80,34 Mega tonnellate); equivalenti a 294.383.311 tonnellate (294,38 Mega tonnellate) di CO₂). La carta è tematizzata utilizzando una griglia di celle di 1 km di lato ed è stata realizzata utilizzando tecniche di geostatistica corrette all'interno di ambiti geografici definiti (carta delle zone colturali), in base alle diverse tipologie di suolo della carta dei suoli della pianura emiliano romagnola alla scala 1:50.000. (Fig. 2)

Figura 2: Carta del carbonio organico della pianura emiliano romagnola riferita allo spessore 0-30cm (Ungaro, 2007). Nella figura oltre agli stock di carbonio sono indicati i poligoni della carta dei suoli alla scala 1:50 000 della pianura emiliano-romagnola, edizione 2005.



Il quantitativo e le forme di sostanza organica nel suolo non sono costanti nel tempo, in quanto il suo quantitativo e le sue caratteristiche dipendono da una serie di fattori sia intrinseci al suolo, come ad esempio tessitura e disponibilità di ossigeno, sia esterni, come l'uso del suolo, le pratiche agricole a cui sono sottoposti e il clima. La carta del carbonio organico mostra "la fotografia" della situazione attuale dello stock di carbonio. L'analisi dei quantitativi di carbonio mostra come suoli analoghi in condizioni simili abbiano contenuti diversi che dipendono dalla storia colturale. Nel medesimo areale lo stesso suolo soggetto ad un uso agricolo intensivo ha stoccato al proprio interno un quantitativo di carbonio inferiore del suo omologo soggetto ad un uso più conservativo, come accade ad esempio ai prati stabili in cui un accumulo della sostanza organica è favorito dalla quasi totale assenza delle lavorazioni e dagli spandimenti di ammendanti organici.

Secondo numerosi studi l'apporto costante di sostanza organica nel terreno, sia come conseguenza dell'aggiunta di ammendanti, sia per accumulo diretto dei resti vegetali, piuttosto che la mineralizzazione della sostanza organica con il relativo impoverimento, porta ad accumulo o diminuzione nel tempo che è funzione del quantitativo di materiale apportato (o mineralizzato) e del tempo per cui questo avviene, secondo una legge di tipo logaritmico.

$$\frac{dC_i}{dt} = -k_i C_i$$

dove k_i è il coefficiente di mineralizzazione del quantitativo i di carbonio (tempo -1) e C_i è il carbonio contenuto nel quantitativo i (Petersen et al., 2002; Russell, 1982).

Nonostante il contributo offerto dal CRPA, che ha messo a disposizione la propria base dati sui prati stabili e quanto raccolto recentemente dal Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, in questa fase del progetto i dati non sono ancora sufficienti per potere tarare le curve di accumulo/perdita del carbonio. Il problema principale, oltre ovviamente all'abbondanza dei dati, è quello di poter disporre di un'ampia casistica di situazioni in cui siano controllabili le variabili che influenzano la permanenza del carbonio nel suolo. In particolare per poter costruire le curve di accumulo e perdita del carbonio per le diverse tipologie di suolo, sono necessarie analisi in prati stabili di diverse età, in cui si conosca l'anno di messa a dimora del prato, ed in cui possa ricostruire l'intera storia colturale.

Analogamente, per ciò che riguarda la velocità con cui il carbonio viene mineralizzato, sarebbe utile disporre di dati provenienti da antichi prati stabili "rotti" di cui si conosca la data dell'aratura e la storia delle pratiche agronomiche effettuate dopo tale data.

Fondamentale per potere stimare in modo accurato la perdita di carbonio, è poter disporre anche del valore di partenza del carbonio prima dell'aratura. Nell'impossibilità di disporre di analisi risalenti ai prati prima della loro "rottura", considerato che generalmente si trovano in aree in cui la praticoltura è diffusa, il valore di partenza del carbonio può essere desunto da prati stabili confinanti con la medesima tipologia di suolo. Limitazioni di tipo economico non hanno finora consentito al SGGS di eseguire una raccolta sistematica di tali dati.

Ciò che invece si è tentato di fare è stata una stima dei serbatoi ipotizzando degli scenari di accumulo o di perdita a partire dalla distribuzione dei dati già in nostro possesso.

