

## INTRODUZIONE AL PROTOCOLLO

**Autori:** Claudia Di Bene e Corrado Ciaccia

### Il progetto SIC.A.RI.B

*Il progetto SIC.A.RI.B mira a contribuire alla conservazione e al miglioramento della qualità e fertilità dei suoli agricoli siciliani, all'aumento della biodiversità funzionale dell'agroecosistema e al mantenimento e incremento della produttività di seminativi in rotazione e mandorleti (quali sistemi rappresentativi nell'areale considerato), attraverso l'implementazione del modello agricolo biologico rigenerativo.*

*Il modello adottato è basato su pratiche agroecologiche innovative quali le consociazioni colturali, le minime lavorazioni e gli inerbimenti controllati. Nelle aziende biologiche coinvolte sono stati allestiti campi dimostrativi per testare gli effetti dell'introduzione di pratiche agricole innovative e rigenerative sulla qualità del suolo, sull'agrobiodiversità funzionale e sulle produzioni agricole. Le pratiche agroecologiche innovative sono state quindi poste a confronto con quelle tradizionalmente adottate dalle aziende coinvolte.*

*I campi dimostrativi delle aziende coinvolte sono oggetto di periodici sopralluoghi e monitoraggi al fine di valutare la corretta implementazione dell'innovazione e l'impatto dei sistemi di gestione a confronto su suolo e agrobiodiversità. Obiettivo ultimo è valutare la circolarità dei nutrienti nei sistemi innovativi, la sostenibilità agro-ambientale ed economica e la reale funzionalità degli Eco-schemi della PAC implementati, per favorire la diffusione del processo di innovazione proposto sia su scala aziendale che territoriale.*

*Le pratiche innovative oggetto di SIC.A.RI.B sono state dunque selezionate utilizzando un approccio di tipo partecipativo con gli agricoltori, considerandone le aspettative agronomiche, economiche e ambientali, partendo dall'attuale ordinamento colturale e dalle caratteristiche pedoclimatiche del territorio in cui operano. A partire dal confronto all'interno del Gruppo Operativo SIC.A.RI.B e il monitoraggio condotto sulle prove nelle aziende, il presente protocollo ambisce a fornire a una più ampia platea di aziende siciliane e, più estesamente, italiane dei riferimenti per la valutazione della performance agroecologica di pratiche rigenerative condotte in regime di agricoltura biologica.*

## Cosa si intende con monitoraggio e automonitoraggio?

Il monitoraggio è il controllo sistematico di eventi o di processi sulla base di parametri riconoscibili, replicabili e che forniscono informazioni sullo stato di un sistema e su come questo è cambiato nel tempo.

Di norma, il monitoraggio della performance di un sistema è eseguito da personale tecnico-specializzato adottando un metodo scientifico al fine di costruire un quadro informativo in grado di dare indicazioni su piani di intervento migliorativo (da un punto di vista imprenditoriale) o di identificare il rapporto causa/effetto tra le pratiche adottate e i parametri oggetti di studio (da un punto di vista scientifico).

In SIC.A.RI.B, il monitoraggio della qualità e della fertilità del suolo è effettuato dai ricercatori e dai tecnici operanti nel progetto attraverso l'applicazione di un protocollo operativo di campionamento a cadenza regolare e analisi di laboratorio per confrontare gli effetti delle pratiche agroecologiche innovative introdotte sui parametri chimico-fisici e microbiologici del suolo, selezionati sulla base del breve arco temporale in cui opera il progetto. Similmente, il monitoraggio dell'evoluzione della flora spontanea infestante è eseguito da personale specializzato, con valutazione della composizione della comunità vegetazionale in termini di densità e copertura del suolo. Il contributo delle singole specie alla funzionalità del sistema (ad es. competizione, contributo alla fertilità del suolo) è quindi valutato analizzando le caratteristiche morfologiche e fisiologiche delle specie identificate (analisi dei tratti funzionali).

