

**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 5015618

DOMANDE DI PAGAMENTO: 5190113; 5160263; 5160260; 5174172

FOCUS AREA: 5D

Titolo Piano	(E)MISSION: per una zootecnia verde. Ottimizzazione delle tecniche agronomiche e della gestione dei reflui per ridurre l'impatto ambientale degli allevamenti zootecnici
Ragione sociale del proponente (soggetto mandatario)	Università Cattolica del Sacro Cuore (UCSC)
Elenco partner del Gruppo Operativo	Centro Ricerche Produzioni Animali - CRPA s.p.a – Reggio Emilia (effettivo) Fondazione CRPA Studi e Ricerche –FCSR - Reggio Emilia (effettivo) Società Agricola Grana d'Oro – Reggio Emilia (effettivo) CERZOO s.r.l – Piacenza (effettivo) Azienda Agricola Biogold - Reggio Emilia (associato)

Durata originariamente prevista del progetto (in mesi)	24
Data inizio attività	01/10/2017
Data termine attività (incluse eventuali proroghe già concesse)	29/02/2020

Relazione relativa al periodo di attività dal	01/14/2019	29/02/2020
Data rilascio relazione	18/06/2020	

Autore della relazione	Vincenzo Tabaglio		
telefono		email	Vincenzo.tabaglio@unicatt.it

Sommario

1 -	DESCRIZIONE DELLO STATO DI AVANZAMENTO DEL PIANO	3
1.1	STATO DI AVANZAMENTO DELLE AZIONI PREVISTE NEL PIANO	3
2 -	DESCRIZIONE PER SINGOLA AZIONE	3
2.1	ATTIVITÀ E RISULTATI	3
2.2	PERSONALE	4
2.3	TRASFERTE	4
2.4	MATERIALE CONSUMABILE	4
2.5	SPESE PER MATERIALE DUREVOLE E ATTREZZATURE	5
2.6	MATERIALI E LAVORAZIONI DIRETTAMENTE IMPUTABILI ALLA REALIZZAZIONE DEI PROTOTIPI	5
2.7	ATTIVITÀ DI FORMAZIONE	5
2.8	COLLABORAZIONI, CONSULENZE, ALTRI SERVIZI	6
3 -	CRITICITÀ INCONTRATE DURANTE LA REALIZZAZIONE DELL'ATTIVITÀ	6
4 -	ALTRE INFORMAZIONI	6
5 -	CONSIDERAZIONI FINALI	7
6 -	RELAZIONE TECNICA	7

1 - Descrizione dello stato di avanzamento del Piano

Al termine del mese di febbraio 2020 tutte le attività previste dal piano sono state portate a termine. L'attività del primo anno di prova (ottobre 2017 – ottobre 2018) è stata svolta presso l'azienda Grana d'Oro a Cavriago (RE) dove è stato impostato il campo sperimentale e sono state realizzate le operazioni di campionamento iniziali al fine della caratterizzazione dei terreni dei campi oggetto della prova. Sul prato stabile sono stati poi effettuati gli spandimenti dei reflui e le successive misurazioni relative alle emissioni di gas serra (N₂O e CO₂), alla volatilizzazione dell'ammoniaca e alla determinazione dei nitrati nella soluzione circolante del terreno.

Nell'autunno 2018 sono state seminate le cover crops presso l'azienda CERZOO (PC). In seguito alla terminazione primaverile di queste ultime si è proceduto alla distribuzione di digestato liquido e successivamente alla semina del mais e ai successivi interventi di concimazione, a cui hanno fatto seguito le operazioni di campionamento per la determinazione delle emissioni di gas a effetto serra e di ammoniaca e del tenore di azoto nitrico nel terreno e nella soluzione circolante.

Sono state inoltre effettuate le attività afferenti all'attività di divulgazione dei risultati, in particolare è stata organizzata una visita in campo presso l'azienda CERZOO il 19/06/2019 e il convegno finale del progetto presso la sede piacentina dell'Università Cattolica del Sacro Cuore il 20/02/2020.

1.1 Stato di avanzamento delle azioni previste nel Piano

Indicare per ciascuna azione il mese di inizio dell'attività originariamente previsto nella proposta ed il mese effettivo di inizio, indicare analogamente il mese previsto ed effettivo di termine delle attività. Indicare il numero del mese, ad es.: 1, 2, ... considerando che il mese di inizio delle attività è il mese 1. Non indicare il mese di calendario.

Azione	Unità aziendale responsabile	Tipologia attività	Mese inizio attività previsto	Mese inizio attività effettivo	Mese termine attività previsto	Mese termine attività effettivo
Azione 1	UCSC	Cooperazione	1	3	24	29
Azione 2	UCSC	Studi necessari alla realizzazione del piano	1	3	24	29
Azione 3	UCSC	Specifiche azioni legate alla realizzazione del piano	1	4	24	29
Azione 4	CRPA S.p.a.	Divulgazione	1	4	24	29
Azione 5	FCSR	Formazione	6	6	24	29

2 - Descrizione per singola azione

2.1 Attività e risultati

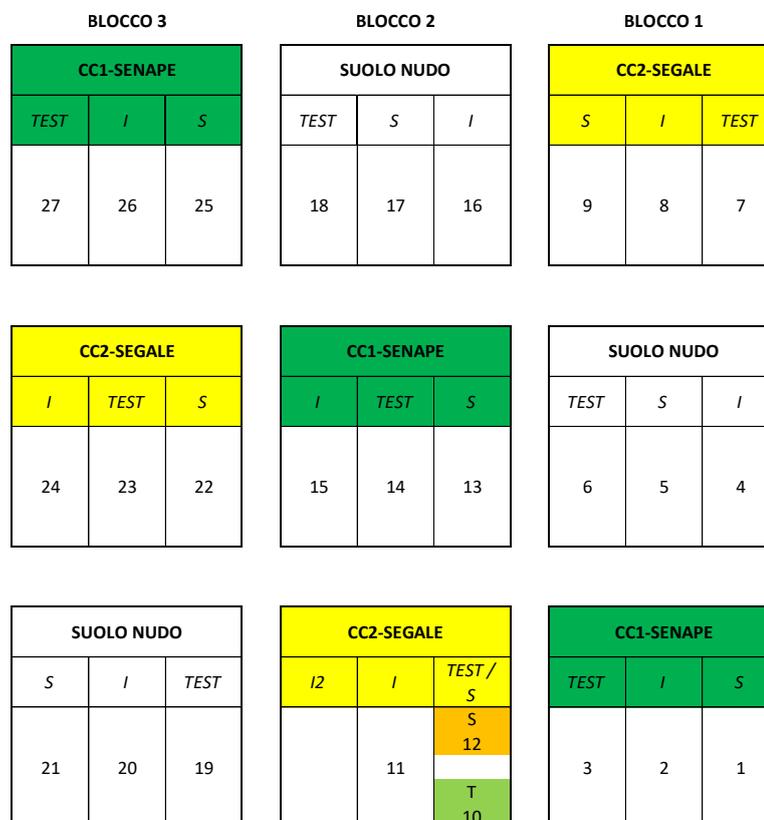
Azione	AZIONE 1 – Esercizio della cooperazione
Unità aziendale responsabile	UCSC - DIPROVES
Descrizione delle attività	Funzionamento e gestione del gruppo operativo: <ul style="list-style-type: none"> - Utilizzo della mailing list per mantenere contatti tra i vari partner - Riunioni di progetto con i partner del GO per definire gli aspetti formali e il calendario delle attività di progetto
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di	Attraverso la convocazione di riunioni di progetto è stato possibile un confronto diretto tra i vari partner: gli agricoltori e i ricercatori di UCSC hanno suggerito possibili aggiustamenti e piccole modifiche rispetto al piano originario che non modificano tuttavia il piano sostanziale di lavoro.