L'alto numero di campioni analizzati per ogni tipologia di suolo consente di individuare quelle che sono le potenzialità di perdita o di accumulo di carbonio e quindi la corrispondente quantità di anidride carbonica emessa o sottratta dall'atmosfera. A parità di condizioni al contorno quindi, ogni suolo ha una propria capacità di reagire alle

variazioni agro-ambientali, un'analisi degli scenari che considera i dati esistenti può permettere di comprendere ciò che a grandi linee potrebbe accadere. Nella pianura emiliano romagnola i suoli sono stati raggruppati a seconda di alcune delle loro caratteristiche intrinseche che maggiormente influenzano lo stoccaggio del carbonio. Questi raggruppamenti sono stati definiti come *gruppi* e *sottogruppi funzionali*. Per comprendere i valori di carbonio in gioco nei suoli di pianura, a titolo esemplificativo, prendiamo in considerazione due gruppi funzionali, A e B, con i relativi sottogruppi. In tabella 1 sono indicati i criteri con cui sono stati identificati e le tipologie di suolo (Unità Tipologiche di Suolo - UTS) che vi appartengono.

Tabella 1: Esempio di gruppi e sottogruppi funzionali.

Gruppi funz.	Sottogr.	Tessit. Oriz. Ap	Origine depositi	Disponib. ossigeno	Calcareo	Unità tipologiche di suolo (UTS)
A	1	Fine (A, AL)	Padani	Moderata	Si	AMB1, BTR1, TER1, TES1
	2			Scarsa	No	TERz, TESz
	3			Scarsa	Si	GLS3, RAM1, RAMz, RSDz, VAL2
	4		Moderata	No	MAM1, RNV2, SMR1, BAS1, CSM1	
	5		Appenninici	Moderata	Si	FNL1, LBA1, MDC1, MDC3, MDCz, RSD1, RTFy, SOR1, COL1
	6			Scarsa	Si	GLS1, GLS2, BEG1, BLV1, CPO1
B	1	Media (FLA, FL)	Appenninici	Buona	No	GAI1, BARw, TIE1, BAR1, BGT1, TEG1
	2				Si	FSL1, SCN1, SEC3, SGR1, SMB1, SCN6, SLR1, SLR3, BEL1, BOG1, CTL1, CTL5, CTL6, VIP2

I gruppi funzionali A e B coprono circa il 40% del territorio studiato (5.148km² su 13.183km², figura 3) e sono diffusi su tutta la pianura fatta eccezione per le aree dei suoli organici del ferrarese.

Figura 3: Distribuzione dei gruppi funzionali A e B nella pianura emiliano romagnola.

