



UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo Agricolo
per lo Sviluppo Rurale



Regione Emilia-Romagna

L'Europa investe nelle zone rurali

**AVVISI PUBBLICI REGIONALI DI ATTUAZIONE PER L'ANNO 2015 DEL TIPO DI OPERAZIONE 16.1.01
"GRUPPI OPERATIVI DEL PEI PER LA PRODUTTIVITÀ E LA SOSTENIBILITÀ DELL'AGRICOLTURA"**

FOCUS AREA 2A, 4B, 4C, 5A E 5E DGR N. 2268

DEL 28 DICEMBRE 2015

RELAZIONE TECNICA INTERMEDIA FINALE

DOMANDA DI SOSTEGNO 5005241 DOMANDA DI

PAGAMENTO...

FOCUS AREA: 4B

Titolo Piano	CABIOS Implementazione di tecniche di agricoltura conservativa e fasce tampone bioenergetiche per il miglioramento della qualità dell'acqua e del suolo
Ragione sociale del proponente (soggetto)	Università Cattolica del Sacro Cuore (UCSC)
Elenco partner del Gruppo Operativo	Azienda Agricola Eridano di Zermani F.lli s.s. Società Agricola (effettivo) Azienda Agricola Colombarone di Paraboschi e Carini (effettivo) Rossi Giorgio e Rossi Maurizio S.S. Società Agricola (effettivo) Azienda Agricola Serena Tranquillo (effettivo) CRPA S.p.a. (effettivo)

Durata originariamente prevista del progetto (in mesi)	36
Data inizio attività	1 gennaio 2017
Data termine attività (incluse eventuali proroghe già concesse)	11 gennaio 2020

Relazione relativa al periodo di attività dal	1 gennaio 2017	Al 11 gennaio 2020
Data rilascio relazione		

Autore della relazione	Stefano Amaducci		
Telefono		email	stefano.amaducci@unicatt.it

Sommario

<i>1. Descrizione dello stato di avanzamento del Piano</i>	3
1.1 Stato di avanzamento delle azioni previste nel Piano.....	3

1. DESCRIZIONE DELLO STATO DI AVANZAMENTO DEL PIANO

1.1 Stato di avanzamento delle azioni previste nel Piano

Al termine del mese di Gennaio 2019 le attività previste dal piano progettuale sono state portate a termine. Rispetto al Piano presentato è stata richiesta una proroga di sei mesi (gennaio 2020) al fine di completare le attività progettuali, con particolare riferimento alla semina delle cover crops prevista nell'autunno 2019 nelle tesi sperimentali di agricoltura conservativa, la raccolta e l'analisi dei dati di fertilità del suolo e del bilancio energetico nelle aziende agricole coinvolte e la redazione del report finale, oltre che al completamento delle attività di coaching e divulgazione. All'inizio del 2017 (febbraio 2017) sono stati installati gli impianti di subirrigazione (SDI) sulle parcelle conservative (NT) nelle 4 aziende sperimentali. Nel marzo 2017 nelle aziende agricole Eridano e Paraboschi sono state installate lungo i corsi d'acqua adiacenti alle tesi NT tre piccole fasce tampone bioenergetiche con la coltura del miscanto (*Miscanthus x giganteus* L.). Prima e dopo le fasce tampone e nelle tesi di pieno campo (CT e NT) sono stati installati una serie di lisimetri a suzione a diverse profondità idel suolo, insieme a sensori per la misurazione dell'umidità del suolo per campionare e valutare la dinamica di lisciviazione di nitrati e pesticidi. In seguito è stato seminato il mais da trinciato per biogas. Il mais è stato concimato con la sola fertirrigazione per valutare l'efficienza di utilizzo dell'acqua e dell'azoto. La tesi conservativa (NT-SDI) è stata comparata nel ciclo dei tre anni con un appezzamento adiacente nelle aziende agricole ove le pratiche convenzionali sono stati condotte secondo le normali pratiche (tesi CT) (aratura, erpicatura, irrigazione per aspersione o manichetta superficiale). In seguito (ottobre 2017) sono stati seminati su sodo sulle tesi NT i cereali autunno vernini: frumento tenero presso i due campi sperimentali dell'azienda Colombarone, orzo presso l'azienda Eridano e frumento duro presso le aziende serena Tranquillo e Rossi. I campi di confronto (tesi CT) sono stati lavorati e il terreno durante la stagione invernale è rimasto privo di vegetazione. Il digestato è stato distribuito in presemina e le concimazioni in copertura attraverso concimazione minerale. La raccolta del cereale autunno vernino è avvenuta nei mesi di giugno luglio 2019. Una sola azienda ha provveduto nel mese estivo ad una coltura di secondo raccolto raccolto: azienda agricola Eridano che ha seminato su sodo mais per un ulteriore confronto tra sistemi di irrigazione convenzionale e SDI. Nelle varie aziende si sono poi seminate su sodo le cover crop che sono state terminate poi nei mesi di marzo aprile 2019. In seguito nelle 4 aziende agricole si è proceduto alla semina delle leguminosa (soia, eccetto l'azienda agricola Rossi che ha seminato fagiolino da industria). Una volta raccolta la soia si è proceduto nell'autunno 2019 alla semina delle cover crop. All'inizio (semina) e alla fine (raccolta) di ogni coltura prevista nella rotazione triennale, in entrambe le tesi (NT e SDI) è stata campionata la soluzione circolante del suolo per la valutazione della lisciviazione di nitrati e pesticidi. Sono stati eseguito poi dei campionamenti di suolo per valutare l'impatto dell'agricoltura conservativa sulla qualità chimica, fisica e biologica del suolo. Durante le colture che sono state irrigate (mais 2017) è stata monitorata la risalita capillare dell'acqua irrigua per valutare l'efficienza di irrigazione delle tecniche della subirrigazione. Sono stati raccolti tutti i dati degli input energetici per la stima dell'impronta carbonica e idrica dei sistemi convenzionali e conservativi. Tutti i dati previsti sono stati raccolti ed elaborati per ogni azienda. L'unica differenza rispetto al piano aziendale è stata il calcolo del bilancio idrico a livello aziendale. Questo non è stato fatto in quanto frumento e soia non sono state interamente irrigate con il sistema ad irrigazione sotterranea (SDI) e quindi un confronto reale tra sistemi di irrigazione non sarebbe stato possibile. E' stato invece fatto uno studio modellistico sulla subirrigazione coi dati del primo anno di mais 2017. Questo studio ha fornito uno scenario di simulazione pluriennale sull'efficienza del sistema SDI per le tre tipologie di suolo di CABIOS (franco-sabbioso, franco e limoso argilloso). Anche l'attività di divulgazione è stata completata: lungo il ciclo di vita del progetto si sono tenuti due workshop (settembre 2018 e ottobre 2019) presso l'azienda Rossi e Colombarone rispettivamente con visita ai campi oggetto della prova; infine, i risultati emersi dall'attività sono stati presentati in occasione del convegno finale del progetto tenutosi a gennaio 2019 presso L'università cattolica sede di Piacenza. L'attività di formazione (coaching) rivolta alle aziende agricole è stata eseguita nell'inizio del mese di gennaio 2020.

Azione	Unità aziendale responsabile	Tipologia attività	Mese inizio attività previsto	Mese inizio attività effettivo	Mese termine attività previsto	Mese termine attività effettivo
Azione 0	UCSC - Diproves	Cooperazione	1	3	32	32
Azione 1	UCSC - Diproves	Realizzazione	2	4	32	32
Azione 2	UCSC - Diproves	Realizzazione	2	4	12	12
Azione 3	UCSC - Diproves	Implementazione	2	4	32	32
Azione 4	UCSC - Diproves	Raccolta dati	5	6	32	32
Azione 5	UCSC - Diproves	Raccolta dati	5	6	32	32
Azione 6	UCSC - Diproves	Elaborazione dati	10	12	32	32
Azione 7	CRPA s.p.a.	Formazione e divulgazione	12	16	32	32

2. DESCRIZIONE PER SINGOLA AZIONE

2.1 Attività e risultati

Azione	AZIONE 0 – Esercizio della cooperazione
Unità aziendale responsabile	UCSC - DIPROVES
Descrizione delle attività	<p>Funzionamento e gestione del gruppo operativo: Utilizzo delle mailing list per mantenere contatti tra i vari partner 10/01/2017: Riunione del primo anno di progetto per la decisione sul tipo di impianto SDI da implementare nelle aziende agricole e sulla gestione dei turni irrigui con tale impianti 04/09/2017: Riunione del primo anno di progetto per la presentazione delle attività di progetto future (semine su sodo in particolare). UCSC – DI.PRO.VE.S ha condotto, come previsto, un monitoraggio delle attività progettuali e delle spese, delle fatture relative alle attività di progetto in relazione alla conformità con le diverse voci di spesa con produzione di rendiconto finanziario finale. Le altre comunicazioni sono avvenute tramite scambio di mail, messaggistica, chiamate e incontri direttamente in azienda tra personale tecnico DIPORVES e personale aziende agricole.</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p>Attraverso la convocazione della riunione di progetto è stato possibile un confronto diretto tra i vari partner: gli agricoltori e i tecnici delle aziende sperimentali hanno suggerito possibili aggiustamenti e piccole modifiche rispetto al piano originario che non hanno modificato tuttavia il piano sostanziale di lavoro. I contatti tra i partner sono stati costantemente mantenuti poi attraverso telefonate e messaggi e incontri diretti face to face in azienda agricola o sui campi sperimentali per decisioni agronomiche quali semine anticipate (es. cover crop 2017), diserbi, turni irrigui o concimazioni. Sono stati poi diversi i momenti in cui il personale UCSC ha effettuato con l'aiuto degli agricoltori la manutenzione/riparazione dei dispositivi sperimentali di monitoraggio (es. rimozione e sostituzione lisimetri a 60 e 90 cm dal suolo).</p>

Attività ancora da realizzare	
-------------------------------	--

Azione	AZIONE 1– Adozione di tecniche di agricoltura conservativa e impianti di subirrigazione (SDI)
Unità aziendale responsabile	UCSC - DIPROVES
Descrizione delle attività	<p>Azioni strumentali e di implementazione delle prove di prove di confronto tra pacchetto conservativo (agricoltura conservativa e subirrigazione-SDI) e convenzionale.</p> <p>Attività svolta in piena collaborazione con le aziende agricole.</p> <p>L'Università Cattolica del Sacro Cuore, in qualità di coordinatore tecnico-scientifico del progetto, ha coordinato e realizzato:</p> <ul style="list-style-type: none"> - la messa in posa dell'impianto di subirrigazione SDI in collaborazione coi tecnici del Consorzio Agrario Terrepadane - la gestione dei turni e volumi irrigui con gli impianti SDI - la gestione delle concimazioni e i diserbi - la decisione sulla macchina e sul momento di semina delle parcelle a sodo (tesi NT) - la gestione (semina e terminazione) delle cover crop - il monitoraggio dell'andamento della stagione colturale al fine di intervenire con concimazioni, irrigazione e trattamenti. <p>4 sono le aziende agricole e questi sono i seguenti campi indicati nella mappa sottostante:</p> <p>Azienda agricola Eridano – Gerbido (terreno franco sabbioso) Azienda agricola Colombarone - Caorso (terreno franco sabbioso) Azienda agricola Colombarone – Muradolo (terreno limoso argilloso) Azienda agricola Rossi – Podenzano (terreno franco limoso) Azienda agricola Serena Tranquillo – Podenzano (terreno franco limoso)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center; margin: 10px 0;"> <p>FOTO allegata in cartella <i>Foto_relazione_finale_CABIOS</i></p> </div> <p>Azienda Agricola Rossi Febbraio 2017 Messa in posa impianto SDI 90 cm interasse e 45 cm profondità Marzo 2017 Semina mais Pioneer classe FA= 600 Agosto 2017 Raccolta mais (pastone su tesi NT e trinciato su tesi CT) Ottobre 2017 Semina su sodo frumento duro (var. Athoris) con seminatrice da sodo a 20 file (Bertini Modello 22.000) Luglio 2018 Raccolta frumento Ottobre 2018 Semina miscuglio cover crops (dose 65kg/ha 70% segale 30% veccia) con seminatrice da sodo a 20 file (Bertini Modello 22.000) https://www.youtube.com/watch?v=lgUp31YQa3I https://www.youtube.com/watch?v=XMA-BtMonWk Marzo-Aprile 2019 Doppia Terminazione cover crops con Glyphosate (4 L ha-1) Maggio 2019 Semina fagiolino da industria con seminatrice da sodo a 20 file (Bertini Modello 22.000) Agosto 2019 Raccolta fagiolino</p>

Gennaio 2020 Semina miscuglio cover crops (dose 65kg/ha 70% segale 30% veccia) con seminatrice da sodo a 20 file (Bertini Modello 22.000)

Azienda Agricola Serena Tranquillo

Febbraio 2017 Messa in posa impianto SDI 90 cm interasse e 45 cm profondità

Marzo 2017 Semina mais Pioneer classe FA= 600

Agosto 2017 Raccolta mais (trinciato su tesi CT e NT)

Ottobre 2017 Semina su sodo frumento tenero con seminatrice da sodo a 20 file (Bertini Modello 22.000)

Luglio 2018 Raccolta frumento

Ottobre 2018 Semina miscuglio cover crops (dose 65kg/ha 70% segale 30% veccia) con seminatrice da sodo a 20 file (Bertini Modello 22.000)

<https://www.youtube.com/watch?v=lgUp31YQa3I>

<https://www.youtube.com/watch?v=XMA-BtMonWk>

Aprile 2019 Terminazione cover crops con Glyphosate (3 L ha⁻¹)

Maggio 2019 Semina soia var. Pioneer P21T45 con seminatrice da sodo a 20 file (Bertini Modello 22.000)

Agosto 2019 Raccolta soia

Gennaio 2020 Semina miscuglio cover crops (dose 65kg/ha 70% segale 30% veccia) con seminatrice da sodo a 20 file (Bertini Modello 22.000)

Azienda Agricola Colombarone – campo Caorso e Muradolo

Febbraio 2017 Messa in posa impianto SDI 90 cm interasse e 45 cm profondità (solo campo Muradolo)

Marzo 2017 Semina mais Pioneer classe FA= 600

Agosto 2017 Raccolta mais (pastone su tesi NT e trinciato su tesi CT)

Ottobre 2017 Semina su sodo frumento duro (var. Athoris) con seminatrice da sodo a 20 file (Bertini Modello 22.000)

Luglio 2018 Raccolta frumento

Ottobre 2018 Semina miscuglio cover crops (dose 65kg/ha 70% segale 30% veccia) con seminatrice da sodo a 20 file (Bertini Modello 22.000)

Aprile 2019 Terminazione cover crops con Glyphosate (4 L ha⁻¹)

Maggio 2019 Semina soia var. Pioneer P21T45 con seminatrice da sodo a 20 file (Bertini Modello 22.000)

Settembre 2019 Raccolta soia

Ottobre 2020 Semina miscuglio cover crops (dose 65kg/ha 70% segale 30% veccia) con seminatrice da sodo a 20 file (Bertini Modello 22.000)

Azienda Agricola Colombarone – campo Caorso e Muradolo

Gennaio 2017 Messa in posa impianto SDI 90 cm interasse e 45 cm profondità (solo campo Muradolo)

Marzo 2017 Semina mais Pioneer classe FA= 600

Agosto 2017 Raccolta mais (trinciato su tesi CT e NT)

Ottobre 2017 Semina su sodo orzo da trinciato con seminatrice da sodo ditta Cuneo Mario

Luglio 2018 Trinciatura orzo

Luglio 2018 Semina su sodo mais secondo raccolto classe 200 ditta Tassini

Ottobre 2018 Trinciatura mais

Ottobre 2018 Semina miscuglio cover crops (dose 65kg/ha 70% segale 30% veccia) con seminatrice da sodo a 20 file (Bertini Modello 22.000)

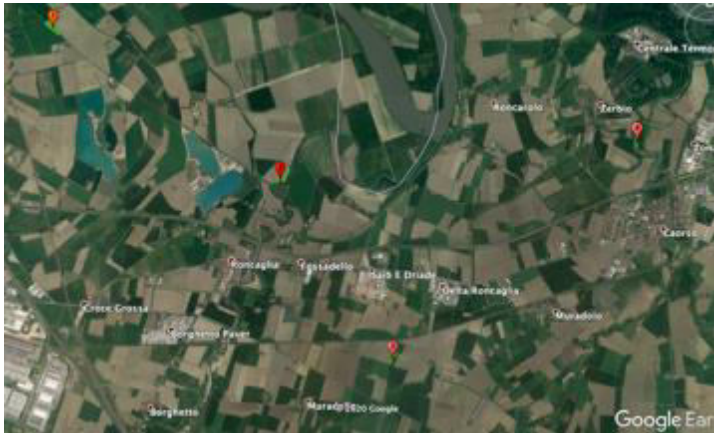
Aprile 2019 Terminazione cover crops con Glyphosate (4 L ha⁻¹)

Maggio 2019 Semina soia var. Pioneer P21T45 con seminatrice da sodo a 20 file (Bertini Modello 22.000)

Settembre 2019 Raccolta soia

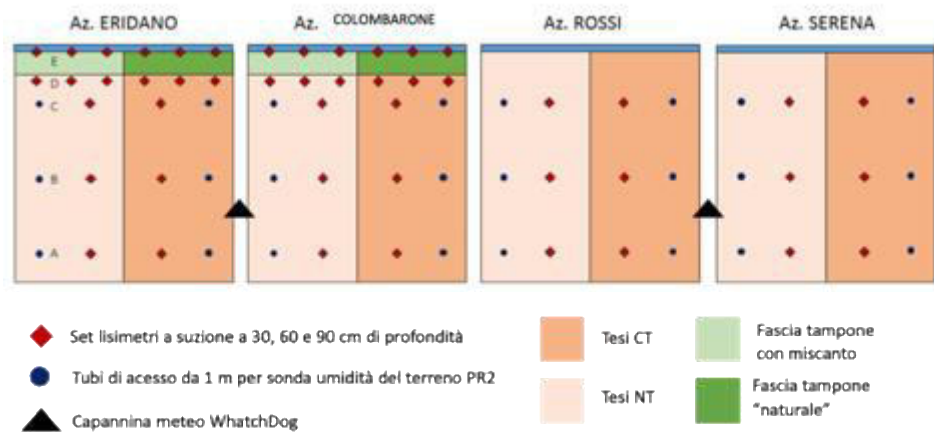
	<p>Di seguito foto degli impianti SDI e delle varie colture in rotazione nei vari campi del progetto CABIOS</p> <div data-bbox="448 309 916 521" style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>FOTO allegata in cartella <i>Foto relazione finale CABIOS</i></p> </div> <p>Parcelle sperimentali di confronto di irrigazione superficiale (SI - tesi CT) e sotto-superficiale (SDI) su mais nei campi del progetto CABIOS (anno 2017). SI: irrigazione superficiale con manichette con 1,40 m di interasse. Le tesi SDI si riferiscono ad un impianto di manichetta sottosuperficiale con profondità di 0.45 m profondità e 0.9 m di interasse. Le tesi SI per l'intera durata di CABIOS (2017-2019) corrispondono alla tesi convenzionale (CT). Le tesi SDI invece corrispondono alla tesi "conservativa" (NT)</p> <div data-bbox="448 801 916 1014" style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>FOTO allegata in cartella <i>Foto relazione finale CABIOS</i></p> </div> <p>Layout e descrizione di uno degli impianti di subirrigazione in CABIOS, momenti della posa e degli impianti di subirrigazione installati nei campi sperimentali di CABIOS</p> <div data-bbox="448 1081 916 1294" style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>FOTO allegata in cartella <i>Foto relazione finale CABIOS</i></p> </div> <p>Immagini delle varie semine/raccolte/stato delle colture nei vari campi di CABIOS lungo i tre anni di durata del progetto</p>
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</p>	<p>Tutte le attività realizzate sono risultate in linea con il progetto originario. Vi è stato solo un cambio di coltura nelle rotazioni: orzo al posto di frumento nell'azienda Eridano nell'autunno 2017, dopo orzo è stato seminato un mais di secondo raccolto sempre nell'azienda Eridano. Questo cambiamento è legato alla necessità di approvvigionamento di tale biomassa per soddisfare i fabbisogni dell'impianto di biogas aziendale da IMW. Nell'azienda agricola Eridano nell'autunno del 2019 causa piogge abbondanti non si è riuscito a seminare le cover crop.</p> <p>Altre criticità evidenziate sono state la fornitura dei servizi agricoli quali semine e raccolte. Nelle varie aziende i seguenti cambi di fornitore sono stati eseguiti (nuovi preventivi allegati e nessuna variazione di prezzo rispetto ai preventivi originali): Le aziende <u>Colombarone</u> e <u>Eridano di Zermani F.lli S.S. Società Agricola</u> si sono avvalse delle prestazioni della ditta Tassini s.n.c. di Silva Christian, al posto di Consorzio Agrario Terrepadane, per la stesura delle manichette dell'impianto SDI come da preventivo allegato.</p> <p>L'Azienda Agricola <u>Eridano di Zermani F.lli S.S. Società Agricola</u>, si è avvalsa delle prestazioni lavorative della ditta Tassini s.n.c. di Silva Christian, Manuel e Alan per la semina del mais, (28/03/2017- Fattura 0182/2017 del 02/11/2017) e della ditta Cuneomario & figli s.r.l. per la raccolta (13-14/08/2017- fattura 205/01 del 20/11/2017), in quanto in quei periodi la ditta Ferrari Sergio e Luciano s.n.c ne era impossibilitata causa alta concentrazione di lavoro per entrambe le operazioni. Entrambi i nuovi preventivi sono allegati.</p> <p>Le Aziende Agricole Rossi <u>Giorgio e Rossi Maurizio S.S. Società Agricola</u> e <u>Società Agricola Serena Tranquillo Impresa Individuale</u> si sono avvalse delle prestazioni</p>

	<p>lavorative della ditta Batticechia) per la raccolta del mais (18-19/08/2017) in quanto in quel periodo la ditta Ferrari Sergio e Luciano s.n.c ne era impossibilitata causa alta concentrazione di lavoro. La raccolta del mais 2017 presso le Aziende Agricole <u>Rossi Giorgio e Rossi Maurizio S.S. Società Agricola</u> e Società Agricola <u>Serena Tranquillo Impresa Individuale</u>, ha avuto lo scopo di produrre insilato integrale di mais (“pastone”) al posto di quello tradizionale in quanto, il surplus produttivo di quest’ultimo creatosi nella provincia di Piacenza, ne avrebbe reso impossibile lo stoccaggio in trincea presso l’impianto di Biogas Riesco a cui le due aziende sono consorziate e conferiscono la biomassa. Il consorzio Riesco è consultabile a questo link https://www.gruppogeoland.com/consorzioriesco.html e http://www.aziendaagricolarossi.eu . La raccolta dell’insilato integrale di mais ha interessato esclusivamente la parte di appezzamento “conservativo” caratterizzato dalla messa in opera della subirrigazione (SDI).</p> <p>Le aziende agricole hanno eseguito le semine su sodo di soia, frumento e cover crop negli appezzamenti con “agricoltura conservativa) con un fornitore differente da quello indicato in fase di approvazione del progetto. E’ stata utilizzata una seminatrice da sodo a 20 file (Bertini Modello 22.000) della Ditta Passera Mauro. A seguito di prove condotte con la seminatrice della ditta Ferrari Sergio e Luciano le aziende agricole e i tecnici dell’università hanno convenuto sul cambio fornitore in quanto con il modello Bertini il solco di semina e il taglio dei residui colturale avveniva in maniera più idonea. Dopo le prime prove avvenute con successo con la prima semina del frumento nell’autunno dell’anno 2017 si è deciso di continuare con l’utilizzo di tale seminatrice da sodo alla semina anche con le due semine di cover e della soia. L’acquisto da parte delle Aziende Agricole <u>Rossi Giorgio e Rossi Maurizio S.S. Società Agricola</u> e Società Agricola <u>Serena Tranquillo Impresa Individuale</u> delle sementi di cover crop (segale sito 70 e vecchia villosa) per gli anni 2018 e e 2019 sono stati eseguiti presso il consorzio agrario Terrepadane in quanto in entrambi i casi la disponibilità immediata della semente era ideale per la semina tempestiva di tali miscugli. Al contrario i tempi di attesa della ditta vincitrice MMD s.r.l. non erano idonei alla tempestiva semina autunnale di tali miscugli.</p>
Attività ancora da realizzare	

Azione	AZIONE 2– Creazione di fasce tampone bioenergetiche
Unità aziendale responsabile	UCSC - DIPROVES
Descrizione delle attività	<p>L'azione ha previsto l'implementazione di fasce tampone bioenergetiche sui margini in 2 delle aziende agricole appartenenti al GOI ricadenti in zona vulnerabili ai nitrati (ZVN). La coltura scelta per le fasce tampone bioenergetiche è una coltura poliennale rizomatosa, il miscanto (<i>Miscanthus x giganteus</i> L.). Le fasce sono state individuate lungo i margini dei campi ove il flusso perpendicolare dell'acquifero è rivolto verso il canale e adiacenti alle tesi conservative (NT) (Immagini sotto). In totale sono state creati rispettivamente 1000m e 450 metri lineari di fasce tampone di larghezza variabile da 2 a 5 m. Due piccole tratti di fasce tampone adiacenti alle parcelle conservative NT sono state create presso l'azienda agricola Eridano e due piccole fasce tampone presso i campi dell'azienda agricola Colombarone (uno in località Caorso, lungo il torrente Chiavenna e uno lungo un colatore in località Muradolo). La larghezza di 5m ove possibile crearla è quella dettata per le fasce tampone in regione Emilia Romagna (D. M. 27417 del 22 dicembre 2011). Le fasce tampone sono state installate solo di fronte al sistema di agricoltura conservativa, mentre nel sistema convenzionale i margini dei campi verranno coltivati seguendo le pratiche comuni (fascia tampone naturale). La procedura d'installazione ha seguito le pratiche agronomiche adottate all'interno del progetto ministeriale HEDGE-BIOMASS condotto da UCSC nel triennio 2012-2015. erpice a dischi/o rotante (20cm di profondità) e trapianto alla densità di 1.5 rizomi per m² con interfila di 70 cm. Nessuna irrigazione, fertilizzazione e impiego di pesticidi è stata fatta lungo le fasce tampone in accordo alle normative regionali. Le fasce tampone sono state installate nei mesi di marzo-aprile 2017 attraverso una trapiantatrice da patate a dischi rotanti modificate (ditta Ferrari Sergio con l'aiuto del personale UCSC. Una sarchiatura è stata effettuata a 1-2 mesi dal trapianto per favorire l'attecchimento dei rizomi. La raccolta è avvenuta nei mesi invernali (febbraio 2018 e gennaio 2019) attraverso trinciatura, andanatura e imballatura.</p>  <p>Localizzazione delle 4 fasce tampone bioenergetiche con miscanto presso le aziende agricole Eridano (1 e 2, rispettivamente di 350 e 650 metri lineari) e Colombarone (3 e 4, rispettivamente di 250 e 200 metri lineari)</p>

	<div data-bbox="480 210 948 421" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>FOTO allegata in cartella <i>Foto relazione finale CABIOS</i></p> </div> <div data-bbox="970 232 1414 315" style="margin-top: 10px;"> <p>Immagini delle fasce tampone bioenergetiche nelle aziende Eridano (foto b) e Colombarone (a,c, e d)</p> </div> <div data-bbox="480 557 948 768" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>FOTO allegata in cartella <i>Foto relazione finale CABIOS</i></p> </div> <div data-bbox="970 535 1414 786" style="margin-top: 10px;"> <p>Momenti dell'installazione delle fasce tampone bioenergetiche (1: scarico trapiantatrice ditta Ferrari Sergio, 2: scarico big bags con rizomi di Miscanto della ditta Terravesta, 3: erpicatura prima del trapianto, 4: trapianto rizomi con personale UCSC presso azienda agricola Eridano, 5: particolare del rizoma di miscanto, 6: : trapianto rizomi con personale UCSC presso azienda agricola Colombarone</p> </div>
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</p>	<p>Le attività realizzate nei campi prova sono risultate in linea con il progetto originario. L'unica variazione è stata la riduzione della larghezza della fascia tampone bioenergetica presso l'azienda agricola Eridano (fascia numero 1) in quanto lo spazio a disposizione dopo l'installazione dell'impianto SDI non permetteva la creazione di una fascia tampone di 5 m di larghezza. Questa avrebbe rischiato di danneggiare la funzionalità dell'impianto (layflat fuori suolo, sfiati etc) durante la fasi di sfalcio, andatura e fienagione del miscanto. Le fasce sono state ridotte a 1.5 m di larghezza (2 file di miscanto) e il restante materiale (rizomi) è stato utilizzato per la creazione di altrettanti 200 metri lineari di fascia tampone di 1.5 m lungo un altro canale di irrigazione dell'azienda agricola Eridano (fascia numero 2)). Anche in questo campo nell'azione 3 sono state stimate le produzioni di miscanto in quanto il terreno, il sesto d'impianto e l'epoca di trapianto erano le medesime.</p>
<p>Attività ancora da realizzare</p>	

<p>Azione</p>	<p>AZIONE 3 – Installazione del dispositivo sperimentale per il monitoraggio della qualità dell'acqua e del suolo</p>
<p>Unità aziendale responsabile</p>	<p>UCSC - Diproves</p>
<p>Descrizione delle attività</p>	<p>Per monitorare l'impatto dell'agricoltura conservativa e delle fasce tampone bioenergetiche sul contenimento del rilascio di nitrati e dei pesticidi nei corpi idrici superficiali e sottosuperficiali sono stati installati nei vari campi sperimentali una serie di lisimetri a coppa porosa. Questi strumenti hanno permesso di campionare la soluzione circolante del suolo che è poi stata analizzata in laboratorio nell'azione 4. Il personale UCSC ha condotto una campagna di lavori in campo attraverso la quale si è potuto ottenere il seguente dispositivo sperimentale (24 set di lisimetri 4 lisimetri ciascuno a diverse profondità) per il campionamento della soluzione circolante, 24 diversi punti di monitoraggio dell'umidità del suolo con sonda multilivello, 2 capannine meteo per la raccolta dei dati meteorologici).</p>



Layout sperimentale del dispositivo di monitoraggio della qualità dell'acqua presso i campi sperimentali delle aziende agricole di CABIOS. Tre set di lisimetri per tesi per azienda agricola sono stati installati presso i punti georeferenziati A,B,C. I punti E e D si riferiscono ai set di lisimetri per campionare il deflusso subsuperficiale che intercettano le fasce tampone. I tubi di accesso per la sonda multilivello per la determinazione del contenuto volumetrico d'acqua del suolo sono stati installati per monitorare l'efficienza di risalita capillare dell'acqua irrigua con sistema d'irrigazione convenzionale (manichetta superficiale - SI) vs innovativo (subirrigazione - SDI).