L'attività di monitoraggio scientifico è dunque orientata sia alla determinazione di valutazioni tecniche sull'andamento delle prove di progetto, ma anche all'individuazione dei fattori più salienti che possono essere analizzati tramite azioni semplificate dagli stessi operatori nelle proprie aziende.

L'automonitoraggio consiste pertanto nell'applicazione di metodi semplici, intuitivi e replicabili per la raccolta di informazioni utili a descrivere il contesto, lo stato di "salute" di un sistema di coltivazione e l'effetto delle pratiche.

Gli strumenti per l'automonitoraggio sono di facile reperimento e non richiedono una formazione scientifica. L'applicazione di uno standard operativo (protocollo di automonitoraggio) permette così di confrontare i risultati se ripetuti nel tempo.

Lo scopo del presente documento è quindi quello di fornire un protocollo semplice per il monitoraggio della fertilità del suolo e la valutazione della risposta dell'ambiente agrario all'implementazione delle pratiche, attraverso una delle componenti di più facile osservazione: la flora spontanea.

## SCHEDA 1 – Il protocollo di automonitoraggio del suolo

### La fertilità del suolo

I suoli costituiscono ecosistemi essenziali che forniscono numerosi servizi: produzione di alimenti, energia e materie prime, sequestro del carbonio, ritenzione delle acque, regolazione dei nutrienti, controllo dei parassiti ma anche attività ricreative. Il suolo svolge un ruolo chiave nel mitigare i cambiamenti climatici, sostenere la salute umana, salvaguardare la biodiversità e gli ecosistemi e garantire la sicurezza alimentare. La strategia sulla biodiversità per il 2030 sottolinea quanto sia essenziale intensificare gli sforzi per proteggere la fertilità del suolo, ridurre l'erosione e aumentarne la sostanza organica. Questa sfida può essere raggiunta attraverso la collaborazione di tutti, compresi i consumatori che, con le loro scelte alimentari possono favorire un sistema di produzione rispetto ad un altro. È dal mondo operativo che dipende, da ultimo, la conservazione e la gestione del suolo ad uso agricolo e la scelta delle pratiche è fondamentale nel guidare non solo l'indirizzo produttivo di un'azienda ma anche la sua capacità di custodire e migliorare la risorsa suolo.

A tal fine, lo stato di salute e di fertilità di un suolo può essere valutato anche attraverso alcune osservazioni empiriche, mentre l'applicazione di alcuni semplici metodi può aiutare a monitorarne l'evoluzione nel tempo.

#### *L'osservazione del suolo come strumento di valutazione*

La semplice osservazione del suolo e della sua risposta agli agenti climatici e alle operazioni colturali è già uno strumento per intuire le sue caratteristiche strutturali (la tessitura) la ricchezza di sostanza organica e la presenza di zone compattate. La velocità di assorbimento dell'acqua e la formazione di zone di ristagno in seguito a eventi piovosi indicano un differente livello di struttura e di compattamento, così come la velocità nella perdita di umidità e nella formazione di crepe in seguito a periodi più o meno prolungati di assenza di precipitazioni. Di facile osservazione è anche la perdita di suolo per erosione nei frutteti causato dall'utilizzo ripetuto delle lavorazioni e dalla rimozione del cotico erboso per parte dell'anno.

Similarmente, anche l'osservazione della tipologia di inerbimento spontaneo (vedi scheda 2) può dare informazioni circa la ricchezza di sostanza organica e di nutrienti disponibili, o sulla frequenza e tipologia di lavorazioni. Osservazioni ripetute nel tempo hanno mostrato come le frequenti lavorazioni possano ad esempio favorire la propagazione degli organi perenni di alcune specie (ad esempio lo stoppione, *Cirsium arvense*, o le acetoselle, in particolare quella gialla, *Oxalis pes caprae*) o come il ricorso prolungato alla minima lavorazione e gli sfalci

frequenti possano favorire una flora dominata da altre perenni quali la gramigna (*Cynodon dactylon*).