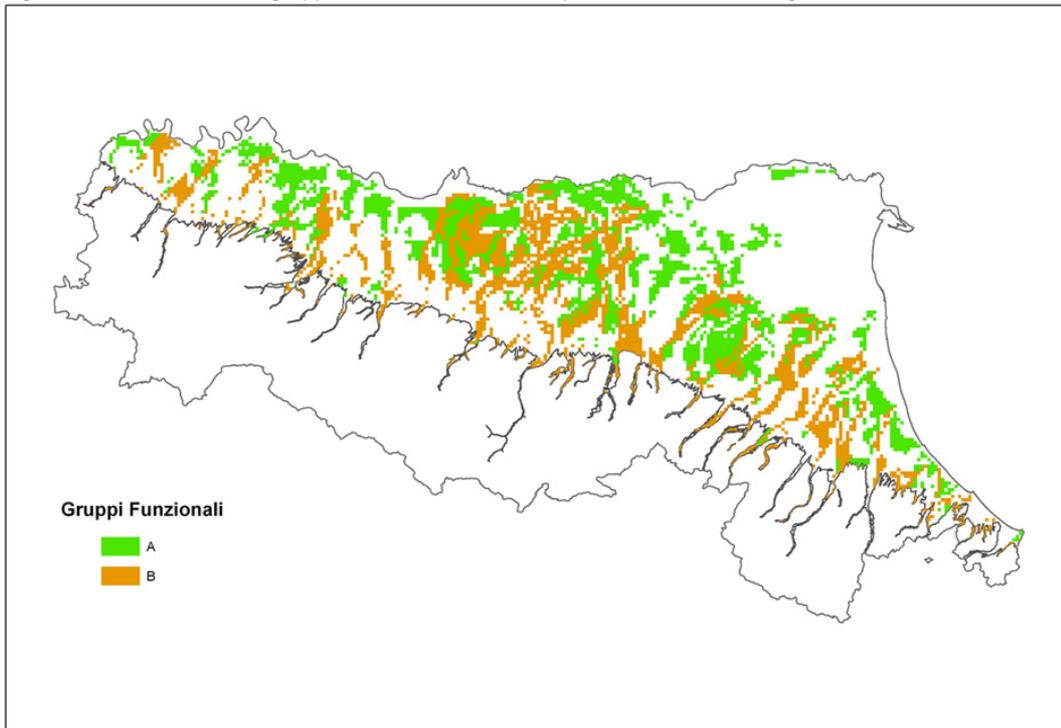
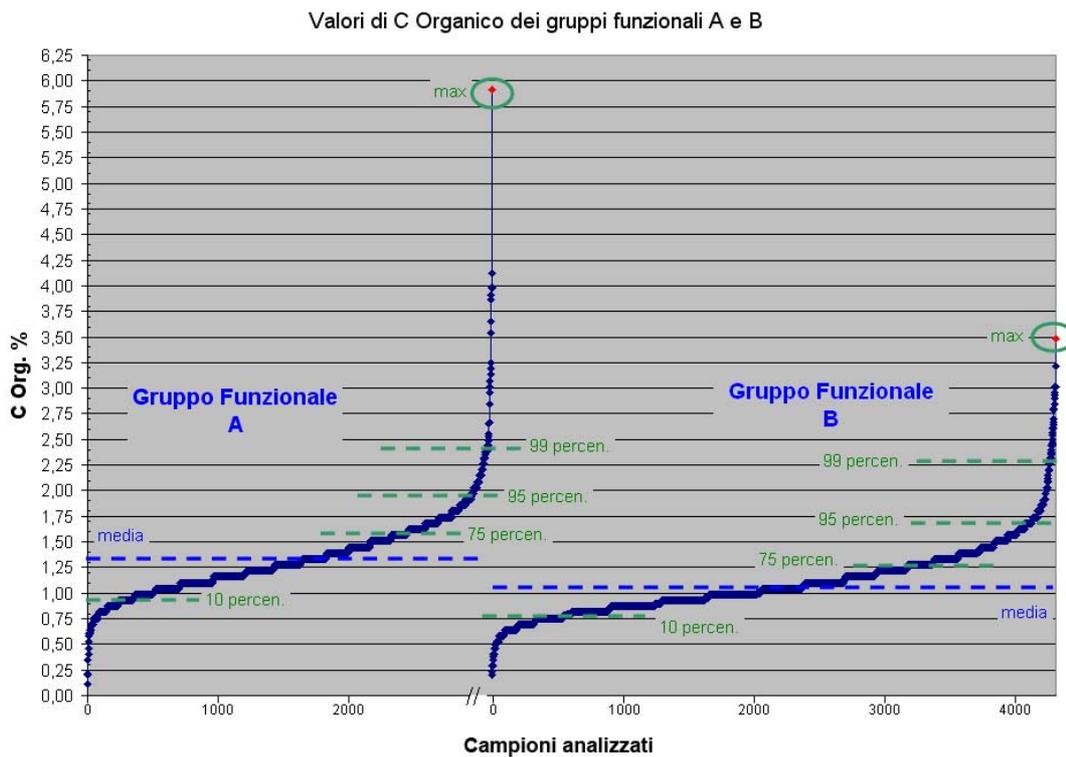


Tabella 2: Statistica descrittiva delle percentuali di carbonio organico tra 0 e 30 cm per i gruppi funzionali A e B

Gruppo funzionale A		Gruppo funzionale B	
Media	1,34	Media	1,09
Mediana	1,28	Mediana	1,04
Valore massimo	5,92	Valore massimo	3,48
Valore minimo	0,12	Valore minimo	0,20
Deviazione standard	0,38	Deviazione standard	0,34
10° percentile	0,93	10° percentile	0,75
75° percentile	1,53	75° percentile	1,28
90° percentile	1,80	90° percentile	1,51
95° percentile	1,97	95° percentile	1,68
99° percentile	2,44	99° percentile	2,30
Numero totale osserv.	3080	Numero totale osserv.	4295

Analizzando la distribuzione dei dati di carbonio organico (tabella 2 e figura 4), si nota come il carbonio nei due gruppi funzionali, che differiscono principalmente per la tessitura e per la disponibilità di ossigeno, abbiano andamenti diversi. Il gruppo A, rispetto al B, ha generalmente una maggiore capacità di stoccare carbonio organico ed anche i campioni con valori più alti sembrano essere più numerosi.