lavoro, criticità evidenziate	
Attività ancora da realizzare	-

Azione	AZIONE 2 -Studi necessari alla realizzazione del piano
Unità aziendale responsabile	UCSC - DIPROVES
Descrizione delle attività	<p>Descrizione delle caratteristiche aziendali e tecnico-gestionali, individuazione delle specifiche minacce e determinazione delle strategie di contenimento. Per ognuna delle aziende coinvolte sono state raccolte le informazioni relative alle pratiche consuete di gestione degli effluenti e alle caratteristiche pedologiche/colturali disponibili.</p> <p>L'Università Cattolica del Sacro Cuore, in qualità di coordinatore tecnico-scientifico del progetto, ha predisposto delle schede di rilievo con lo scopo di organizzare la raccolta e l'archiviazione delle seguenti informazioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Processi di trattamento e gestione degli effluenti di allevamento; - Modalità quantità di impiego dei reflui; - Tecniche agronomiche impiegate; - Principali caratteristiche pedologiche; <p>Al termine del progetto è stato stilato un resoconto tecnico-agronomico dell'attività svolta in ciascuna azienda, riportante i successi e gli eventuali fallimenti delle tecniche testate nelle due aziende. Sono stati redatti report recanti i dettagli tecnico-gestionali di ogni prova aziendale e i risultati ottenuti (produzioni, dati tecnico-gestionali, operazioni svolte ecc.). L'obiettivo è stato quello di fornire una chiave di lettura per rendere più facile la contestualizzazione delle pratiche in oggetto, anche e soprattutto in funzione delle caratteristiche aziendali, oltre a fornire la base delle azioni divulgative effettuate al termine del periodo progettuale.</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	Tutte le attività realizzate sono risultate in linea con il progetto originario.
Attività ancora da realizzare	-

Azione	AZIONE 3– Specifiche azioni legate alla realizzazione del piano
Unità aziendale responsabile	UCSC - DIPROVES
Descrizione delle attività	<p><u>CERZOO, San Bonico (PC)</u></p> <p>3.1 Attività di implementazione</p> <p>Tecniche agronomiche: un testimone non trattato (suolo nudo durante il periodo autunno invernale - SN) è stato messo a confronto con due trattamenti che hanno visto l'impiego di due cover crops differenti (CC1 - senape, CC2 - segale), seminate il 06/10/2018, dopo la raccolta del mais da trinciato, e terminate il 19/03/2019. I tre trattamenti sono replicati tre volte ciascuno.</p> <p>Modalità di distribuzione: Ognuna delle nove parcelle è stata a sua volta divisa in tre, per sovrapporre al fattore precedente, un fattore sperimentale secondario (testimone non trattato, digestato distribuito in superficie e digestato interrato), in modo tale da valutare le interazioni fra i due fattori. Nel dettaglio, per l'interramento è stato adoperato un attrezzo che utilizza degli assolcatori a disco in grado di interrare il separato liquido, a pochi centimetri di profondità del terreno dopo la terminazione delle cover crops.</p>

In ogni blocco, quindi, sono replicate, in maniera randomizzata, le seguenti tesi: **SN, CC1, CC2**. Ciascuna delle quali suddivisa in una parte **S**, una parte **I** ed una parte **TEST**, al fine di quantificare le emissioni naturalmente prodotte dal suolo, anche senza l'utilizzo di liquami.



Schema di campo azienda CERZOO

Dettaglio delle operazioni:

- 06/10/2018: Semina cover crops di senape e segale
- 19/03/2019: Terminazione cover crops tramite diserbo
- 09/04/2019 distribuzione della frazione separata liquida del digestato (5 L/m²) su residuo cover crops. Posizionamento tunnel ventilati per monitoraggio volatilizzazione ammoniacale
- 19/04/2019: semina mais ibrido LG 31.630(classe FAO 600).
- 06/05/2019: posizionamento a 40 cm di profondità delle coppe porose per il monitoraggio dei nitrati nella soluzione circolante del terreno
- 12/06/2019: Concimazione con urea (160 kg N/ha). Posizionamento tunnel ventilati per monitoraggio volatilizzazione ammoniacale
- 25/09/2019: campionamento biomassa e spighe di mais per analisi



Campo prova azienda CERZOO giugno 2019

	 <p>Campo prova azienda CERZOO giugno 2019</p>
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</p>	<p>Presso l'azienda CERZOO erano previsti due interventi di spandimento di fertilizzanti organici (uno autunnale e uno primaverile). A causa delle abbondanti e frequenti precipitazioni verificatesi nel periodo autunnale non è stato possibile effettuare l'intervento autunnale ma solo quello primaverile. Tutte le misurazioni sono state comunque eseguite anche in seguito alla distribuzione in copertura di concime minerale.</p>
<p>Attività ancora da realizzare</p>	<p>-</p>

<p>Azione</p>	<p>AZIONE 4 – Divulgazione</p>
<p>Unità aziendale responsabile</p>	<p>Centro Ricerche Produzioni Animali C.R.P.A. S.p.A.</p>
<p>Descrizione delle attività</p>	<p>Nel corso del secondo anno di lavoro sono state eseguite le seguenti attività di divulgazione e trasferimento dei risultati:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aggiornamento costante del sito internet dedicato (http://emission.crpa.it) con materiale divulgativo, pubblicazioni, presentazioni, gallerie fotografiche / video ed eventi ai quali il GO si è reso partecipe. Le statistiche degli accessi al sito web hanno evidenziato dal 01/01/2019 al 29/02/2020: n. 497 utenti per n. 734 sessioni aperte, con una media di 2,71 pagine visualizzate per sessione. L'accesso è avvenuto tramite desktop per il 75,1%, mobile 21,6%, tablet 3,3%. I social hanno visualizzato alcune pagine del sito: Twitter (6 pagine), Facebook (5 pagine). - Articolo tecnico/divulgativo pubblicato sulla rivista Informatore Zootecnico n. 5-2019 dell'8 marzo 2019 "Progetto (E)mision per una zootecnia verde" a cura di Paolo Mantovi - FCSR, Giuseppe Moscatelli - CRPA spa,

	<p>Stefania Codruta Maris, Andrea Fiorini, Vincenzo Tabaglio - Di.Pro.Ve.S., Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Articolo tecnico/divulgativo pubblicato sulla rivista AgroNotizie il 3 febbraio 2020 "Tecniche virtuose di spandimento dei liquami per una zootecnia verde". - Organizzazione di una Giornata dimostrativa presso Azienda Cerzoo il 19 giugno 2019 con la presentazione dello stato di avanzamento delle attività del gruppo operativo e illustrazione dei risultati dell'anno 2018, dal titolo "Valorizzazione agro-ecologica dei liquami nei sistemi zootecnici di Parmigiano-Reggiano e Grana Padano" a cura di Di.PRO.VE.S. Università Cattolica del Sacro Cuore e Fondazione CRPA Studi Ricerche. A seguire visita guidata al campo sperimentale. Hanno partecipato n. 44 stakeholder. - Realizzazione del Convegno finale nell'area di progetto, occasione per la presentazione dei risultati finali del Piano di Innovazione. Tenutosi presso Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza il 20 febbraio 2020, alla presenza di n. 88 stakeholder tra aziende agricole, associazioni di categoria, agronomi, rappresentanti delle istituzioni. <p>Di seguito le presentazioni:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Il Piano di Innovazione (E)MISSION, a cura di Vincenzo Tabaglio - Di.Pro.Ve.S – UCSC; 2. Emissioni in atmosfera ed efficienza d'uso dell'azoto nei sistemi zootecnici, a cura di Andrea Fiorini - Di.Pro.Ve.S UCSC; 3. I risultati della prova su prato stabile polifita in area Parmigiano Reggiano, a cura di Paolo Mantovi - FCSR, Giuseppe Moscatelli, CRPA SpA; 4. I risultati della prova su mais insilato e cover crops in area Grana Padano, a cura di Federico Capra - Di.Pro.Ve.S UCSC; 5. Misure di contrasto alle emissioni in atmosfera nel PSR della Regione Emilia-Romagna, a cura di Andrea Giapponesi - Regione Emilia-Romagna. <ul style="list-style-type: none"> - Servizio televisivo con interviste ai partner di progetto, realizzate durante la giornata dimostrativa del 19 giugno 2019. Relativa messa in onda su emittente TRC a diffusione regionale, all'interno della rubrica 'A cielo Aperto', il 7 luglio 2019 e repliche nelle giornate successive. Il servizio è stato inviato anche all'emittente Telelibertà Piacenza per diffusione nelle aree di competenza del Piano (non in programma), andato in onda il 24 luglio 2019 e repliche nei giorni a seguire. - Videoclip del servizio televisivo, visionabile dalla pagina web di progetto, con presentazione sintetica del Piano e dei risultati raggiunti. - Progettazione grafica e stesura dei testi per la stampa di un opuscolo tecnico con i risultati del progetto al termine del piano. L'opuscolo è anche scaricabile come file pdf dal sito di progetto.
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</p>	<p>Sono state realizzate tutte le attività previste nel programma di lavoro. Oltre a queste si è ritenuto opportuno diffondere il servizio televisivo anche nella provincia di Piacenza, zona di pertinenza del progetto, pertanto il servizio Tv è stato mandato in onda anche dall'emittente Telelibertà Piacenza (inviato dichiarazione)</p>
<p>Attività ancora da realizzare</p>	<p>-</p>