Oltre all'osservazione, è possibile realizzare delle semplici operazioni per la valutazione del suolo. Tra le più efficaci, il pH si può determinare su un campione rappresentativo di suolo prelevando alcuni sottocampioni in diversi punti di un appezzamento alla profondità di ca 10 cm, mescolandoli e, con un rapporto di 10 grammi ogni 25 ml di acqua, immergendovi una cartina tornasole.

Altre operazioni, sono possibili per valutare la fertilità dei suoli e monitorare l'evoluzione nel tempo della fertilità e/o confrontare aree simili dell'azienda ma soggette a lavorazioni e gestioni differenti. Tra questi, il più noto e diffuso è il test della vanga.

#### *Automonitoraggio per valutare la qualità e fertilità del suolo dei sistemi a confronto: il test della vanga*

Il protocollo descrive la procedura standard da seguire per la raccolta di campioni rappresentativi dei siti considerati al fine di caratterizzare suoli delle aziende coinvolte in base alle principali proprietà chimico-fisiche, associate al sequestro di Carbonio (C) e alle pratiche agroecologiche innovative introdotte.

#### *Il metodo:*

Sono sufficienti un metro pieghevole, un coltello e una vanga lunga circa 20 cm utilizzata per scavare una buca profonda come la lama della vanga, evitando di schiacciare o danneggiare il lato di suolo da esaminare.

Per quanto riguarda l'epoca di campionamento, è consigliabile effettuare il rilievo quando il suolo è leggermente umido (suolo friabile/leggermente plastico secondo il test tattile), almeno quattro giorni dopo una pioggia intensa e mai subito dopo una lavorazione del terreno. I campioni di suolo devono essere prelevati in un'area omogenea e rappresentativa dell'appezzamento per la quale si ritiene che i terreni abbiano caratteristiche chimico-fisiche e biologiche simili. Per ottenere una buona visione d'insieme, è consigliabile prelevare diversi campioni in aree con vegetazione ben sviluppata, visto che le radici possono fornire indicazioni importanti sulla struttura del suolo. Per ciascuna area omogenea individuata è consigliabile effettuare almeno un campionamento.

Per ottenere un campione rappresentativo, il prelievo deve essere eseguito procedendo a zig-zag nell'appezzamento, in modo da individuare i punti di prelievo dei campioni elementari. Nei punti identificati, dopo aver asportato e allontanato il cotico erboso e gli eventuali detriti superficiali presenti, si effettua il prelievo fino ad una profondità di 15-30 cm. La vanga dovrà essere piantata su entrambi i lati del campione da prelevare o, in alternativa, possono essere praticate delle incisioni sui lati con un coltello. Se il suolo è adesivo o se c'è molta vegetazione, è importante stabilizzare il terreno con i piedi quando si estrae la vanga. Una volta prelevata la

zolla, è importante utilizzare la vanga come leva per sollevare e separare con cautela il campione dal resto del terreno circostante. Con l'ausilio di un coltello è possibile preparare il campione, rimuovere le parti schiacciate, pulire la superficie e posizionare il metro accanto ad esso. Se necessario, inumidire la superficie di terreno con uno spruzzino. Se si osservano variazioni di colore e tipo di suolo è importante dividere gli orizzonti con le mani e verificare quanta forza serve per farlo. In alternativa, si può lasciar cadere a terra il campione ("test di caduta") che permette al terreno di disgregarsi naturalmente nei suoi aggregati. Con questo test, gli aggregati sono più facili da riconoscere, ma, mescolandosi, sono più difficilmente assegnabili ai vari orizzonti. Pertanto, è consigliabile prelevare due campioni per valutare il primo attraverso la separazione degli orizzonti e il secondo con il "test di caduta", facendolo cadere dall'altezza del bacino su una superficie piana e dura, prendendo nota dell'entità della disgregazione e delle dimensioni degli aggregati risultanti.

