



SCHEMA DI PROGETTO

Ente Proponente	Università di Padova- Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente DAFNAE	
------------------------	--	--

1.1. Titolo Progetto	Monitoraggio e stima territoriale dei principali indicatori agro-climatico-ambientali sui sistemi colturali del PSR veneto, nel periodo di transizione 2022-2024	
-----------------------------	--	--

1.2. Durata (mesi)	33 mesi	(a partire da)	Data di stipula della convenzione
---------------------------	---------	-----------------------	-----------------------------------

1.3. Risorse complessivamente necessarie	
Totale Finanziamento richiesto	225.000
	Di cui
	195.000 a carico della Regione del Veneto
	30.000 a carico di DAFNAE
	importi espressi in Euro, IVA inclusa

1.4. Sintesi del progetto

Negli ultimi quarant'anni, gli investimenti europei in termini di misure agro-ambientali (AEM) si sono ampliati al punto tale da rappresentare circa il 7% del bilancio totale della PAC per gli anni 2014-2020.

Le AEM seguono, infatti, uno schema “action-based” secondo il quale l'erogazione dei pagamenti è conseguente all'adozione da parte degli agricoltori delle misure agro-ambientali prescritte dal PSR. A questo approccio si contrappone quello basato sul risultato ottenibile dall'AEM (“result-oriented”), attraverso la valutazione diretta dei servizi forniti dagli ecosistemi.

L'approccio “result-oriented” permette di superare i limiti legati ad un riconoscimento “action-based” delle misure, ovvero:

- 1) allocazione spaziale non corretta di AEM altamente efficaci;
- 2) AEM finalizzate a raggiungere solo obiettivi specifici e non a valutare i flussi biogeochimici nel loro complesso;
- 3) rendimenti contrastati/diminuiti che risultano dall'interazione delle proprietà dell'agroecosistema con le restrizioni prescritte dall'AEM.

L'approccio “result-oriented” consente, quindi, di adattare le AEM alle condizioni sito-specifiche del territorio rurale, permettendo di separare gli effetti delle misure da quelli del contesto pedo-climatico. La quantificazione spazio-temporale di questi effetti è particolarmente onerosa e normalmente ottenibile seguendo approcci di tipo modellistico. La modellazione dell'agroecosistema basata su GIS permette, infatti, di integrare le proprietà dell'ecosistema considerato con i fattori di gestione agricola e di determinare i



molteplici indicatori ambientali collegati alle valutazioni da porre in essere sull'efficacia delle azioni realizzate.

2. Obiettivi

Con la DGR n. 2182 del 29 dicembre 2017, la Regione Veneto ha attivato un programma di collaborazione e ricerca con il Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente, DAFNAE, Università di Padova, finalizzato a rendere disponibili ai valutatori indipendenti del Programma di Sviluppo Rurale del Veneto i parametri di monitoraggio utili alla quantificazione degli effetti del PSR sui comparti ambientali aria, acqua e suolo.

Il programma ha permesso di sviluppare una metodologia originale basata su una piattaforma modello-GIS in grado di applicare il metodo "result-oriented" per quantificare le perdite dai sistemi agricoli in termini di azoto, fosforo, fitofarmaci e le emissioni di ammoniaca e gas serra in Veneto, stimando l'impatto di scenari alternativi ad azione mitigatrice incardinati sulle misure agroambientali dei PSR2007-2013 e PSR2014-2020.

Tale metodologia ha visto anche la pubblicazione su alcune riviste internazionali (cfr. Dal Ferro et al., 2016; Dal Ferro et al., 2018; Longo et al., 2021), riscuotendo notevole interesse da parte della comunità scientifica internazionale.