FOTO allegata in cartella
Foto relazione finale CABIOS

I tubi di accesso per l'utilizzo della sonda di umidità multilivello e i lisimetri a suzione sono stati installati subito dopo la messa in posa dell'impianto di subirrigazione durante il primo anno di monitoraggio (stagione colturale mais 2017). Nelle 4 aziende agricole (Colombarone solo nel campo muradolo) sono stati installati nelle tesi SDI-NT e CT in diverse posizioni del campo un set di lisimetri e un tubo di accesso a diverse distanze dal centro della manichetta come da immagine sottostante. Questo è stato fatto per ognuna delle tesi irrigue: SDI (100% FC e 70%FC) e tesi irrigua convenzionale (SI-manichetta superficiale). Questo schema di campionamento ha permesso nell'azione 4 di ricavare i dati 2D a diverse profondità del suolo e a diverse distanze dalla manichetta (sia interrata che superficiale).

FOTO allegata in cartella
Foto relazione finale CABIOS

Un esempio della relativa posizione georeferenziata del set di lisimetri e tubi di accesso per la misurazione del contenuto idrico volumetrico del suolo in funzione della tipologia di irrigazione (subirrigazione vs manichetta superficiale) è riportato nella figura sottostante.

Particolare dei punti di monitoraggio dell'umidità del suolo presso l'azienda agricola Eridano. I punti A,B e C si riferiscono alla distanza dalla manichetta (si veda immagine sopra)

FOTO allegata in cartella
Foto relazione finale CABIOS

<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</p>	<p>Nel 80% dei casi sia i lisimetri che i tubi di accesso sono stati installati correttamente. Tuttavia, nelle tesi CT in seguito alla necessità delle lavorazioni del suolo per la preparazione del letto di semina, diverse volte nella fase di reinstallazione è stato difficoltoso, soprattutto a 15 e 30 cm di profondità ricreare le medesime condizioni di contatto tra coppa porosa e suolo circostante e tubo di accesso e suolo lungo l'intero profilo di 1 metro di suolo. Diversi tentativi hanno portato alla risoluzione dei problemi.</p> <p>L'installazione dei lisimetri in generale ha incontrato alcuni problemi in fase di installazione soprattutto nei terreni più limosi dell'azienda Rossi e in quelli più sabbiosi dell'azienda Eridano. In particolare le seguenti fasi operative hanno necessitato di particolare attenzione: i) preparazione del foro da trivellazione, ii) preparazione della malta di silicio, al fine di creare un continuum tra il lisimetro ed il suolo circostante, iii) inserimento del letto di malta e in fine evacuazione del lisimetro.</p> <p>Per quanto riguarda le sonde di umidità l'installazione di tubi di accesso da 1 m attraverso il kit di installazione fornito dalla ditta prescelta è risultato essere efficiente.</p> <p>Per quanto riguarda le capannine meteo sono state posizionate presso le aziende Colombarone ed Eridano, in quanto una capannina della stessa tipologia in zona Podenzano era già disponibile e funzionante (gestita da UCSC) in zona Podenzano. Tuttavia, le due capannine installate hanno subito interruzioni nell'acquisizione dei dati. Diverse volte animali selvatici (lepri e cinghiali) ed eventi atmosferici estremi (raffiche >100 km/h) hanno interrotto l'acquisizione dei dati. I gap sono stati colmati attraverso l'acquisizione dei medesimi parametri con i dati delle capannine disponibili in rete ufficiali più vicine.</p>
<p>Attività ancora da realizzare</p>	

<p>Azione</p>	<p>AZIONE 4 – Monitoraggio dell'efficienza delle fasce tampone a contenere l'inquinamento dei corpi idrici da nitrato e pesticidi</p>
<p>Unità aziendale responsabile</p>	<p>UCSC - Diproves</p>
<p>Descrizione delle attività</p>	<p>Una volta installati i lisimetri nell'azione 3 è cominciata la campagna di campionamento della soluzione circolante del suolo interessata dal flusso sub-superficiale dal pieno campo verso le fasce tampone. Sono stati campionati i lisimetri prima e dopo le 3 fasce tampone (una dell'azienda Eridano e due dell'Azienda Colombarone). I campionamenti sono avvenuti sia nelle fasce tampone con miscanto di fronte ai campi con agricoltura conservativa (NT) che in quelle di "controllo" naturali con di fronte i campi con la tesi onvenionale (CT). Sui lisimetri ogni volta prima del campionamento è stato fatto il vuoto con apposita pompa e campionati poi il giorno successivo (max 2 giorni dopo) con siringa da 50ml e il campione di soluzione circolante immediatamente trasportato in lab in tubi da 50mL 0 15 mL a seconda del volume campionato.</p>

FOTO allegata in cartella
Foto_relazione_finale_CABIOS

1: creazione del vuoto nei lisimeetri il giorno prima del campionamento, 2: campionamento della soluzione circolante in un lisimetro a 30 o 60 cm, 3: campionamento con pompa della soluzione circolante dai lisimetri a 90 cm, 4) campioni portati in laboratorio, 5) filtrazione a vuoto a 0.45 um, 6) piastratura di 300 ul per l'analisi del contenuto die nitrati al lettore di

micropiastre Biotek Synergy 2, Winooski, VT, USA

I suoli rappresentativi delle fasce tampone sono stati categorizzati come franco e limoso argilloso. Le profondità di campionamento quando possibile sono state campionate 30cm, 60cm e 90 cm. La frequenza del campionamento è riportata nelle due tabelle sottostanti.

Tabella dei valori di nitrati nella soluzione circolante prima (INPUT) e dopo le fasce tampone nelle varie date di campionamento nei due suoli ove le fascate tampien con miscanto e naturale sono state installate. I valori sono da riferirsi alla media delle n=3 profondità di campionamento (30,60 e 90cm) e su n=3 repliche biologiche.

Tesi	INPUT	20/05/2017	17/06/2017	02/08/2017	10/10/2017	25/03/2018	18/06/2018	20/10/2018	02/03/2019	12/05/2019	10/09/2019	11/11/2019
NT	maia	79.5	92.7	25.7	67.7	90.7	18.5	34.7	10.7	40.7	18.6	50.6
	maia	54.2	11.2	29.6	44.9	22.9	22.8	34.7	34.2	50.4	37.6	48.4
	suolo nudo											
CT	frumento	80.6	94.8	29.4	72.5	32.9	29.6	35.0	11.4	43.6	19.1	49.6
	cover	67.8	13.2	34.5	56.7	25.1	30.0	47.0	48.1	57.2	51.7	66.0
	suolo nudo											
Fasce tampone (FT)		20/05/2017	17/06/2017	02/08/2017	10/10/2017	25/03/2018	18/06/2018	20/10/2018	02/03/2019	12/05/2019	10/09/2019	11/11/2019
FT miscanto	franco sabbioso NT	73.8	87.8	26.4	56.8	90.9	13.3	25.3	8.4	25.7	6.7	39.6
	limoso argilloso NT	13.8	8.2	17.7	20.5	16.5	17.2	25.0	29.0	35.2	35.4	27.7
FT naturale	franco sabbioso CT	66.5	80.9	21.0	58.2	23.4	15.9	26.3	11.1	25.6	11.2	36.8
	limoso argilloso CT	22.6	6.8	24.2	22.2	21.8	24.7	32.0	42.3	46.0	38.0	40.8

La soluzione circolante campionata, una volta portata in laboratorio, è stata filtrata a 0.45 µm e se non analizzata il giorno stesso è stata congelata a -18°C. Sui campioni è stata determinato il contenuto di nitrati (NO₃-N) attraverso lettura differenziale nello spettro UV (220 e 275 nm) su micropiastre da 96 pozzetti, mentre i pesticidi (glifosate, suo metabolita AMPA e i vari erbicidi utilizzati nel pieno campo) sono stati analizzati tramite estrazione e determinazione con GC-MS e HPLC.

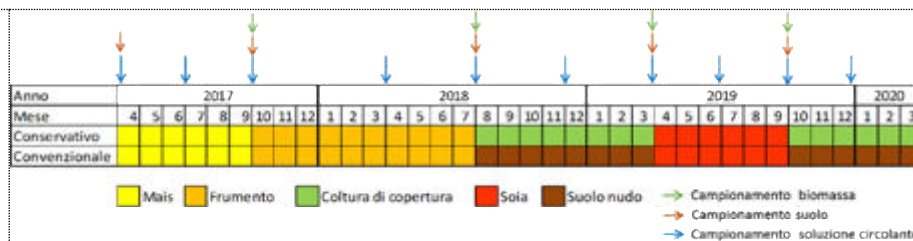
I dati di nitrati pesticidi prima e dopo le fasce tampone, rilevati alle varie profondità, hanno permesso calcolare un robusto indice di abbattimento delle sostanze inquinanti di origine agricola da parte delle fasce tampone attraverso la seguente formula:

$$\% \text{ Rimozione}_{i,p} = \frac{\text{conc}_D - \text{conc}_E}{\text{conc}_D} \cdot 100$$

dove i indica l'inquinante i-esimo di origine agricola (nitrato o pesticida d'interesse), p indica la profondità di campionamento (30, 60 e 90 cm) e conc. Indica la concentrazione espressa in mg l⁻¹ dell'inquinante i-esimo prima (D) e dopo (E) la fascia tampone.

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

Le attività realizzate nei campi prova sono risultate in linea con il progetto originario.



Durante le fasi di creazione del vuoto diversi lisimetri non venivano caricati correttamente, per questa ragione le repliche biologiche del campione sono state ottenute da un subcampione dei lisimetri campionati oppure un nuovo campionamento è stato ripetuto il prima possibile. Ulteriori criticità sono da riscontrarsi nella difficoltà dei suoli con frazione più grossolano (franca, franca sabbiosa) di ottenere dopo il vuoto un consistente volume di soluzione circolante per il campionamento. I pesticidi analizzati nei campioni derivanti dalle fasce tampone sono stati analizzati solo sui campioni dopo il primo mese dall'applicazione del pesticida di interesse in pieno campo in quanto oltre la concentrazione è sempre risultata essere inferiore al limite di rilevabilità dello strumento.

Attività ancora da realizzare

Azione	AZIONE 5 – Monitoraggio delle performance agro-ambientali dell'agricoltura conservativa
Unità aziendale responsabile	UCSC Diproves
Descrizione delle attività	<p>L'obiettivo di questa azione era quello di raccogliere tutti i dati sulla qualità del suolo, nitrati e pesticidi della soluzione circolante e i dati energetici delle operazioni di campo necessari per la valutazione delle performance agro-ambientali e energetiche dell'agricoltura conservativa.</p> <p>Nelle parcelle sperimentali CT e NT delle 4 aziende sono state condotte le seguenti attività di monitoraggio suddivise in quattro subazioni:</p> <p>Subazione 5a: campionamento e analisi di nitrati e pesticidi della soluzione circolante del suolo per la quantificazione dei fenomeni di lisciviazione nel sistema convenzionale e conservativo</p> <p>Subazione 5b: campionamento del suolo per la determinazione di indicatori di qualità chimica, fisica e biologica nel sistema convenzionale e conservativo</p> <p>Subazione 5c: monitoraggio della disponibilità idrica del suolo nel sistema convenzionale e conservativo</p> <p>Subazione 5d: raccolta dati agro-ambientali e energetici per il sistema convenzionale e conservativo.</p> <p>La subazione 5a è stata condotta nello stesso modo dell'azione 4. I set di lisimetri posizionati nelle parcelle CT e NT sono stati campionati e analizzati per il contenuto di nitrati e pesticidi nelle stesse date in cui i lisimetri prima e dopo le fasce dtampone dell'azione 4 sono state campionate. Le uniche date di campionamento che sono cambiate sono quelle relative al mais 2017 in cui un maggior numero di eventi di campionamento è stato condotto in tre delle 4</p>

aziende di CABIOS. Le tabelle sottostanti indicano le date dei campionamenti della soluzione circolante eseguiti ove solo i nitrati sono stati analizzati:

Azienda Eridano (F)	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	T ₁₄	T ₁₅	T ₁₆	T ₁₇	T ₁₈	T ₁₉	T ₂₀	T ₂₁	T ₂₂	T ₂₃	T ₂₄	T ₂₅	
Produzione 19/06	17/7	4/8																								
Contenuto idrico volumetrico del suolo	24/4	3/5	9/5	21/5	2/6	3/6	4/6	9/6	15/6	23/6	22/6	24/6	26/6	25/6	30/6	5/7	6/7	30/7	19/7	25/7	26/7	28/7	3/8			
NO ₃ soluzione circolante	24/4	3/5	17/5	3/6	4/6	22/6	6/7	20/7	17/8																	
NO ₃ nel suolo	24/3	17/7	5/8																							

Azienda Rossi (FI)	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	T ₁₄	T ₁₅	T ₁₆	T ₁₇	T ₁₈	T ₁₉	T ₂₀	T ₂₁	T ₂₂	T ₂₃	T ₂₄	T ₂₅	
Produzione 19/06	16/7	7/8																								
Contenuto idrico volumetrico del suolo	11/4	12/4	20/4	25/4	15/5	24/5	3/6	4/6	9/6	15/6	19/6	21/6	22/6	25/6	17/7	20/7	21/7	25/7	26/7	31/7	30/8					
NO ₃ soluzione circolante	12/4	25/4	3/5	21/5	20/7	21/7	15/8																			
NO ₃ nel suolo	24/3	17/7	21/8																							

Azienda Colombarone (LA)	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	T ₁₄	T ₁₅	T ₁₆	T ₁₇	T ₁₈	T ₁₉	T ₂₀	T ₂₁	T ₂₂	T ₂₃	T ₂₄	T ₂₅	
Produzione 19/06	3/8	18/8																								
Contenuto idrico volumetrico del suolo	24/7	3/5	2/5	8/6	9/6	15/6	21/6	22/6	23/6	30/6	3/7	6/7	7/7	30/7	25/7	28/7	29/7	31/7	11/8	20/8						
NO ₃ soluzione circolante	3/5	22/6	23/6	3/7	20/7	28/7	29/7	10/8																		
NO ₃ nel suolo	25/3	21/7	20/8																							

L'indicatore redatto per ogni stagione colturale è calcolato sotto forma di riduzione percentuale del sistema conservativo (NT) rispetto al sistema convenzionale nella lisciviazione di nitrati e pesticidi lungo il profilo del suolo.

Si riportano ad esempio nella tabella sottostante i valori medi di concentrazione (ng/l) degli deli glifosate, suo metabolita AMPA e degli erbicidi pre e post emergenza su mais 2017, frumento 2018 e leguminosa 2019. I dati si riferiscono alla media dal primo mese di applicazione nella soluzione circolante del suolo a 90 cm. Dopo 1 mese tutti i livelli sono risultati sempre essere sotto il limite di rilevabilità dello strumento.

Tesi	Suolo	Glyphosate	AMPA	Mais	Frumento	Soia/Fagiolino media pre post
CT	Franco sabbioso	452	341	16.4	55.3	125.4 66
CT	Franco limoso	209	72	14.7	17.5	n.d. 11
CT	Limoso argilloso	142	34	n.d.	n.d.	n.d. 0
NT	Franco sabbioso	729	491	14.3	45.1	89.4 50
NT	Franco limoso	286	101	12.6	9.7	n.d. 7
NT	Limoso argilloso	209	41	n.d.	n.d.	n.d. 0

Per quanto riguarda la **subazione 5b** il suolo è stato campionato nelle diverse aziende del progetto CABIOS all'inizio della prova (marzo 2017), dopo il frumento (luglio 2018) e dopo la leguminosa a ottobre 2019. Attraverso l'uso di un cilindro carotatore tre repliche per tesi in ogni azienda sono state prelevate. I campioni di suolo sono stati divisi in due strati (0-10cm e 10-30 cm). Tuttavia, dopo l'analisi dei primi risultati dei campioni del 2018 su alcuni parametri di qualità biologica del suolo (i più sensibili al cambiamento delle pratiche di gestione del suolo) si è deciso di analizzare solo lo strato 0-10cm in quanto le differenze tra CT e NT erano attendibili nel breve periodo (2 anni dall'inizio della prova) sullo strato superficiale di suolo. Per tale motivo i risultati che verranno presentati sono relativi allo strato 0-10 cm e raggruppati per le tre tipologie di suolo (suolo franco: azienda Eridano e Colombarone-Caorso, suolo franco limoso: aziende Rossi e Serena, suolo limoso argilloso: Azienda Colombarone-Muradolo). I parametri misurati di qualità biologica, fisica e chimica sui campioni di suolo raccolti sono stati i seguenti (in corsivo la metodica e sottostante immagine):

- pH: pHmetro con rapporto 1:2 suolo:acqua;
- AWC (acqua disponibile): determinazione con metodo gravimetrico con piastre di Richards del punto di appassimento e della capacità di campo
- P assimilabile: estrazione con NaHCO₃ e determinazione per via spettrofotometrica con verde malachite (lettore micopiastre da 384 pozzetti Biotek Synergy 2);

FOTO allegata in cartella
Foto relazione finale CABIOS

- C organico totale: combustione tipo Dumas con analizzatore elementare (Vario Max CN, Elementar, Monza, Italia);
- C attivo: estrazione con permanganato di potassio e determinazione per via spettrofotometrica (lettore micopiastre da 384 pozzetti Biotek Synergy 2);

FOTO allegata in cartella
Foto relazione finale CABIOS

- dsDNA: estrazione con fosfato sodico e quantificazione selettiva del DNA a doppia elica mediante il reattivo Pico-Green per via fluorimetrica (lettore micopiastre da 384 pozzetti Biotek Synergy)
- attività enzimatiche: le attività enzimatiche vengono determinate in estratti di suolo in micropiastra da 384 con substrati fluorogenici (derivati del 4-metil-umbelliferone e dell'aminometilcumarina).

FOTO allegata in cartella
Foto relazione finale CABIOS

- Indice contenuto proteine del suolo: estrazione con sodio citrato, autoclavazione dell'estratto centrifugato del suolo e determinazione per via spettrofotometrica su micropiastre da 384 tramite kit di quantificazione delle proteine (BCA);

FOTO allegata in cartella
Foto relazione finale CABIOS

- Lombrichi: determinazione del contenuto di lombrichi (individui per m²) tramite estrazione sequenziale con soluzione di AITC e conta manuale lombrichi emersi
- Densità apparente: metodo del cilindro volumetrico e determinazione tramite contenuto gravimetrico dell'acqua

FOTO allegata in cartella
Foto relazione finale CABIOS

- Resistenza alla penetrazione: misurazione tramite penetrometro Ejelkamp
- Stabilità degli aggregati: setacciatura ad umido di suolo setacciato all'aria (8mm) per la determinazione della frazione di macroaggregati stabili (2-0.250 mm)

I dati misurati per ogni indicatore sono stati poi utilizzati nell'azione 6 per la costruzione di un indice complessivo di salute del suolo per il sistema conservativo e convenzionale.

Per quanto riguarda la **subazione 5c** è stata misurata l'umidità del suolo in particolare nel primo anno ove si sono concentrati gli sforzi per valutare l'efficienza di risalita capillare dell'impianto di subirrigazione. Durante la stagione colturale del mais 2017 l'umidità del suolo nei due sistemi di irrigazione (subirrigazione e manichetta superficiale) è stata monitorata nei tubi di accesso installati secondo lo schema presentato nell'azione 3. Le date di campionamento sono risultate essere quelle della tabella soprastante. In alcune date dopo un evento di irrigazione sugli n= 9 punti di misurazione per azienda agricola è stata misurata l'umidità a diverse ore dall'inizio dell'evento di irrigazione. Questo ha permesso di ottenere un dataset di dati utili alla validazione/calibrazione del modello DAISY per la tecnica della subirrigazione e la valutazione dell'efficienza di risalita spazio temporale 2D dell'acqua irrigua in SDI nelle diverse tipologie di suolo di CABIOS

Un esempio dei dati raccolti lungo la stagione colturale del mais alle diverse profondità nell'azienda Eridano relativamente alla tesi NT-SDI.

FOTO allegata in cartella
Foto_relazione_finale_CABIOS

Questo invece è un esempio della risalita capillare durante un evento di subirrigazione nei diversi suoli delle aziende agricole di CABIOS (video <https://www.youtube.com/watch?v=GqrU7duYgJM>)

FOTO allegata in cartella *Foto_relazione_finale_CABIOS*

Dinamica spazio temporale 2D della risalita capillare lungo il profilo di suolo (valutato attraverso il contenuto idrico volumetrico) di un evento irriguo nelle tre aziende di CABIOS con suoli a tessitura differente. Azienda 1: suolo franco Az. Eridano , Azienda 2 Franco limoso Az. Rossi e Azienda 3: limoso argilloso Az. Colombarone. In ogni grafico in basso a sinistra è riportato il coefficiente di uniformità (CU). In rosso è riportata la capacità di campo e i numeri nei grafici rappresentano le isolinee del contenuto idrico volumetrici

La subazione 5d ha interessato il personale UCSC nella raccolta dei dati agronomici, energetici per i due sistemi agricoli nei tre anni di svolgimento del progetto. In ognuna delle aziende agricole UCSC in collaborazione con gli agricoltori sono stati raccolti i seguenti dati: dati metereologici dalle

capannine meteo installate nell'azione 3 (utilizzati poi nel modello DAISY nell'azione 6), produzioni delle fasce tampone e delle colture in pieno o campo (raccolta dati su sostanza secca prodotta e asportazioni di N della biomassa epigea raccolta -vedi foto sotto), dati agronomici e dati energetici (tabella sotto) legati alla coltivazione e la produzione di biogas (es. quantità/dosi delle sementi, dei concimi e diserbi e tutti i consumi energetici delle fasi di irrigazione, semina, raccolto etc). Tali informazioni sono state poi utili alla redazione finale dei bilanci previsti nell'azione 6.



Area di raccolte sperimentali per la determinazione della produzione (Mg sostanza secca ha^{-1}) di mais e cover crop rispettivamente nell'azienda Eridano (sx) e Paraboschi -campo Caorso (dx).

FOTO allegata in cartella
Foto_relazione_finale_CABIOS

Esempi dei dati di input energetici raccolti per l'Azienda Rossi nella coltivazione del mais (anno 2017) con subirrigazione (SDI).