La compilazione della scheda del test della vanga può aiutare nell'interpretazione dei risultati e il confronto degli stessi nel tempo. In tabella 1a e 1b è riportata la scheda di monitoraggio del test della vanga. Non tutti i parametri sono osservabili/descrivibili in modo pertinente. In questi casi, si consiglia di lasciare i rispettivi campi della scheda vuoti. Per informazioni più dettagliate su ciascun punto, si consiglia di consultare il protocollo. Il test della vanga non è affidabile in condizioni siccitose e in presenza di suolo friabile/leggermente plastico al test tattile.

Tabella 1a – Scheda di monitoraggio del test della vanga

Critério	Parametro	Annotazione
<p><b>Non tutti i parametri sono osservabili/descrivibili in modo pertinente. In questi casi, si consiglia di lasciare i rispettivi campi della scheda vuoti. Per informazioni più dettagliate su ciascun punto, si consiglia di consultare il protocollo. Il test della vanga non è affidabile in condizioni siccitose e in presenza di suolo friabile/leggermente plastico al test tattile</b></p>		
Nome azienda		Nella colonna “parametro”, riportare il nome dell’azienda
Parcella		Nella colonna “parametro”, riportare il riferimento della parcella (numero o nome)
Coordinate		Nella colonna “parametro”, riportare le coordinate (latitudine e longitudine) del punto di campionamento per il test della vanga
Data		Nella colonna “parametro”, riportare la data di monitoraggio (gg/mm/aaaa)
Foto		In corrispondenza del monitoraggio del test della vanga, si consiglia di fare fotografie per documentare le fasi del test
Conformazione: Pianeggiante; Pendente; Avvallamento; Dosso		Nella colonna “parametro”, riportare la pendenza espressa in percentuale (%) e specificare la conformazione della parcella
Coltura, stadio di sviluppo, precedente colturale		Nella colonna “parametro”, specificare il tipo di coltura in atto, lo stadio di sviluppo della coltura in atto e il nome della coltura precedente
Ultima lavorazione del suolo, data, profondità, tipo		Nella colonna “parametro”, specificare la tipologia dell’ultima lavorazione effettuata, la profondità di lavorazione e la data di lavorazione del terreno
Rappresentatività: Zona rappresentativa; Zona problematica		Nella colonna “parametro”, riportare l’area interessata espressa in percentuale (%)
Tipo di suolo		Nella colonna “parametro”, riportare la tipologia di tessitura. Sabbioso; Sabbioso limoso; Limoso sabbioso; Limoso; Argilloso limoso; Argilloso; Molto limoso (> 50 %); Torboso/organico (Humus > 10 %).
pH		Nella colonna “parametro”, riportare il valore del pH

Tabella 1a continua – Scheda di monitoraggio del test della vanga

<b><u>Copertura del suolo</u></b>		
<b>Criterio</b>	<b>Parametro</b>	<b>Annotazione</b>
Suolo privo di vegetazione		Nella colonna “parametro”, riportare una X se il suolo è privo di vegetazione
Suolo coperto da vegetazione (coltura, prato, erbe spontanee...)		Nella colonna “parametro”, riportare la percentuale di suolo coperto da vegetazione (%) e specificare la tipologia di copertura vegetale presente
Suolo coperto da pacciamatura, letame, compost, residui colturali		Nella colonna “parametro”, riportare la percentuale di suolo coperto (%) e specificare la tipologia di copertura presente
<b><u>Osservazioni generali e durante lo scavo</u></b>		
Caratteristiche della superficie		Aggregati intatti, ben identificabili, superficie porosa; Aggregati in parte distrutti, superficie ruvida, irregolare; Aggregati distrutti, superficie dilavata, impastata, poco permeabile; sassi; crosta superficiale
Caratteristiche del suolo		Suola di aratura (profondità, spessore); Residui colturali non decomposti, strati di paglia; Macchie di ruggine o concrezioni grigio-verdi: Lombrichi (individui, gallerie, terricoli)
Esperienza di scavo		Scavo difficoltoso, elevata resistenza alla penetrazione; Odore cattivo, di marcio