Figura 4: Distribuzione andamento del carbonio organico nei primi 30 centimetri di suolo espresso in percentuale di C nei gruppi funzionali A e B. Il grafico rappresenta i 3.080 campioni di suolo analizzati del gruppo A e i 4.295 del gruppo B. Per ogni gruppo sono indicati anche i valori medi, il 10°, 75°, 95°, 99° percentile ed il valore massimo riscontrato.



Come accennato il precedenza per stimare in modo accurato la capacità dei suoli di stoccare carbonio occorrerebbe una tipologia di campionamenti ed una conoscenza della storia agronomica molto precisa. Un'alternativa meno accurata ma comunque efficace può essere rappresentata dall'analisi dei dati nei gruppi funzionali.

La distribuzione dei dati nei gruppi funzionali A e B, oltre a mostrare il diverso comportamento in termini di quantitativi di carbonio tra i due gruppi, mostra come un gran numero di campioni si collochi attorno al valore medio della distribuzione e come pochi siano in prossimità dei valori estremi. I valori più bassi rappresentano suoli molto impoveriti in sostanza organica sia per un uso intensivo, sia per lavorazioni molto profonde che hanno portato in superficie orizzonti più poveri di sostanza organica. I valori alti corrispondono invece a situazioni conservative, in cui le scarse lavorazioni non favoriscono la mineralizzazione della sostanza organica e dove gli apporti di sostanza organica sono significativi. Questi contesti sono tipici delle aree a vocazione zootecnica ed in particolare nei prati stabili.

Il potenziale di accumulo e/o di perdita può ragionevolmente essere compreso entro i valori che corrispondono agli intervalli di distribuzione del carbonio dei diversi gruppi (tab. 2). Se tutti i suoli fossero coltivati in modo intensivo con tecniche che favorissero fortemente la mineralizzazione della sostanza organica si potrebbe arrivare a valori limite di carbonio dello 0,1-0,2 %. È ragionevole però pensare che anche in condizioni fortemente aggressive, vista la reale distribuzione dei valori nei suoli agricoli della regione, il valore corrispondente al 10° percentile possa rappresentare un ragionevole massimo di perdita del carbonio, con valori cioè compresi tra 0,7 - 0,9 % di carbonio organico.

Analogamente per ciò che riguarda la possibilità dei suoli di accumulare il carbonio il massimo raggiungibile misurato per i gruppi funzionali A e B si riscontra in corrispondenza dei prati stabili e se tutti questi suoli fossero convertiti a questo uso si otterrebbe lo stock massimo.

È però difficile immaginare uno scenario che preveda la totale riconversione dei seminativi a prati stabili, più semplice è invece ipotizzare conduzioni agricole che tendano a favorire l'aumento della sostanza organica attraverso pratiche conservative come le "minime lavorazioni". Aumenti del carbonio organico anche modesti ma diffusi sull'intero territorio di pianura, porterebbero ad aumenti notevoli dello stock di carbonio nel suolo. In tabella 3 sono esposti gli stock di carbonio nei gruppi A e B a seconda degli scenari di perdita o accumulo individuati da alcune soglie statistiche. Il calcolo è stato effettuato mediante tecniche GIS utilizzando le celle del calcolo dello stock e sostituendo ad ognuna il valore di carbonio corrispondente allo scenario desiderato.

Gli scenari di perdita o accumulo di carbonio sono stati realizzati utilizzando alcuni dei valori provenienti dalla descrizione statistica della distribuzione dei campioni, lo scenario di "perdita del carbonio" è stato realizzato utilizzando i valori del 10° percentile in tutte quelle celle che come valore del carbonio avevano un valore maggiore a quello del 10° percentile stesso, qualora il valore fosse più basso in quella cella non è stato ipotizzato nessun calo. Analogamente, per gli scenari di accumulo, sono stati sostituiti i valori corrispondenti del modello (75°, 99° percentile e valore massimo), solo in quelle celle in cui il valore attuale fosse inferiore.