<p>Azione</p>	<p>AZIONE 5 – Formazione</p>
<p>Unità aziendale responsabile</p>	<p>Fondazione CRPA Studi Ricerche - FCSR</p>
<p>Descrizione delle attività</p>	<p>All'attività di Formazione (ID proposta Catalogo Verde: 5015580) hanno partecipato le 3 aziende agricole partner del progetto: Biogold, Grana d'Oro e CERZOO.</p>

Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	Tutta la documentazione relativa al Coaching è stata rendicontata su SIAG - N. domande rendiconti 5165810, 5166244 e 5166411 Il contributo richiesto è stato di euro 99,20 + 21,82 (IVA 22%) per singola azienda
Attività ancora da realizzare	-

2.2 Personale

Elencare il personale impegnato, il cui costo è portato a rendiconto, descrivendo sinteticamente l'attività svolta. Non includere le consulenze specialistiche, che devono essere descritte a parte.

AZIONE 1 - Cooperazione

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	CRPA - Responsabile amministrativa	Responsabile gestione amministrativa	12	486,84
	CRPA - Amministrativo	Supporto gestione amministrativa	18	478,62
	CRPA - Ricercatore	Rilievi, elaborazione dati	32	865,60
	FCSR - Ricercatore	Responsabile tecnico-scientifico	24	829,20
TOTALE				2.660,26
Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	UCSC-Professore	Coordinatore del progetto	18	746,46
	UCSC-Professore	Attività scientifica	44	2.594,24
TOTALE				3.340,70

AZIONE 2 - Studi necessari alla realizzazione del piano

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	FCSR - Ricercatore	Responsabile tecnico-scientifico	16	552,80
TOTALE				552,80

AZIONE 3 - Specifiche azioni legate alla realizzazione del piano

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	CRPA - Tecnico esperto	Prelievo campioni, rilievo dati	21	569,31
	CRPA - Ricercatore	Rilievi, elaborazione dati	73	1.974,65
	CRPA - Ricercatore	Coordinamento, supervisione	17	698,02
	FCSR - Ricercatore	Responsabile tecnico-scientifico	67	2.314,85
	FCSR - Tecnico	Analisi di laboratorio	75	1.810,50
	FCSR - Tecnico	Campionamenti e rilievi di campo	200	4.950,00
	FCSR - Ricercatore	Analisi di laboratorio	86	2.334,90
	FCSR - Tecnico	Campionamenti e rilievi di campo	64	1.608,96
TOTALE				16.261,19

Cognome e	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
-----------	--------------------	-----------------------------	-----	-------

nome				
	UCSC-Professore	Coordinatore del progetto	4	165,88
	UCSC-ricercatrice	Attività scientifica	81	2.074,41
	UCSC-Tecnico di laboratorio	Analisi di laboratorio	44	1.557,89
	UCSC-Assegnista di ricerca	Campionamenti e rilievi di campo	1.577	29.102,70
	UCSC-contrattista	Campionamenti e rilievi di campo	645	7.260,43
TOTALE				40.161,31

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	CERZOO-direttore	Gestione prove di campo	24	44,40 €
TOTALE				1.065,60

AZIONE 4 - Divulgazione

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	CRPA - Ricercatore	Responsabile divulgazione	8	422,96
	CRPA - Segreteria	Assistenza organizzativa divulgazione	4	90,16
	CRPA - Ricercatore	Supporto tecnico attività di divulgazione	100	2.080,32
	FCSR - Ricercatore	Responsabile tecnico-scientifico	56	1.934,80
TOTALE				4.528,24

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	UCSC-Professore	Coordinatore del progetto	4	165,88
	UCSC-Professore	Attività scientifica	8	471,68
TOTALE				637,56

AZIONE 5

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

2.3 Trasferte

Cognome e nome	Parter/azione	Descrizione	Costo
	CRPA – Divulgazione	Km 222 – Reggio Emilia – Piacenza – Reggio Emilia- 12.06.2019: CERZOO - Rilievi emissioni da spandimento	94,74
	CRPA – Divulgazione	Km 196 – Reggio Emilia – Piacenza – Reggio Emilia- 28.08.2019: UCSC Piacenza – Incontro tecnico con partner funzionari regionali	73,96
	FCSR – Azione 3	Km 247 - RE - Piacenza - RE-9.04.2019: CERZOO – Rilevamento emissioni su campo	88,37
	FCSR – Azione 3	Km 186 – RE – Piacenza – RE-9.04.2019: CERZOO – Rilevamento emissioni su campo	74,26
	FCSR – Azione 3	Km 245 – RE Piacenza – RE-12.04.2019: CERZOO – Prove emissioni in campo	100,75
	FCSR – Azione 3	KM 247 - RE - Piacenza – RE-23.04.2019: CERZOO – Rilevamento Emissioni	96,27
	FCSR – Azione 3	Km 215 – RE – Piacenza – RE-2.05.2019: CERZOO – Installazione lisimetri in campo	94,55
	FCSR – Azione 3	RE – Piacenza – RE-19.06.2019: CERZOO – Incontro tecnico con visita a sito sperimentale	13,20
	FCSR – Azione 3	Km 225 – RE – Piacenza – RE-21.06.2019: CERZOO – Prove emissioni	88,70
Totale:			724,80

Cognome e nome	Parter/azione	Descrizione	Costo
	UCSC-Azione 3	Piacenza-Cavriago (RE) e ritorno	€421,00
	UCSC-Azione 3	Piacenza-Cavriago (RE) e ritorno	€737,80
	UCSC-Azione 3	Piacenza-Cavriago (RE) e ritorno; Piacenza-Grugliasco (TO) e ritorno; Piacenza-Reggio Emilia e ritorno	€376,96
	UCSC-Azione 3	Piacenza-Cavriago (RE) e ritorno; Piacenza-Grugliasco (TO) e ritorno; Piacenza- Reggio Emilia e ritorno; Piacenza-Lodi-Minoprio (CO) e ritorno; Piacenza-San Bonico (PC) e ritorno	€483,91
	UCSC-Azione 3	Piacenza-Cavriago (RE) e ritorno; Piacenza-SanBonico (PC) e ritorno; Piacenza-Gabbioneta-Binanuova (CR)-Cigole (BS) e ritorno	€253,64
	UCSC-Azione 3	Piacenza-Cavriago (RE) e ritorno; Piacenza-San Bonico (PC) e ritorno;	€140,43
	UCSC-Azione 3	Piacenza-San Bonico (PC) e ritorno	€102,30
Totale:			2.516,04

2.4 Materiale consumabile

Fornitore	Azione - Partner	Descrizione materiale	Costo
CIRFOOD sc	CRPA - Divulgazione	Servizio di coffee break a incontro tecnico del 19/06/2019 presso CERZOO di Piacenza	€210,00
TECNOGRAF srl	CRPA - Divulgazione	Opuscolo del progetto – Fascicolo di 8 pagine 500 copie	€450,00
GOURMET sas di De Marco	CRPA - Divulgazione	Servizio di catering in occasione del convegno finale del progetto il 20/02/2020 presso UCSC di Piacenza	€1.460,00
Totale:			2.120,00

2.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

Fornitore	Azione - Partner	Descrizione dell'attrezzatura	Costo
Alba Leasing	Azione 3 - CRPA	Monitor Innova analizzatore portatile biogas – Varie fatture	5.537,49
Totale:			5.537,49

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

ID proposta Catalogo Verde: 5015580 Fondazione CRPA Studi Ricerche

Tutta la documentazione relativa al Coaching è stata rendicontata su SIAG - N. domande rendiconti 5165810, 5166244 e 5166411

Il contributo richiesto è stato di euro 99,20 + 21,82 (IVA 22%) per singola azienda