La presente proposta permetterà di dare continuità all'attività già condotta negli anni 2012-2015 e 2016-2020, al fine di raggiungere i seguenti obiettivi:

- 1) Potenziare la piattaforma modello-GIS applicando un ensemble di modelli agroambientali al territorio veneto.
Il presupposto su cui si basa l'approccio multi-modello è che la media dei risultati di diversi modelli riduce le incertezze, bilanciando gli errori dei singoli modelli, e di conseguenza, ottiene un migliore adattamento alle specifiche condizioni pedo-climatiche e di management.
L'applicazione di più modelli ai sistemi colturali permette inoltre di estendere la rappresentazione dei processi e di individuare aree critiche per le quali si ravvisa la necessità di perfezionare il monitoraggio agro-ambientale.
- 2) *Monitorare sperimentalmente l'emissione dei gas-serra* mediante un sistema avanzato per la misura in continuo dei gas.
Questo sistema è stato recentemente potenziato e permette di incrementare il numero di confronti e la precisione della stima. Oltre alla quantificazione delle emissioni dai sistemi colturali di riferimento, il monitoraggio sarà finalizzato a:
 - a) stimare l'emissione naturale di protossido di azoto dal suolo;
 - b) sviluppare un modello di respirazione eterotrofica del suolo;
 - c) valutare l'effetto del compattamento sulle emissioni dei GHGs;
 - d) incrementare il dataset per la calibrazione dei modelli a scala territoriale.
- 3) Perfezionare la stima delle emissioni di ammoniaca a seguito della distribuzione di effluenti zootecnici differenti e urea.
- 4) *Stimare l'impatto* :
 - a. dei sistemi colturali veneti sia sulla qualità delle acque (rilascio di N e P, fitofarmaci) che su quella dell'aria (emissione di gas serra e ammoniaca);



- b. di sistemi agricoli alternativi ad azione mitigatrice, che corrispondono agli ambiti nei quali vengono attivate le misure agroambientali del PSR 2014-2020, anche nel periodo di transizione 2022-2024.
- 5) Sviluppare la piattaforma modello-GIS includendo la componente dedicata al trasporto dei fitofarmaci
L'approfondimento realizzato consentirà di realizzare un'analisi valutativa inerente i meccanismi di trasporto dei fitofarmaci, in considerazione anche, delle significative istanze manifestate rispetto al necessario miglioramento della qualità dei corpi idrici superficiali e sotterranei, sottoposti a pressione in relazione al potenziale utilizzo di agrofarmaci.

3. Programma delle attività

Programma delle attività

Il programma di monitoraggio si articolerà a diversi livelli:

- sperimentazione su lisimetri;
- sperimentazione in campo;
- calibrazione dei modelli in campo/lisimetro;
- modellazione territoriale e valutazione "result oriented".



A- Sperimentazione lisimetrica

Come nella precedente collaborazione di ricerca, la sperimentazione sarà condotta presso la stazione lisimetrica dell'Università di Padova. La stazione si compone di una batteria di 20 lisimetri a drenaggio della dimensione di 1m² x 1,5 m di profondità, i quali sono dotati di un sistema automatizzato per il monitoraggio dei flussi idrici e dei gas. Recentemente la stazione è stata potenziata e rappresenta uno dei sistemi italiani più avanzati per la misura integrata e continua dei GHG. Si confronteranno cinque gestioni diverse del suolo: suolo nudo, sistema convenzionale con e senza cover-crop, sistema conservativo con due gradi di compattamento.

Le tesi saranno replicate 4 volte. La successione di riferimento sarà mais-frumento-soia; dove richiesto dalla prova verranno utilizzati il rafano, la loiessa e il sorgo come cover-crop. Il ciclo dell'acqua sarà monitorato misurando gli input (pioggia + irrigazione + risalita di falda), gli output (percolazione) e la variazione di contenuto idrico del suolo nel profilo, attraverso una serie di sensori TDR. La misurazione continua dei flussi



di CO₂, N₂O e CH₄ dal suolo sarà effettuata utilizzando un sistema dinamico chiuso, dotato di 24 camerette a coperchio mobile. Nel sistema, durante la misura, l'aria sarà fatta circolare tra la camera e un analizzatore di gas di nuova concezione basato sulla spettroscopia laser.