Prendendo ad esempio un aumento dello 0,2 % del carbonio rispetto alla media, valore che corrisponde al 75° percentile della curva di distribuzione dei due gruppi funzionali del caso studio, comporterebbe che le quantità di carbonio stoccato a fronte delle attuali 29,7 milioni di tonnellate (tab. 3), aumentino di quasi 4 milioni di tonnellate, che in termini di CO₂ (tab. 4) si traducono in un aumento di quasi 14 milioni di tonnellate stoccate nel "serbatoio" suolo nei soli primi 30 cm di spessore.

Tabella 3: Stima dei quantitativi di carbonio immagazzinati nel suolo nel serbatoio 0 - 30 cm per i gruppi funzionali A e B, ipotizzando diversi scenari di perdita o accumulo.

Gruppo Funzionale	Area	C Org. Attuale	C Org. 10 percentile	C Org. 75 percentile	C Org. 99 percentile	C Org. max
	Km ²	Mega tonnellate	Mega tonnellate	Mega tonnellate	Mega tonnellate	Mega tonnellate
Gruppo A	2.414	14,55	9,74	16,50	25,58	62,17
Gruppo B	2.734	15,14	9,57	17,00	29,25	44,26
Gruppi A e B	5.148	29,70	19,30	33,50	54,83	106,42
<i>Tot. Pianura</i>	<i>13.183</i>	<i>80,34</i>	-	-	-	-

Tabella 4: Stima dei quantitativi di anidride carbonica immagazzinata nel suolo nel serbatoio 0 - 30 cm per i gruppi funzionali A e B, ipotizzando diversi scenari di perdita o accumulo.

Gruppo Funzionale	Area	CO ₂ eq. Attuale	CO ₂ eq. 10 percentile	CO ₂ eq. 75 percentile	CO ₂ eq. 99 percentile	CO ₂ eq. max
	Km ²	Mega tonnellate	Mega tonnellate	Mega tonnellate	Mega tonnellate	Mega tonnellate
Gruppo A	2.414	53,32	35,68	60,45	93,73	227,79
Gruppo B	2.734	55,49	35,05	62,30	107,18	162,17
Gruppi A e B	5.148	108,81	70,73	122,76	200,91	389,96
<i>Tot. Pianura</i>	<i>13.183</i>	<i>294,38</i>	-	-	-	-

Il bilancio eseguito per i per i due gruppi funzionali A e B, rappresenta una prima approssimazione della stima della capacità di cattura del carbonio nel suolo, questi stessi calcoli possono essere eseguiti per tutti i gruppi ed i sottogruppi funzionali della pianura.

CARBONIO ORGANICO E USI CONSERVATIVI

La capacità del carbonio organico di permanere all'interno di un suolo, e quindi di andare a contribuire allo stoccaggio di anidride carbonica dipende, come detto in precedenza, dalle caratteristiche intrinseche del suolo, dalle condizioni climatiche e dall'uso a cui i suoli sono soggetti.

L'accumulo della sostanza organica nel terreno può essere favorito principalmente in due modi: diminuendo il tasso di mineralizzazione di quella presente o mediante l'apporto di sostanza organica. La diminuzione della mineralizzazione nei suoli agricoli implica tecniche di lavorazione meno invasive, come quelle che vengono praticate nell'*agricoltura conservativa*, (SOWAP, 2006) o, in modo estremo, con la non lavorazione. Nei contesti emiliano romagnoli, pur riconoscendo l'efficacia di queste tecniche sulla conservazione della sostanza organica nel terreno, pare non sia stata condotta nessuna indagine specifica.

Al contrario, per ciò che riguarda radicali cambiamenti d'uso, per cercare di comprendere la dinamiche di accumulo, sono state individuate particolari situazioni in cui le variabili in gioco fossero controllabili. In particolare sono stati studiati alcuni siti in cui venivano praticate le "normali" pratiche di semina in rotazione su cui sono stati insediati dei prati stabili.

Nell'esempio riportato di seguito verrà mostrato un prato polifita non irriguo che da 15 anni non viene lavorato. Il prato si trova sul suolo denominato "Sant'Omobono franco limoso" (SMB1) le cui caratteristiche principali sono riassunte nella tabella 5.