ID proposta	Azienda	N. e nome partecipante	Spesa (euro)	Contributo richiesto (euro)
5015580 FCSR	Biogold Azienda Agricola Biologica – Via Mario Garavaldi, 1 – Reggio Emilia Domanda SIAG rendiconto Misura 1: 5166244		496,00	396,80
5015580 FCSR	Società agricola Grana d'Oro – Via Neida, 10 – Cavriago (RE) Domanda SIAG rendiconto Misura 1: 5165810		496,00	396,80
5015580 FCSR	CERZOO – Via Castellarino, 12 – San Bonico (PC) Domanda SIAG rendiconto Misura 1: 5166411		496,00	396,80
TOTALE A RENDICONTO			1488,00	

2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

CONSULENZE - PERSONE FISICHE

Azione	Nominativo del consulente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
Divulgazione		2.040,00 €	Stesura di comunicati stampa, omogeneizzazione linguaggio e stile di comunicazione, rapporti con gli editori coinvolti nel progetto, coordinamento stesura di articoli tecnico-divulgativi per la pubblicazione sulle riviste	1.020,00 €

Divulgazione		2.040,00 €	Stesura di comunicati stampa, omogeneizzazione linguaggio e stile di comunicazione, rapporti con gli editori coinvolti nel progetto, coordinamento stesura di articoli tecnico-divulgativi per la pubblicazione sulle riviste	1.020,00 €
Totale:				2.040,00

CONSULENZE – SOCIETÀ

Ragione sociale della società di consulenza	Azione	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
Altrimedia spa	Divulgazione	154,21 €	Diffusione servizio televisivo del progetto su emittente Telelibertà	154,21 €
SIA modena (ex TRMedia)	Divulgazione	850,00 €	Realizzazione di un servizio televisivo + videoclip di progetto	850,00 €
Maffi Giovanni e Andrea s.n.c.	Azione 3 – Prove in campo	1.000,00 €	Lavorazioni e semina parcellare	1.000,00 €
Totale:				2.004,21

3 - Criticità incontrate durante la realizzazione dell'attività

Lunghezza max 1 pagina

Criticità tecnico-scientifiche	
Criticità gestionali (ad es. difficoltà con i fornitori, nel reperimento delle risorse umane, ecc.)	
Criticità finanziarie	

4 - Altre informazioni

Riportare in questa sezione eventuali altri contenuti tecnici non descritti nelle sezioni precedenti

5 - Considerazioni finali

Riportare qui ogni considerazione che si ritiene utile inviare all'Amministrazione, inclusi suggerimenti sulle modalità per migliorare l'efficienza del processo di presentazione, valutazione e gestione di proposte da cofinanziare

6 - Relazione tecnica

AZIONE 3.1. Attività di implementazione	15
3.1.1. - Prova sperimentale in area Parmigiano Reggiano	15
3.1.2 - Prova sperimentale in area Grana Padano	18
AZIONE 3.2. Attività di raccolta dati: emissioni di gas serra e ammoniaca (NH3)	18
3.2.1 - Tecnica e metodologia di misura delle emissioni di ammoniaca	18
3.2.2 - Tecnica e metodologia di misura delle emissioni di protossido d'azoto	19
3.2.3 - Misura emissioni da prato stabile polifita in area Parmigiano Reggiano.	20
3.2.3.1 - Volatilizzazione di ammoniaca	20
3.2.3.2 - Emissioni di protossido d'azoto	22
3.2.4 - Misura emissioni dalla coltivazione di mais in area Grana Padano	23
3.2.4.1 - Volatilizzazione di ammoniaca	23
3.2.4.2 - Emissioni di protossido d'azoto	24
AZIONE 3.3. Attività di raccolta dati: parametri che influenzano/spiegano le emissioni	25
3.3.1 - Produzioni di fieno di prato stabile e caratteristiche di qualità	25
3.3.2 - Produzioni di mais e caratteristiche di qualità	26
3.3.3 - Azoto nitrico nella soluzione circolante del terreno	28
3.3.3.1 - Azienda Parmigiano Reggiano	28
3.3.3.2 - Azienda Grana Padano	30
3.3.4 - Azoto nitrico nel terreno	31
3.3.4.1 - Azienda Parmigiano Reggiano	31
3.3.4.2 - Azienda Grana Padano	33
3.3.5 - Conclusioni	34

AZIONE 3.1. Attività di implementazione

3.1.1. - Prova sperimentale in area Parmigiano Reggiano

La prova condotta presso l'Azienda Grana d'Oro di Catellani Matteo e Pedroni Luciana a Cavriago (RE), su di un appezzamento a prato stabile polifita della superficie di oltre mezzo ettaro (**Foto 1**), ha messo a confronto gli effetti dovuti a:

- tre diversi momenti (tempistiche) di utilizzo dei liquami bovini, ovvero: autunnale (M1), invernale (M2), primaverile (M3). Per la precisione gli spandimenti sono stati effettuati rispettivamente alle date 17 ottobre 2017, il 15 gennaio 2018 ed il 26 marzo 2018.

Al fattore precedente è stato sovrapposto un fattore sperimentale secondario, dato dalla modalità di spandimento, in modo tale da valutare le interazioni tra i momenti e le modalità di distribuzione:

- superficiale (S), con classico piatto deviatore posto sul retro della botte spandiliquame, oppure rasoterra in bande con leggero interrimento (I), facendo uso di un attrezzo distributore dotato di dischi anteriori di taglio e "scarpetta" posteriore di deposizione dei liquami, anche in questo caso montato sul retro di una botte spandiliquame. Si specifica che per ottenere lo stesso dosaggio dei liquami nelle due modalità, lo spandimento superficiale è stato effettuato distribuendo con lo stesso attrezzo per l'interramento ma mantenuto sollevato e con apposito asse rompigetti montato sotto alle calate (**Foto 2**)

Ogni trattamento (incrocio tra tempistiche e modalità di distribuzione) è stato ripetuto per tre volte all'interno di uno schema sperimentale a blocchi randomizzati che ha incluso anche le parcelle testimone col prato non fertilizzato (T). Lo schema sperimentale è riportato in **Figura 1**.

Gli interventi di fertilizzazione sono stati condotti con liquame bovino chiarificato per mezzo di separatore solido-liquido a compressione elicoidale e per questo le concentrazioni dei solidi e dei nutrienti risultano relativamente basse (**Tabella 1**). Per quanto concerne i dosaggi, si è cercato di rispettare il limite dei 170 kg N/ha previsto per le zone vulnerabili ai nitrati e comunque gli apporti sono stati i medesimi per le due tecniche di spandimento. La concentrazione di azoto totale nei liquami è risultata di circa 2 kg N/t di cui poco più della metà in forma ammoniacale (la restante parte in forma organica) per cui gli apporti sono stati di 75-85 t/ha.

Ad inizio sperimentazione è stata condotta una completa caratterizzazione chimico-fisica del terreno sui primi 30 cm di profondità. La tessitura è stata individuata, secondo la classificazione USDA, nella classe del franco-limoso-argilloso, con un contenuto in sabbia, limo e argilla, del 15,2, 48,2 e 36,6%, rispettivamente. Le altre caratteristiche del terreno considerate sono le seguenti: pH_{H2O}: 7,9; sostanza organica (Walkley-Black): 4,49%; azoto totale (Kjeldhal): 0,27%; potassio scambiabile: 137 mg kg⁻¹; contenuto in fosforo disponibile per l'assorbimento radicale (Olsen): 27 mg kg⁻¹; capacità di scambio cationico: 30 cmol⁺ kg⁻¹.



Foto 1 – Localizzazione del sito sperimentale con prato stabile polifita presso il centro aziendale Grana d'Oro a Cavriago (RE).