Questo analizzatore consentirà di misurare in continuo i gas serra, migliorando la precisione delle analisi e la calibrazione dei modelli numerici. Le analisi sui cicli biogeochimici verranno completate con il monitoraggio dei nutrienti nella biomassa, nel suolo e nelle acque di lisciviazione. Verrà infine condotta una prova del trasporto del glifosato e del suo metabolita AMPA lungo il profilo del suolo, per indagare la vulnerabilità degli acquiferi in funzione del tipo di management e per tarare i modelli numerici di simulazione.

B- Sperimentazione di campo

La finalità dell'esperimento è duplice:

- a) raccogliere dati di emissione dell'ammoniaca per calibrare l'ensemble di modelli;
- b) migliorare la rappresentazione dell'emissione nei suoli alcalini.

L'esperimento sarà condotto in campo utilizzando dei tunnel a vento integrati con un analizzatore di gas a spettroscopia infrarossa a trasformata di Fourier. Verranno impiegati matrici organiche differenti, condizioni meteorologiche differenti.

C- Calibrazioni dei modelli

Verranno utilizzati i modelli biogeochimici DNDC (DeNitrification-DeComposition), DayCent e EPIC (Environmental Policy Integrated Climate). I tre modelli sono in grado di simulare i cicli biogeochimici del carbonio e dell'azoto, l'emissione di GHGs e dell'NH₃, mentre il ciclo del fosforo è simulato solo da DayCent e EPIC. Per la calibrazione/validazione saranno utilizzati i dati dei GHG misurati in lisimetro e i dati di emissione di NH₃ ottenuti nelle prove di campo. Per la validazione delle produzioni e del ciclo del C e N, verranno utilizzati dati di lungo periodo raccolti in siti differenti del Veneto. I modelli permetteranno di stimare l'impatto di gestioni differenti del suolo sulla qualità delle acque così come sulla emissione di gas serra e sulla volatilizzazione dell'ammoniaca.

D- Up-scaling modellistico a livello territoriale e valutazione "result oriented"

Verrà potenziata la piattaforma GIS al fine di estendere dalla scala puntuale a quella territoriale l'applicazione dei tre modelli biogeochimici. La piattaforma verrà quindi modificata per perfezionarne le funzionalità di pre-processing, processing e post-processing.

- Pre-processing: verrà migliorata la risoluzione spaziale delle informazioni pedologiche, in particolare di quelle riguardanti il fosforo e le sue differenti forme. Quest'ultima informazione, infatti, risulta spesso non disponibile e si rende pertanto necessario applicare delle funzioni di pedotrasferimento per stimare le informazioni iniziali dei profili.
- Processing: il modulo "fitofarmaci" di EPIC verrà potenziato al fine di considerare i diversi sistemi di distribuzione dei presidi fitosanitari sulle colture e l'eventuale deriva.
- Post-processing: la piattaforma consentirà quindi una valutazione "result oriented", ex-ante degli effetti introdotti dalle diverse tecniche gestionali delle misure agroambientali del PSR, quali, ad esempio, l'agricoltura conservativa e la minima lavorazione (10.1.1), l'ottimizzazione delle tecniche agronomiche ed irrigue (10.1.2), gestione attiva di infrastrutture verdi (10.1.3), gestione sostenibile di aree prative (10.1.4), la conversione della complessità ecosistemica (10.1.6), e la conversione in pratiche e metodi o il mantenimento di agricoltura biologica (misura 11.1.1 e 11.2.1).



L'uso dei multi-modelli consentirà di migliorare la stima degli indicatori agroambientali, producendo delle mappe tematiche di incertezza. Attraverso l'analisi dell'incertezza sarà possibile individuare quelle aree critiche per le quali si ravvisa la necessità di condurre indagini più approfondite e di perfezionare il monitoraggio agro-ambientale. Alla stessa stregua, il dato di incertezza potrebbe essere utilizzato come indice di valutazione da associare all'effetto medio delle AEM.

4. Analisi delle spese e budget

Nella tabella che segue, i costi sostenuti dalla Regione del Veneto nell'ambito del presente accordo di collaborazione sono riassunti e raggruppati in funzione delle indagini e del personale universitario che verrà coinvolto, che la presente collaborazione intende riconoscere a finanziamento per mero ristoro delle spese sostenute.