## SCHEMA 2 – Il protocollo di automonitoraggio per la flora spontanea

### Flora spontanea o flora infestante?

L'European Weed Research Society (EWRS) definisce infestante ogni pianta o vegetazione che interferisce con gli obiettivi dell'uomo (definizione malerbologica). Il concetto di interferenza, inteso in agricoltura come effetto negativo sulla quantità e sulla qualità delle produzioni agrarie, implica la necessità di intervenire con strategie di prevenzione e di controllo al problema delle "infestanti" in agricoltura. L'obiettivo del controllo, classicamente, è l'eradicazione del problema, al fine di eliminare, o più realisticamente ridurre al minimo, l'impatto negativo delle infestanti. Il fenomeno dell'interferenza è d'altro canto molto studiato e si riferisce all'effetto combinato della competizione per le risorse (effetto indiretto, inteso come sottrazione di risorse da parte di un individuo ai danni di un altro) e di fenomeni di natura allelopatica (rilascio, da parte di una pianta, di composti chimici nell'ambiente con effetti potenzialmente tossici per altre piante). L'interferenza è un fenomeno naturale, tipico di tutte le comunità vegetali, comprese quelle di origine naturale, determinando la struttura dell'ecosistema e regolando le relazioni tra le piante. Altri tipi di relazione determinano sinergie tra le specie e modulano la capacità di ospitare organismi utili (predatori, impollinatori, ecc.). Esempio è la presenza di leguminose, di cui è noto il ruolo sulla fertilità azotata tramite la loro capacità di fissare l'azoto atmosferico, ma capaci anche di solubilizzare il fosforo del suolo, oltre a essere attrattive di insetti impollinatori. Altre specie, possono fungere da piante trappola per i nematodi o avere funzione nematocida, quali molte brassicacee spontanee.

### Conoscere la flora come strumento per la gestione

La composizione della comunità di spontanee è strettamente collegata al tipo di suolo, alla disponibilità dei nutrienti e al suo stato di compattamento. In altre parole, la presenza di alcune specie può essere indicatrice della tipologia di gestione cui il suolo è sottoposto e dei suoi effetti sulla fertilità complessiva.

Alcune di queste specie sono di facile riconoscimento, perché molto comuni o per la presenza di caratteristiche che le rendono più chiaramente identificabili. È il caso del crispino (*Sonchus arvensis*) o dello stoppione (*Cirsium arvense*) indicatori di terreni pesanti o limosi, della cicoria (*Cichorium intybus*) e della senape selvatica (*Sinapis arvensis*) indicatrici di terreni tendenzialmente alcalini. O ancora, più strettamente collegate alla tipologia di gestione, si possono citare l'ortica (*Urtica dioica*, *U. urens*), il farinello (*Chenopodium album*) e l'amaranto (*Amaranthus* spp.) tipicamente associate a terreni ricchi in sostanza organica e azoto, le piantaggini (*Plantago* spp.) associate a terreni compatti e calpestati e le acetoselle (*Oxalis* spp.) a ripetute lavorazioni e progressiva perdita di sostanza organica.

Riconoscere le specie principali dei propri campi può essere quindi considerato come un mezzo per raggiungere un'autovalutazione del metodo di gestione implementato presso la propria azienda, contribuendo a definire le strategie di gestione utili a mantenere la produttività, garantire i servizi ecosistemici e ridurre gli interventi

### *L'automonitoraggio della flora*

Il protocollo è finalizzato all'acquisizione di semplici indicatori di diversità e funzionalità. Risponde alla necessità di essere facilmente applicabile, non troppo impegnativo in termini di tempo e affidabile in termini di qualità dei dati acquisiti da un punto di vista scientifico.