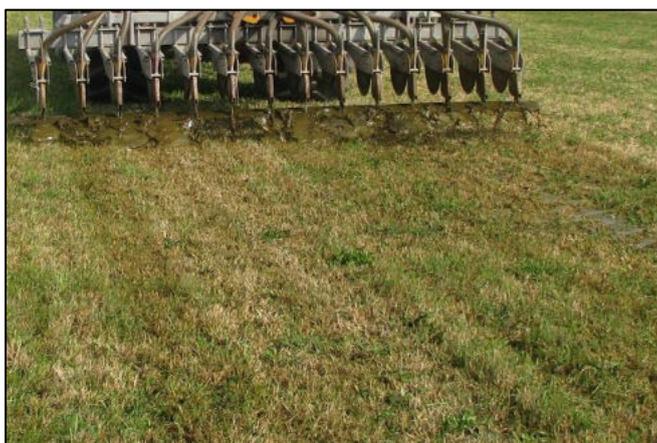
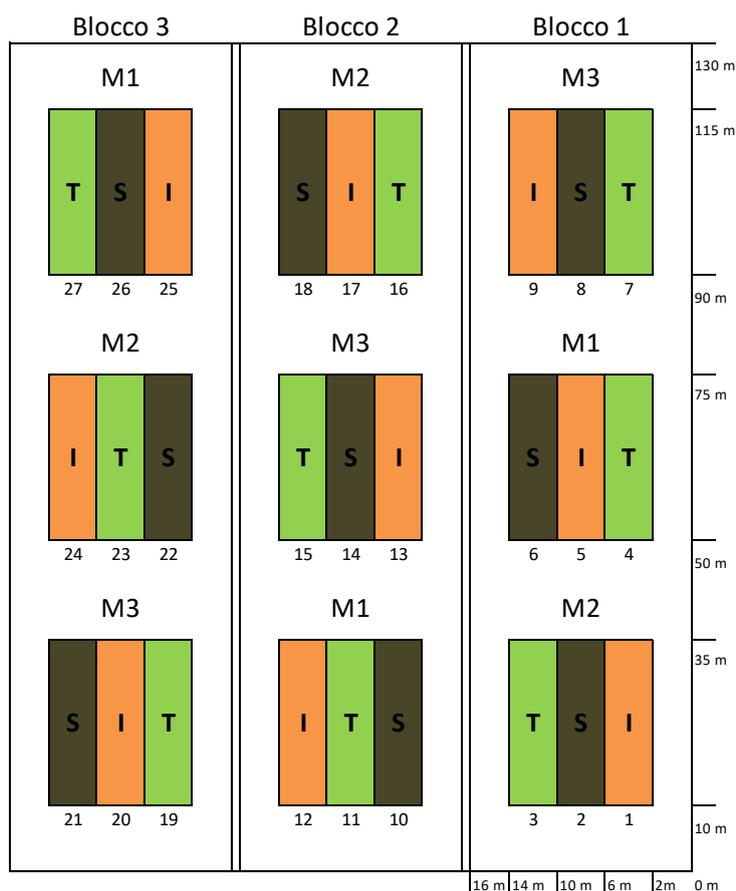


Foto 2 – Il carro-botte con attrezzo per distribuzione in bande utilizzato nella prova e le due modalità di spandimento superficiale (S) e in bande con leggero interramento (I).



M1 spandimento autunnale T test non liquamato
M2 spandimento invernale S spandimento superficiale
M3 spandimento primaverile I spandimento con interrimento

Figura 1 – Lo schema sperimentale a blocchi randomizzati.

	M1 (17/10/2017)	M2 (15/01/2018)	M3 (26/03/2018)
pH (-)	7,6	7,3	7,2
Solidi Totali (%)	3,83	3,84	3,39
Solidi Volatili (%ST)	61,2	69,2	65,3
Azoto totale (g/kg)	2,37	2,08	1,96
Azoto ammoniacale (% su totale)	50,5	55,1	52,3
Fosforo (g/kg)	0,37	0,38	0,30
Potassio (g/kg)	2,02	3,20	2,97
Conducibilità (mS/cm)	17,1	16,0	15,1
Dosaggio liquami			
Liquame tal quale distribuito (t/ha)	77	82	85
Apporti di nutrienti			
Azoto totale (kg N/ha)	182	171	167
Azoto ammoniacale (% su totale)	50,5	55,1	52,3
Fosforo (kg P ₂ O ₅ /ha)	65	71	58
Potassio (kg K ₂ O/ha)	187	316	304

Tabella 1 – Caratteristiche dei liquami bovini chiarificati, dosaggi e apporti di nutrienti.

3.1.2 - Prova sperimentale in area Grana Padano

Per l'annata 2018-2019 le attività del Gruppo sono proseguite nell'area del Grana Padano, in un agrosistema fondato sulle colture arative (mais, frumento, soia), presso l'Azienda Sperimentale CERZOO (San Bonico, PC) della Facoltà di Agraria dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza.

L'apezzamento sperimentale ha ricalcato l'impostazione della prova su prato stabile (**Figura 1**), con la variante di tre modalità di copertura del terreno nel periodo antecedente il mais (suolo nudo, cover crop di senape o di segale), che hanno sostituito concettualmente le tre tempistiche di distribuzione del liquame della prova precedente.

Sia per le cover crop, sia per il mais in successione è stata adottata la semina diretta, al fine di minimizzare il disturbo del suolo, volendo indagare l'interazione tra tipo di fertilizzante (digestato separato-liquido e, in seguito, urea) e mulch (pacciamatura) da cover crop.

A due mesi dalla distribuzione di digestato (170 kg N/ha), per le tesi "interramento" (I) e "distribuzione superficiale" (S) è stata effettuata una concimazione ureica, pari a 160 kg/ha di azoto, seguita da una leggera irrigazione (20 mm). Nel complesso, considerando digestato e urea, sono stati apportati 330 kg/ha di azoto.

Il monitoraggio del destino dell'azoto nell'ambiente ha riguardato, anche in questo caso, le dinamiche emissive di protossido di azoto (N₂O) dal terreno, la volatilizzazione dell'ammoniaca in seguito alle pratiche di fertilizzazione (digestato e urea), e la concentrazione in azoto nitrico, sia nella soluzione circolante del terreno (40 cm di profondità), sia nel terreno stesso (0-10 e 10-30 cm).

A differenza della prova su prato stabile, dove si è impiegato liquame chiarificato, per la prova su mais è stato utilizzato un digestato separato-liquido proveniente da un impianto funzionante principalmente a colture dedicate (mais), con una quota di liquame bovino.

In **Tabella 2** sono riportate le principali caratteristiche chimico-fisiche del digestato: occorre evidenziare il contenuto in sostanza secca elevato e quello dell'azoto ammoniacale relativamente basso. Tuttavia, questi valori sono in linea con quelli della frazione chiarificata del digestato, soprattutto se proveniente da una matrice iniziale ad elevato contenuto di biomassa.

Dieci giorni prima della semina del mais (19/04/2019), il digestato è stato distribuito in ragione di 50 t/ha, per un apporto complessivo di 170 kg/ha di azoto totale, ovvero circa 78 kg/ha di azoto ammoniacale.

La botte spandiliquame utilizzata, è stata la stessa della prova su prato stabile (**Foto 2**). Anche in questo caso le modalità di distribuzione sono state lo spandimento superficiale (sopra il residuo di cover crop o su suolo nudo), ovvero un interrimento leggero (0-10 cm di profondità).

pH	7,69
Solidi totali (% tq)	4,92
Solidi volatili (% ST)	69,35
Azoto totale (g/kg)	3,39
Azoto ammoniacale (% su totale)	45,78
Conducibilità (mS/cm)	17,43
Sostanza organica (% ST)	42,33
Fosforo totale (%ST)	1,22

Tabella 2 – Principali caratteristiche chimico fisiche del digestato utilizzato.

AZIONE 3.2. Attività di raccolta dati: emissioni di gas serra e ammoniaca (NH₃)

Per i diversi interventi fertilizzanti coi liquami sono stati misurati i rilasci indesiderati di azoto reattivo nell'ambiente, che possono avere impatti negativi su aria, acqua e suolo.

Nel sistema zootecnico le emissioni in aria di ammoniaca (NH₃) e di gas serra come il protossido di azoto (N₂O) si generano dagli effluenti, sia in stalla che dagli stoccaggi; la fase di spandimento in campo rappresenta il terzo passaggio decisivo per questo tipo di emissioni.

3.2.1 - Tecnica e metodologia di misura delle emissioni di ammoniaca

Per determinare le emissioni in campo di ammoniaca (NH₃), a seguito della distribuzione al terreno di effluenti zootecnici, si è applicata la tecnica di misura definita "tunnel a vento" (**Foto 3**). Tale tecnica viene frequentemente impiegata nelle ricerche scientifiche ed è stata validata in numerose pubblicazioni a livello internazionale.

Il monitoraggio (24/24h) delle emissioni di ammoniaca con la tecnica dei tunnel a vento, generalmente si protrae per i 3 - 4 giorni successivi alle operazioni di distribuzione; trascorso tale periodo, la volatilizzazione dell'ammoniaca dovuta allo spandimento degli effluenti tende a ridursi a zero e l'emissività a divenire non più significativa.