	COSTI SINGOLI (EURO)	NUMERO RILIEVI O ANNI	TOTALE	RISTORO SPESE A CARICO DELLA REGIONE DEL VENETO
Personale				
Personale universitario	10.000,00	3,00	30.000,00	-
Personale non strutturato	20.000,00	3,00	60.000,00	60.000,00
Analisi				-
glifosate+ ampa	200,00	70,00	14.000,00	14.000,00
Biomassa colture	2,7	180,00	486,00	486,00
Azoto vegetazione	4,6	180,00	828,00	828,00
Fosforo Vegetazione	6,00	180,00	1.080,00	1.080,00
Azoto acque (nitrato + NH4)	5,5	400,00	2.200,00	2.200,00
Fosforo acque	7,00	400,00	2.800,00	2.800,00
Sostanza organica suolo	6,00	150,00	900,00	900,00
Azoto totale	4,7	150,00	706,00	706,00
Monitoraggio gas serra + ammoniaca	5,00	19.200,00	96.000,00	96.000,00
Lisimetri				-
Gestione lisimetri + sensori	2.000,00	3,00	6.000,00	6.000,00
Analisi modellistiche	5.000,00	2,00	10.000,00	10.000,00
Totale			225.000,00	195.000,00

Stante l'interesse comune, DAFNAE intende compartecipare al progetto con una quota di spesa imputata a personale universitario, rendicontabile attraverso time-sheet, per l'importo complessivo di 30.000 euro nell'arco temporale complessivo delle attività da realizzare.

Ai fini del trasferimento del contributo, l'Università dovrà presentare alla Regione idonea rendicontazione dettagliata in base ad un'analisi distinta dei costi sostenuti, per quanto riguarda in particolare il personale impiegato, i servizi ed i mezzi tecnici, materiali ed immateriali, acquistati, la documentazione inerente le attività svolte.



--

5. Tempistica di svolgimento delle attività (diagramma di GANTT)											
TRIMESTRE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ATTIVITÀ											
1. Apprestamento sensori lisimetri	X										
2. Coltivazione lisimetri		X	X	X	X	X	X	X	X	X	
3. Monitor/analisi gas serra lisimetri		X	X	X	X	X	X	X	X	X	
4. Monitor/analisi acque		X	X	X	X	X	X	X	X	X	
5. Analisi suolo/vegetazione			X	X			X	X	X	X	
6. Prove di campo NH3				X		X					
7. Calibrazione modelli			X	X	X	X	x	x	x	x	
8. Simulazione scenari territ.							X	X	X	X	X
9. Analisi /Scrittura report										X	X



63548051

5. Pubblicazioni connesse all'attività di interesse pubblico

La competenza sviluppata nel settore agroambientale dai docenti DAFNAE in ambito nazionale ed internazionale in merito alle tematiche riguardanti la collaborazione con la Regione del Veneto, viene evidenziata sulla base delle presentazioni, pubblicazioni e corsi realizzati nell'ultimo periodo di riferimento.