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

Le attività realizzate nei campi prova sono risultate in linea con il progetto originario. Il numero di campioni della soluzione circolante è variato rispetto all'atteso in quanto durante il primo anno (mais 2017) vi è stato un aumento della frequenza di campionamento in quanto nel pieno campo vi sono stati diversi eventi di fertirrigazione (urea) con la subirrigazione e si è voluto vedere il potenziale della subirrigazione nel contenere o meno la lisciviazione dei nitrati. Stesso discorso vale per la misurazione del contenuto di umidità. In questo caso è risultato fondamentale concentrare gli sforzi di misurazione il primo anno in quanto dei tre anni il mais 2017 è quello che subito il maggior numero di eventi di subirrigazione. Questo ha permesso di ricostruire in maniera corretta la dinamica di risalita capillare dell'acqua irrigua in funzione della tipologia di suolo da un lato, e dall'altro validare il modello DAISY per la tecnica della sub irrigazione. Relativamente ai campioni di suolo è stato ridotto il numero di campionamenti da 5 a 2 (iniziale-marzo/aprile 2017 e finale-set/ott 2019), in quanto dopo il campionamento di giugno 2017 (raccolta del frumento) non vi sono osservate differenze significative nei valori degli indicatori di qualità di suolo tra NT e CT che comunemente sono considerati i più sensibili alle pratiche di gestione del suolo (esempio dsDNA e C attivo). Per questo motivo si è deciso di campionare solamente a fine prova

	lo strato 0-10 cm. La lista di indicatori di qualità del suolo misurati sono rimasti invariati ad eccezione dell'N totale che è stato sostituito con un indicatore fisico di qualità del suolo: l'acqua disponibile (AWC).
Attività ancora da realizzare	

Azione	AZIONE 6 –Costruzione di un set di indicatori per la valutazione delle performance agro-ambientali delle tecniche colturali adottate
Unità aziendale responsabile	UCSC Diproves
Descrizione delle attività	<p>I dati raccolti nelle azioni 3, 4 e 5 sono stati utilizzati nell'azione per svolgere le seguenti attività:</p> <p>Subazione 6a Redazione di schede di salute del suolo per le aziende del piano operativo;</p> <p>Subazione 6b Calcolo del bilancio azotato aziendale e del bilancio idrico del suolo;</p> <p>Subazione 6c Bilancio energetico e ambientale a livello aziendale</p> <p>All'interno della subazione 6a un indice di salute del suolo (Soil Health Index - SHI) è stato calcolato con un metodo di trasformazione degli indicatori di qualità biologica, fisica e chimica del suolo. Questo ha permesso di identificare la capacità dell'agricoltura conservativa di migliorare o meno rispetto all'agricoltura convenzionale i vari aspetti della qualità del suolo o la salute del suolo in generale. Il metodo di calcolo utilizzato è quello dello SMAF (Soil Management Assessment Framework)(Andrews et al. 2004). La fase di raccolta dei dati (Azione 5) si è basata sulla misurazione di 12 indicatori di salute del suolo fisica (n=3), chimica (n=3), biologica (n=6). Ogni valore misurato è stato trasformato in un punteggio attraverso l'utilizzo di scoring algorithms che riflettono la performance della funzione ecologica associata all'indicatore. Per ogni indicatore è stata applicata la funzione di trasformazione sito-specifica che teneva conto della tessitura, pH e livello di sostanza organica del suolo. E' stato calcolato poi il punteggio di qualità biologica, chimica e fisica mediando i punteggi dei vari indicatori e quello complessivo. Le soglie utilizzate per la determinazione della classe di qualità sono le seguenti: 0-0.3 classe di qualità scarsa, 0.3-0.7 classe di qualità media e 0.7-1 classe di qualità ottima.</p> <div data-bbox="496 1697 1058 1845" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">FOTO allegata in cartella <i>Foto_relazione_finale_CABIOS</i></p> </div> <div data-bbox="1082 1742 1412 1798" style="margin-left: 20px;"> <p>Fasi del calcolo del punteggio dei singoli indicatori di qualità del suolo</p> </div> <p>Esempio di database per le 4 aziende agricole di CABIOS dei dati di suolo misurati (obs) e trasformati (score) per i vari indicatori di qualità del suolo. Gli asterischi indicano una differenza</p> <div data-bbox="877 1935 1441 2078" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">FOTO allegata in cartella <i>Foto_relazione_finale_CABIOS</i></p> </div>

statistica significativa (* P<0.05, ** P<0.001) tra le tesi CT e NT.

FOTO allegata in cartella
Foto_relazione_finale_CABIOS

Esempio di scheda del suolo redatta per l'azienda agricola Eridano con tessitura del suolo franca. Gli asterischi indicano una differenza statistica significativa (* P<0.05, ** P<0.001) tra le tesi CT e NT.

Relativamente al calcolo del bilancio azotato aziendale e del bilancio idrico del suolo (Subazione 6b). Gli obiettivi di questa azione sono stati: 1) la valutazione della gestione sostenibile dell'azoto in agricoltura conservativa rispetto alla gestione in agricoltura convenzionale 2) la stima del bilancio idrico del suolo nel sistema convenzionale e conservativo per valutare l'effetto dell'irrigazione sotterranea ("subirrigazione") nel regime conservativo rispetto all'irrigazione per aspersione nel sistema convenzionale. L'efficienza dell'azoto è stata valutata attraverso il calcolo di diversi indici agronomici: l'efficienza di utilizzo (NUE), l'efficienza di assorbimento (NupE), e l'efficienza di conversione dell'azoto (NER). L'efficienza d'uso dell'acqua irrigua invece è stata calcolata per i due sistemi di irrigazione. Per la redazione del bilancio dell'N e quello idrico ci si è avvalsi dell'utilizzo di una piattaforma modellistica DAISY. Tra i modelli acqua-suolo-pianta-atmosfera *open-source* disponibili in letteratura che hanno mostrato delle buone performance nella comparazione di scenari di gestione irrigua vi è Daisy.

FOTO allegata in cartella
Foto_relazione_finale_CABIOS

Schema componenti modello Daisy

Diversi sono gli studi modellistici con Daisy condotti su differenti tecniche di irrigazione. Daisy è un modello meccanicistico e deterministico del sistema suolo-pianta-atmosfera sviluppato per simulare la crescita delle colture, il bilancio del calore e dell'acqua, il bilancio della sostanza organica, le dinamiche dell'ammonio, del nitrato ed il movimento di fitofarmaci sulla base di informazioni agroclimatiche e delle differenti pratiche di gestione del suolo. All'interno del bilancio dell'acqua vi è inoltre la possibilità di descrivere le dinamiche di risalita capillare attraverso un'ottima descrizione degli orizzonti del suolo basata sulle proprietà idrologiche del terreno come i parametri della curva di ritenzione idrica (modello Van Genuchten). Un aspetto particolarmente importante di Daisy risiede nella modalità con cui viene avviata e gestita una simulazione. Le simulazioni di DAISY per CABIOS si riferiscono al primo anno di mais 2017 ove si sono concentrati i maggiori sforzi di monitoraggio della soluzione circolante del contenuto idrico del suolo. I dati raccolti hanno permesso la calibrazione di DAISY nel contesto della subirrigazione e validare i dati per le tre tipologie di terreno presenti in CABIOS. Per tale ragione tre sono le tipologie di suolo: franco (Az. Eridano) limoso argilloso (Az. Colombarone – campo Muradolo) e franco limoso (Az. Rossi).

Il linguaggio di gestione di DAISY comprende due diversi elementi:

azioni di gestione diretta (es. *disk_harrowing, sow, fertilize, irrigate_surface*) che simulano una certa pratica agricola. Ognuno di questi comandi può prevedere uno o più parametri.

azioni condizionali, cioè affermazioni del tipo (es. *if-then-else* oppure *wait-until*)

Le istruzioni condizionali rendono possibile l'esecuzione delle pratiche agricole non solo ad una data prefissata ma avviandone l'esecuzione se si verificano certe condizioni che riguardano la pianta lo stato del suolo o entrambe.

Per tutte le simulazioni è stato adottato il seguente schema per i file setup:
File dei dati meteorologici. I dati sono stati acquisiti tramite stazioni automatiche poste in prossimità delle aziende sperimentali (stazioni WatchDog 2000ET).

Descrizione del suolo. In Daisy la descrizione del suolo è particolarmente importante e ha visto l'utilizzo di tutte le informazioni disponibili per tutti gli orizzonti di suolo descritti delle aziende agricole.

Parametrizzazione della coltura. Per la parametrizzazione della coltura mais è stata utilizzata la parametrizzazione di base (fornita nella libreria generale del modello) con alcune modifiche per alcuni parametri della fotosintesi per renderla verosimile rispetto ad un mais a ciclo tardivo, classe FAO700 per insilamento.

Comandi per pratiche colturali. Sono stati utilizzati i comandi disponibili per simulare nel modo più aderente possibile le pratiche adottate nella sperimentazione. Nel caso di sub-irrigazione i comandi sono leggermente più complessi in quanto devono tener conto dei parametri di progettazione dell'impianto SDI in questione: profondità e distanza tra manichette. Di seguito sono riportati i comandi utilizzati per descrivere la geometria 2D di due manichette (chiamate 'left-drip' e 'right-drip') poste a 40 cm di profondità e distanti 90 cm:

```
(defvolume left-drip box
  "The left drip point."
  (top finite -42.5 [cm])
  (bottom finite -47.5 [cm])
  (left finite 0 [cm])
  (right finite 5 [cm]) )

(defvolume right-drip box
  "The right drip point."
  (top finite -42.5 [cm])
  (bottom finite -47.5 [cm])
  (left finite 90 [cm])
  (right finite 95 [cm]) )
```

Dopo aver definito la geometria 2D delle manichette, i comandi per avviare una fertirrigazione con manichetta sotto-superficiale da effettuare l'11-giugno sono stati i seguenti:

```
(wait (mm_dd 06 11))
(irrigate_subsoil 1.4 [mm/h] (hours 8) (volume right-drip) (solute (NH4 167.4
  [mg N/l]) (NO3 55.8 [mg N/l]))) )
(irrigate_subsoil 1.4 [mm/h] (hours 8) (volume left-drip) (solute (NH4 167.4 [mg
  N/l]) (NO3 55.8 [mg N/l]))) )
```

Con le parametrizzazioni utilizzate per le simulazioni dello scenario di irrigazione deficitaria con subirrigazione (SDI 70% FC) è stata imposta una simulazione per accumulare informazioni su una scala temporale più ampia, basata sui dati meteo di 28 anni (periodo 1990-2017). L'azienda scelta per la simulazione pluriennale è stata l'azienda Rossi. La simulazione è stata condotta per esplorare gli effetti sulle variabili produttive ed ambientali ottenute con tutte le combinazioni date da sei diverse profondità: 20, 35, 50, 65, 80, 95 cm e da due distanze: 90 e 140 cm delle manichette. Le variabili considerate sono la produzione totale ($Mg\ ha^{-1}$), l'efficienza d'uso dell'acqua irrigua ($iWUE - kg\ S.S.\ m^{-3}\ irrigazione$) e la lisciviazione dei nitrati dal profilo del suolo a 1.5 m durante la stagione colturale ($kg\ N\ ha^{-1}$). Nella simulazione pluriennale è stato utilizzato un criterio di intervento di irrigazione condizionale, da effettuarsi quando l'acqua disponibile era minore del valore soglia 60% alla profondità di 30 cm. Inoltre, assumendo una disponibilità condizionata da turni irrigui, è stata aggiunta una restrizione che imponeva un tempo di attesa di 7 giorni tra una irrigazione e l'altra. Alle irrigazioni condizionali sono state aggiunte le quattro fertirrigazioni (a date fisse) già previste nello scenario SDI 70%FC dell'azienda Rossi. I dati raccolti nella sperimentazione condotta su mais nell'annata 2017 sono serviti per la validazione degli output delle simulazioni ottenute con la piattaforma modellistica DAISY. La validazione del modello DAISY è stata fatta per ogni azienda sulla tesi sperimentale subirrigazione (SDI 100%). La validazione del modello è stata effettuata sui dataset aziendali per i seguenti parametri: produzioni totali ($Mg\ ha^{-1}$), contenuto idrico volumetrico del suolo (%) e contenuto di nitrati ($mg\ NO_3-N\ L^{-1}$) nella soluzione circolante del suolo. La corrispondenza tra i valori osservati e quelli

simulati con DAISY è stata calcolata mediante i seguenti indici: il coefficiente di massa residua - *CRM*, il coefficiente di correlazione di Pearson - *r*, la pendenza - *slope*, l'efficienza della modellazione - *NSE* e lo scarto quadratico medio - *RMSE*. I risultati della simulazione pluriennale di Daisy per la tesi SDI dell'azienda Rossi sono stati utilizzati poi per calcolare la probabilità di superamento della produzione di un sistema SDI con interasse a 90 cm rispetto ad uno a 140 cm durante il periodo di simulazione 1990-2017.

La curva di probabilità di superamento (P_e ,%), fornisce un semplice mezzo per descrivere la probabilità di superare, o essere al di sotto, di un certo valore di interesse (e.g. certo livello produttivo, o quantitativo di azoto lisciviato annuo) o viceversa, quale delle pratiche confrontate sia quella ad avere valore maggiore per un certo parametro con una certa probabilità.

Per quanto riguarda la **Subazione 6c** i dati raccolti nelle azioni precedenti sono stati utilizzati per la realizzazione di un bilancio energetico semplificato a scala aziendale (from cradle to farm gate). Lo scopo di questo bilancio è stata la quantificazione delle performance energetiche (indice EROEI - Energy Return of Investment) e ambientali (impronta carbonica in kg CO₂-equivalenti) legate all'agricoltura conservativa abbinata alla coltivazione di specie erbacee poliennali (miscanto) in fasce tampone rispetto all'adozione di tecniche di agricoltura convenzionale. Per entrambi i sistemi di gestione dell'agroecosistema si è considerato la filiera di produzione di biogas dalle colture di pieno campo e dal miscanto in quanto le 4 aziende agricole sono tra loro consorziate nell'impianto di 1MW Riesco. Per entrambi i sistemi di coltivazione sono state calcolate le emissioni di GHG relative alle diverse fasi di coltivazione e il loro contributo relativo alle emissioni dell'intera filiera di produzione di biogas. E' stata inoltre condotta un'analisi dei costi energetici di un impianto SDI in funzione degli anni di utilizzo per individuare i vantaggi di risparmio energetico connessi a questa tecnica in comparazione alla manichetta superficiale (SI). A tale scopo è stata condotta un'analisi comparativa dei costi energetici (input) riferita alla superficie (GJ ha⁻¹) tra un impianto SDI e la manichetta superficiale in funzione degli anni di utilizzo. I costi energetici riguardanti fertilizzanti, pesticidi e le operazioni colturali di gestione della coltura sono esclusi dal calcolo in quanto considerati uguali tra SDI e SI.

L'analisi si è concentrata sul calcolo dei costi energetici diretti e indiretti. I costi diretti includono le voci "gasolio e olio lubrificante" consumati per le varie operazioni di stesura/rimozione manichette e quelle di "pompaggio acqua" da pozzo mediante centralina elettrica. I dati relativi ai consumi sono stati raccolti direttamente in campo e tramite interviste ai contoterzi/agricoltori che hanno svolto le operazioni. Il costo energetico in kWh del volume irriguo in m³ utilizzato è stato poi convertito in GJ ha⁻¹. È stato assunto che 1L di diesel contiene 35.9 MJ e che per un m³ d'acqua si consuma relativamente 12 MJ e 6.85 MJ rispettivamente con il sistema SDI e SI.

Il costo energetico delle manichette è stato calcolato attraverso la conversione dei kg di manichette in 1 ha di terreno con il fattore di conversione di 75 MJ per kg di manichetta.

I costi indiretti sono legati alla costruzione delle macchine e dei trattori per le operazioni sopracitate. I costi energetici delle macchine e la durata sono stati calcolati attraverso interviste ai contoterzi e raccolta dati dalle ditte costruttrici delle macchine/trattori utilizzati. Al fine di valutare la riduzione dei costi energetici con il sistema SDI rispetto al sistema SI è stata fatta una simulazione dei costi energetici pluriennali. La simulazione pluriennale dei costi energetici ha considerato una rotazione comune per la provincia di Piacenza (mais-pomodoro-coltura non irrigua). L'analisi dei costi energetici (GJ ha⁻¹) si è riferita alle voci di costo che si differenziano tra sistema subirrigazione (SDI) e manichetta superficiale (SI). Sono stati calcolati i costi energetici annui in funzione degli anni di impiego del sistema SDI fino ad un massimo di 15 anni di emivita. La rotazione colturale considerata è stata quella triennale mais-pomodoro-coltura non irrigua, dove il sistema SDI e SI veniva

	<p>utilizzato in soli due anni su tre. Il volume irriguo tra i due sistemi è stato il medesimo per le colture di mais (200mm) e pomodoro (250mm) con un impianto SDI a 90 cm di distanza tra le file e le interfile “convenzionali” delle manichette per mais e pomodoro con SI.</p>
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</p>	<p>Le attività realizzate nell’azione sono risultate incrementate e leggermente modificate rispetto al progetto originario.</p> <p>I maggior scostamenti, tutti in aumento cioè con un maggior numero di dati elaborati, sono stati nell’azione 6b. In questa subazione uno studio modellistico della subirrigazione è stato inserito in aggiunta i bilanci idrici e azotati calcolati attraverso il modello Daisy. Si è proceduto alla validazione e la calibrazione di un modello che ha permesso di creare una piattaforma modellistica per la corretta simulazione degli effetti della subirrigazione sulle rese colturali di un importante coltura come il mais e la produzione di scenari di simulazione pluriennale ai fini dell’identificazione dei parametri di progettazione degli impianti DI (distanza e profondità delle manichette). Questo è stato fatto perché all’interno del GOI crediamo come gestione dell’acqua è una tematica attuale considerando gli scenari di cambiamento climatico in atto nei nostri territori non solo a livello nazionale ma anche locale. L’obiettivo dichiarato di molte misure di sostegno all’interno del piano di sviluppo rurale PSR 2014-2020 della Regione Emilia Romagna, è quello di mitigare gli impatti del cambiamento climatico anche attraverso la sostituzione degli attuali impianti di irrigazione con altri a maggiore efficienza, puntando al risparmio dei volumi idrici utilizzati. L’analisi dei dati bioclimatici dell’annata 2017 ha offerto uno spunto di riflessione e di ricerca riguardo la possibilità di integrare tecniche irrigue ad alta efficienza all’interno di ordinamenti colturali che sempre più necessitano di adottare principi conservativi in tema di gestione di acqua, suolo e nutrienti. L’obiettivo in CABIOS è quello di ottimizzare l’uso dell’acqua e dei nutrienti, attraverso la riduzione dei volumi e dei costi energetici, pur mantenendo alte le rese. Tra i processi più interessanti legati alla subirrigazione e al suo impatto agro-ambientale vi sono quelli della risalita capillare dell’acqua di irrigazione e della lisciviazione dei nitrati. Il modello Daisy è stato concepito proprio a fine anni novanta per simulare nei sistemi colturali la dinamica dell’azoto nei terreni agricoli e, in particolare, la lisciviazione. Per questo motivo, lo sforzo di validazione e calibrazione di Daisy può essere considerato un buon approccio in quanto risultati promettenti si sono visti in termini di efficacia di simulazione delle rese produttivi, l’efficienza d’uso dell’acqua irrigua e gli impatti ambientali di una tecnica innovativa come l’SDI.</p> <p>Un altro piccolo scostamento è stato l’aggiunta di una analisi comparativa dettagliata dei costi energetici degli impianti di subirrigazione nella subazione 6c. Una criticità è stata invece il calcolo del bilancio economico il quale non è stato eseguito per le due tipologie di agricoltura indagate in CABIOS. Il reperimento dei dati economici primari che devono essere sottoposti ad una fase di “standardizzazione” per la redazione di un corretto bilancio dei costi e ricavi è stato influenzato da troppe variabili aleatorie e indipendenti dai due sistemi colturali durante i tre anni di progetto. Le variabili di maggior impatto sulla “standardizzazione finale” sono risultate essere: i prezzi variabili dei conto terzi utilizzati, i differenti macchinari o trattori utilizzati all’interno delle stesse tesi, la produzione finale delle colture che molte volte risulta essere strettamente correlata ad una emergenza non omogenea che è spesso indipendente dalla tipologia di sementi utilizzata ma da gestioni del suolo errate precedenti all’inizio della prova sperimentale, il danno atmosferico o da patogeni al raccolto (esempio la soia dell’az. Colombarone nel maggio 2019), o infine il differente utilizzo della biomassa raccolta nelle due tesi confrontate (esempio pastone di mais rispetto a mais da trinciato in alcune aziende nella stagione colturale 2017). Per colmare questa lacuna è stata aggiunta alla subazione 6c una simulazione pluriennale dei costi energetici legati all’implementazione dell’SDI in una azienda agricola di CABIOS.</p> <p>Un aspetto fondamentale per valutare la sostenibilità di un impianto SDI è l’analisi dei costi energetici (input) legati alle fasi di installazione (manichette e posa),</p>

	<p>gestione (pompaggio dell'acqua) e rimozione delle manichette. Per questo motivo abbiamo ritenuto di fondamentale importanza comparare i costi energetici totali di un impianto SDI di lunga durata con un impianto d'irrigazione come la manichetta superficiale che richiede input energetici con frequenza annuale. Quest'analisi ha permesso di comprendere l'intensità energetica di un sistema SDI nel lungo periodo. Ad oggi infatti non esistono analisi comparative dell'SDI con la manichetta superficiale che possano indicare il numero di anni di utilizzo minimo di un impianto SDI necessari a coprire i costi energetici di installazione e rimozione delle manichette.</p>
Attività ancora da realizzare	

Azione	AZIONE 7 – Divulgazione
Unità aziendale responsabile	CRPA S.p.a

Descrizione delle attività

Nel corso dei tre anni di lavoro, sono state realizzate da CRPA di concerto con le altre componenti del GO le seguenti le attività di divulgazione e trasferimento dei risultati:

Ideazione e progettazione dell'immagine grafica coordinata per strumenti di divulgazione del progetto. Sono stati sviluppati un logo stilizzato del GO, un roll-up di presentazione del Piano e carpettine personalizzate per la distribuzione dei materiali divulgativi in occasione degli eventi;

Sito internet dedicato (<http://cabios.crupa.it>). Il sito del Piano di Innovazione Cabios è raggiungibile direttamente oppure attraverso il portale dei GO di cui CRPA cura l'azione di divulgazione (goi.crupa.it). Il sito si compone di una home page con carosello e news in primo piano e diverse sezioni tra cui "chi siamo", "progetto", "documenti", "blog", "area stampa", "eventi", "contatti". Il sito è stato costantemente implementato lungo il corso dei tre anni di attività con il materiale divulgativo prodotto, eventi organizzati nell'ambito del progetto o a cui il progetto ha partecipato. Per il sito si è proceduto alla rilevazione delle statistiche, che hanno visto l'accesso di n. 671 utenti nell'arco dell'attività del progetto, per n. 979 sessioni aperte, con una media di 2,71 pagine viste per sessione, con l'83,9% degli accessi da desktop.

Creazione di un target di n. 1900 contatti su CRM rappresentato da imprese agricole del comparto produttivo dei seminativi misti, aziende con impianti di biogas, organizzazioni di categoria, per l'invio degli inviti agli eventi organizzati nell'ambito del progetto.

Organizzazione e realizzazione di eventi di comunicazione tecnica diretta:

Realizzazione della prima giornata dimostrativa realizzata il 20 luglio 2017, presso l'Azienda Rossi Giorgio e Maurizio a Podenzano (PC) con test in campo e comparazioni, organizzata da UCSC in collaborazione con il consorzio Terrepadane;

Organizzazione della seconda giornata con visita ai campi dimostrativi il 6 maggio 2019, presso l'Azienda Agricola Rossi Giorgio e Maurizio a Podenzano (PC);

Organizzazione della terza giornata dimostrativa con visita ai campi sperimentali di miscanto, il 31 ottobre 2019 presso la Società Agricola Colombarone a Monticelli d'Ongina (PC);

Realizzazione di un convegno finale per divulgare i risultati emersi al termine del Piano, il 20 gennaio 2020, presso l'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza, alla presenza di n. 32 stakeholder. In tale occasione è stato distribuito ai partecipanti, all'interno della cartellina personalizzata, il materiale divulgativo, tra cui l'opuscolo conclusivo. Di seguito le presentazioni portate al convegno dai partner di progetto e dal rappresentante della Regione Emilia-Romagna:

"Il progetto CABIOS" a cura di S. Amaducci - UCSC sede di Piacenza;

"Efficienza agroambientale fasce tampone e agricoltura conservativa" a cura di A. Ferrarini - UCSC sede di Piacenza;

"La subirrigazione: un'alleata in agricoltura da reddito?" a cura di S. Rossi - Consorzio Agrario Terrepadane;

"Impronta carbonica dei sistemi agricoli (dalla gestione del suolo alla produzione di biogas) a cura di A. Agostini - ENEA;

Intervento a conclusione della giornata a cura di S. Nannetti - Regione Emilia-Romagna.

Realizzazione di prodotti per la diffusione dei risultati del progetto:

Stesura di un articolo tecnico/divulgativo pubblicato sulla rivista Agricoltura marzo/aprile 2018 “Tutti i vantaggi della subirrigazione” a cura di A. Ferrarini DI.PRO.VE.S Università Cattolica del Sacro Cuore Piacenza;

Pubblicazione di un articolo tecnico/divulgativo a fine progetto su rivista AgroNotizie del 13 gennaio 2020 “Cabios, agricoltura conservativa e fasce tampone bioenergetiche”

Sviluppo e stampa di un opuscolo con i risultati finali del progetto, distribuito durante il convegno;

Invio di un comunicato stampa il 21 gennaio 2020 a conclusione del convegno a n. 247 giornalisti, come invito a partecipare alla conferenza stampa;

Webinar su piattaforma Meet google per la realizzazione di una conferenza stampa, il 24 gennaio 2020, alla presenza di n. 8 partecipanti tra giornalisti e ricercatori.

Realizzazione di prodotti multimediali:

Slide delle attività di campo sperimentale e divulgative del primo anno di attività 2017;

Slide dei risultati dello studio della dinamica spazio-temporale della risalita capillare con il sistema d’irrigazione interrato SDI;

Servizio televisivo con riprese durante la prima giornata dimostrativa del 20-07-2017 e trasmesso su TeleLibertà il 27 luglio 2017;

Produzione di due video della semina di frumento su sodo (17-10-2017);

Presentazione del progetto e dei risultati del primo anno di sperimentazione fatta da Andrea Ferrarini e Paolo Serra UCSC, nel corso del convegno sul tema “Water managent: idee per il futuro” organizzato dal Consorzio Terrepadane il 2 febbraio 2018 a Piacenza;

Video su semina su sodo di cover crop presso la Società Agricola Colombarone;

Video sullo sviluppo di cover crop al 15-03-2019 presso l’Azienda Agricola Rossi Giorgio e Maurizio;

Riprese e interviste per il primo servizio televisivo (tra quelli in programma), durante la seconda giornata dimostrativa del 6-5-2019, andato in onda su Telereggio rubrica AGR17, il 18 maggio 2019;

Elaborazione di 2 videoclip che illustrano il Piano, tratti dal servizio televisivo andato in onda su Telereggio (previsto nel piano);

Realizzazione del secondo servizio televisivo (tra quelli in programma), con riprese effettuate nel corso della terza giornata dimostrativa del 31-10-2019 e trasmesso dall’emittente TeleLibertà Piacenza il 9 novembre 2019 dopo il TG serale e ulteriori repliche;

Condivisione delle informazioni sulle principali piattaforme social: in modo particolare su @canaleenergia e @crpasocial di Twitter.

Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p>Gli obiettivi prefissati sono stati raggiunti. Teniamo a segnalare che il fornitore per i servizi di catering che si era aggiudicato il servizio, previa raccolta di tre preventivi, era risultato la CIR Cooperativa Italiana Ristorazione, mentre erroneamente era stato inserito Il Girasole. Negli eventi del 31/10/2019 e 20/01/2020 svoltisi in provincia di Piacenza la ditta vincitrice non si è resa disponibile per la distanza eccessiva dalla loro sede situata nel comune di Reggio Emilia. Di conseguenza il servizio di catering è stato affidato a una ditta della provincia di Piacenza, che ci ha offerto lo stesso servizio ad un costo equiparabile a quello di CIR.</p> <p>Inoltre, il fornitore GTV che si era aggiudicato il servizio televisivo al momento della richiesta del servizio è risultato non più operativo. Per questo si è richiesto un nuovo preventivo a TeleLiberatà Piacenza, operante nella provincia interessata dal progetto.</p>
Attività ancora da realizzare	

2.1 Personale

AZIONE 0

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
			Totale:	

AZIONE 1 Adozione di tecniche di agricoltura conservativa

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Responsabile scientifico	Coordinamento operazioni agronomiche	80	€ 2.999,20
	Tecnico di laboratorio	Attività di campo, realizzazione prove sperimentali	300	€ 10.422,00
	Assegnista di ricerca	Attività di campo, realizzazione prove sperimentali	400	€ 4.143,90
			Totale:	€ 17.565,10

AZIONE 2 Creazione di fasce tampone bioenergetiche con miscanto

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Tecnico di laboratorio	Coordinamento e gestione agronomica fasce tampone miscanto	200	€ 6.948,00
	Assegnista di ricerca	Realizzazione fasce tampone miscanto	30	€ 345,32
			Totale:	€ 7.293,32

AZIONE 3 Installazione dei dispositivi sperimentali per il monitoraggio della qualità dell'acqua e del suolo

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Responsabile scientifico	Coordinamento tecnico-scientifico installazione dispositivi sperimentali	70	€ 2.624,30
	Tecnico di laboratorio	Installazione e manutenzione ordinaria dispositivi di monitoraggio	161	€ 5.593,14
	Prof. Ordinario	Coordinamento tecnico-scientifico installazione dispositivi sperimentali	50	€ 2.948,00
	Assegnista di ricerca	Installazione e manutenzione ordinaria dispositivi di monitoraggio	229	€ 3.964,94
Totale				€ 15.130,38

AZIONE 4 Monitoraggio dell'efficienza delle fa- sce tampone a contenere l'inquinamento dei corpi idrici da nitrato e pesticidi

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Responsabile scientifico	Coordinamento tecnico-scientifico attività di monitoraggio	70	€ 2.624,30
	Tecnico di laboratorio	Attività di campo (campionamento e rilievi)	355	€ 12.861,65
	Prof. Ordinario	Coordinamento tecnico-scientifico attività di analisi in laboratorio	50	€ 2.948,00
	Assegnista di ricerca	Attività di campo (campionamento e rilievi) e di laboratorio (analisi campioni ed elaborazione dati)	1650	€ 21.693,41
Totale:				€ 40.127,36

AZIONE 5 Monitoraggio delle performance agro-ambientali dell'agricoltura conservativa

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Responsabile scientifico	Coordinamento tecnico-scientifico attività di monitoraggio	100	€ 3.749,00
	Tecnico di laboratorio	Attività di campo (campionamento e rilievi)	560	€ 20.288,80
	Prof. Ordinario	Coordinamento tecnico-scientifico attività di analisi in laboratorio	90	€ 5.306,40
	Assegnista di ricerca	Attività di campo (campionamento e rilievi) e di laboratorio (analisi campioni ed elaborazione dati)	1100	€ 16.737,15
	Assegnista di ricerca	Attività di campo (campionamento e rilievi) e di laboratorio (analisi campioni ed elaborazione dati)	2488	€ 49.998,72
Totale:				€ 108.454,33

AZIONE 6 Costruzione di un set di indicatori per la valutazione delle performance agro-ambientali delle tecniche colturali adottate.

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Responsabile scientifico	Analisi e gestione dati	100	€ 3.749,00
	Prof. Ordinario	Coordinamento tecnico-scientifico elaborazione indicatori	103	€ 6.072,88
	Assegnista di ricerca	Elaborazione dati	340	€ 4.431,94
	Cococo	Elaborazione dati	614	€ 8.138,88
			Totale:	€ 22.392,70

AZIONE 7 DIVULGAZIONE

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Tecnico senior	Operatore della divulgazione	25	€ 688,90
	Tecnico amministrativo	Segreteria	32	€ 1.280,88
	Tecnico informatico	Attivazione gestione sito web	56	€ 1.413,28
	Tecnico	Gestione attività divulgazione	252	€ 5.293,52
	Segreteria	Segreteria divulgazione	168	€ 3.697,68
			Totale:	€ 12.374,26

ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Responsabile scientifico	Gestione progettuale e rapporto tra i partner	44	€ 1.649,56
			Totale:	€ 1.649,56

2.3 Trasferte

Cognome e nome	Descrizione	Costo
	gestione campi sperimentali (installazione dispositivi monitoraggio)	€ 40,50
	gestione campi sperimentali (realizzazione prove sperimentali)	€ 216,60
	gestione campi sperimentali (raccolta dati, rilievi, monitoraggio lisimetri)	€ 216,60
	gestione campi sperimentali (realizzazione prove sperimentali)	€ 221,20
	gestione campi sperimentali (raccolta dati, rilievi, monitoraggio lisimetri)	€ 99,30
	gestione campi sperimentali (raccolta dati, rilievi, monitoraggio lisimetri)	€ 272,32
	gestione campi sperimentali (semine, raccolte, rilievi)	€ 79,92
	gestione campi sperimentali (raccolta dati, rilievi, monitoraggio lisimetri)	€ 65,72
	gestione campi sperimentali (raccolta dati, realizzazione prove)	€ 120,60
	gestione campi sperimentali (rilievi, monitoraggio lisimetri)	€ 94,50
	gestione campi sperimentali (semine, raccolte, rilievi, monitoraggio)	€ 223,90
	gestione campi sperimentali (semine, raccolte, rilievi)	€ 46,20
	gestione campi sperimentali (raccolta dati, rilievi, monitoraggio)	€ 123,00
		Totale: € 1.820,36

2.4 Materiale consumabile

Fornitore	Descrizione materiale	Costo
CARLO ERBA	Microplate, pure grade	€ 904.04
CARLO ERBA	Filters 15cm	€ 353.28
Terravesta Europe Ltd	Rizomi miscanto	€ 1,260.00
Terravesta Europe Ltd	Rizomi miscanto	€ 1,440.00
terrepadane	seme segale-vecchia	€ 560.50
Totale		€ 4,749.07

2.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

Fornitore	Descrizione dell'attrezzatura	Costo
GMR	Lisimetro 60 cm	€ 2,040.00
GMR	Lisimetro 30 cm	€ 1,920.00
GMR	Pompa per lisimetro	€ 98.60
ECOSARCH	Stazione watchdog per calcolo dell'evaporazione + software	€ 3,698.00
ECOSARCH	Lisimetro con punta in ceramica	€ 3,720.00
ECOSARCH	Pompa da vuoto monometro	€ 266.00
Lombard & Marozzin	Tubi, kit di installazione . Profile probe	€ 6,133.00
FISHER	plastic cassette	€ 527.05
FISHER	Multidrop dispenser	€ 8,959.50
Terrepadane	impianto sub irrigazione	€ 8,012.10
Terrepadane	impianto sub irrigazione	€ 8,012.10
Terrepadane	impianto sub irrigazione	€ 8,012.10
Terrepadane	impianto sub irrigazione	€ 8,012.10
Totale		€ 59,410.55

2.6 Materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

Descrivere i prototipi realizzati e i materiali direttamente imputabili nella loro realizzazione

Fornitore	Descrizione	Costo
Totale:		

2.7 Attività di formazione

Descrivere brevemente le attività già concluse, indicando per ciascuna: ID proposta, numero di partecipanti, spesa e importo del contributo richiesto

Nel mese di gennaio 2020 è stata svolta l'attività di formazione (coaching) rivolta alle aziende agricole. Il coaching è stato organizzato in due moduli. Il primo modulo da 8 ore (*Modulo 1 - Tecniche di agricoltura conservativa per il miglioramento della qualità dell'acqua e del suolo*) ha previsto in una prima parte l'illustrazione dei principi di conservazione del suolo e quelli del contenimento dei nitrati e pesticidi in agricoltura, mentre in una seconda parte sono stati introdotti e approfonditi i principi e i benefici dell'agricoltura conservativa con particolare riferimento alle cover crop, alla semina su sodo e all'utilizzo del digestato e alla gestione della subirrigazione in agricoltura conservativa. Il secondo modulo da 4 ore (*Modulo 2 - Fasce tampone bioenergetiche: vantaggi ambientali e loro coltivazione*) ha previsto l'illustrazione dell'agronomia, eco-fisiologia e degli utilizzi della biomassa di colture bioenergetiche dedicate con particolare riferimento al miscanto (*Miscanthus x giganteus* L.). In una seconda parte sono stati illustrati i vantaggi ambientali e la sostenibilità di un modello di filiera corta aziendale: le fasce tampone bioenergetiche. Al termine delle lezioni frontali sono stati somministrati ai partecipanti un test di apprendimento finale e un questionario di gradimento. Il test di apprendimento si è basato su 10 domande a risposta multipla. Le attività di formazione sono state svolte dal prof. Amaducci Stefano presso le aziende agricole mentre il test di apprendimento è stato svolto presso l'università Cattolica del Sacro Cuore. Hanno partecipato al coaching le aziende agricole partner di progetto: Azienda Agricola Eridano di Zermani F.lli s.s. Società Agricola, Azienda Agricola Colombarone di Paraboschi e Carini, Rossi Giorgio e Rossi Maurizio S.S. Società Agricola, Azienda Agricola Serena Tranquillo.

ID PROPOSTA	NR PARTECIPANTI	Costo	Contributo richiesto
Id proposta 5005241 - CUAА azienda 0017060331	NR 1	€744.00	€595.20*
Id proposta 5005241 - CUAА azienda 00154640338	NR 1	€744.00	€595.20*
Id proposta 5005241 - CUAА azienda 80014020335	NR 1	€744.00	€595.20*
Id proposta 5005241 - CUAА azienda SRNTNQ50A29G747D	NR 1	€744.00	€595.20*
TOTALE		€2976.00	€2380.80*

*Il contributo non è stato messo nel rendiconto di CRPA, perché non è stato previsto a budget di CRPA come si evince da ATS.

2.8 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
TECNOGRAF		€ 227.50	Roll up, cartelline di progetto	€ 227.50
TECNOGRAF		€ 450.00	Brochure a 8 pagine a colori	€ 450.00
KAITI EXPANSION		€ 950.00	Servizio TV + videoclip	€ 950.00
CIR FOOD sc		€ 210.00	Servizio catering per coffee break per 30 persone	€ 190.91
ALTRIMEDIA		€ 800.00	Servizio televisivo	€ 800.00
GOURMET sas		€ 270.00	Servizio catering per coffee break per 30 persone	€ 270.00
GOURMET sas		€ 1,000.00	Servizio di catering per buffet al convegno finale	€ 1,000.00
Ferrari Sergio e Luciano S.N.C.		€ 432.00	semina mais su sodo	€ 432.00
Passera Mauro		€ 117.00	semina su sodo cover	€ 117.00
Ferrari Sergio e Luciano S.N.C.		€ 708.48	raccolta/mietitrebbiatura frumento	€ 708.48
Ferrari Sergio e Luciano S.N.C.		€ 560.00	trapianto miscanto con ripristino	€ 560.00
Tassini s.n.c. di Silva Christian Manuel		€ 960.00	Stesura manichette di irrigazione sotterranea	€ 960.00
Tassini s.n.c.		€ 700.00	semina mais su sodo	€ 700.00
Tassini s.n.c.		€ 687.68	semina mais secondo su sodo	€ 687.68
Cuneo Mario & figli s.r.l.		€ 665.16	semina orzo su sodo	€ 665.16
Tassini s.n.c.		€ 1,402.00	mietitrebbiatura orzo con terratracc per rispetto del calpestio	€ 1,402.00
Cuneo Mario & figli s.r.l.		€ 3,150.08	trinciatura mais con FTC	€ 3,150.08
Cuneo Agricoltura s.r.l.		€ 3,150.08	trinciatura mais con FTC	€ 3,150.08
Tassini s.n.c.		€ 3,506.01	spandiliquame con botte 21mc3	€ 3,506.01
Ferrari Sergio e Luciano S.N.C.		€ 1,200.00	trapianto miscanto con ripristino	€ 1,200.00
Tassini s.n.c.		€ 2,520.00	stesura manichette irrigazione sotterranea	€ 2,520.00
Totale:			€ 23,646.90	

3.CRITICITÀ INCONTRATE DURANTE LA REALIZZAZIONE DELL'ATTIVITÀ

Le sinergie sulle quali si è fondata la cooperazione fra gli enti partecipanti al GO si sono dimostrate efficaci nel risolvere le criticità che si sono presentate durante l'arco del periodo progettuale. In particolare le annate 2018 e 2019 hanno visto delle problematiche nella scelta e nella gestione delle colture (tempistica semine, irrigazione e diserbi) in seguito ad eventi climatici estremi prima e durante la stagione sia di natura puntiforme che prolungati (es. maggio 2018 e ottobre 2019 con piovosità sopra la media). In tutti i casi le aziende agricole insieme ad UCSC hanno individuato le soluzioni agronomiche migliori per soddisfare i fabbisogni di biomassa dell'impianto di biogas ed evitare fenomeni di compattamento del suolo e gestione non corretta dei residui colturali nei terreni destinati ad agricoltura conservativa. Le attività di implementazione e monitoraggio delle fasce tampone bioenergetiche e dei campi prova (CT vs NT) si sono svolte in linea con quanto indicato nella proposta progetto. Vi sono stati piccoli scostamenti nella tipologia e nella frequenza di acquisizione di alcune tipologie di dati (es. frequenza campionamento della soluzione circolante dai lisimetri o del suolo) o nella modalità di elaborazione degli stessi (sostituzione di alcuni indicatori con simulazioni modellistiche). Tuttavia, i risultati sono stati raggiunti in linea con quanto delineato nel piano operativo. In tutti i casi UCSC ha provveduto ad identificare la miglior soluzione tecnico-scientifica per soddisfare gli obiettivi progettuali, incrementando ad esempio le misurazioni o adottandone di sostitutive. In alcuni casi si è inoltre provveduto ad eseguire attività aggiuntive per dare più valore ai dati acquisiti durante i tre anni progettuale come testimonia l'azione 6 ove è stata eseguita un'attività aggiuntiva non prevista di modellizzazione di scenari colturali, energetici e gestionali con la redazione di scenari pluriennali.

Criticità tecnico-scientifiche	Piccole criticità legate al campionamento della soluzione circolante del suolo. In generale le varie criticità tecnico-scientifiche sono state affrontate dal personale UCSC con la rielaborazione di strategie sostitutive di medesima se non maggiore valore scientifico di acquisizione e successiva
Criticità gestionali (ad es. difficoltà con i fornitori, nel reperimento delle risorse umane, ecc.)	<p>Segnaliamo la difficoltà nel reperimento della semente cover crop e dei contoterzi durante i periodi critici della stagione colturale (soprattutto per la semina e la raccolta). Alcune aziende agricole hanno dovuto rivolgersi ad altri contoterzi della zona (con prezzi unitari uguali al fornitore vincitore dei tre preventivi) come riportato in maniera specifica nell'azione 1 (Box: Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità).</p> <p>Segnaliamo che il fornitore per i servizi di catering che si era aggiudicato il servizio, previa raccolta di tre preventivi, era risultato la CIR Cooperativa Italiana Ristorazione, mentre erroneamente era stato inserito Il Girasole. Negli eventi del 31/10/2019 e 20/01/2020 svoltisi in provincia di Piacenza, la ditta vincitrice non si è resa disponibile per la distanza eccessiva dalla loro sede situata nel comune di Reggio Emilia. Il servizio di catering di conseguenza è stato affidato a una ditta della provincia di Piacenza, che ci ha offerto lo stesso servizio ad un costo equiparabile a quello di CIR. Inoltre, il fornitore GTV che si era aggiudicato il servizio televisivo al momento della richiesta del servizio è risultato non più operativo. Per tale motivo si è richiesto un nuovo preventivo a TeleLiberatà Piacenza, operante nella provincia interessata dal progetto.</p>
Criticità finanziarie	

4. ALTRE INFORMAZIONI

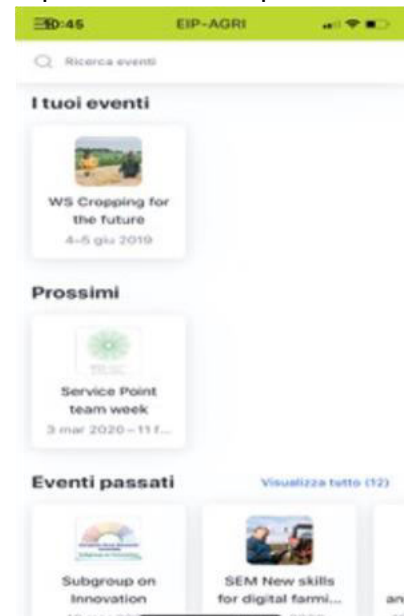
Nessuna

5. CONSIDERAZIONI FINALI

Il principale obiettivo di del Gruppo Operativo “Agricoltura conservativa e fasce tampone bioenergetiche”, nell’ambito del progetto CABIOS, è stato quello di implementare un sistema innovativo di gestione dell’agroecosistema basato sull’integrazione di tecniche di agricoltura conservativa (non lavorazione, colture di copertura e rotazioni colturali) in combinazione con la distribuzione puntuale e localizzata del digestato, un sistema di irrigazione sotterraneo e la realizzazione di fasce tampone bioenergetiche. Con l’adozione del pacchetto di pratiche innovative di gestione dell’agroecosistema il GOI si è prefisso come obiettivi quelli di:

1. limitare il rilascio di nitrati e pesticidi nei corpi idrici
2. aumentare la qualità fisica, biologica e chimica del suolo
3. migliorare l’efficienza di utilizzo dell’acqua e dell’azoto delle colture

La multidisciplinarietà dei partner del GO e le virtuose sinergie createsi fra l’ente di ricerca e capofila UCSC, e le imprese agricole hanno fatto sì che le attività presenti nel piano di lavoro venissero condotte in maniera idonea e tempestiva, portando spesso al successo delle novità introdotte o alla ricerca della miglior soluzione per ovviare e superare con risultati soddisfacenti ove possibile a problematiche indotte da eventi climatici o di natura gestionale (scelta seminatrice, tempistica e dose concimazioni, spandimenti etc..). Per migliorare **l’efficienza del processo di presentazione**, dall’esperienza di questo GOI è emerso come sarebbe interessante la possibilità per gli enti di ricerca, che intendono testare con ricerche applicate in campo, di caricare in un portale dedicato del sito web AGREA alla misura specifica, video, presentazioni, documenti interattivi e/o questionari che fungano da idee progettuali consultabili dagli operatori agricoli in una prima fase dell’apertura del bando. Allo stesso modo in questo prima fase le aziende agricole potrebbero caricare in AGREA la lista di richieste e necessità che stanno sperimentando in campo per affrontare problematiche di patogeni, gestione delle infestanti, scelta varietale, flessioni delle rese di alcune colture, fenomeni di degradazione del suolo, gestione lavorazioni del suolo etc.. Questa possibilità di identificare in maniera biunivoca la domanda e l’offerta offrirebbe per entrambi gli attori la possibilità di incontrarsi e scambiare idee e pratiche innovative da testare sul territorio attraverso la costituzione di un GOI. Questo favorirebbe l’instaurarsi di una sinergia positiva e la possibilità per gli enti di ricerca di conoscere realtà agricole innovative disponibili a testare tecniche, pratiche di gestione e misurazione. Per quanto riguarda la **gestione e divulgazione dei GOI**, il gruppo operativo CABIOS propone di implementare un sistema di raccolta, gestione e utilizzo di dati e esperienze pratiche tramite applicativi mobile o web. Una tale piattaforma digitale consentirebbe di caricare e discutere con altri GOI o aziende agricole in tempo reale i dati raccolti, le foto e i video dei momenti di divulgazione e meeting progettuali. Ogni coordinatore può inviare e gestire gli accessi e le richieste relativi alla propria pagine progettuale.



Questo da un lato faciliterebbe la valutazione delle attività progettuali in tempo reale da parte dell'ente finanziatore che avrebbe tutto il materiale già caricato in una piattaforma web e dall'altro fornirebbe uno strumento di discussione enti di ricerca e mondo agricolo che sono sempre più attenti entrambi ai processi di innovazione e allo scambio di idee e esperienze pratiche di successo. Si propone perciò di sviluppare un app sull'esempio di quella **EIP-AGRI Events** (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.eipagri.confjghcv&hl=it>). Il progetto CABIOS ha partecipato ad esempio a due di questi eventi EIP AGRI (Almeria Maggio 2018, Almere Giugno 2019) e ha trovato molto utile il poter contattare/rimanere in contatto con altri partner scientifici/agricoltori di altri GOI. L'UCSC ad esempio ha instaurato una serie di rapporti di collaborazione con alcuni attori del mondo agricolo europeo per lo studio di alcune pratiche di gestione delle cover crop. Uno scambio dinamico di dati, foto e esperienze dirette in campo tra operatori del settore in un app gestita dall'ente finanziatore consentirebbe di ottenere quel livello di trasparenza dei dati ed esperienze dei gruppi di innovazione ma soprattutto aumenterebbe lo scambio di know-how essenziale per l'innovazione in campo agricolo e nella ricerca applicata.

6. RELAZIONE TECNICA

La relazione tecnica è composta da una prima parte che comprende la parte descrittiva del progetto (sezione 6.1) e delle attività svolte (sezioni 6.2-6.4) e da una seconda parte che riporta i risultati ottenuti divisi in differenti argomenti (sezioni 6.5-6.8) e una parte conclusiva (sezione 6.9).

6.1 Descrizione generale del progetto

6.2 Le azioni progettuali

6.3 I campi prova e le aziende agricole

6.4 Il monitoraggio agroambientale

6.5 Le fasce tampone bioenergetiche

6.6 Performance agroambientali agricoltura conservativa

6.7 La subirrigazione

6.8 Impronta carbonica ed efficienza energetica

6.9 Conclusioni e ricadute potenzial

i

6.1 Descrizione generale del progetto

Nei sistemi agricoli moderni la massimizzazione delle rese è stata perseguita intensificando l'uso dei fattori produttivi, con scarsa considerazione degli impatti ambientali. In particolare, una bassa efficienza d'uso dei fertilizzanti azotati ha promosso fenomeni di lisciviazione dei nitrati nell'acque di falda e a perdite di azoto per volatilizzazione e ruscellamento. Inoltre, le

pratiche di gestione del suolo convenzionali hanno portato ad un declino significativo della sostanza organica del suolo dei nostri suoli i quali vedono diminuita la loro capacità di fornire servizi ecosistemici essenziali al mantenimento della salute dell'agro ecosistema. Ottimizzare l'irrigazione e la fertilizzazione, riducendo le quantità utilizzate e aumentando l'efficienza di somministrazione, incrementare la sostanza organica del suolo e creare nuovi elementi paesaggistici permanenti come le fasce tampone, capaci di tutelare la qualità delle acque, sono strumenti fondamentali per una gestione sostenibile degli agro-ecosistemi. Il cambiamento climatico, che sta aumentando la frequenza degli eventi meteorologici estremi, impone inoltre un ripensamento delle strategie di gestione idrica e del suolo, che devono incentivare pratiche di



Figura 1 – Logo del progetto CABIOS

gestione conservative dei terreni e l'uso di sistemi caratterizzati da un'alta efficienza dell'uso dell'acqua e dell'azoto delle colture. In questo contesto si è inserito il progetto CABIOS (Conservation Agriculture and BIOenergy buffer Strips for water and soil quality improvement) che visto svolgere le proprie attività di sperimentazione con pratiche agricole innovative nell'areale di Piacenza. In CABIOS sono coinvolte 4 aziende agricole consorziate tra loro per la produzione di biogas. Il piano del Gruppo Operativo ha avuto come obiettivo principale la riduzione del rilascio di sostanze inquinanti e il miglioramento della qualità delle acque e del suolo. Questo obiettivo è stato perseguito grazie all'adozione di un sistema di gestione innovativo dell'agroecosistema (Figura 2). Il pacchetto innovativo ("conservativo" - NT_{SDI}) si fonda sull'integrazione di tecniche colturali proprie dell'agricoltura conservativa, irrigazione con ala gocciolante interrata (SDI), ottimizzazione della concimazione azotata attraverso la frazione liquida del digestato e l'integrazione di azoto minerale con SDI, il tutto combinato con la realizzazione di fasce tampone bioenergetiche lungo i margini dei campi. Nello specifico le tecniche di gestione conservativa del suolo hanno previsto: non lavorazione e semina diretta e inserimento di colture di copertura (cover crop) in successione alla coltura principale.

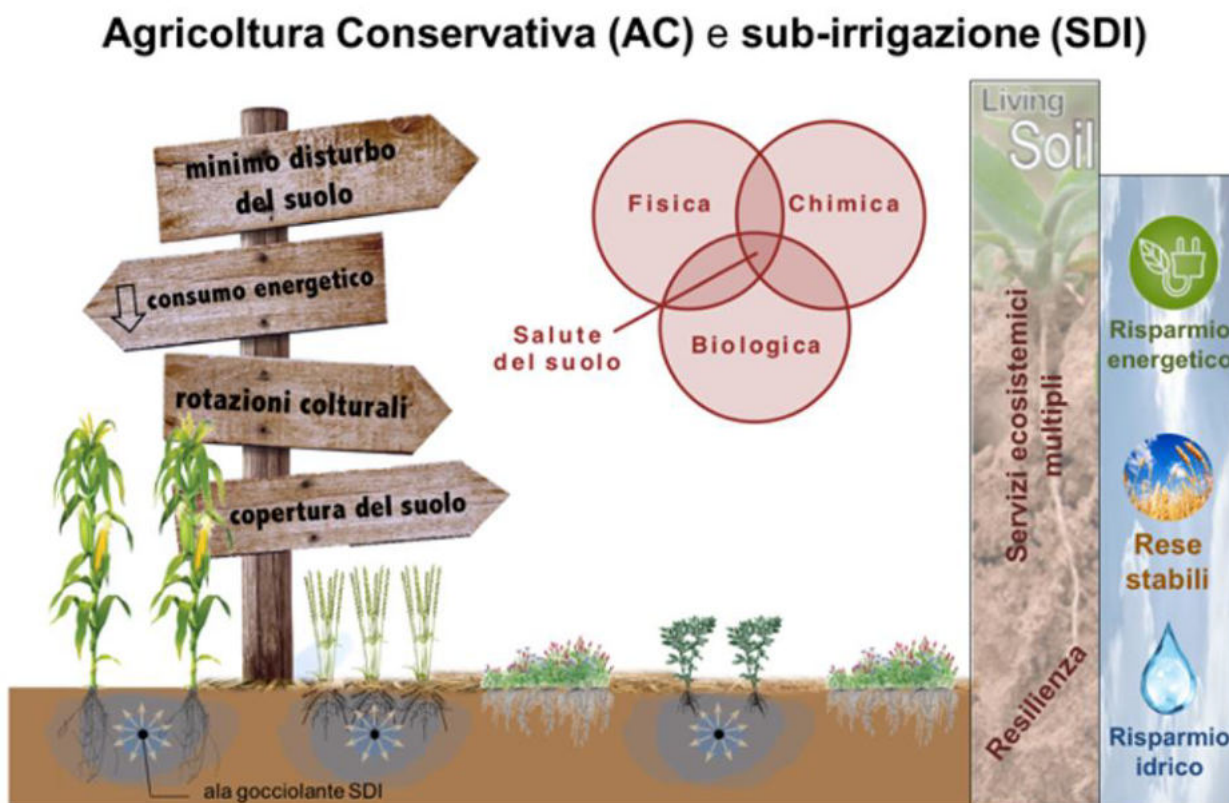


Figura 2 - Il pacchetto innovativo di pratiche e principi adottati in CABIOS

6.2 Le azioni progettuali

Il progetto si è suddiviso in 6 azioni progettuali specifiche:

Azione 1. Adozione di tecniche di agricoltura conservativa e implementazione impianto di subirrigazione (SDI)

Azione 2. Creazione di fasce tampone bioenergetiche con miscanto (*Miscanthus x giganteus* L.)