Foto 3 – Attrezzatura di campo impiegata nel monitoraggio delle emissioni di ammoniaca in seguito agli spandimenti di effluenti zootecnici (Tunnel a vento).

3.2.2 - Tecnica e metodologia di misura delle emissioni di protossido d'azoto

Per il monitoraggio delle emissioni di protossido d'azoto (N_2O), si è utilizzata la tecnica di misura a “camera statica” (**Foto 4**). Questa tecnica consiste nel creare al di sopra della superficie emittente uno spazio chiuso (spazio di testa) all'interno del quale si concentrano i gas emessi.

La camera di saturazione utilizzata è costituita da due parti funzionali: un telaio di base in acciaio inox infisso nel terreno e una camera in PVC che vi viene posizionata al di sopra al momento della misurazione.

La concentrazione del protossido di azoto all'interno della camera viene misurata mediante un analizzatore di gas di tipo fotoacustico ad infrarossi (Multi Gas Analyzer - modello Lumasense INNOVA). L'aria aspirata, dopo essere stata analizzata, viene rinvia all'interno della camera al fine di evitare la diluizione del volume d'aria presente.

Contrariamente alle emissioni di ammoniaca, che hanno luogo nei giorni immediatamente successivi alle operazioni di fertilizzazione, le emissioni di N_2O si generano in seguito a processi di nitrificazione e di denitrificazione dell'azoto ad opera di microorganismi contenuti nel suolo e di degradazione della sostanza organica. Pertanto il monitoraggio ha previsto il rilievo delle emissioni di N_2O per un tempo più prolungato e con una determinata frequenza, nell'arco dei mesi a seguire la fertilizzazione.



Foto 4 – Attrezzature di campo impiegate nelle attività per il monitoraggio delle emissioni di protossido d'azoto dal suolo (“Camere statiche” ed analizzatore fotoacustico Multi Gas INNOVA).

3.2.3 - Misura emissioni da prato stabile polifita in area Parmigiano Reggiano.

3.2.3.1 - Volatilizzazione di ammoniaca

Le attività condotte presso l'azienda Grana d'Oro hanno previsto l'installazione di 3 tunnel a vento per il monitoraggio delle emissioni di ammoniaca a seguito di ciascuno dei tre spandimenti (M1, M2 e M3) per i tre trattamenti con liquame distribuito in superficie (S), liquame interrato (I) e TEST non trattato.

Per ciascuno dei tre momenti di distribuzione (M1, M2, M3) il monitoraggio si è protratto per almeno 72 ore dalle operazioni di spandimento.

Le emissioni rilevate per la tesi TEST sono state poi detratte dalle emissioni cumulate riscontrate per le tesi S ed I al fine di quantificare il solo contributo alle emissioni di ammoniaca derivante dall'utilizzo dei liquami, al netto di quelle emissioni non dipendenti dai fattori sperimentali oggetto di indagine.

In occasione della fertilizzazione autunnale (M1), la tecnica di distribuzione con leggero interrimento del liquame ha ridotto le emissioni di ammoniaca del 57% rispetto alla tecnica superficiale, volatilizzando in atmosfera 24,3 kg N-NH₃/ha contro i 57,5 kg N-NH₃/ha dello spandimento superficiale a tutto campo. Le temperature ambientali del periodo ancora elevate, con massime di 24,6°C, e le temperature medie del suolo, a 10 cm di profondità, pari a 16,1°C, hanno favorito le emissioni dalla modalità superficiale e premiato l'interramento come tecnica a minor emissività. Altra condizione che ha reso meno emissiva la tecnica dell'interramento, è stata quella di operare in presenza di terreno piuttosto asciutto (assenza di eventi piovosi da oltre un mese, **Figura 2**) che ha reso possibile un rapido assorbimento del liquame all'interno del leggero solco creato dal disco di taglio.

Nelle fertilizzazioni invernale (M2) ed inizio primaverile (M3) le diverse modalità distributive non hanno evidenziato differenze significative nelle emissioni di ammoniaca. Il terreno risultava infatti piuttosto umido in seguito a precedenti eventi piovosi. Questa condizione del suolo non ha reso possibile l'assorbimento rapido del liquame all'interno del solco, provocando l'imbrattamento di parte della superficie.

Nel momento M2 le basse temperature sono risultate essere il fattore limitante le emissioni (12,1% e 12,6% dell'azoto distribuito rispettivamente per la modalità S ed I) rispetto al 30,6% riscontrato per la modalità S in M1. Nel momento M3, col rialzarsi delle temperature, si è riscontrato un incremento delle emissioni (17,7% e 21,7% dell'azoto distribuito rispettivamente per la modalità S ed I) (**Figura 3**).

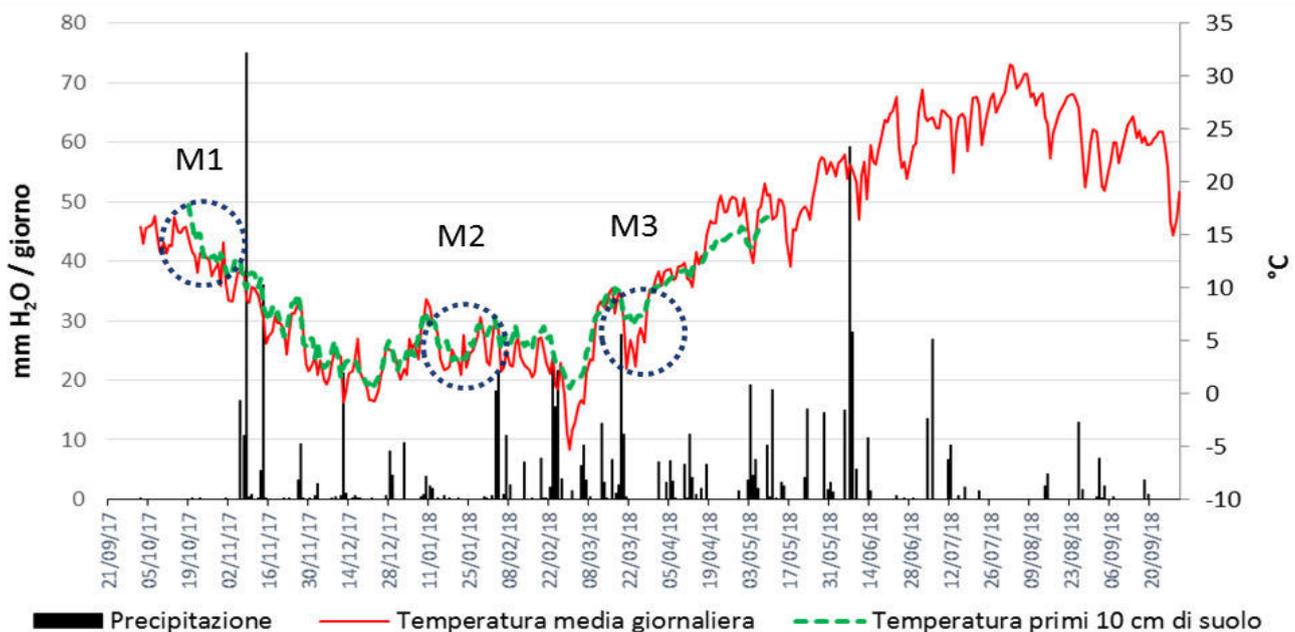


Figura 2 – Trend della temperatura media giornaliera dell'aria e del suolo, e piovosità giornaliera registrata durante l'anno di attività presso l'azienda Grana d'Oro.