Pubblicazioni

1. Longo, M., Dal Ferro, N., Lazzaro, B., Morari, F., 2021. Trade-offs among ecosystem services advance the case for improved spatial targeting of agri-environmental measures. *J. Environ. Manage.* 285.
2. Mencaroni, M., Dal Ferro, N., Furlanetto, J., Longo, M., Lazzaro, B., Sartori, L., Grant, B.B., Smith, W.N., Morari, F., 2021. Identifying N fertilizer management strategies to reduce ammonia volatilization: Towards a site-specific approach. *J. Environ. Manage.* 277, 111445.
3. Piccoli, I., Lazzaro, B., Furlan, L., Berti, A., Morari, F., 2021. Examining crop root apparatus traits in a maize-soybean-winter wheat rotation under conservation agriculture management. *Eur. J. Agron.* 122, 126171
4. Piccoli, I., Furlan, L., Lazzaro, B., Morari, F., 2020. Examining conservation agriculture soil profiles: Outcomes from northeastern Italian silty soils combining indirect geophysical and direct assessment methods. *Eur. J. Soil Sci.* 71, 1064–1075.
5. Cocco, E., Bertora, C., Squartini, A., Delle Vedove, G., Berti, A., Grignani, C., Lazzaro, B., Morari, F., 2018. How shallow water table conditions affect N₂O emissions and associated microbial abundances under different nitrogen fertilisations. *Agric. Ecosyst. Environ.* 261, 1–11.
6. Dal Ferro, N., Cocco, E., Berti, A., Lazzaro, B., Morari, F., 2018. How to enhance crop production and nitrogen fluxes? A result-oriented scheme to evaluate best agri-environmental measures in Veneto Region, Italy. *Arch. Agron. Soil Sci.* 64, 1518–1533.
7. Cocco, E., Bertora, C., Squartini, A., Delle Vedove, G., Berti, A., Grignani, C., Lazzaro, B., Morari, F., 2018. How shallow water table conditions affect N₂O emissions and associated microbial abundances under different nitrogen fertilisations. *Agric. Ecosyst. Environ.* 261, 1–11.
8. Dal Ferro, N., Cocco, E., Berti, A., Lazzaro, B., Morari, F., 2018. How to enhance crop production and nitrogen fluxes? A result-oriented scheme to evaluate best agri-environmental measures in Veneto Region, Italy. *Arch. Agron. Soil Sci.* 64, 1518–1533

Presentazioni

1. Longo, M., Dal Ferro, N., Izaurralde, R.C., Cabrera, M., Grillo, F., Lazzaro, B., Cardinali, A., Zanin, G., Morari, F., 2020. Calibration and validation of the EPIC model to predict glyphosate movement with different agronomic practices under shallow water table conditions, in: EGU General Assembly Conference Abstracts. p. 11210.
2. Mencaroni M., Dal Ferro, N., Furlanetto, J., Longo, M., Lazzaro, B., Sartori, L., Grant, B.B., Smith, W.N., Morari F.. Ammonia volatilization reduction from mineral N fertilizers in the Veneto region: combining modeling and field approach. *Congresso Società Italiana Agronomia*, 2020.
3. Briffaut, F., Longo, M., Dal Ferro, N., Furlan, L., Chiarini, F., Lazzaro, B., Morari, F. 2020. EPIC calibration and validation to predict crop yields and soil organic carbon dynamics among different management practices., in: EGU General Assembly Conference Abstracts. p. 17849.



4. Longo M., N. Dal Ferro, L. Furlan, B. Lazzaro, and F. Morari. A model-GIS platform to globally assess the environmental impact of European agri-environmental schemes. European Geosciences Union. Vienna, 7-12 April 2019.
5. Lazzaro, B., Dal Ferro, N, Cocco, E., Berti, A., Morari, F.. How to combine crop production and environmental quality? A decision support system to quantify best agri-environmental measures in the Veneto region, Italy. 7th AIEAA Conference, Conegliano, 2018

Tesi di laurea

1. Agricoltura conservativa e cover cropping in sistemi a falda variabile: il bilancio del carbonio, Ottoboni Mara, 2021. Rel. F. Morari.
2. Buone pratiche per ridurre le emissioni di ammoniaca causate da fertilizzazione con urea. Furlanetto Jacopo, 2019. Rel. F. Morari.
3. Dinamica dei flussi di gas climalteranti e ammoniaca in agricoltura conservativa e convenzionale con cover crops, Cubalchini Andrea, 2019. Rel. F. Morari.
4. Vulnerabilità della falda freatica a seguito della terminazione di cover crop con Glifosate, Grillo Federico, 2019. Rel. F. Morari.
5. Application of the EPIC model to predict yield and agrienvironmental effects of no-till and cover crops in North-Eastern. Italy, Briffaut Francois, 2019. Rel. F. Morari.
6. Efficacia sito-specifica di alcune misure agroclimatico-ambientali e biologiche: uno studio modellistico nella Regione Veneto, Bulegato Anna, 2018. Rel. N. Dal Ferro.