Azione 3. Installazione dei dispositivi sperimentali per il monitoraggio della qualità dell'acqua e del suolo

Azione 4. Monitoraggio dell'efficienza delle fasce tampone a contenere l'inquinamento dei corpi idrici da nitrato e pesticidi

Azione 5. Monitoraggio delle performance agro-ambientali dell'agricoltura conservativa

Azione 6. Costruzione di un set di indicatori per la valutazione delle performance agro-ambientali delle tecniche colturali adottate.

6.3 I campi prova e le aziende agricole

Le aziende agricole in CABIOS si differenziano per tre tipologie principali di suolo: suolo franco, suolo franco limoso e suolo argilloso-limoso.

Quattro sono le aziende agricole (Figura 3) in cui è stato adottato il pacchetto innovativo di CABIOS (NT + SDI):

- Azienda agricola Eridano – Gerbido (terreno franco sabbioso)
- Azienda agricola Colombarone - Caorso (terreno franco sabbioso)
- Azienda agricola Colombarone – Muradolo (terreno limoso argilloso)
- Azienda agricola Rossi – Podenzano (terreno franco limoso)
- Azienda agricola Serena Tranquillo – Podenzano (terreno franco limoso)

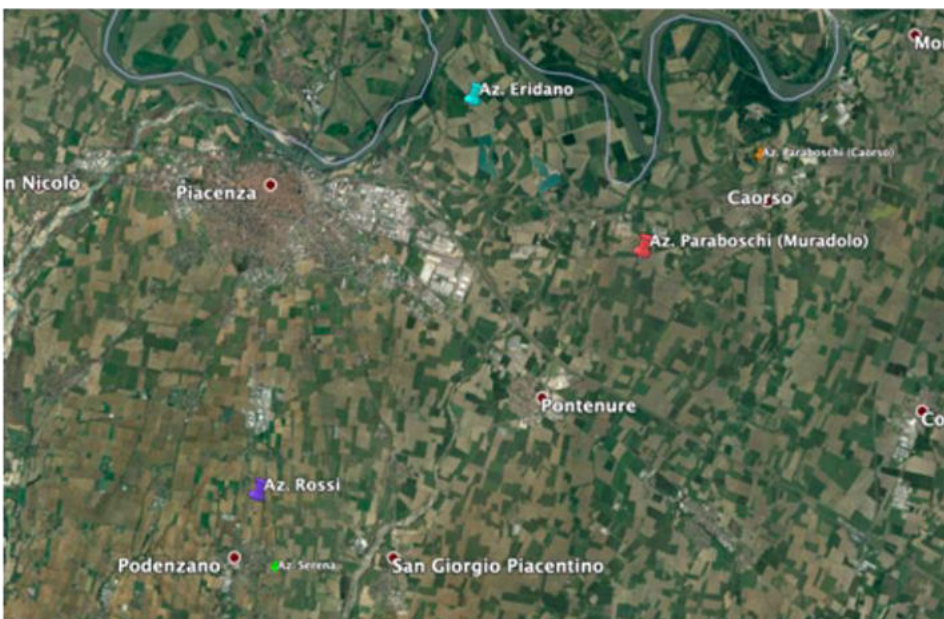


Figura 3 Localizzazione campi sperimentali CABIOS

Il sistema innovativo è stato adottato nelle 4 aziende e comparato con un sistema convenzionale (CT) gestito con le normali pratiche di aratura, erpicatura, sarchiatura, irrigazione e semina di tipo convenzionale. I due sistemi sono stati messi a confronto in ogni azienda attraverso l'identificazione di campi sperimentali adiacenti di alcuni ettari (da 2 a 5) ciascuno (Figura 4). Nella tesi conservativa NT a inizio 2017 è stato installato un impianto di irrigazione sotterranea (subirrigazione SDI) con le caratteristiche progettuali di Figura 5. Le tesi irrigue in SDI adottate in CABIOS, confrontate con la manichetta superficiale, sono state diversificate in due sub parcelle nella tesi NT-SDI (Figura 6): irrigazione deficitaria al 70% della capacità di campo (SDI 70%FC) e quella al 100% (SDI 100%FC).

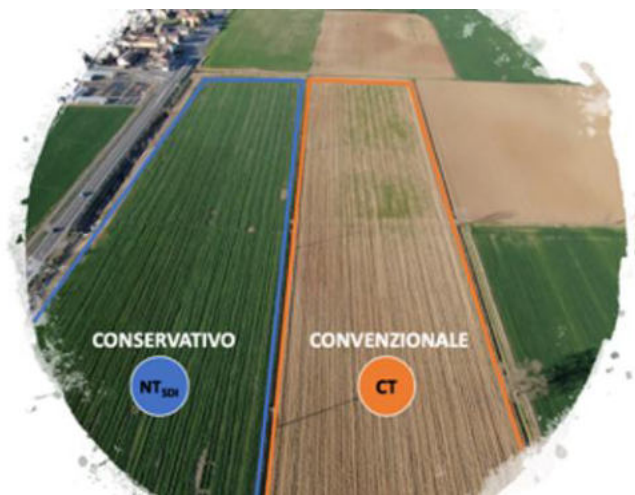


Figura 4 - Parcelle dimostrative dei due sistemi a confronto in CABIOS nell'Azienda sperimentale Rossi Giorgio e Maurizio a Podenzano (PC)

Su entrambe le superfici, a seconda dell'azienda, è stata adottata una rotazione colturale triennale: mais nel 2017, cereale autunno-vernino (frumento/orzo) nel 2018 e leguminosa (soia/fagiolino) nel 2019. Nella tesi "conservativa" sono state seminate in autunno 2018 e 2019 le colture di copertura. I miscugli utilizzati sono composti da segale (cv Sito 70) al 70% e veccia (cv Villana) al 30% alla dose di 65 kg/ha. Le semine su sodo sono state effettuate con seminatrice a 20 file (Bertini Modello 22.000). Alcuni moneti delle semine su sodo e delle cover crop sono riportati in Figura 7. Lungo le fasce tampone, in due aziende (Az. Eridano e Colombarone) ove per legge queste erano previste (DM 27417 del 22 dicembre 2011) sono state create inoltre delle fasce tampone bioenergetiche con miscanto di 5 metri di larghezza (Figura 8). Le fasce tampone sono state installate nel maggio 2017 e la biomassa è stata raccolta tramite sfalcio annualmente in tardo inverno (febbraio-marzo).

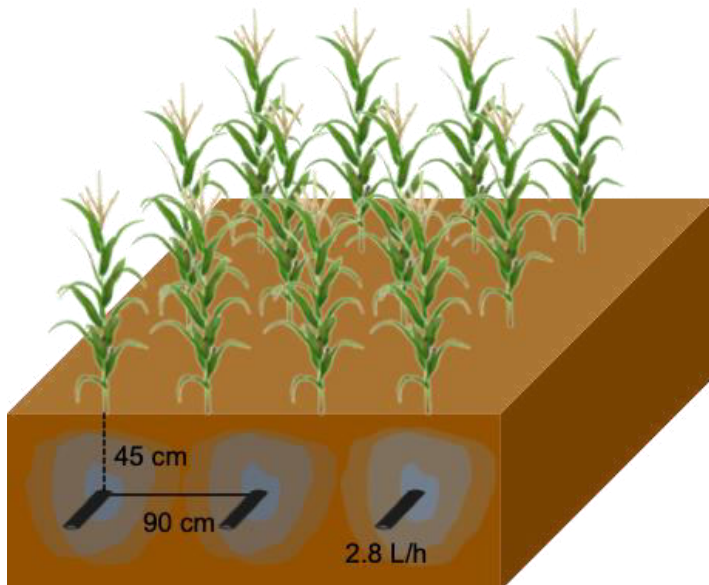


Figura 5 - Parametri progettuali degli impianti di subirrigazione installati nei campi sperimentali di CABIOS

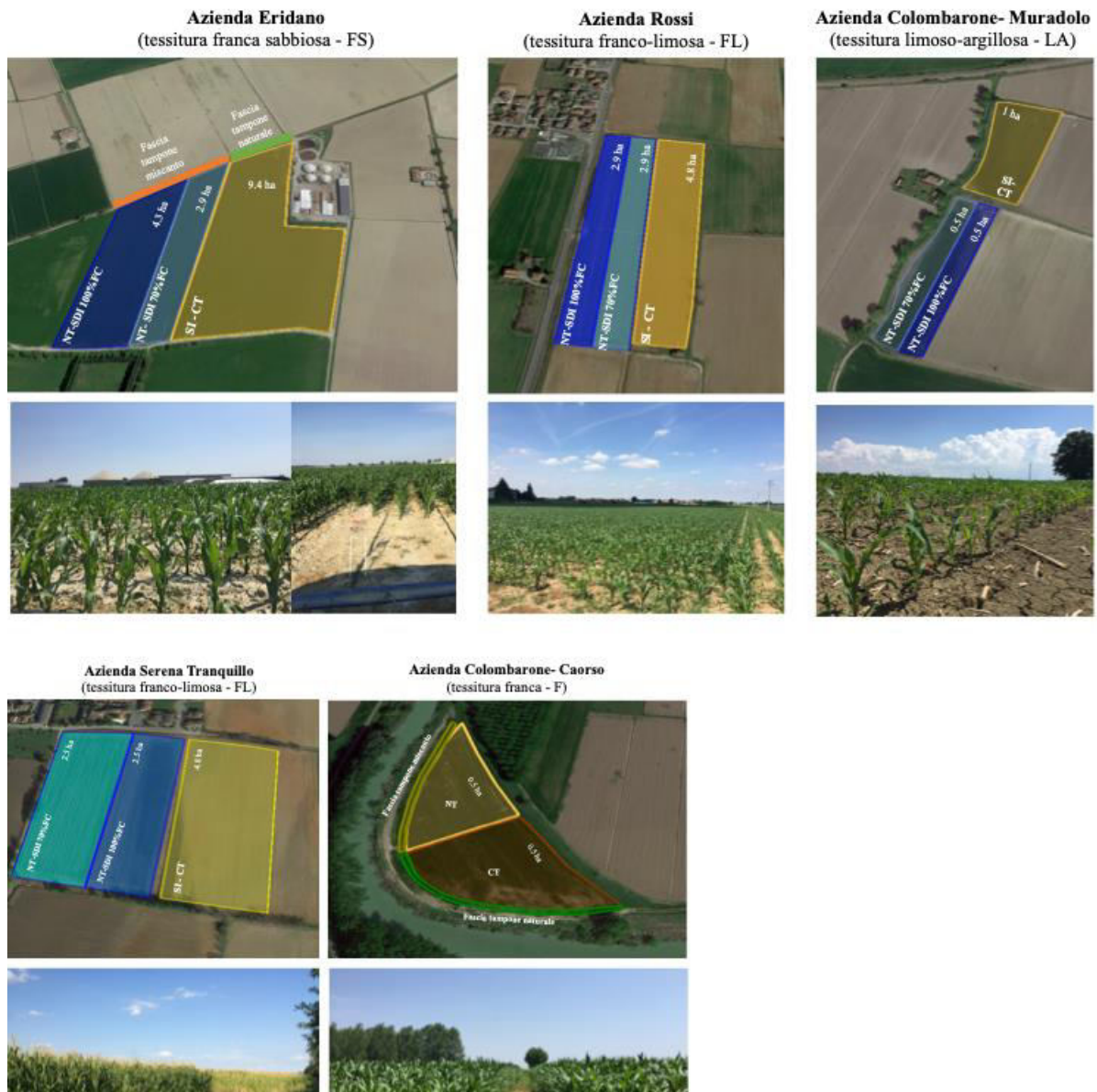


Figura 6 Parcelle sperimentali di confronto di irrigazione superficiale (SI - tesi CT) e sotto-superficiale (SDI) su mais nei campi del progetto CABIOS (anno 2017). SI: irrigazione superficiale con manichette con 1,40 m di interasse. Le tesi SDI si riferiscono ad un impianto di manichetta sottosuperficiale con profondità di 0.45 m profondità e 0.9 m di interasse. Le tesi SI per l'intera durata di CABIOS (2017-2019) corrispondono alla tesi convenzionale (CT). Le tesi SDI invece corrispondono alla tesi "conservativa" (NT).



Figura 7 Cover crop e momenti della semina su sodo del frumento dopo mais e delle cover dopo soia



Figura 8 Immagini delle fasce tampone bioenergetiche nelle aziende Eridano (foto b) e Colombarone (a, c, e d)

6.4 Il monitoraggio agroambientale

Per monitorare le performance agroambientali del pacchetto di pratiche “innovative” di CABIOS una serie di dispositivi sperimentali di monitoraggio sono stati installati in campo (lisimetri e sonde per monitoraggio umidità del terreno) e una serie di campionamenti di acqua, suolo e biomassa specifici sono stati condotti durante i tre anni di progetto (Figura 9 e 10). Un set di lisimetri a suzione a diverse profondità di suolo (30,45,60,90cm) è stato installato per ogni tesi sperimentale in ognuna delle quattro aziende sperimentali. La soluzione circolante è stata campionata regolarmente dopo la raccolta di ogni coltura, dopo ogni evento di irrigazione nel primo di mais 2017 e dopo grandi eventi di precipitazione.



Figura 9 Set di lisimetri per il campionamento della soluzione circolante del suolo e sonde per il monitoraggio del contenuto idrico del suolo

L'obiettivo di tale programma di monitoraggio è stato quello da un lato di confrontare la capacità di contenimento di nitrati e pesticidi rispettivamente delle fasce tampone bioenergetiche rispetto alle fasce tampone “ordinarie” cioè inerbite con essenze spontanee e sfalciate regolarmente dell'agricoltura conservativa abbinata alla subirrigazione rispetto alla gestione convenzionale. I campioni prelevati dai lisimetri sono stati analizzati per il contenuto di nitrati (NO₃), del glifosato, il suo metabolita (AMPA) e dei principali principi attivi degli erbicidi pre e post emergenza.

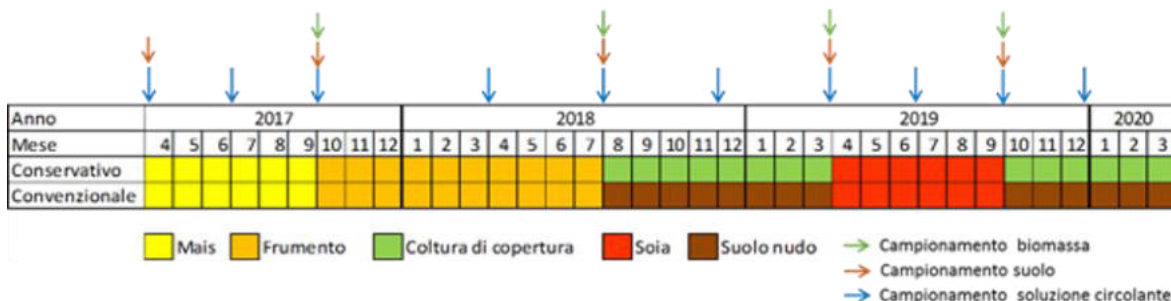


Figura 10 Eventi di campionamento durante il progetto CABIOS

L'impatto dell'agricoltura conservativa sulla qualità del suolo è stato valutato attraverso la misurazione di una serie di indicatori di qualità biologica, chimica e fisica (Figura 11). I valori misurati degli indicatori sono stati poi trasformati in punteggio di qualità del suolo (scala 0-1). Questa trasformazione è stata effettuata attraverso una serie di algoritmi di trasformazioni non lineari suolo-specifici al fine di poter confrontare in tutte e tre le tipologie di suolo (franco, franco limoso e limoso argilloso) la direzione e la magnitudo dell'effetto dell'agricoltura conservativa sulla qualità del suolo in confronto con l'agricoltura convenzionale.

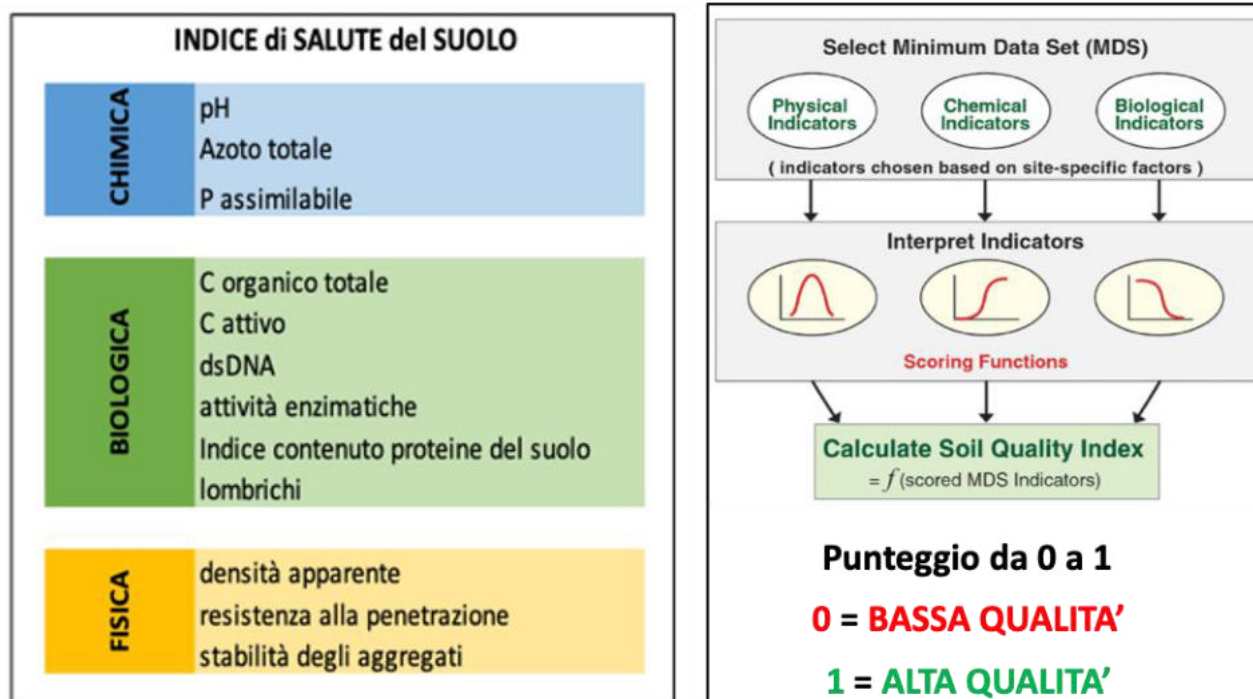


Figura 11 Indicatori di qualità del suolo misurati sui campioni raccolti e fasi del calcolo del punteggio di qualità del suolo

L'efficienza di uso dell'azoto e dell'acqua irrigua delle colture è stata valutata attraverso le raccolte sperimentali di biomassa per le varie colture in rotazione nelle aziende coinvolte. Particolare enfasi su questo aspetto è stata posta ai vantaggi agroambientali della subirrigazione di una coltura a destinazione bioenergetica come il mais da trinciato rispetto alle tecniche di irrigazione convenzionali come la manichetta superficiale. La maggior parte dei dati raccolti si è concentrata sui dati di umidità del suolo, le produzioni, i dati meteo, i quali insieme a quelli del suolo sono stati utilizzati per la validazione e calibrazione del modello DAISY. A tal proposito uno studio modellistico della subirrigazione è stato inserito in aggiunta i bilanci idrici e azotati calcolati attraverso il modello Daisy. Si è proceduto alla validazione e la calibrazione di un modello che ha permesso di creare una piattaforma modellistica per la corretta simulazione degli effetti della subirrigazione sulle rese colturali di un'importante coltura come il mais e la produzione di scenari di simulazione pluriennale ai fini dell'identificazione dei parametri di progettazione degli impianti DI (distanza e profondità delle manichette).

In aggiunta ai dati agronomici, un bilancio energetico semplificato a scala aziendale (from cradle to farm gate). Lo scopo di questo bilancio è stata la quantificazione delle performance energetiche (indice EROEI - Energy Return of Investment) e ambientali (impronta carbonica in kg CO₂-equivalenti) legate all'agricoltura conservativa abbinata alla coltivazione di specie erbacee poliennali (miscanto) in fasce tampone rispetto all'adozione di tecniche di agricoltura convenzionale. Per entrambi i sistemi di gestione dell'agroecosistema si è considerato la filiera di produzione di biogas dalle colture di pieno campo e dal miscanto in quanto le 4 aziende agricole sono tra loro consorziate nell'impianto di 1MW Riesco.

Gli indicatori suddetti sono stati calcolati attraverso la combinazione di dati derivanti da database internazionali, modelli previsionali (DAISY) e dati primari raccolti in campo. Per entrambi i sistemi di coltivazione sono state calcolate le emissioni di GHG relative alle diverse fasi di coltivazione e il loro contributo relativo alle emissioni dell'intera filiera di produzione di biogas. E' stata inoltre condotta un'analisi dei costi energetici di un impianto SDI in funzione degli anni di utilizzo per individuare i vantaggi di risparmio energetico connessi a questa tecnica in comparazione alla manichetta superficiale (SI). A tale scopo è stata condotta un'analisi comparativa dei costi energetici (input) riferita alla superficie (GJ ha⁻¹) tra un impianto SDI e la manichetta superficiale in funzione degli anni di utilizzo. I costi energetici riguardanti fertilizzanti, pesticidi e le operazioni colturali di gestione della coltura sono esclusi dal calcolo in quanto considerati uguali tra SDI e SI.

6.5 Le fasce tampone bioenergetiche

Le fasce tampone coltivate con miscanto hanno mostrato rispettivamente per nitrati e pesticidi una buona e un'ottima capacità nel contenimento del flusso di questi elementi verso i corpi idrici superficiali e sotto superficiali (Figura 12 e 13). L'efficienza di rimozione di nitrati e pesticidi varia a seconda della tipologia di suolo e degli anni di coltivazione del miscanto. In particolare, le fasce tampone con miscanto risultano essere particolarmente efficienti nel rimuovere nitrati e pesticidi a partire dal secondo anno dall'impianto e soprattutto su terreni a tessitura più fine. Valori di abbattimento superiori al 30% per nitrati e 25% per erbicidi indicano al terzo anno indicano una capacità di abbattimento di tali inquinanti significativamente maggiore rispetto a quella delle fasce tampone naturali.

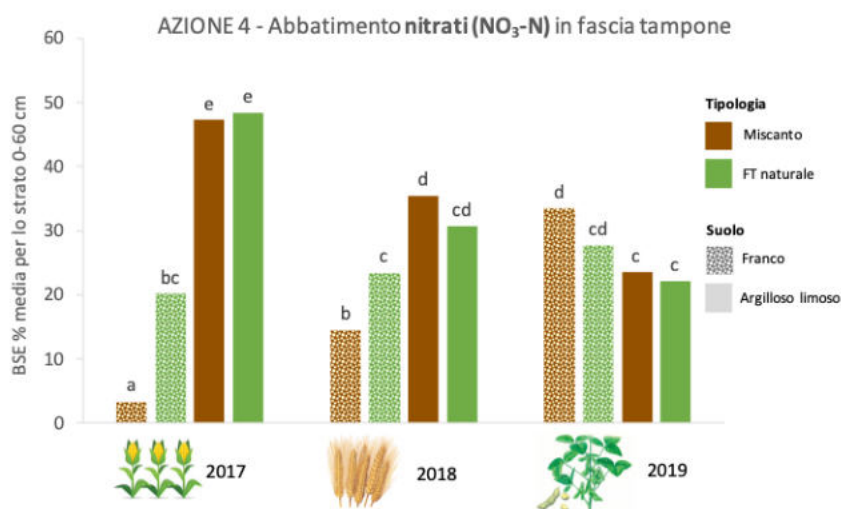


Figura 12 Efficienza di rimozione (BSE) media annuale delle fasce tampone "naturali" (FT naturale) e di miscanto per i nitrati (NO₃) in funzione della stagione colturale e della tipologia di suolo. I valori di BSE sono stati calcolati per ogni evento di campionamento come riduzione percentuale della concentrazione dell'elemento chimico prima e dopo le rispettive fasce tampone. I valori riportati sono stati mediati sul profilo di suolo (0-60 cm). Lettere differenti indicano differenze significative (p < 0,05) tra i trattamenti.

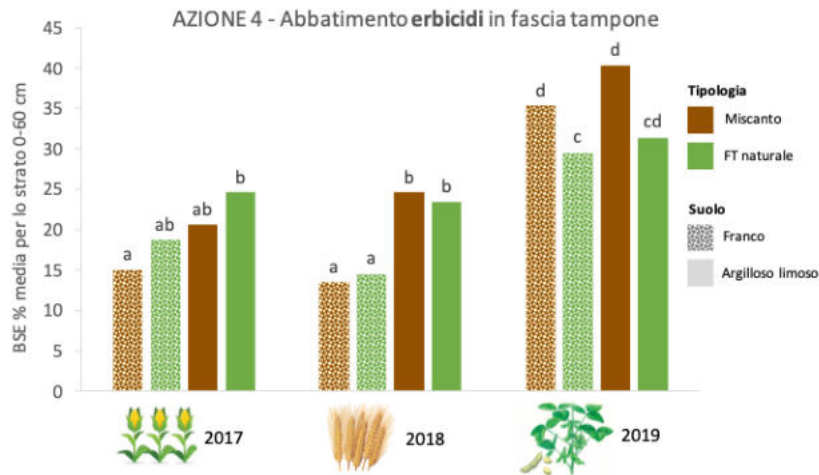


Figura 13 Efficienza di rimozione (BSE) media annuale delle fasce tampone “naturali” (FT naturale) e di miscanto degli erbicidi pre- e post-emergenza utilizzati nelle colture in pieno campo degli appezzamenti difronte alle fasce tampone. Gli erbicidi comprendono glifosato, AMPA e principi attivi vari usati su mais, frumento e soia rispettivamente.

Inoltre, il miscanto ha mostrato ottimi valori produttivi soprattutto in terreni a tessitura fine (Figura 14). Questi dati dimostrano come in condizioni idriche e nutrizionali favorevoli (vicinanza ai corsi d’acqua e carico di nutrienti provenienti dal pieno campo) sin a partire dal secondo hanno il miscanto è una coltura capace di fornire sia benefici ambientali (abbattimento nitrati e loro rimozione) ma anche biomassa utile a livello aziendale (combustione in caldaia, materiale pacciamante per colture orticole) o vendibile come materiale per florovivaistica o bioedilizia. Le esigue superfici occupate da una fascia tampone non precludono comunque la raccolta e la vendita di materiale ad alto valore aggiunto come ad esempio cannette segnaletiche, supporti per shelter, bastoncini per florovivaistica, stuoie e arelle (Figura 15). Durante uno degli eventi di divulgazione del progetto dedicato proprio al miscanto, il titolare dell’azienda Colombarone si è dimostrato interessato all’utilizzo di uno dei prodotti a base di miscanto presentati (Miscantura – materiale pacciamante prodotto con trinciato di miscanto). A partire da quel momento ha cominciato a raccogliere e utilizzare il miscanto aziendale in fascia tampone e utilizzarlo come materiale pacciamante su asparago. Da altro materiale raccolto invece dalle medesime prove UCSC ha fatto alcune prove di produzione di canne e arelle da bioedilizia e florovivaismo ottenendo un interessantissimo materiale per questi settori.