La sfida è quella di fornire agli agricoltori prove delle differenze del livello di biodiversità nei sistemi diversificati rispetto a quelli condotti in modalità ordinaria o *business as usual*, nella dominanza di erbe infestanti specifiche e competitive e di accrescere la consapevolezza sulla ricchezza del loro patrimonio floristico.

#### Metodo:

Il transetto lineare, date le limitate esigenze di attrezzatura e la semplicità di applicazione, fornisce informazioni sugli effetti dei sistemi di gestione sulla distribuzione delle specie. Se ripetuto nel tempo, può fornire dati sui cambiamenti della comunità. Per l'applicazione del metodo sono sufficienti un foglio per la registrazione del dato e 3 fettucce o nastri della lunghezza di un metro

Il metodo consiste nel suddividere il campo di interesse in macro-aree omogenee per infestazione, indicando su un foglio la superficie percentuale orientativa di ciascuna area rispetto al totale. In ciascuna delle aree identificate ci si sposta nel punto centrale e si posizionano i tre nastri da un metro, in tre direzioni divergenti verso la vegetazione periferica. Ciascun nastro rappresenterà una replica e come tale verrà annotata sul foglio dei rilievi (tabelle 2 e 3). L'operatore registra quindi il numero di specie che entrano in contatto con ciascun nastro (senza dover riconoscere le specie stesse) utilizzando il metodo dell'intercettazione della linea lungo ciascun transetto.

Si richiederà anche di annotare (tabella 2):

- Numero di specie graminacee
- Numero di specie leguminose
- Numero di piante da fiore e colore dei fiori
- Con un ulteriore sforzo sarà opportuno il riconoscimento delle 3-4 specie principali e più abbondanti (tabella 3). Se non sono conosciute, ci sono diversi strumenti quali alcune applicazioni per telefono cellulare per il riconoscimento (su tutte, l'app Plantnet, gratuita e di facile utilizzo). Per ogni transetto l'operatore sarà invitato ad assegnare un punteggio da 1 a 5



per valutare l'abbondanza di ogni specie principale e dell'intera presenza vegetale (e quindi stimare l'impatto sulla resa).

Nelle tabelle 2 e 3 sono riportati gli schemi per l'annotazione del rilievo.

Con i dati di cui sopra, verranno calcolati i seguenti indicatori:

- Ricchezza di specie;
- Abbondanza relativa delle graminacee
- Abbondanza relativa delle leguminose
- Diversità nella colorazione dei fiori
- Abbondanza relativa dei principali tratti della comunità

**Tabella 2. Format per il monitoraggio della flora spontanea (scheda 1 di 2)**

Area omogenea	Replica (transetto)	N° di specie intercettate	N° di specie graminacee	N° di specie leguminose	N° di specie fiorite (tot)	<i>N° di specie fiori bianchi e rosa</i>	<i>N° di specie fiori gialli e arancioni</i>	<i>N° di specie fiori blu e azzurri</i>
1	1							
1	2							
1	3							
2	1							
2	2							
2	3							
...								
n	1							
n	2							
n	3							

**Tabella 3. Format per il monitoraggio della flora spontanea (scheda 2 di 2)**

Area omogenea	Replica (transetto)	Specie 1 (valori 1-5)	Specie 2 (valori 1-5)	Specie 3 (valori 1-5)	Specie 4 (valori 1-5)	<i>Specie... (valori 1-5)</i>	<i>Specie n (valori 1-5)</i>	<b>Note</b>
1	1							
1	2							
1	3							
2	1							
2	2							
2	3							
...								
n	1							
n	2							
n	3							



## **Bibliografia**

FAO. 2020. A protocol for measurement, monitoring, reporting and verification of soil organic carbon in agricultural landscapes – GSOC-MRV Protocol. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb0509en>

Testani Elena, et al. 2023. ALL Organic project. Milestone MS 2.1. Sampling protocol for phytosociological surveys in EFs, OLTEs and WFs of ALLs; common dataset structuring for data collection

**Autori:** Claudia Di Bene e Corrado Ciaccia