Tesi di dottorato

1. Enhancing experimental and in silico methods to evaluate ecosystem service trade-offs in agri-environmental measures, Longo Matteo, 2021. Supervisor F. Morari. Tesi di dottorato premiata dalla Società Italiana di Agronomia, 2021

6. Prodotti intermedi e finali

Al termine di ogni anno di attività verranno prodotti:

- A. Una sintesi non tecnica in cui verranno compendiate, a scopo esplicativo, i contenuti ed i risultati principali delle attività scientifiche svolte durante l'anno;
- B. una relazione dettagliata sui materiali, metodi, tempi, luoghi e risultati delle indagini con la quale saranno inoltre forniti gli elementi e le prime valutazioni.

Durante il primo anno di attività, oltre ad una attenta analisi dello stato dell'arte, verranno approntati i dispositivi lisimetrici e le strumentazioni per il monitoraggio dei GHGs e dei parametri del suolo. In totale si prevede di analizzare 6400 (± 50) campioni di GHGs, 130 (± 30) campioni delle acque di percolazione, 60+60 campioni sulla coltura (biomassa + Prodotto Agrario Utile), 75 campioni di suolo (Soil Organic Matter + Azoto totale). Nel periodo autunnale verranno condotti anche i primi esperimenti in campo sulle emissioni di NH₃. Dal punto di vista modellistico, si procederà a calibrare i modelli agroambientali utilizzando i dati produttivi e del ciclo del C e N raccolti in alcuni siti regionali.



Nel secondo anno di collaborazione sarà posto in evidenza lo sviluppo delle attività di monitoraggio sperimentali avviate sui sistemi aria, acqua e suolo e le nuove indagini attivate sui fitofarmaci. Proseguirà il monitoraggio nel sito sperimentale con l'analisi di 8500 (± 50) campioni dei GHGs, 170 (± 30) campioni delle acque, 80+80 campioni sulla coltura (biomassa + Prodotto Agrario Utile).

Contemporaneamente verrà condotta la prova di inquinamento diffuso da glifosate, mediante l'analisi in 70 campioni di acqua del contenuto di glifosate e AMPA. Verranno, inoltre, ultimate le prove in campo sulle emissioni di NH₃. Le attività modellistiche proseguiranno con il completamento delle calibrazioni dei tre codici agroambientali. Al termine del terzo anno verranno completate le analisi dei GHGs (4270(± 50)), delle acque (90(± 30)), della coltura (40+40) e del suolo (75). Sarà infine prodotta la relazione finale dettagliata sui materiali, metodi, tempi, luoghi e risultati delle indagini con la quale saranno inoltre forniti gli elementi e le prime valutazioni in merito a:

- Sperimentazione lisimetrica: bilancio idrico, qualità delle acque di falda, bilanci di azoto, fosforo e carbonio, emissione di gas-serra e ammoniacca;
- Simulazione territoriale della gestione attuale del territorio: stima dei carichi di azoto e fosforo, input di fitofarmaci chiave, stima del carico residuo, stima dei rilasci di azoto e fosforo sul territorio, stima delle perdite dei gas-serra
- Simulazioni di scenari alternativi - azioni PSR: stima degli utilizzi di azoto e fosforo, stima dei rilasci di azoto, fosforo e fitofarmaci chiave sul territorio, stima delle perdite dei gas-serra e ammoniacca.

I dati grezzi ottenuti dal presente lavoro, inoltre, contribuiscono al calcolo degli indicatori di impatto del PSR sul miglioramento della qualità delle acque in termini di definizione della variazione del bilancio (surplus), dell'azoto e fosforo nelle superfici oggetto di intervento; contribuiscono inoltre nel definire il contributo delle azioni PSR nel contrasto ai cambiamenti climatici, contribuendo a definirne il relativo indicatore di impatto.

7. Qualificazione del personale

Il Dipartimento DAFNAE ha una comprovata esperienza nella gestione di progetti a livello internazionale, nazionale e locale. Esso, inoltre, è leader a livello nazionale nella valutazione della dinamica dei nutrienti e dei materiali organici a livello suolo.