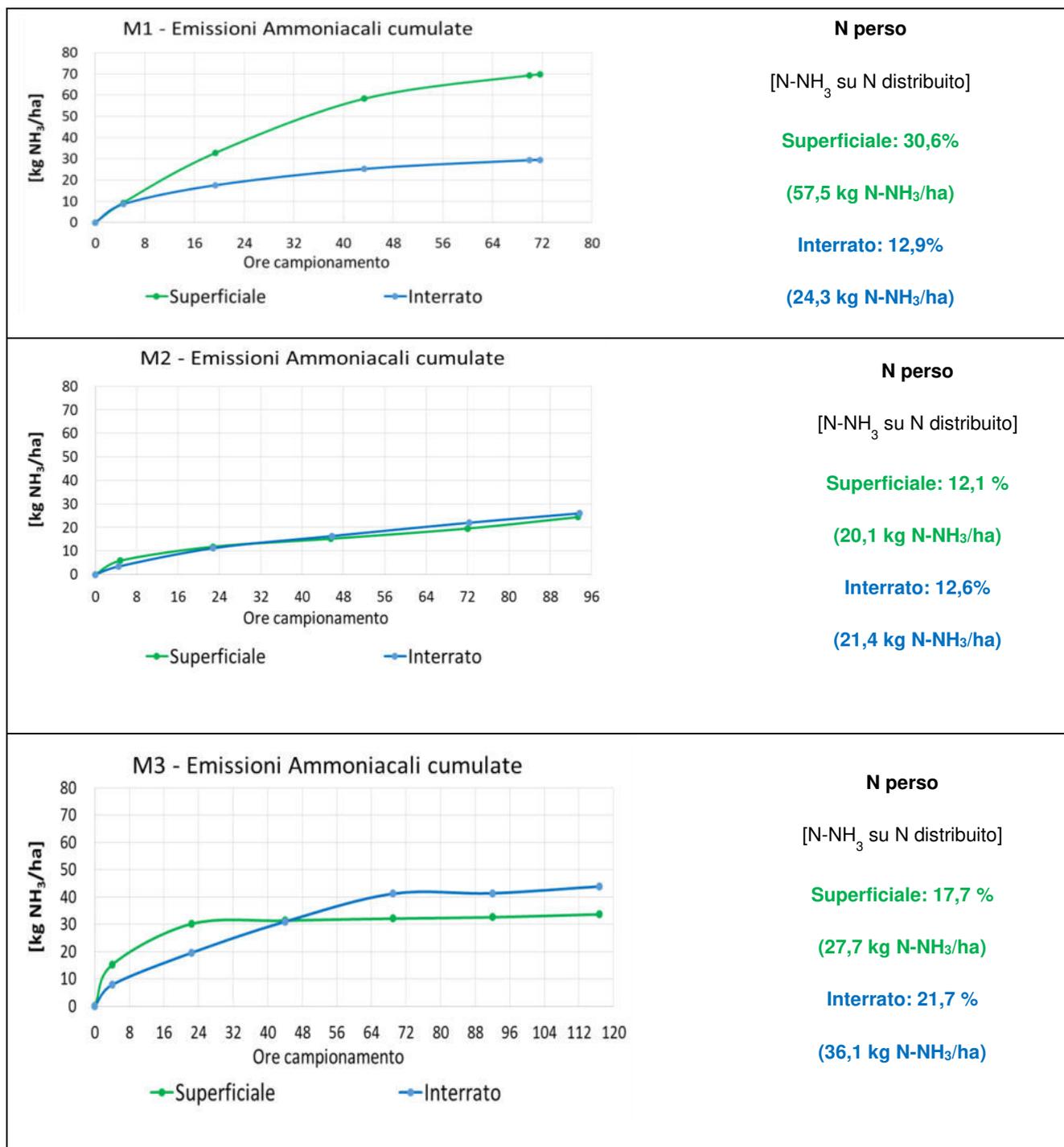


Figura 3 – Emissioni ammoniacali rilevate per le due modalità di distribuzione (Superficiale ed Interrato) e per ciascun momento distributivo (M1, M2 e M3). I grafici illustrano le emissioni cumulate durante il periodo di monitoraggio ed espresse in kg NH₃/ha. Sulla destra si riportano le emissioni come %N perso per volatilizzazione ammoniacale su N totale applicato per ha; tra parentesi espresse in kg N volatilizzato per ha.

3.2.3.2 - Emissioni di protossido d'azoto

Il monitoraggio delle emissioni di N₂O è stato più frequente nel periodo immediatamente successivo alle distribuzioni di azoto da liquami e meno frequente durante gli altri periodi.

Anche in questo caso, come per l'ammoniaca, al fine di determinare i fattori emissivi, le emissioni cumulate di protossido d'azoto misurate per la tesi TEST, sono state detratte dalle emissioni cumulate delle tesi S ed I.

Le emissioni più rilevanti, con valori cumulati annui tra 10 e 20 kg N/ha (**Figura 4**), sono derivate dalle distribuzioni rasoterra in bande con leggero interrimento, seguite dallo spandimento superficiale (media <10 kg N/ha); come atteso, il test non concimato ha fatto segnare le emissioni più basse (<5 kg N/ha). Per quanto riguarda le tempistiche di distribuzione, le emissioni più elevate sono state ottenute in periodo invernale, su terreno umido e dove, peraltro, si era conservato maggiormente l'azoto ammoniacale, date le basse temperature del periodo.

In confronto con gli altri due tempi, il M2 è quello con le emissioni maggiori e, per ogni momento, il trattamento con maggiori emissioni è l'interrato. C'è quindi un'interazione tra fattore momento e fattore trattamento. Questo fatto può essere dovuto alla sinergia tra più fattori, quali la scarsa capacità delle colture di assorbire i nutrienti in fase di stasi vegetativa e un'incompleta chiusura del solco di interrimento, il che ha portato allo sviluppo di un ambiente anossico, favorevole a processi di denitrificazione.

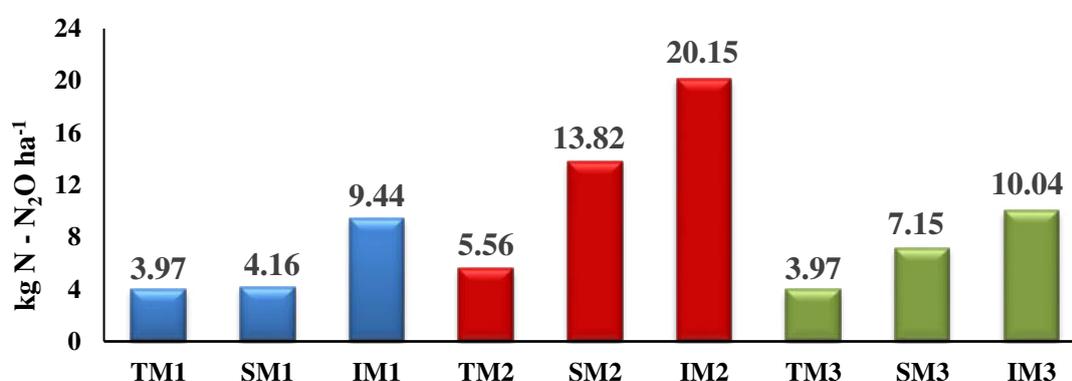


Figura 4 – Emissioni annuali cumulate di protossido di azoto (kg N-N₂O ha⁻¹) per ciascun momento (M1, M2, M3) e modalità di distribuzione del liquame: (T)estimone, (S)uperficiale e (I)nterrato.

In termini di azoto perso sul totale applicato (**Tabella 3**), sono stati osservati valori relativamente bassi per i momenti autunnale e primaverile di distribuzione del liquame. Di più problematica gestione si è invece rivelata la distribuzione invernale, con perdite del 4,8 e dell'8,5 % in seguito a distribuzione superficiale e interrata, rispettivamente. Da questo punto di vista, pertanto, la liquamazione invernale si è dimostrata la meno efficiente delle tre: la stasi vegetativa del cotico erboso non ha potuto infatti compensare l'effetto di condizioni climatiche già negative per le emissioni di protossido.

% di N perso (del totale applicato)								
M1 (182 kg N ha ⁻¹)			M2 (171 kg N ha ⁻¹)			M3 (167 kg N ha ⁻¹)		
T	S	I	T	S	I	T	S	I
-	0,1 %	3,0 %	-	4,8 %	8,5 %	-	1,9 %	3,6 %

Tabella 3 – perdite azotate in seguito alle emissioni di protossido di azoto, come percentuale del totale applicato con le concimazioni.

3.2.4 – Misura emissioni dalla coltivazione di mais in area Grana Padano

3.2.4.1 – Volatilizzazione di ammoniaca

L'attività condotta presso l'azienda CERZOO ha visto l'installazione di 3 tunnel a vento, per il monitoraggio delle emissioni di ammoniaca, in corrispondenza delle due operazioni di fertilizzazione ed in particolare:

- il 9 aprile, dopo la terminazione delle cover crops, per il monitoraggio delle emissioni derivanti dall'utilizzazione agronomica di digestato;
- il 12 giugno, per il monitoraggio delle emissioni in seguito alla fertilizzazione azotata con urea distribuita a spaglio (160 kg N/ha), seguita da immediata e leggera irrigazione per aspersione (20 mm).