Tabella 5: Valori di riferimento per un suolo SMB1 coltivato a seminativo in rotazione in un'area prossima al prato studiato.

Orizzonte	Lim. Sup.	Lim. Inf	Argilla	pH	CaCO ₃	C Org.
	cm	cm	%		%	%
Ap	0	60	22	8.1	19	0.90
Ap2 (Bw)	60	90	21	8.1	21	0.64
C	90	160	16	8.3	22	0.35

Commento [PP1]: A1403V01
23

Tabella 6: Valori corrispondenti ad un suolo SMB1 dopo 15 anni di prato non lavorato. Prima della semina del prato il suolo era a seminativo in rotazioni quadriennali.

Orizzonte	Lim. Sup.	Lim. Inf	Argilla	pH	CaCO ₃	C Org.
	cm	cm	%		%	%
A1	0	3	19	7.3	14.7	5.11
A2	3	15	22	7.5	16.3	1.48
Bw1 (A _{pb})	15	40	24	7.8	16.8	0.82
Bw2	40	80	24	7.8	16.8	0.77
BC	80	100	24	7.9	17.0	0.72

Commento [PP2]: E9007Q000
3

In tabella 6 sono invece riassunti i dati nel sito studiato dopo 15 anni di prato non lavorato. È interessante notare come i valori di carbonio organico siano aumentati in superficie e nell'intervallo 0-30 l'aumento, se pur evidente, non sia altissimo. Ciò che è invece cambiato in modo radicale dopo soli 15 anni è l'orizzontazione e la struttura del suolo. All'interno di quello che era l'orizzonte lavorato sono ben evidenti tre orizzonti con caratteristiche morfologiche ben distinte (fig. 5). Caratteristiche dovute principalmente all'attività degli organismi nel suolo. La struttura è fortemente condizionata dall'attività della micro e meso fauna che ingloba efficacemente la sostanza organica legata alla crescita del prato, alla matrice del suolo (fig. 6).

Figura 5: Suolo SMB1 dopo 15 anni di prato non lavorato. Prima della semina del prato il suolo era a seminativo in rotazioni quadriennali. **a)** Panoramica dell'osservazione in campo, si noti come dopo 15 anni, in un prato non irriguo si sia ottenuta una buona differenziazione delle essenze erbacee; **b)** particolare, la struttura del suolo è fortemente dominata dall'attività biologica.



Figura 6: Microfotografia di un particolare dello stesso suolo visto in precedenza. Traccia di passaggio di un lombrico. L'attività biologica, già evidente all'osservazione a occhio nudo, è particolarmente chiara ad ingrandimenti maggiori, dove si nota come gli aggregati che compongono il suolo sono in gran parte originati dall'attività degli organismi.



CONCLUSIONI

“Il carbonio organico è un fattore chiave per numerose differenti funzioni dei suoli e svolge quindi un ruolo fondamentale nel regolare molti fenomeni di rilevanza ambientale, agricola e territoriale. La necessità di un approccio multidisciplinare e integrato nella gestione dell'ambiente richiede d'altra parte una caratterizzazione complessiva dei fattori che ne condizionano l'evoluzione per poter essere da guida nella scelta delle politiche e delle strategie di intervento più opportune. Le politiche europee coinvolte sono infatti molteplici e richiedono stretta integrazione reciproca, riguardando i temi dell'agricoltura, dello sviluppo rurale, della strategia tematica per la protezione del suolo, del cambiamento climatico, della biodiversità, della desertificazione.” (ERSAF, 2008)

NOTA

Parte integrante di questo progetto è il lavoro eseguito da Bertozzi, R., Guermandi, M., e Malucelli, F. nel 2009, "Certificazione delle variazioni di contenuto di carbonio organico nei suoli dell'Emilia-Romagna, validazione del metodo AFRSS".