Il responsabile del progetto sarà Francesco Morari, professore di Agronomia ambientale e Difesa del suolo presso l'Università di Padova e Adjunt professor presso l'Università di Georgia (USA).

Le pubblicazioni internazionali recenti più significative del gruppo di ricerca negli ultimi quattro anni, oltre a quelle elencate precedentemente, sono state le seguenti:

1. Longo, M., Jones, C.D., Izaurralde, R.C., Cabrera, M.L., Dal Ferro, N., Morari, F., 2021. Testing the EPIC Richards submodel for simulating soil water dynamics under different bottom boundary conditions. *Vadose Zone Journal*.
2. Lamandé, M., Schjønning, P., Dal Ferro, N., Morari, F., 2021. Soil pore system evaluated from gas measurements and CT images: A conceptual study using artificial, natural and 3D-printed soil cores. *Eur. J. Soil Sci.* 72, 769–781.
3. Morari, F., Zanella, V., Gobbo, S., Bindi, M., Sartori, L., Pasqui, M., Mosca, G., Ferrise, R., 2021. Coupling proximal sensing, seasonal forecasts and crop modelling to optimize nitrogen variable rate application in durum wheat. *Precis. Agric.* 22, 75–98.



4. Zancanaro, E., Teatini, P., Scudiero, E., Morari, F., 2020. Identification of the origins of vadose-zone salinity on an agricultural site in the venice coastland by ionic molar ratio analysis. *Water (Switzerland)* 12.
5. Camarotto, C., Piccoli, I., Dal Ferro, N., Polese, R., Chiarini, F., Furlan, L., Morari, F., 2020. Have we reached the turning point? Looking for evidence of SOC increase under conservation agriculture and cover crop practices. *Eur. J. Soil Sci.* 71, 1050–1063.
6. Dal Ferro, N., Piccoli, I., Berti, A., Polese, R., Morari, F., 2020. Organic carbon storage potential in deep agricultural soil layers: Evidence from long-term experiments in northeast Italy. *Agric. Ecosyst. Environ.* 300.
7. Dusadeerungsikul, P.O., Liakos, V., Morari, F., Nof, S.Y., Bechar, A., 2020. Smart action, Agricultural Internet of Things and Decision Support for Precision Smart Farming.
8. Ferro, N.D., Camarotto, C., Piccoli, I., Berti, A., Mills, J., Morari, F., 2020. Stakeholder perspectives to prevent soil organic matter decline in northeastern Italy. *Sustain.* 12.
9. Furlan, L., Benvegnù, I., Chiarini, F., Loddo, D., Morari, F., 2020. Integrated Pest Meadow-ploughing timing as an integrated pest management tactic to prevent soil-pest damage to maize. *Eur. J. Agron.* 112.
10. Longo, M., Piccoli, I., Minasny, B., Morari, F., 2020. Soil apparent electrical conductivity-directed sampling design for advancing soil characterization in agricultural fields. *Vadose Zo. J.* 19, 1–14.
11. Marini, L., St-Martin, A., Vico, G., Baldoni, G., Berti, A., Blecharczyk, A., Malecka-Jankowiak, I., Morari, F., Sawinska, Z., Bommarco, R., 2020. Crop rotations sustain cereal yields under a changing climate. *Environ. Res. Lett.* 15.
12. Pasini, G., Visioli, G., Morari, F., 2020. Is site-specific pasta a prospective asset for a short supply chain? *Foods* 9.
13. Piccoli, I., Torreggiani, A., Pituello, C., Pisi, A., Morari, F., Francioso, O., 2020. Automated image analysis and hyperspectral imagery with enhanced dark field microscopy applied to biochars produced at different temperatures. *Waste Manag.* 105, 457–466.
14. Azhar, M., Chang, X., Debes, J., Delmas, P., Duwig, C., Dal Ferro, N., Gee, T., Marquez, J., Morari, F., Müller, K., Piccoli, I., Strozzi, A.G., 2019. Advantages of multi-region kriging over bi-region techniques for computed tomography-scan segmentation. *Soil Res.* 57, 521–534.
15. Bevington, J., Scudiero, E., Teatini, P., Vellidis, G., Morari, F., 2019. Factorial kriging analysis leverages soil physical properties and exhaustive data to predict distinguished zones of hydraulic properties. *Comput. Electron. Agric.* 156, 426–438.
16. Bittelli, M., Andrenelli, M.C., Simonetti, G., Pellegrini, S., Artioli, G., Piccoli, I., Morari, F., 2019. Shall we abandon sedimentation methods for particle size analysis in soils? *Soil Tillage Res.* 185, 36–46.
17. Duwig, C., Prado, B., Tinet, A.-J., Delmas, P., Dal Ferro, N., Vandervaere, J.P., Denis, H., Charrier, P., Gastelum Strozzi, A., Morari, F., 2019. Impacts of land use on hydrodynamic properties and pore architecture of volcanic soils from the Mexican Highlands. *Soil Res.* 57, 629–641.
18. Gobbo, S., Lo Presti, S., Martello, M., Panunzi, L., Berti, A., Morari, F., 2019. Integrating SEBAL with in-field crop water status measurement for precision irrigation applications—a case study. *Remote Sens.* 11.
19. Müller, K., Dal Ferro, N., Katuwal, S., Tregurtha, C., Zanini, F., Carmignato, S., Wollesen De Jonge, L., Moldrup, P., Morari, F., 2019. Effect of long-term irrigation and tillage practices on X-ray CT and gas transport derived pore-network characteristics. *Soil Res.* 57, 657–669.
20. Piccoli, I., Dal Ferro, N., Delmas, P.J., Squartini, A., Morari, F., 2019. Contrast-enhanced repacked soil cores as a proxy for soil organic matter spatial arrangement. *Soil Res.* 57, 535–545.