Figura 14 Risultati produttivi (Mg S.S. ha⁻¹) e asportazioni di N nei box quadrati (kg ha⁻¹) del miscanto in fascia tampone in funzione della tipologia di suolo



Figura 15 Flowerstick, cannette e arelle di vario diametro e altezza con miscanto raccolto nelle fasce tampone del progetto CABIOS

6.6 Performance agroambientali agricoltura conservativa

In generale nelle aziende di CABIOS l'agricoltura conservativa ha mostrato nel breve periodo (2 anni) un aumento significativo della qualità del suolo e dell'acqua. Con l'introduzione della minima lavorazione e delle cover crop si sono osservati risultati contrastanti nella riduzione del contenuto di nitrati e di erbicidi nella soluzione circolante del suolo (Tabelle 1, 2 e Figura 16). In particolare, rispetto al sistema convenzionale, l'agricoltura conservativa ha mostrato per tutte e tre le tipologie di suolo e per tutte le colture principali un maggior contenimento della lisciviazione dei nitrati e degli erbicidi pre e post-emergenza (Tabella 2 Figura 16). I suoli a tessitura più fina si sono mostrati quelli più adatti se combinati con tecniche di agricoltura conservativa a contenere la lisciviazione dei nitrati. In media nei tre anni, nei primi 60 cm di suolo, la concentrazione dei nitrati con l'agricoltura conservativa è calata del 5%, 14% e 16% rispettivamente su suolo a tessitura franca, franco limoso e limoso argilloso. Interessante è il dato relativo alla coltura leguminosa ove con agricoltura conservativa si sono raggiunti picchi di riduzione del 20% su suoli con tessitura fine. Ancora più incoraggianti i valori di riduzione osservato con l'introduzione dell'agricoltura conservativa sulle concentrazioni in soluzione circolante degli erbicidi pre- e post-emergenza, i valori di riduzione raggiunti superano in alcuni casi il 30% della concentrazione rispetto alle tesi di agricoltura convenzionale. Al contrario invece, con l'agricoltura conservativa si è riscontrato un aumento della concentrazione del glifosato e del suo principale metabolita (AMPA) oltre al 40% in media in particolare nel primo mese dopo la terminazione delle cover crop in primavera (Tabella 1 e Figura 16). Tuttavia, è importante sottolineare come questi aumenti percentuali della % della dose applicata ad ha si riferiscano a concentrazioni dell'ordine di decimi di nanogrammi per litro (Tabella 2). I terreni a tessitura più grossolana si sono dimostrati quelli maggiormente soggetti a fenomeni di lisciviazione sia per il glifosato e gli altri erbicidi in maniera indifferenziata tra le due tesi sperimentali. Questo sottolinea come le pratiche di gestione conservativa del suolo possano aiutare in alcuni casi a contenere i fenomeni di lisciviazione ma la tipologia del terreno e le modalità di utilizzo degli erbicidi (dosaggio e tempistica) rimangono i fattori chiave per il contenimento dell'inquinamento dei corpi idrici superficiali e sotto superficiali

Tabella 1 Valori di riduzione percentuale media nella concentrazione di nitrati e erbicidi tra agricoltura conservativa (NT) e convenzionale (CT) nelle varie tipologie di suolo. I valori si riferiscono alla media a 60 cm di profondità della stagione colturale della coltura considerata. Valori negativi indicano un effetto positivo dell'agricoltura conservativa (diminuzione della concentrazione rispetto alla tesi CT) nel contenimento dell'elemento. L'asterisco indica una variazione % significativa ($P < 0.05$) della concentrazione tra NT e CT.

Sostanza	Tipologia suolo	Stagione colturale			Media
		Mais 2017	Frumento 2018	Leguminosa 2019	
NO ₃ -N	Franco sabbioso	-5%	-5%	-3%	-5%
	Franco limoso	-3%	-17%	-21%	-14%
	Limoso argilloso	-6%	-20%	-22%	-16%
Glyphosate*	Franco sabbioso	3%	23%	71%	32%
	Franco limoso	-2%	24%	41%	21%
	Limoso argilloso	3%	14%	57%	25%
AMPA*	Franco sabbioso	2%	23%	44%	23%
	Franco limoso	2%	15%	40%	19%
	Limoso argilloso	-1%	12%	20%	10%
erbicidi pre- / post-emergenza	Franco sabbioso	-13%	-18%	-29%	-20%
	Franco limoso	-14%	-45%	-	-29%
	Limoso argilloso	-	-	-	
				media NO₃-N	-11%
				media Glypho/AMPA	22%
				media erbicidi	-25%

* in media su NT 2X trattamenti in più rispetto a CT (prima della semina e al momento e dopo la terminazione delle cover crop)

Tabella 2 Valori medi di concentrazione (ng/l) e percentuale della dose d'impiego degli erbicidi pre e post emergenza. I dati si riferiscono alla media dal primo mese di applicazione nella soluzione circolante del suolo a 60 cm. Dopo 1 mese tutti i livelli sono risultati sempre essere sotto il limite di rilevabilità dello strumento.

Parametro	Tesi	Tipologia suolo	Glyphosate	AMPA	Erbicidi pre e post emergenza		
					Mais	Frumento	Soia/ Fagiolino
% dose applicata (kg p.a. ha ⁻¹)	CT	Franco sabbioso	0.067 a	0.022 a	16.2 a	35 a	6.8 a
		Franco limoso	0.35 b	0.18 b	11.3 a	17 a	n.d.
		Limoso argilloso	0.035 a	0.020 a	n.d.*	n.d.	n.d.
	NT**	Franco sabbioso	0.103 b	0.088 ab	15.4 a	38 a	8.2 a
		Franco limoso	0.134 b	0.123 b	8.6	7.5	n.d.
		Limoso argilloso	0.095 ab	0.032a	n.d.	n.d.	n.d.
Riduzione %	NT vs CT	Franco sabbioso	61%	44%	-13%	-18%	-29%
		Franco limoso	41%	40%	-14%	-45%	
		Limoso argilloso	47%	20%			

* n.d. valore nel 90% dei casi al di sotto del limite di rilevabilità dello strumento (<0.5 ng L⁻¹)

** in media su NT 2X trattamenti in più rispetto a CT (prima della semina e al momento e dopo la terminazione delle cover crop)

Variatione % NT rispetto a CT di nitrati ed erbicidi

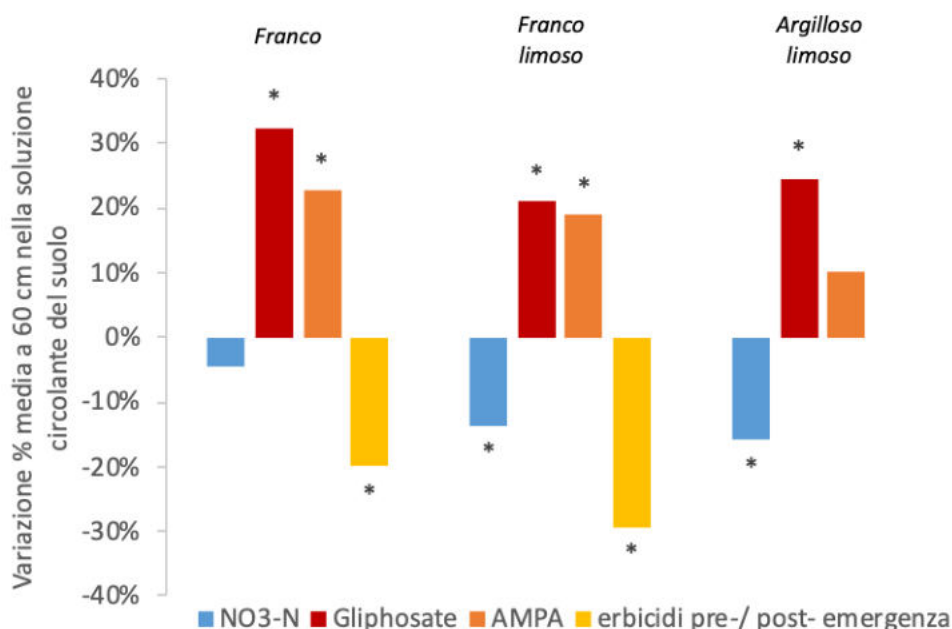


Figura 16 - Variazione percentuale media nel triennio 2017-2019 della concentrazione di nitrati e erbicidi nella soluzione circolante del suolo tra tesi con agricoltura conservativa (NT) e agricoltura convenzionale (CT). Valori negativi indicano un effetto positivo dell'agricoltura conservativa (diminuzione della concentrazione rispetto a CT) nel contenimento dell'elemento. L'asterisco indica una variazione % significativa (P<0.05) della concentrazione tra NT e CT.

Relativamente alla qualità del suolo, a due anni dall'adozione delle pratiche di gestione conservativa del suolo, si sono osservati cambiamenti significativi nella qualità fisica e biologica del suolo (figura 17 e Tabella 3). Per valutare la qualità del suolo, i valori misurati dei vari parametri biologici, chimici e fisici sono stati trasformati in punteggi di qualità del suolo. Il punteggio di qualità del suolo è calcolato in maniera sito-specifica per i vari suoli (franco-F, franco limoso-FL e argilloso limoso-AL) e varia da 0 (qualità pessima) fino a 1 (qualità ottima). In generale si è osservata in tutte e tre le tipologie di terreno come l'agricoltura conservativa in due anni dalla sua implementazione porti ad un aumento significativo della qualità biologica del terreno.

Da notare in particolare gli aumenti significativi per tutte e tre le tipologie di suolo della biomassa microbica, dell'attività di mineralizzazione dei nutrienti (attività enzimatiche), del pool labile di N proteico (N potenzialmente mineralizzabile e disponibile per le piante) e del numero di lombrichi. I punteggi di qualità di questi indicatori sono passati da valori di qualità scarsa/media fino a punteggi di qualità ottimi (>0.7). Tuttavia, si sono osservate dei cali di qualità in particolare relativi alla qualità fisica in quanto è peggiorato il punteggio dell'indicatore di resistenza alla penetrazione in tutti e tre i suoli (Figura 17, Tabella 19 e Figura 18). Nessuna variazione nella qualità chimica del suolo si è riscontrata in nessuno dei casi analizzati. Relativamente alla qualità del suolo complessiva, solamente nei suoli franco limoso delle aziende Serena e Rossi si è osservata dopo due anni un aumento significativo in seguito all'adozione delle pratiche di agricoltura conservativa (Figura 17).

L'agricoltura conservativa ha mostrato una riduzione della qualità fisica in particolare legata al grado di compattazione che può portare a riduzione significative nella produzione di colture sensibili al compattamento. Si è osservata infatti una riduzione media del 12 % con la semina su sodo nella produzione cumulata della tesi "conservativa" per la rotazione mais-cereale-leguminosa con picchi del 24% di riduzione nei suoli più suscettibili al compattamento come quelli a tesi più fine (limoso argilloso). Si è osservato un aumento della compattazione nei primi 15 cm di suolo con l'agricoltura conservativa di 7%, 15% e 22% rispettivamente su suolo franco, franco limoso e limoso argilloso (Figura 18). Relativamente alle produzioni delle colture principali in rotazioni, nel cereale autunno vernino non si sono osservate produzioni significativamente differenti tra CT e NT (Figura 19), al contrario con la leguminosa del 2019 (soia e fagiolino) nei suoli tessitura più fine si sono osservate riduzioni significative.

Questi valori testimoniano come il successo delle semine su sodo di colture estive sia altamente influenzato dal grado di compattazione che interessa i primi anni di adozione dell'agricoltura conservativa e soprattutto come nel caso della stagione 2019 delle elevate precipitazioni che comportano una riduzione delle finestre temporali per una semina su sodo efficace. Un elevato grado di umidità del terreno durante la semina su sodo su terreni pesanti rende inefficaci la chiusura del solco di semina con le seminatrici pesanti come quelle da sodo. Si può dedurre dalla Figura 19 comunque come su suolo franco limoso si siano ottenute le produzioni ottenute con l'abbinamento SDI e agricoltura conservativa (NT) siano risultate essere quelle più interessanti. In questa tipologia di suolo nell'areale di Podenzano (az. Serena e Az. Rossi) sin dal primo anno dalla sua introduzione non si sono osservate variazioni significative nella produzione cumulativa rispetto alla tesi convenzionale per la rotazione triennale mais-frumento-fagiolino.

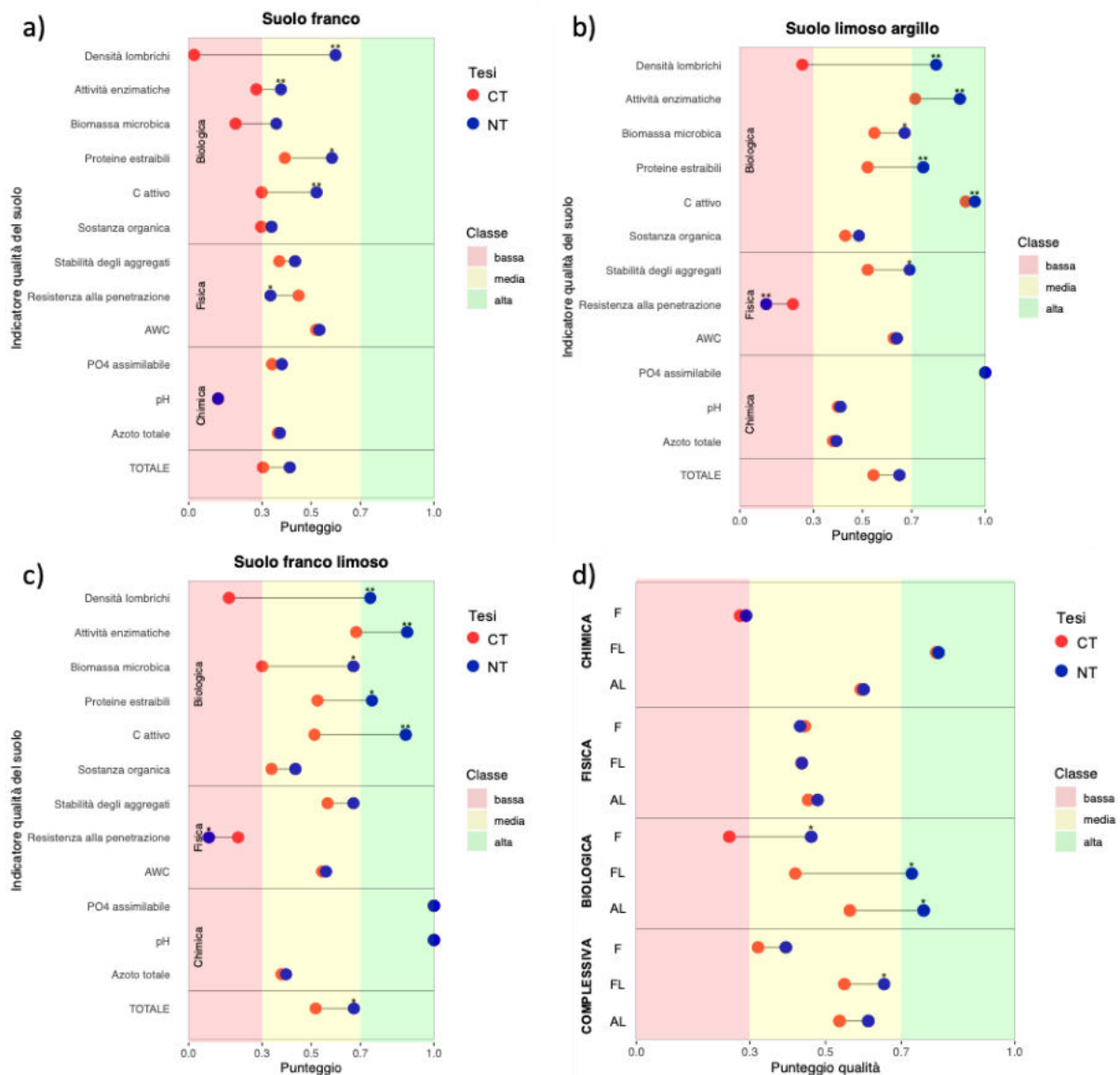


Figura 17 - Punteggi medi degli indicatori qualità del suolo ottenuti dopo 3 anni con agricoltura convenzionale (CT) e agricoltura conservativa (NT) in funzione della tipologia di suolo (a-c). Il grafico d) in basso a destra riporta invece i valori medi di CT e NT raggruppati per classi di qualità di suolo (chimica, fisica, biologica e complessiva) in funzione delle 3 tipologie di suolo. Gli asterischi indicano una differenza statistica significativa (* $P < 0.05$, ** $P < 0.001$) tra le tesi CT e NT per i rispettivi indicatori e suoli.

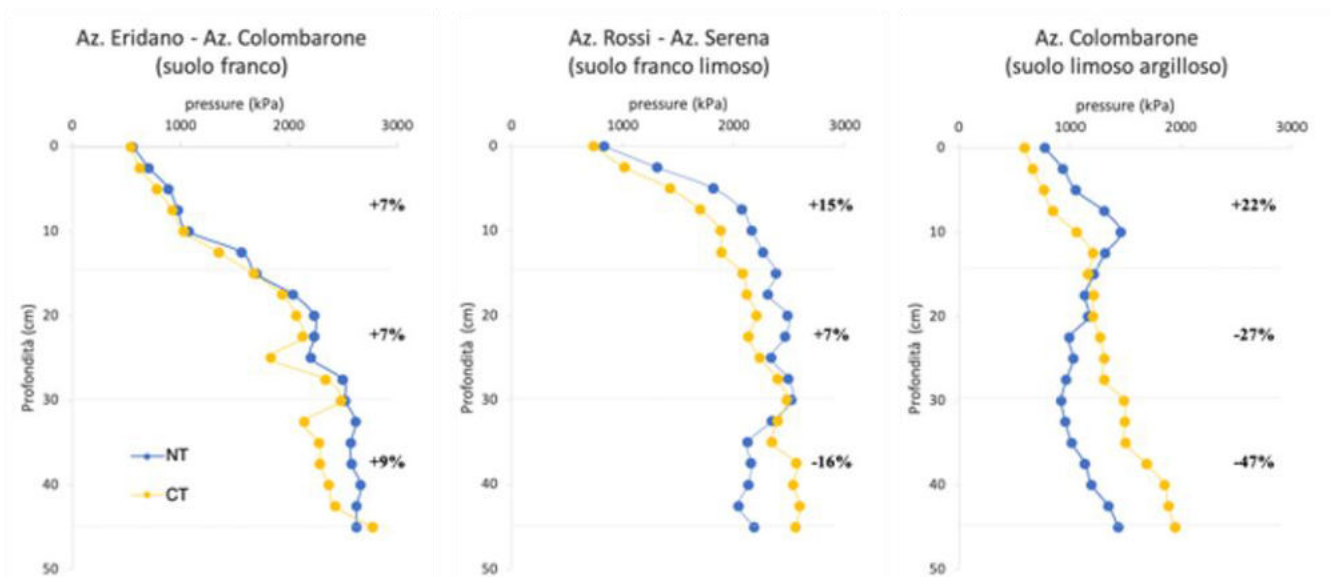


Figura 18 – Valori di resistenza alla penetrazione (kPa) nei suoli a diversa tessitura 2 anni dopo l'adozione di pratiche di agricoltura conservativa. Le variazioni percentuali si riferiscono alla variazione da CT a NT (valori positivi indicano un compattamento con la tesi NT).

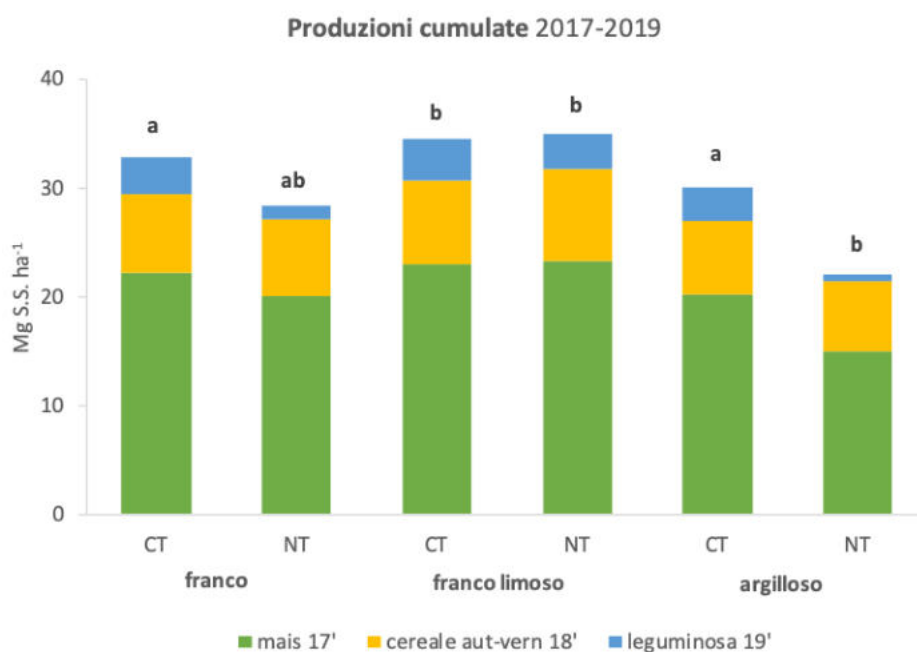


Figura 19 Valori medi ($n=3$) di produzione cumulativa di sostanza secca (Mg S.S. ha⁻¹) delle colture principali in rotazione nel triennio 2017-2019 nelle tre tipologie di suolo che caratterizzano le 4 aziende agricole coinvolte in CABIOS. Lettere differenti indicano valori di produzione cumulativa significativamente differenti tra le tesi.

Tabella 3 Database per le 4 aziende agricole di CABIOS relativo agli indicatori di qualità del suolo misurati (obs) e trasformati (score). Gli asterischi indicano una differenza statistica significativa (* P<0.05, ** P<0.001) tra le tesi CT e NT per i rispettivi indicatori.

Azienda Eridano									
Tessitura Franca									
Fine prova: Settembre 2019 (0-10 cm)									
Ind_number	Gruppo	Indicatore	CT_score	NT_score	Stars	Var_Perc	CT_obs	NT_obs	Unit
1	Chimica	Azoto totale	0.36	0.37		8%	0.12	0.13	%
2	Chimica	pH	0.12	0.12		0%	8.2	8.2	-
3	Chimica	PO ₄ assimilabile	0.34	0.38		26%	6.25	7.85	ppm
4	Fisica	AWC	0.52	0.53		11%	0.19	0.21	g g ⁻¹
5	Fisica	Resistenza alla penetrazione	0.448	0.333	*	16%	176.22	204.5	psi
6	Fisica	Stabilità degli aggregati	0.37	0.43		12%	25	28	%
7	Biologica	Sostanza organica	0.30	0.34		6%	1.61	1.71	%
8	Biologica	C attivo	0.30	0.52	**	27%	402	510	mg kg ⁻¹
9	Biologica	Biomassa microbica	0.19	0.36		24%	13.3	16.5	ng dsDNA g ⁻¹
10	Biologica	Attività enzimatiche	0.28	0.38	**	8%	605.2	650.8	nM g ⁻¹ h ⁻¹
11	Biologica	Proteine estraibili	0.39	0.58	*	29%	5.6	7.2	mg g ⁻¹
12	Biologica	Densità lombrichi	0.02	0.60	**	134%	8.2	19.2	ind m ⁻²
Azienda Rossi e Serena									
Tessitura Franco-Limosa									
Fine prova: Settembre 2019 (0-10 cm)									
Ind_number	Gruppo	Indicatore	CT_score	NT_score	Stars	Var_Perc	CT_obs	NT_obs	Unit
1	Chimica	Azoto totale	0.38	0.40		15%	0.136	0.156	%
2	Chimica	pH	1	1		0%	7.3	7.3	-
3	Chimica	PO ₄ assimilabile	1	1		5%	18.78	19.78	ppm
4	Fisica	AWC	0.54	0.56		10%	0.227	0.25	g g ⁻¹
5	Fisica	Resistenza alla penetrazione	0.201	0.083	*	21%	242.64	294.41	psi
6	Fisica	Stabilità degli aggregati	0.57	0.67		15%	34	39	%
7	Biologica	Sostanza organica	0.34	0.44		13%	1.71	1.93	%
8	Biologica	C attivo	0.51	0.88	**	43%	506	722	mg kg ⁻¹
9	Biologica	Biomassa microbica	0.30	0.67	*	39%	15.5	21.6	ng dsDNA g ⁻¹
10	Biologica	Attività enzimatiche	0.68	0.89	**	16%	780	903.4	nM g ⁻¹ h ⁻¹
11	Biologica	Proteine estraibili	0.53	0.75	*	30%	6.71	8.7	mg g ⁻¹
12	Biologica	Densità lombrichi	0.16	0.74	**	69%	12.3	20.78	ind m ⁻²
Azienda Colombarone									
Tessitura Limoso-argillosa									
Fine prova: Settembre 2019 (0-10 cm)									
Ind_number	Gruppo	Indicatore	CT_score	NT_score	Stars	Var_Perc	CT_obs	NT_obs	Unit
1	Chimica	Azoto totale	0.38	0.39		11%	0.137	0.152	%
2	Chimica	pH	0.4	0.41		1%	8	8.1	-
3	Chimica	PO ₄ assimilabile	1	1		15%	19.67	22.56	ppm
4	Fisica	AWC	0.63	0.64		6%	0.354	0.374	g g ⁻¹
5	Fisica	Resistenza alla penetrazione	0.216	0.107	**	18%	237.89	280.74	psi
6	Fisica	Stabilità degli aggregati	0.52	0.69	*	11%	36	40	%
7	Biologica	Sostanza organica	0.43	0.49		9%	2.85	3.12	%
8	Biologica	C attivo	0.92	0.96	**	8%	760	820	mg kg ⁻¹
9	Biologica	Biomassa microbica	0.55	0.67	*	10%	19.56	21.6	ng dsDNA g ⁻¹
10	Biologica	Attività enzimatiche	0.71	0.90	**	14%	795	908.56	nM g ⁻¹ h ⁻¹
11	Biologica	Proteine estraibili	0.52	0.75	**	30%	6.67	8.7	mg g ⁻¹
12	Biologica	Densità lombrichi	0.25	0.80	**	59%	13.56	21.56	ind m ⁻²

6.7 La subirrigazione

A livello di efficienza dell'uso dell'acqua, il sistema conservativo con la subirrigazione ha mostrato dei risultati incoraggianti se consideriamo i dati relativi alla sperimentazione condotta nel 2017 su mais. La subirrigazione ha mostrato infatti un aumento del 30% nell'efficienza d'uso dell'acqua irrigua (kg sostanza secca per m³ acqua). Questo dato deriva da rese uguali tra il sistema della subirrigazione (SDI) e l'irrigazione con manichetta superficiale, le quali però sono state ottenute con un risparmio idrico in media del 30% (es. 1648, 675, 523 m³ ha⁻¹ per il mais 2017 rispettivamente su suoli F, FL e AL). In particolare, uno degli indicatori di efficienza agroambientale del sistema di gestione dell'agroecosistema innovativo di CABIOS è l'efficienza d'uso dell'acqua e dell'azoto in mais irrigato con impianti di subirrigazione durante il loro primo anno di installazione. Le produzioni, gli indici di efficienza d'uso dell'acqua (iWUE) e dell'azoto (NUE, NupE, NER) e le quantità di acqua e concimi distribuite nelle diverse aziende sono riportate in Tabella 4. Le produzioni del sistema SDI ottenute nell'anno 2017 per il mais da trinciato differiscono significativamente da quelle della tesi SI (P: 0.0029).

Tale differenza è legata alle differenze significative osservate per la tesi SDI 100% FC nell'azienda Colombarone con suolo limoso-argilloso, la quale ha avuto una produzione statisticamente inferiore alle tesi SDI 70% FC e SI ($P < 0.001$). Al contrario non si osservano differenze significative nella produzione di biomassa tra tesi irrigue con SDI e la manichetta superficiale (SI) nelle Aziende Eridano, Rossi e Serena.