Il lavoro è pubblicato su sito del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli all'indirizzo web:
http://www.regione.emilia-romagna.it/wcm/geologia/canali/suoli/04_applicazioni_della_pedologia/07_oc_certification.htm

BIBLIOGRAFIA

- Bellamy, P.H., Loveland, P.J., Bradley, R.I., Lark, R.M., Kirk, G.J.D. 2005. Carbon losses from all soils across England and Wales 1978–2003. *Nature* 437, 245–248.
- Bertozzi, R., Guermandi, M., e Malucelli, F. 2009. Certificazione delle variazioni di contenuto di carbonio organico nei suoli dell'Emilia-Romagna, validazione del metodo AFRSS. (http://www.regione.emilia-romagna.it/wcm/geologia/canali/suoli/04_applicazioni_della_pedologia/07_oc_certification.htm)
- CRPA, 2008. Database dei prati stabili reggiani e parmensi. Centro Ricerche Produzione Animale (CRPA), comunicazione personale.
- ERSAF, 2008. Stock di carbonio nei suoli regionali, Relazione Tecnica. Progetto Kyoto – Ricerca sui cambiamenti climatici e il controllo dei gas serra in Lombardia. III Annualità. Gennaio 2008.
- European Climate Change Programme (ECCP), 2003. Working Group Sinks Related to Agricultural Soils, Final Report.
- European Commission (EC), 2002. Communication "Towards a Thematic Strategy on Soil Protection", COM(2002)179, 16/4/2002.
- Feller, C., Bernoux, M. 2008. Historical advances in the study of global terrestrial soil organic carbon sequestration. *Waste Management* 28 (2008) 734–740.
- Hendrix, P. F., Franzluebbers, A. J., McCracken, D. V. 1998. Management effects on C accumulation and loss in soils of the southern Appalachian Piedmont of Georgia. *Soil & Tillage Research* 47, 245-251
- Lal, R., 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science* 304, 1623–1627.
- Lal, R., 2006. Carbon management in agricultural soils. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* (2007) 12: 303–322
- Marmo, L., 2008. EU strategies and policies on soil and waste management to offset greenhouse gas emissions. *Waste Management* 28 (2008) 685–689
- Meersmans, J., De Ridder, F., Canters, F., De Baets, S., Van Molle, M. 2008. A multiple regression approach to assess the spatial distribution of Soil Organic Carbon (SOC) at the regional scale (Flanders, Belgium). *Geoderma* 143 (2008) 1–13.
- Petersen, B. M., Olesen, J. E., Heidmann, T. 2002. A flexible tool for simulation of soil carbon turnover. *Ecological Modelling* 151. 1–14
- Russel E.W., 1982. Il terreno e la pianta, fondamenti di agronomia. Ed. italiana a cura di P. Paris. Edagricole, Bologna. pp. 224-227
- SGSS, Carta delle zone colturali.
- Smith, P., 2004. Carbon sequestration in croplands: the potential in Europe and the global context. *European Journal of Agronomy* 20, 229–236.

- SOWAP, 2006, Conservation agriculture in Europe. An approach to sustainable crop production by protecting soil and water? SOWAP, Jealott's Hill International Research Centre, Bracknell, Berkshire RG42 6EY ISBN 97809555656507
(<http://www.sowap.org/comms/media/pdf/conservationagriculture.pdf>)
- Stolbovoy V., L. Montanarella, N. Filippi, S. Selvaradjou, P. Panagos and J. Gallego, 2005. Soil Sampling Protocol to Certify the Changes of Organic Carbon Stock in Mineral Soils of European Union. EUR 21576 EN, 12 pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Stolbovoy V., N. Filippi, J. Gallego, L. Montanarella, M. Piazzini, F. Petrella, S. Selvaradjou, 2006. Validation of the EU sampling protocol to detect the changes of organic carbon stock in mineral soils in the Piemonte Region (Italy). EUR 22339 EN, 41pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Stolbovoy, V., Montanarella, L., Filippi, N., Jones, A., Gallego, J., Grassi, G., 2007. Soil sampling protocol to certify the changes of organic carbon stock in mineral soil of the European Union. Version 2. EUR 21576 EN/2. 56 pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. ISBN: 978-92-79-05379-5
- UNFCCC, 1998. Report of the Conference of the Parties on its Third Session, Held at Kyoto from 1 to 11 December 1997. Addendum. Document FCCC/CP/1997/7/Add1.
Available on the Internet: <http://www.unfccc.de>
- Ungaro, F., 2008. VALUTAZIONE DELLO STOCK DI CARBONIO ORGANICO NEI SUOLI DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA. Relazione nell'ambito della convenzione "Supporto tecnico-scientifico necessario per la realizzazione di un software per la gestione di dati territoriali" Regione Emilia-Romagna – CNR IRPI