21. Piccoli, I., Schjønnung, P., Lamandé, M., Zanini, F., Morari, F., 2019. Coupling gas transport measurements and X-ray tomography scans for multiscale analysis in silty soils. *Geoderma* 338, 576–584.
22. Camarotto, C., Dal Ferro, N., Piccoli, I., Polese, R., Furlan, L., Chiarini, F., Morari, F., 2018. Conservation agriculture and cover crop practices to regulate water, carbon and nitrogen cycles in the low-lying Venetian plain.
23. Dal Ferro, N., Quinn, C., Morari, F., 2018. A Bayesian belief network framework to predict SOC dynamics of alternative management scenarios. *Soil Tillage Res.* 179, 114–124.
24. Grosso, C., Manoli, G., Martello, M., Chemin, Y.H., Pons, D.H., Teatini, P., Piccoli, I., Morari, F., 2018. Mapping maize evapotranspiration at field scale using SEBAL: A comparison with the FAO method and soil-plant model simulations. *Remote Sens.*
25. Morari, F., Zanella, V., Sartori, L., Visioli, G., Berzaghi, P., Mosca, G., 2018. Optimising durum wheat cultivation in North Italy: understanding the effects of site-specific fertilization on yield and protein content. *Precis. Agric.* 19, 257–277.
26. Pituello, C., Dal Ferro, N., Francioso, O., Simonetti, G., Berti, A., Piccoli, I., Pisi, A., Morari, F., 2018. Effects of biochar on the dynamics of aggregate stability in clay and sandy loam soils. *Eur. J. Soil Sci.* 69, 827–842.
27. Scudiero, E., Teatini, P., Manoli, G., Braga, F., Skaggs, T.H., Morari, F., 2018. Workflow to establish time-specific zones in precision agriculture by spatiotemporal integration of plant and soil sensing data. *Agronomy* 8.

8. Costi previsti sulle risorse finanziarie recate dalla Misura 20 – Assistenza tecnica PSR 2014-2020
--

(solo spese a carico della Regione)

Categoria	Anno	Anno	Anno	Totale
	1	2	3	
Personale	20.000	20.000	20.000	60.000
Attività analitiche e di monitoraggio	31.000	57.000	47.000	135.000
TOTALE				195.000

importi espressi in Euro, tutti gli eventuali oneri inclusi