L'efficienza d'uso dell'acqua di irrigazione (iWUE) decresce all'aumentare della quantità di acqua applicata. Tutte le tesi SDI infatti mostrano una maggior efficienza d'uso dell'acqua rispetto alle tesi SI ($P < 0.001$), ad eccezione della tesi SDI 100% FC dell'azienda Colombarone (LA). Tra le tesi irrigue in SDI l'irrigazione deficitaria con restituzione parziale (SDI 70%FC) è risultata, nelle Aziende Eridano e Colombarone, significativamente maggiore a quella con restituzione totale (SDI 100%FC). Tale efficienza si traduce in un notevole risparmio idrico pur mantenendo uguali le rese. Al contrario, le tesi SDI 100% e 70% FC dell'azienda Rossi-Serena (FL) non si differenziano in termini di efficienza d'uso dell'acqua irrigua.

L'efficienza d'uso dell'azoto è stata valutata attraverso il calcolo di diversi indici agronomici: l'efficienza di utilizzo (NUE), l'efficienza di assorbimento (NupE), e l'efficienza di conversione dell'azoto (NER). Il mais coltivato nell'azienda con suolo franco limoso ha mostrato i valori significativamente più alti nell'efficienza d'uso dell'azoto ($P < 0.001$). I valori di NUE non differiscono significativamente tra le tesi SDI ($P < 0.05$) e SI ($P < 0.001$), e sono in media di 146 Kg prodotti/Kg N applicato. I valori più bassi di NUE invece si sono riscontrati nella tesi SI su suolo franco con 79.5 Kg prodotti/Kg N applicato, la quale non differisce statisticamente dalla tesi SDI 100% FC con suolo limoso argilloso.

L'efficienza di assorbimento NupE è stata calcolata come rapporto tra i chilogrammi di azoto asportati dalla pianta e quelli applicati. Essa è massima nel momento in cui vi è congruenza tra la richiesta azotata da parte della coltura e la disponibilità dell'elemento nel suolo.

Come per la NUE, l'efficienza di assorbimento nell'aziende Rossi e Serena non evidenzia differenze statistiche significative tra le tesi SDI e SI, complici le medesime asportazioni e quantità di concimi minerali distribuiti (290 Kg/ha di N asportato e 160 Kg/ha di N distribuito). Nell'azienda Eridano (suolo franco) invece, la tesi SI risulta avere un valore di NupE significativamente inferiore rispetto a quello della tesi SDI 100% FC ma non alla tesi SDI 70% FC. Infine, l'azienda Colombarone (LA) con la tesi SDI 100% FC ha mostrato la minor efficienza di assorbimento dell'azoto insieme alla tesi SI dell'azienda Eridano (suolo franco) ($P < 0.001$), con NupE pari a 1.

Per quanto riguarda l'efficienza di conversione (NER), non vi è nessuna differenza significativa tra le tesi considerate ($P: 0.34$) e le diverse aziende con differente tipologia di suolo ($P: 0.72$). I valori più elevati, anche se non significativamente differenti rispetto a quelli delle altre due aziende, sono stati ottenuti su suolo franco-limoso (81 Kg SS prodotta / Kg N asportato). Nelle aziende Eridano (F) e Rossi-Serena (LA), il valore medio di NER per le 3 tesi è risultato essere di 69.2 Kg SS prodotta / Kg N asportato.

Tabella 4 Valori medi per l'anno mais 2017 delle produzioni, efficienza uso acqua irrigua (iWUE), efficienze uso dell'azoto (NUE), efficienza di assorbimento (NupE), efficienza di conversione dell'azoto (NER), irrigazioni e concimazioni nelle tesi irrigate con subirrigazione (SDI) e SI (manichetta superficiale). Lettere differenti indicano differenze significative (P<0.05) tra le tesi nelle varie aziende per un determinato parametro.

Aziende	Produzione Mg SS ha ⁻¹	iWUE Kg m ⁻³	NUE Kg Kg ⁻¹	NupE Kg Kg ⁻¹	NER Kg Kg ⁻¹	Irrigazioni mm	Concimazioni Kg N ha ⁻¹
Az. Eridano (F)							
SDI 100% FC	24 ab	12.6 c	98 c	1.6 abc	63 a	208	242
SDI 70% FC	24 ab	16.7 b	100 c	1.4 bcd	74 a	172	242
SI	26 a	9.5 d	80 d	1 d	72 a	251	329
Az. Rossi - Serena (FL)							
SDI 100% FC	24 ab	13.7 c	147 a	1.8 ab	81 a	109	160
SDI 70% FC	23 ab	14.5 bc	144 a	1.8 ab	81 a	87	160
SI	23 abc	9.9 d	143 a	1.8 ab	80 a	211	160
Az. Colombarone (LA)							
SDI 100% FC	12 d	13.9 bc	74 d	1.2 cd	61 a	92	159
SDI 70% FC	18 c	30.5 a	115 bc	1.7 ab	67 a	65	159
SI	20 bc	14.7 bc	127 ab	2.1 a	61 a	125	159

In figura 20 è mostrata la dinamica spazio-temporale 2D di risalita dell'acqua lungo il profilo di suolo delle 4 aziende durante un evento irriguo con SDI per il mais dell'anno 2017. Con questi dati è stato prodotto anche un video della risalita capillare sul canale youtube del gruppo di ricerca del prof. Amaducci (<https://www.youtube.com/watch?v=GqrU7duYgjM>).

In Figura 21 invece sono riportati valori medi per l'anno 2017 dell'uniformità di bagnatura dell'intero profilo. Questa è stata calcolata attraverso il coefficiente di uniformità di Christiansen (CU), che è considerato ottimale per un evento irriguo quando raggiunge valori intorno al 90%. Nell'azienda Colombarone con suolo limoso argilloso (LA), il movimento del fronte di bagnatura procede sia lungo la sua componente verticale che quella orizzontale. Dopo solamente due ore di irrigazione l'acqua risulta essersi uniformemente distribuita (CU: 88%), e dopo 5 ore il suolo raggiunge la capacità di campo nell'intero profilo di suolo. Nell'aziende Rossi e Serena con suolo franco limoso (FL) il fronte di bagnatura tende a muoversi prevalentemente lungo la componente orizzontale nelle prime ore a partire dall'irrigazione, mentre la componente verticale comincia ad essere predominante solo a partire dalle 5-7 ore dall'inizio dell'irrigazione. Il risultato è comunque un'irrigazione SDI soddisfacente con valori di CU nell'intorno del 90%.

Suoli franchi (F) come quelli dell'azienda Eridano mostrano una risalita capillare meno pronunciata lungo le due componenti del movimento del fronte di bagnatura. In questa tipologia di suolo l'acqua irrigua riesce a spingersi fino alla profondità di 20 cm per poi continuare il suo movimento lungo la sua componente orizzontale. Come risultato il coefficiente di uniformità in questo suolo franco non raggiunge mai valori ottimali (CU < 80%).

Il CU relativo a tutti gli eventi irrigui durante la stagione colturale nelle tre aziende (Figura) ha mostrato differenze significative tra le tesi SDI e SI (P < 0.001). Nell'azienda 1 (F), l'irrigazione con manichetta superficiale ha mostrato un'omogeneità di bagnatura del suolo significativamente migliore (CU: 80%) rispetto a quella dell'SDI (CU: 73%) (P<0.05). Nell'azienda 2 (FL) invece, non si osservano differenze significative tra le 3 tesi complice la buona risalita capillare ottenuta in tutti gli strati (Fig.11). Nell'azienda 3 (LA), il maggior CU si riscontra della tesi SDI 100% FC.

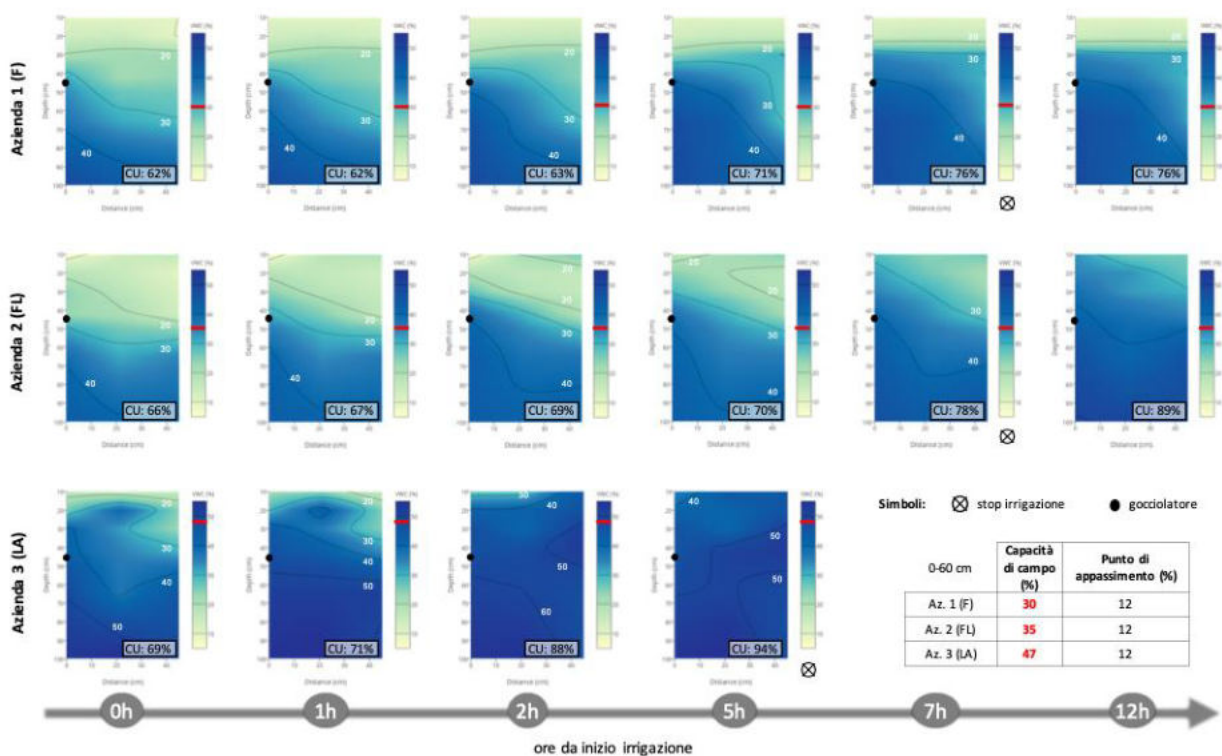


Figura 20 Dinamica spazio temporale 2D della risalita capillare lungo il profilo di suolo (valutato attraverso il contenuto idrico volumetrico) di un evento irriguo nelle tre aziende con suoli a tessitura differente. In ogni grafico in basso a sinistra è riportato il coefficiente di uniformità (CU). In rosso è riportata la capacità di campo e i numeri nei grafici rappresentano le isolinee del contenuto idrico volumetrico.

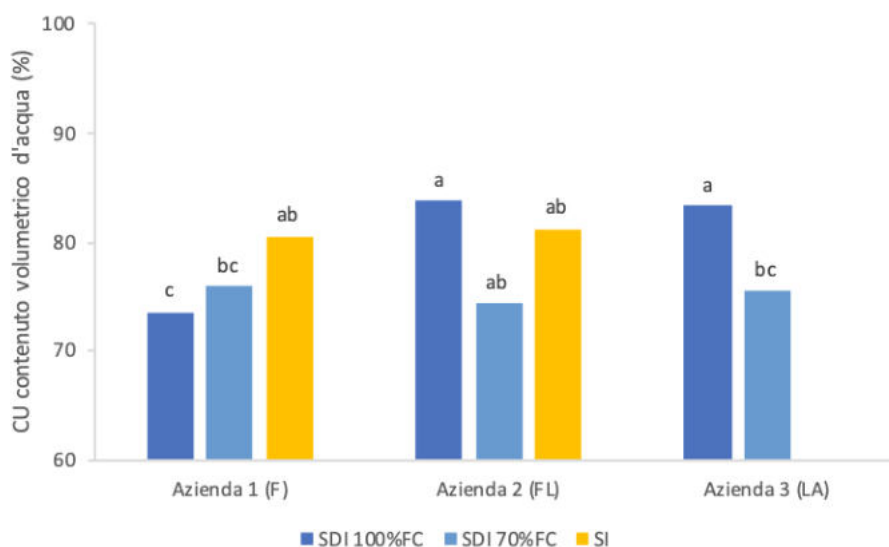


Figura 21 – Valore medio del coefficiente di uniformità (CU) del contenuto idrico volumetrico per le n irrigazioni effettuate nelle tre aziende monitorate all’interno del progetto CABIOS. Lettere differenti indicano differenze significative ($p < 0.05$) tra le tesi irrigue nelle aziende monitorate.

I dati raccolti nella sperimentazione condotta su mais nell’annata 2017 sono serviti per la validazione della piattaforma modellistica DAISY (Tabella 5). La corrispondenza tra i valori osservati e quelli simulati è espressa mediante i seguenti indici: il coefficiente di massa residua (CRM), il coefficiente di correlazione di Pearson (r), la pendenza (slope), l’efficienza della modellazione (NSE) e l’errore quadratico medio (RMSE).

Nelle aziende Eridano (F) e Rossi-Serena (FL) le rese simulate sono molto vicine a quelle osservate (NSE = 0.9). Nella tesi SDI dell'azienda Colombarone (LA), il modello tende a sovrastimare la produzione (CRM = -0.51). Per quanto riguarda il contenuto idrico volumetrico delle tesi SDI, in Tabella 5 si riportano gli indici riferiti all'intero profilo di suolo (0-60 cm) e quello strettamente interessato dalla risalita capillare (20-40 cm). Nei suoli franco e franco-limosi la dinamica dell'acqua del suolo è stata correttamente simulata ($r > 0.65$, NSE > 0.9), nonostante una leggera sovrastima del contenuto idrico (CRM = -0.15) (grafici 14-17). Nell'azienda Colombarone (LA), invece, il modello tende a sottostimare il contenuto idrico in particolare nella tesi SDI 100% FC, dove i valori osservati risultano essere sempre maggiori rispetto a quelli simulati (CRM = 0.18).

In tabella 6 sono riassunte le voci del bilancio dell'azoto aziendale simulate con il modello Daisy per le tre aziende considerate. Le voci del bilancio di particolare interesse per la qualità ambientale sono gli output dal sistema suolo. Il modello Daisy è in grado di quantificare i kg di N persi ad ettaro per lisciviazione (N minerale a 1.5 m) e denitrificazione (emissione di protossido d'azoto N_2O dal suolo). Con la subirrigazione, in tutte le aziende, la lisciviazione è risultata essere la voce di output più importante (20 kg N ha^{-1} in media per le tre aziende), mentre con la manichetta superficiale è prevalsa la denitrificazione (30 kg N ha^{-1} in media). Si sono osservati inoltre eventi di lisciviazione intensa in concomitanza di eventi di precipitazione in particolare nel suolo franco dell'azienda 1 (Fig. 22). In generale le aziende di CABIOS sono risultate essere "virtuose" per quanto riguarda la gestione dell'N mostrando un bilancio netto nell'intorno di 0 kg N ha^{-1} . Questo significa che dalla semina alla raccolta grazie ad un'accurata gestione della fertilizzazione non si sono ottenute né perdite o accumuli di unità d'azoto nel sistema suolo. Unica eccezione è la tesi SDI nell'Azienda 1 Eridano con suolo franco dove si è osservato un accumulo di N nel sistema a causa di una variazione positiva di N nel suolo dalla semina alla raccolta. Questo accumulo è ascrivibile alla differente altezza di taglio del mais di 12 cm in questa tesi in fase di trinciatura che ha comportato una maggiore quantità di residui colturali.

Tabella 5 - Indici statistici di accuratezza del modello per le produzioni (Mg ha^{-1}), il contenuto idrico volumetrico del suolo (%) e la concentrazione di nitrati (NO_3-N) nella soluzione circolante (mg N L^{-1}).

Produzione						
Indici	Azienda 1 (F)		Azienda 2 (FL)		Azienda 3 (LA)	
	SDI	SI	SDI	SI	SDI	SI
CRM	0.03	0.13	-0.02	0.02	-0.51	-0.12
slope	1.00	1.21	0.78	0.82	0.82	0.88
NSE	0.88	0.57	0.92	0.89	0.00	0.98
RMSE	1.84	3.02	1.97	2.10	6.26	1.49

Contenuto idrico del suolo - intero profilo							
Strato	Indici	Azienda 1 (F)		Azienda 2 (FL)		Azienda 3 (LA)	
		SDI	SDI	SDI 100	SDI 70		
0-60 cm	CRM	-0.18	-0.15	0.18	0.08		
	r	0.75	0.64	0.23	0.51		
0-60 cm	slope	0.63	0.47	0.16	0.32		
	NSE	0.90	0.89	-0.40	0.22		
	RMSE	11.28	5.91	14.24	11.33		

Contenuto idrico del suolo - strato risalita capillare							
Strato	Indici	Azienda 1 (F)		Azienda 2 (FL)		Azienda 3 (LA)	
		SDI	SDI	SDI 100	SDI 70		
20-40 cm	CRM	-0.08	-0.14	0.32	0.22		
	r	0.67	0.63	0.08	0.53		
20-40 cm	slope	0.60	0.84	0.07	0.34		
	NSE	-0.35	-1.19	-2.76	0.01		
	RMSE	3.25	4.28	14.67	11.10		

Tabella 6 - Output del modello Daisy per la simulazione del ciclo dell'azoto nelle 4 aziende del progetto CABIOS. I calcoli sono stati effettuati a partire dal giorno della semina fino al giorno della raccolta. Con la scala di rossi sono evidenziate le voci di output di interesse per la qualità ambientale del sistema suolo. Azienda 1: Az. Eridano suolo franco, Azienda 2: Az. Rossi e Serena suolo franco limoso, Azienda 3: Az. Colombarone suolo limoso argilloso

Voci bilancio Kg N ha ⁻¹	Azienda 1 (F)		Azienda 2 (FL)		Azienda 3 (LA)	
	SDI	SI	SDI	SI	SDI	SI
Concime minerale	185	279	162	162	161	161
Concime organico	155	155	0	0	0	0
Totale Input	340	434	162	162	161	161
Nitrificazione	4	3	15	15	2	4
Denitrificazione	98	118	19	60	11	39
Lisciviazione	154	135	64	49	52	21
Asportazioni	382	373	371	372	274	309
Totale Output	637	629	469	496	339	373
Variazione contenuto N nel suolo	-340	-194	-307	-335	-178	-203
Bilancio (Input-Output-Variazione N)	42	-1	0	0	0	-9

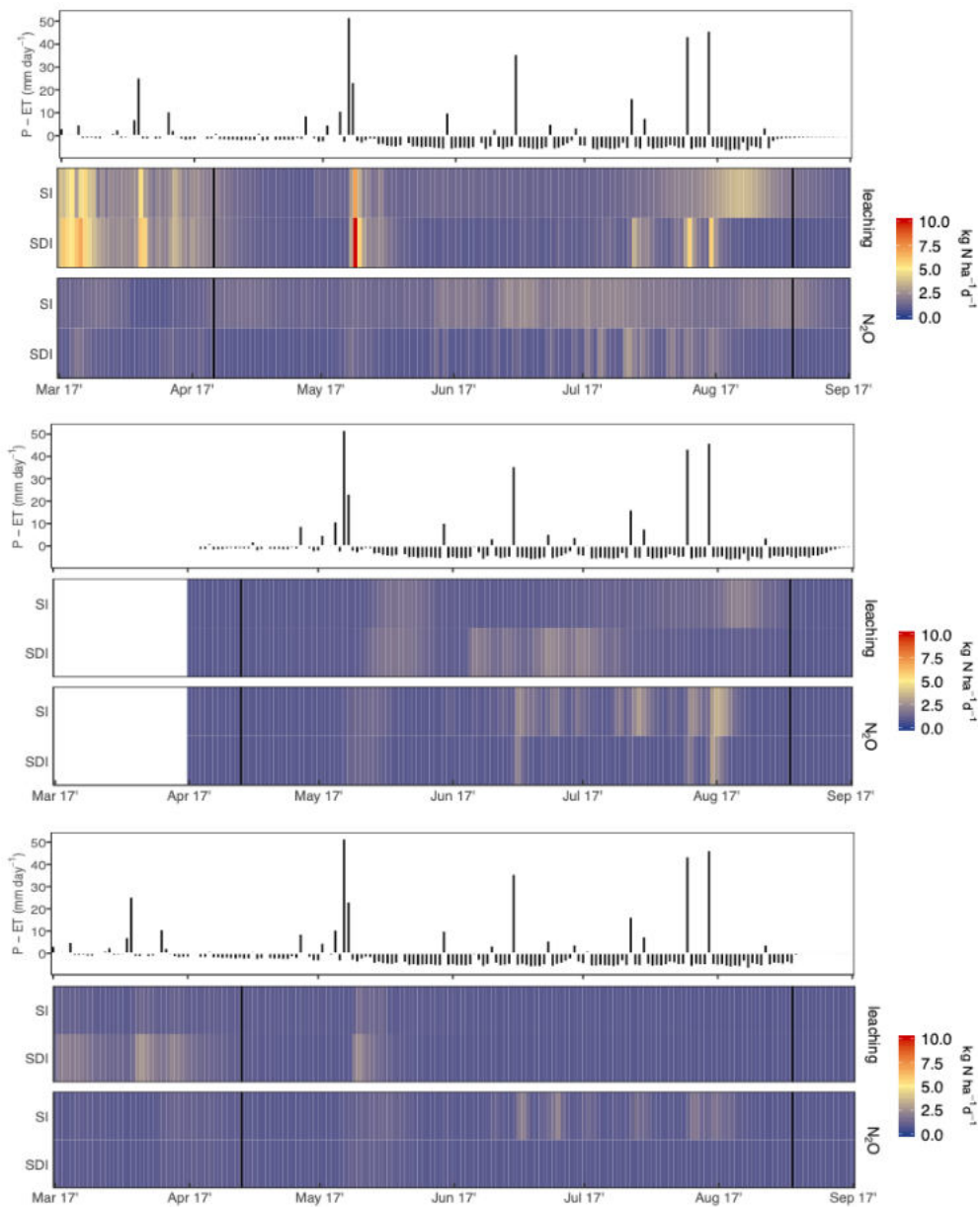


Figura 22- Valori giornalieri simulati dal modello Daisy (kg N ha⁻¹) per le voci lisciviazione, denitrificazione e bilancio idrico in mm (Pioggia- Evapotraspirazione) nelle tesi SDI e SI delle tre aziende. Le barre nere indicano il giorno di semina e raccolta del mais.

La piattaforma modellistica DAISY, una volta calibrata e validata per il singolo anno 2017, è stata utilizzata per fare una simulazione pluriennale per la tesi SDI nei suoli dell'azienda Rossi (azienda 2 suolo franco limoso). I dati della simulazione sono stati elaborati in forma grafica (Figura 23) come curve di probabilità di superamento della produzione in funzione di due parametri di progettazione di un impianto SDI: profondità e interasse. Se consideriamo un orizzonte temporale di 27 anni di dati meteo (1990-2017), in un suolo franco-limoso la profondità di installazione non è risultata avere un impatto significativo sulla produzione di mais per entrambi gli interassi considerati (90 e 140 cm). Una leggera probabilità di produrre meno si osserva con impianti a 90 cm di profondità (Figura 23). Al contrario, la distanza delle manichette su tale tipologia di suolo è risultata avere un impatto significativo sulla produttività del mais. Un interasse più ravvicinato (90cm) mostra una maggiore probabilità di eccedere le rese rispetto ad un interasse più ampio (140cm) (Figura 23).

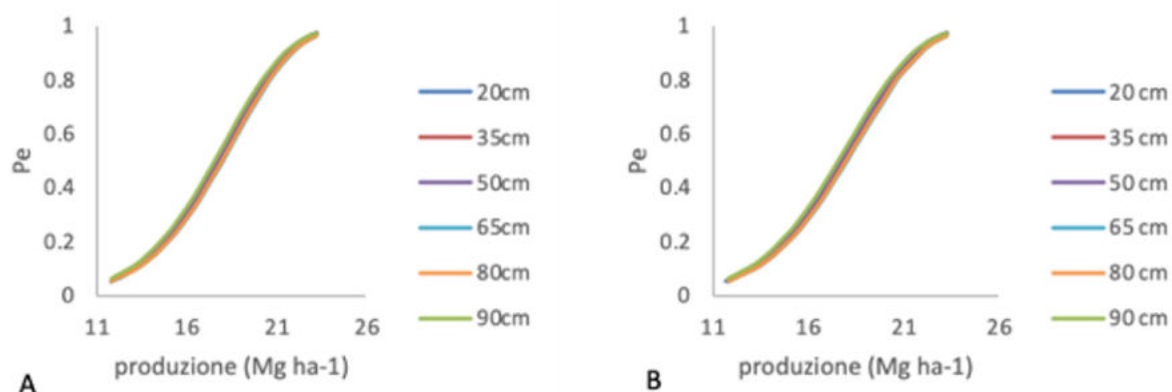


Figura 23 - Curva di Weibull costruita sui dati delle simulazioni di produzione pluriennali (1990-2017) per l'azienda Rossi (suolo franco limoso) con interasse delle manichette di 90 cm (A) e 140 cm (B). La curva mostra la probabilità di eccedere una data produzione al variare della sola profondità di installazione delle manichette.

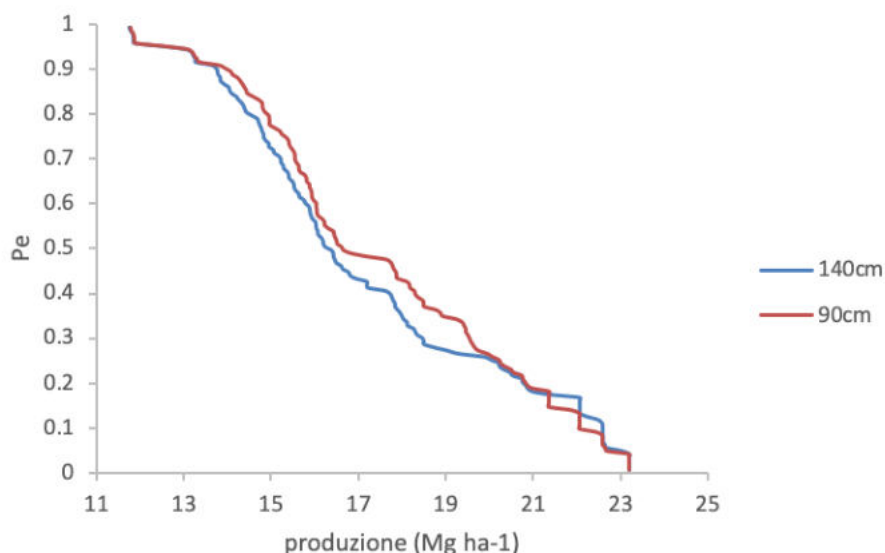


Figura 24 - Curva di Weibull costruita sui dati delle simulazioni di produzione pluriennali (1990-2017) per l'azienda Rossi (suolo franco limoso) con interasse delle manichette di 90 cm (A) e 140 cm (B). La curva mostra la probabilità di eccedere una data produzione al variare della sola profondità di installazione delle manichette.

I dati ottenuti dall'uso del modello DAISY sono incoraggianti. In questo studio modellistico applicato alla subirrigazione comparata alla manichetta superficiale è stata riscontrata una buona aderenza tra le produzioni simulate e quelle osservate in entrambe le tesi SDI e SI. L'indice

CRM è variato da -0.02 a 0.13, l'efficienza del modello (NSE) è compresa tra 0.6 e 0.9 (Tabella 5). I risultati di questo lavoro confermano come Daisy possa essere utilizzato per simulare le rese e l'impatto ambientale della subirrigazione in suoli a differente tessitura. Una seconda analisi è stata condotta per la validazione della caratteristica principe in suoli subirrigati, la risalita capillare dell'acqua irrigua.

In suoli franchi e franco-limosi il modello tende a sovrastimare l'umidità del suolo in tutti gli strati. Questo potrebbe essere dovuto a due motivi principali: una corretta ma non esaustiva parametrizzazione delle proprietà idrauliche del suolo e dei parametri della curva di ritenzione idrica e, per semplificazione modellistica, alla mancata considerazione delle fessurazioni superficiali che interessano un terreno che presenta caratteristiche vertiche. Complessivamente, l'indice di efficacia del modello NSE per la dinamica di risalita capillare ha valore di 0.90. Come evidenziano altri studi, il modello Daisy simula correttamente il movimento dell'acqua in suoli subirrigati. In questo studio abbiamo inoltre osservato che in suoli limoso-argillosi invece la risalita presenta dei problemi di simulazione.

I valori osservati, infatti, rivelano una continua presenza di acqua in corrispondenza del punto di erogazione dell'acqua dalla manichetta, posta appunto a 0.40 m, che fatica a ridistribuirsi lungo il profilo a causa della compattazione.

Come dimostrano gli indici calcolati, il modello è un buon predittore della dinamica di risalita nelle tessiture franco-limose ($r > 0.65$, $NSE > 0.9$). Nei suoli con alto contenuto di argilla invece, emergono delle problematiche riconducibili alla sottostima degli effetti delle lavorazioni

La scelta ottimale dei parametri di progettazione (interasse e profondità) è di fondamentale importanza in un impianto di subirrigazione al fine di non pregiudicare le rese per l'intero periodo di utilizzo. Inoltre, la distanza tra le manichette influisce pesantemente sui costi di realizzazione. Il costo per un setto di impianto a 90 cm è di 7200 euro ha⁻¹ mentre con interasse a 140 cm è di 5700 euro ha⁻¹.

Queste considerazioni sottolineano pertanto la necessità per l'azienda che progetta e vende impianti di subirrigazione di disporre di una piattaforma modellistica in grado di simulare l'effetto sulla produzione dei parametri di progettazione. L'obiettivo ultimo di questo lavoro modellistico è stata la creazione di scenari di simulazione pluriennale utilizzando il modello Daisy validato con prove di campo, proprio per investigare gli effetti che i due principali parametri di progettazione (profondità e interasse) hanno sulle rese del mais.

Con una simulazione pluriennale si sono creati degli scenari per una delle aziende di CABIOS (l'azienda Rossi). I risultati ottenuti mostrano che la profondità non influisce sulle rese. Nonostante le aspettative fossero differenti, ovvero che ci fossero delle differenze produttive in particolare in anni siccitosi tra una manichetta posta più in superficie (20-35 cm) rispetto ad una interrata a 60-90 cm, è possibile dare una spiegazione a tale esito. In primo luogo, il terreno franco-limoso dell'azienda è interessato da un'ottima risalita capillare e da un'omogenea distribuzione dell'acqua irrigua lungo la componente orizzontale. Essa permette la formazione di un cono di risalita tale da chiudere il fronte di bagnatura e garantire sufficiente disponibilità idrica anche alle piante poste tra le due ali gocciolanti. In secondo luogo, il mais è tra le colture a maggior approfondimento radicale e capacità di esplorazione del suolo, per cui anche a profondità maggiori, le sue radici riescono a raggiungere la zona interessata dall'acqua. Essere nelle condizioni di poter scegliere la profondità quindi è un grosso vantaggio, da improntare in base al tipo di rotazione (presenza di colture con apparato più superficiale), e alle pratiche colturali (volontà di abbinare l'SDI a un regime sodivo o effettuare arature). Vi sono invece differenze produttive al variare dell'interasse che è il parametro che maggiormente incide sul costo di realizzazione dell'impianto. Dalla Figura 23 emerge una probabilità del 50% di produrre circa 2 Mg ha⁻¹ in più con interasse di 90 cm rispetto ad una distanza più ampia (140cm).

Considerando i ricavi ottenuti per la produzione di mais in una rotazione di 15 anni (mais-pomodoro-coltura non irrigua), si evince che questi sono inferiori alla differenza di costo tra la posa a 90 cm rispetto a 140 cm. Si può affermare quindi che in mais su suoli franco-limosi, la soluzione più conveniente è un impianto con interasse di 140 cm.

8. Impronta carbonica ed efficienza energetica

Un'analisi comparativa dei costi energetici (input) tra un impianto SDI e la manichetta superficiale (SI) in funzione degli anni di utilizzo è stata condotta riferendosi alla superficie (GJ ha⁻¹). La simulazione pluriennale dei costi energetici ha considerato una rotazione comune per la provincia di Piacenza (mais-pomodoro-coltura non irrigua). I risultati relativi al bilancio energetico hanno mostrato come il sistema innovativo, con l'introduzione della subirrigazione (SDI), mostri un decremento del 30% dei costi energetici rispetto alla manichetta superficiale (SI) se consideriamo il tempo di vita delle manichette interrate di 12 anni. La manichetta superficiale (SI) ha un costo energetico che si rinnova ogni anno per le voci gasolio/olio lubrificanti e manichette, mentre per la subirrigazione tale costo è ammortizzato sulla base della durata dell'impianto (Figura 25). I costi maggiori della subirrigazione sono legati al gasolio e alle macchine per la stesura e la rimozione delle manichette il primo e l'ultimo anno di utilizzo. La sommatoria dei costi energetici dei due sistemi di irrigazione mostra come vi sia un aumento significativo dei costi energetici della manichetta superficiale all'aumentare degli anni di adozione di tale sistema (Fig.12). L'analisi energetica ha mostrato come dopo 4 anni di utilizzo di un impianto SDI gli alti costi energetici di installazione vengano superati da quelli della manichetta superficiale (Figura 26). L'utilizzo prolungato di un impianto SDI mostra una riduzione crescente dei costi energetici con l'aumento degli anni di utilizzo fino a raggiungere riduzioni percentuali che si attestano su valori medi del 68% oltre i 15 anni di utilizzo. Questo risparmio è legato all'abbattimento dei costi energetici delle manichette ed alla riduzione dei costi di pompaggio per unità di volume irriguo legati alle differenti portate nominali dei gocciolatoi rispettivamente di 2.8 e 1.6 mm h⁻¹ nei sistemi SDI e SI (Tabelle 6-9).

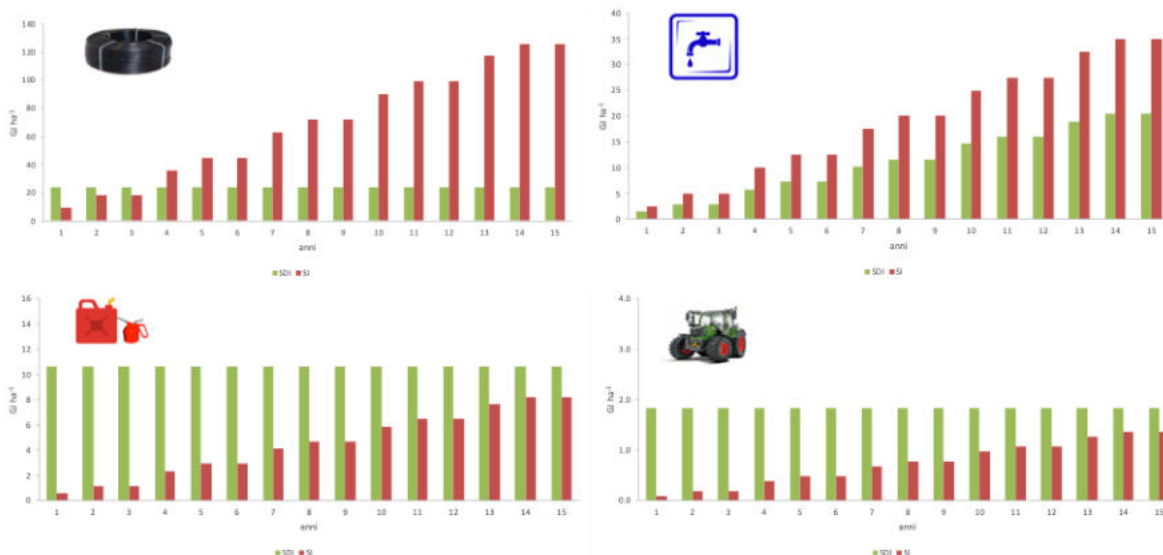


Figura 25 Costo energetico totale annuo (GJ ha⁻¹) di un impianto SDI in confronto alla manichetta superficiale (SI) in funzione degli anni complessivi di adozione del sistema irriguo per le voci manichette, irrigazione, gasolio/olio lubrificante e trattori/macchine. I dati sono stati calcolati coi dati di input energetici medi delle 4 aziende coinvolte in CABIOS. I dati primari sono riportati nelle Tabelle 6-9.

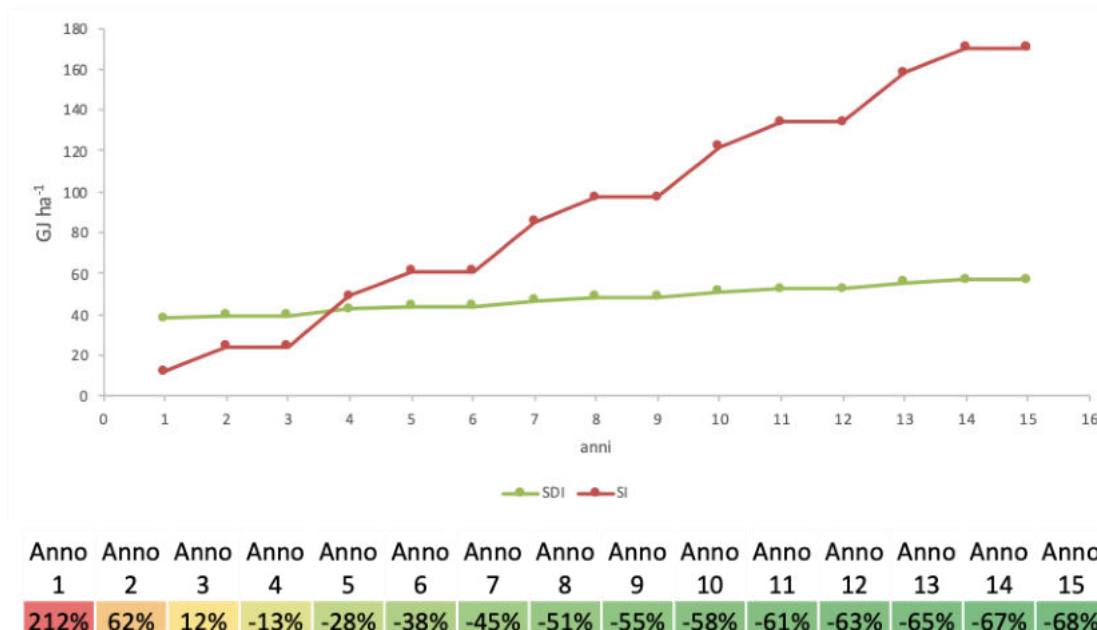


Figura 26 Costo energetico totale annuo (GJ ha⁻¹) di un impianto SDI a 90 cm di interasse in confronto alla manichetta superficiale (SI) in funzione degli anni complessivi di adozione del sistema irriguo. Le voci del costo energetico considerate sono quelle relative a: manichette, irrigazione, gasolio e olio lubrificante e trattori/macchine per le operazioni di stesura, rimozione, pompaggio acqua (vedi Figure 27-29) per l'analisi della singola voce). I costi energetici riguardanti fertilizzanti, pesticidi e le operazioni colturali di gestione della coltura sono esclusi dal calcolo in quanto considerati uguali tra SDI e SI. La rotazione è quella triennale mais-pomodoro-coltura non irrigua.

L'agricoltura conservativa, invece, ha mostrato risultati contrastanti nelle voci del bilancio energetico non mostrando nel complesso dei costi energetici differenti rispetto alle pratiche convenzionali. Se da un lato si può risparmiare fino al 15% nelle voci relative al consumo di gasolio e lubrificanti, questo vantaggio è controbilanciato dall'aumentato del costo energetico (+23%) legato all'uso di quantitativi maggiori di erbicidi in particolare nella terminazione delle cover crop.

D'altro canto, complessivamente, il sistema "conservativo" accoppiato alla subirrigazione e alle fasce tampone bioenergetiche ha mostrato un'impronta carbonica (come emissioni totali di GHG del sistema di coltivazione) inferiore del 7% per il mais coltivato su sodo (da 2100 a 1.953 kg CO₂-eq) e dell'11 % per il frumento (da 1.210 a 1.067 kg CO₂-eq). Se consideriamo l'intera filiera, fino alla trasformazione del biogas prodotto in energia elettrica, il sistema conservativo ha mostrato un calo solamente del 4% nelle emissioni totali. Tuttavia, sono due gli elementi che nel corso di un periodo temporale più lungo della durata del progetto consentono al sistema conservativo di superare in maniera significativa le performance agroambientali di quello conservativo: l'utilizzo delle cover crop e l'introduzione del miscanto in fascia tampone. Questi due elementi permettono di ridurre in maniera considerevole la lisciviazione dei nitrati e di aumentare la quantità di carbonio atmosferico sequestrato nel suolo sotto forma di C organico. Questi vantaggi a lungo termine possono conferire un maggior risparmio idrico, un aumento dell'efficienza dell'uso dell'azoto e produzioni più stabili se consideriamo gli scenari a medio-lungo termine di cambiamento climatico.

Tabelle 6 -9 sono allegata in cartella
Foto_relazione_finale_CABIOS

Tabella 6 - Bilancio energetico dettagliato dell'Azienda Eridano (suolo franco) per la coltivazione del mais (anno 2017) con subirrigazione (SDI).

Tabella 7 - Bilancio energetico dettagliato dell'Azienda Eridano (suolo franco) per la coltivazione del mais (anno 2017) con manichetta superficiale (SI).

Tabella 8 - Bilancio energetico dettagliato dell'Azienda Rossi (suolo franco limoso) per la coltivazione del mais (anno 2017) con subirrigazione (SDI).

Tabella 9 - Bilancio energetico dettagliato dell'Azienda Rossi (suolo franco limoso) per la coltivazione del mais (anno 2017) con manichetta superficiale (SII).

6.9 Conclusioni

Il progetto CABIOS, in accordo con la tematica della focus area 4B "Qualità delle acque e dei suoli" ha permesso di valutare la reale applicabilità, in un areale di coltivazione come quello di Piacenza caratterizzato da peculiarità differenti in termini di caratteristiche pedologiche e con problemi duraturi di qualità delle acque, di una serie di pratiche di gestione innovative dell'agroecosistema: l'agricoltura conservativa, la subirrigazione e le fasce tampone bioenergetiche con miscanto.

Sebbene la limitata durata del progetto non abbia consentito di cogliere completamente i benefici derivanti dall'introduzione delle pratiche di agricoltura conservativa, in particolare nelle aziende agricole in cui la conversione è iniziata in concomitanza con il progetto, i primi effetti positivi sono stati facilmente riscontrabili. A due anni dall'introduzione delle pratiche di agricoltura conservativa nelle aziende di CABIOS, i principali risultati ottenuti rispetto all'agricoltura convenzionale nelle differenti tipologie di suolo (franco F, franco limoso FL e limoso argilloso LA) sono stati i seguenti:

4. Aumento significativo della qualità biologica del suolo in tutte le tipologie di terreno ($F > FL = LA$);
5. Nessuna variazione delle qualità chimica del suolo;
6. Peggioramento della qualità fisica del suolo (compattazione) $LA > FL > F$;
7. Riduzione significativa della concentrazione di nitrati nella soluzione circolante del suolo (-5% F, -14% FL -16 % LA);
8. Riduzione significativa della concentrazione di erbicidi pre- e post- emergenza nella soluzione circolante del suolo (-32% F, -21% FL -25 % LA);
9. Aumento significativo della concentrazione di glifosato e del suo metabolita (AMPA) nella soluzione circolante del suolo. Le concentrazioni rimangono comunque sotto lo 0.11% della dose applicata per ha e quindi significativamente inferiori agli standard di qualità ambientali (SQA) nazionali ed europei.

Le fasce tampone bioenergetiche di miscanto lungo i margini dei campi coltivati con tecniche di agricoltura conservativa invece hanno mostrato una buona capacità di abbattimento dei nitrati e degli erbicidi. Lungo i tre anni di sperimentazione a partire dal secondo anno di impianto, il miscanto con il suo apparato radicale denso e profondo ha mostrato valori medi di rimozione del nitrato di 35% e 17% rispettivamente se coltivato su suoli franchi e limoso argillosi.

Relativamente all'abbattimento nella soluzione circolante del suolo di erbicidi (glifosato compreso) le fasce tampone di miscanto sono state in grado di abbattere il 29% e 21% rispettivamente su suoli franchi e limoso argillosi. A livello produttivo il miscanto, con produzioni medie a partire dal secondo anno di coltivazioni di 8 e 14 Mg S.S. ha⁻¹ in suoli franchi e limoso argillosi rispettivamente, si è dimostrato essere una ottima coltura per la produzione di biomassa in fascia tampone. Questi dati dimostrano come in condizioni idriche e nutrizionali favorevoli (vicinanza ai corsi d'acqua e carico di nutrienti provenienti dal pieno campo) sin a partire dal secondo hanno il miscanto è una coltura capace di fornire sia benefici ambientali (abbattimento inquinanti di origine agricola) ma anche notevoli quantità di biomassa utile a livello aziendale (combustione in caldaia, materiale pacciamante per colture orticole) o vendibile come materiale per florovivaistica o bioedilizia. Le esigue superfici occupate da una fascia tampone non precludono la raccolta e la vendita di materiale ad alto valore aggiunto come ad esempio steli di miscanto da utilizzare come cannette segnaletiche, supporti per shelter, bastoncini per florovivaistica, stuoie e arelle.

Per quanto riguarda le rese colturali con le tesi di agricoltura conservativa delle colture principali in pieno campo (mais, frumento e soia), la cui possibile diminuzione nei primi anni di conversione alle pratiche conservative rappresenta spesso un freno per gli agricoltori, si sono osservate alcune riduzioni in particolare per i cereali estivi, mentre per i cereali autunno vernini non si sono osservate riduzioni significative. In particolare, colture leguminose come soia e fagiolino si dimostrano essere delle colture che necessitano di condizioni pedologiche e idriche pressoché perfette per la semina su sodo. Stagioni colturali come quella della 2019 caratterizzata da piogge abbondanti durante il periodo delle semine primaverili hanno ridotto sensibilmente le possibilità di effettuare una semina su sodo di successo. dei cereali estivi in terreni particolarmente pesanti a forte componente limosa e in alcuni casi argillosa come quelli dell'area della bassa pianura piacentina.

Una ricaduta positiva del progetto CABIOS può essere quella legata alla possibilità di implementare con successo sin da primo anno la tecnica della subirrigazione nelle rotazioni colturali tipiche dell'areale piacentino. In CABIOS ci si è occupati di alcuni dei più importanti aspetti agro-ambientali, energetici e modellistici della gestione e della progettazione degli impianti di subirrigazione. Attraverso una serie di prove sperimentali dedicate si è comparato nel primo anno del progetto la tecnica della subirrigazione con quella della manichetta superficiale. In queste prove si è studiato l'effetto di tali pratiche per diverse tipologie di suolo su rese colturali del mais da trinciato e sua efficienza d'uso dell'acqua e dell'azoto. Gli impianti SDI in questione presentavano una profondità delle manichette di 45 cm e un interasse di 90 cm. Di questi impianti si è inoltre valutato, con dati reali raccolti in campo, l'efficienza della risalita capillare dell'acqua irrigua in funzione della tessitura del suolo, e gli anni necessari all'ammortamento dei costi energetici iniziali. I dati agroambientali raccolti nelle prove sperimentali sono stati poi utilizzati per validare le simulazioni effettuate dal modello suolo-pianta-atmosfera Daisy, relativamente alle seguenti componenti: produzione, dinamica dell'acqua nel suolo e lisciviazione dei nitrati. Il modello è stato inoltre utilizzato per eseguire un primo tentativo di simulazione pluriennale di lungo periodo al fine di individuare i parametri di progettazione ottimali di un impianto SDI (interasse e profondità delle manichette).

Dai risultati emersi in CABIOS, si può concludere quanto segue per la subirrigazione:

- Tra i vantaggi principali della subirrigazione sin dal primo anno di installazione, vi è che le produzioni di mais da trinciato irrigato con SDI e manichetta superficiale non si sono differenziate.
- Le prove sperimentali hanno mostrato come, in una stagione siccitosa come quella del 2017, rispetto alla tesi SI, la subirrigazione abbia permesso un risparmio idrico di 1306, 738 e 428 m³ ha⁻¹ rispettivamente per il suolo franco, franco-limoso e limoso argilloso.

- La tipologia di suolo influenza significativamente la dinamica spazio-temporale del fronte di bagnatura durante un'irrigazione con SDI. Suoli limoso-argillosi, rispetto a suoli franchi, mostrano una ottima uniformità della distribuzione dell'acqua irrigua nel profilo di suolo (CU > 90%).
- I dati di iWUE, NUE e quelli sul risparmio idrico relativi all'irrigazione deficitaria in SDI mostrano come la restituzione parziale (70% della capacità di campo) sia una tecnica di irrigazione deficitaria promettente per ottimizzare l'uso dell'acqua e ottenere rese stabili.
- L'approccio basato sull'utilizzo di sensoristica per la misura dell'umidità del suolo si è dimostrato uno strumento efficace per supportare una gestione "intelligente" dei volumi e dei turni irrigui di un impianto SDI rispetto alla gestione "convenzionale" degli agricoltori.
- Un impianto SDI mostra elevati costi energetici iniziali per la sua installazione (manichette, gasolio e macchine agricole) in confronto a una tecnica irrigua "annuale" come la manichetta superficiale. Simulando una rotazione triennale del tipo mais-pomodoro-coltura non irrigua dopo soli 4 anni un impianto SDI può pareggiare i costi energetici della manichetta superficiale. L'analisi dei costi energetici ha mostrato inoltre, come impianti SDI con durata maggiore di 10 anni possano abbattere i costi energetici fino al 68% in confronto all'uso della manichetta superficiale.
- Daisy si è dimostrato essere un modello acqua-suolo-pianta-atmosfera affidabile per simulare la produttività e l'impatto ambientale della subirrigazione. I risultati ottenuti sulla validazione dei dati di produzione e quelli sulla dinamica dell'acqua e dell'azoto nel suolo sono risultati essere alquanto incoraggianti per tutte e tre le diverse tipologie di suolo indagate.
- Il calcolo del bilancio dell'azoto da parte del modello Daisy è un potente strumento per valutare la sostenibilità dei sistemi irrigui studiati, poiché permette di individuare le voci del bilancio in cui l'azoto apportato tramite fertirrigazione viene perso dal sistema suolo. Tale analisi ha permesso di individuare come, a parità di azoto apportato, la subirrigazione porti ad un aumento della lisciviazione (in media 20 kg N ha⁻¹) rispetto alla manichetta superficiale, la quale tuttavia controbilancia questa perdita con un quantitativo simile di azoto perso per denitrificazione.

L'utilizzo di Daisy ha permesso inoltre di effettuare una simulazione pluriennale di lungo periodo (1990-2017) per individuare la combinazione ottimale in termini produttivi di interasse e profondità delle manichette. Con il suolo franco-limoso utilizzato nella simulazione l'interasse di 90 cm ha mostrato le probabilità maggiori di resa del mais rispetto a quella di 140 cm. La profondità invece non si è dimostrata essere, nell'arco temporale indagato, un parametro influente sulla produzione.

L'elevato numero di dati raccolti in CABIOS ha permesso di comprendere come, in riferimento agli scenari di cambiamento climatico in atto e a quelli futuri, vi è e vi sarà sempre più la necessità di ripensare le strategie irrigue e di implementare sistemi colturali efficienti dal punto di vista energetico. Questi obiettivi sono ancora più importanti se consideriamo che le aziende agricole di CABIOS sono quattro aziende consorziate tra loro per la produzione di biogas, un settore produttivo a cui è sempre più richiesto di elevare i propri standard di sostenibilità ambientale. Per questo motivo in CABIOS si è cercato di capire quali pratiche agronomiche siano in grado, se adottate correntemente, di aumentare il potenziale di sequestro del C di origine biologica dell'azienda agricola e quindi diminuire l'impronta carbonica dell'intero processo produttivo. I risultati relativi al bilancio energetico hanno mostrato come il sistema conservativo, con l'introduzione della subirrigazione, mostri un decremento del 30% dei costi energetici se consideriamo il tempo di vita delle manichette interrate di 12 anni. L'agricoltura conservativa, invece, ha mostrato risultati contrastanti nelle voci del bilancio energetico non mostrando nel complesso dei costi energetici differenti rispetto alle pratiche convenzionali.

Se da un lato si può risparmiare fino al 15% nelle voci relative al consumo di gasolio e lubrificanti, questo vantaggio è controbilanciato dall'aumentato del costo energetico (+23%) legato all'uso di quantitativi maggiori di erbicidi in particolare nella terminazione delle cover crop. D'altro canto, complessivamente, il sistema "conservativo" accoppiato alla subirrigazione e alle fasce tampone bioenergetiche ha mostrato un'impronta carbonica (come emissioni totali di GHG del sistema di coltivazione) inferiore del 7% per il mais coltivato su sodo (da 2100 a 1.953 kg CO₂-eq) e dell'11 % per il frumento (da 1.210 a 1.067 kg CO₂-eq). Se consideriamo l'intera filiera, fino alla trasformazione del biogas prodotto in energia elettrica, tuttavia il sistema conservativo ha mostrato un calo solamente del 4% nelle emissioni totali di gas serra climalteranti.

In conclusione, il triennio di sperimentazioni di CABIOS ha offerto un'opportunità unica per l'areale piacentino di testare in campo e valutare con dati primari su più terreni e colture la reale applicabilità e efficienza agroambientale di un pacchetto di pratiche innovative di gestione dell'agroecosistema: la subirrigazione, la semina su sodo, le cover crop e le fasce tampone bioenergetiche con miscanto (ove obbligatorie). I risultati ottenuti con l'agricoltura conservativa e le fasce tampone di miscanto in termini di aumento della qualità del suolo e riduzione degli inquinanti di origine agricola inducono a pensare come i vantaggi osservati dopo soli 2 anni dalla loro implementazione possano apportare importanti benefici ambientali ed economici di medio lungo periodo alle aziende agricole. Se consideriamo gli scenari a medio-lungo termine di cambiamento climatico per la regione Emilia-Romagna, i vantaggi legati all'adozione di queste pratiche agronomiche possono risultare in un maggior risparmio idrico, un aumento dell'efficienza dell'uso dell'azoto e a produzioni più stabili.

Data 17 aprile 2020

IL RESPONSABILE SCIENTIFICO