Per entrambi gli eventi di fertilizzazione, le 3 parcelle scelte per le attività di monitoraggio delle emissioni ammoniacali sono state quelle in cui era stata messa a dimora la segale come cover crop.

Ciascuna campagna di monitoraggio si è protratta per almeno 144 ore dalle operazioni di fertilizzazione.

La modalità di distribuzione interrata del digestato ha ridotto le emissioni ammoniacali del 20% rispetto alla distribuzione superficiale: 56,2 kg N-NH₃/ha nella modalità interrata rispetto a 70,2 kg N-NH₃/ha per la modalità superficiale. Le emissioni specifiche sono risultate elevate, in particolare per la distribuzione superficiale che ha visto una volatilizzazione di azoto pari al 40,5% dell'azoto distribuito, contro il 33,1% per quella interrata (**Figura 5**). Da sottolineare tre aspetti. Primo, le attività hanno comportato la distribuzione di digestato chiarificato bovino, matrice caratterizzata da un rapporto azoto ammoniacale sul totale maggiore rispetto a liquami bovini tal quali. Secondo, la non presenza di una coltura in atto. Terzo, la terminazione delle cover crops senza la loro successiva asportazione o interrimento, come previsto dal piano al fine di attuare operazioni conservative e di incrementare la sostanza organica nel suolo, ha comportato che la distribuzione del digestato imbrattasse i residui ancora sul terreno, incrementando la superficie emissiva responsabile della volatilizzazione ammoniacale. La modalità di distribuzione a bande con leggero interrimento ha in parte evitato questo ultimo aspetto riducendo le emissioni rispetto ad uno spandimento a tutto campo.

La leggera irrigazione, che ha seguito le operazioni di fertilizzazione con urea a spaglio, e la presenza della coltura di mais in fase di crescita, ha limitato le emissioni ammoniacali derivanti dalle fertilizzazione azotata minerale operata il 12 giugno. Le emissioni sono risultate simili per entrambe le tesi indagate e nell'ordine del 3,5 - 4% dell'azoto applicato (6,7 kg N-NH₃/ha per la tesi Ex-Superficiale rispetto a 5,5 kg N-NH₃/ha per la tesi Ex-Interrato). L'urea è stata applicata a spaglio in superficie per entrambe le tesi (Ex-Superficiale ed Ex-Interrato), evitando la distribuzione nelle parcelle testimone (TEST non fertilizzato). Pertanto la denominazione Superficiale ed Interrato indica solamente che il digestato era stato a suo tempo distribuito in tali parcelle con modalità interrata o superficiale. La diversa modalità di distribuzione del digestato, effettuata il 9 aprile, non ha evidenziato differenze apprezzabili sulle emissioni di ammoniaca monitorate in seguito alla fertilizzazione con urea (12 giugno).

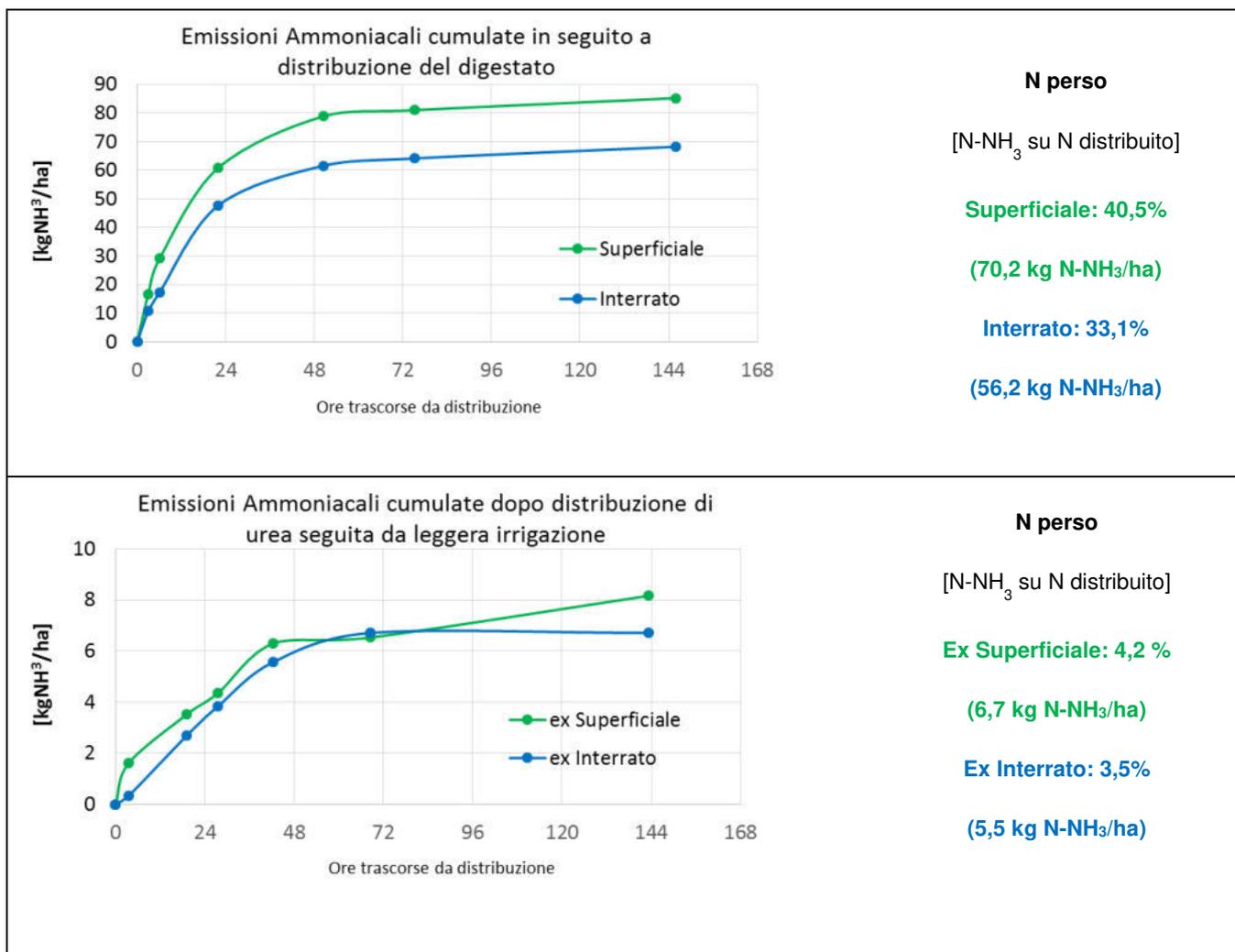


Figura 5 – Emissioni ammoniacali rilevate per le due modalità di distribuzione (Superficiale ed Interrato) a seguito della distribuzione del digestato bovino (09/04/2019) ed a seguito della distribuzione di urea (12/06/2019). I grafici illustrano le emissioni cumulate durante il periodo di monitoraggio ed espresse in kg NH₃/ha. Sulla destra si riportano le emissioni come %N perso per volatilizzazione ammoniacale su N totale applicato per ha; tra parentesi espresse in kg N volatilizzato per ha.

3.2.4.2 - Emissioni di protossido d'azoto

Relativamente alle emissioni di protossido d'azoto (N₂O), durante il periodo invernale e fino all'applicazione di digestato non sono stati rilevati fenomeni emissivi, se non minime fluttuazioni nell'intorno dello zero.

Immediatamente dopo l'apporto di digestato (09/04/2019), indifferentemente dalla tipologia di cover crop (o suolo nudo) è stato registrato un potente fenomeno emissivo che ha raggiunto il picco massimo di 1 kg N-N₂O ha⁻¹ d⁻¹ nella tesi suolo nudo con pratica di interramento. Altri importanti livelli emissivi sono stati riscontrati in corrispondenza della concimazione con urea (12/06) e delle piogge/irrigazioni.

Considerando l'intero arco di monitoraggio annuale (**Figura 6**), il valore più elevato (3,34 kg N-N₂O ha⁻¹) è stato riscontrato nella tesi senape, con modalità di interramento, mentre i valori più bassi sono stati evidenziati sul suolo nudo.

A differenza della volatilizzazione dell'ammoniaca, la pratica dell'interramento si è rivelata meno efficace nel controllo delle emissioni di protossido di azoto, a causa dell'instaurarsi di micrositii anaerobici e dell'avvio di processi di denitrificazione.

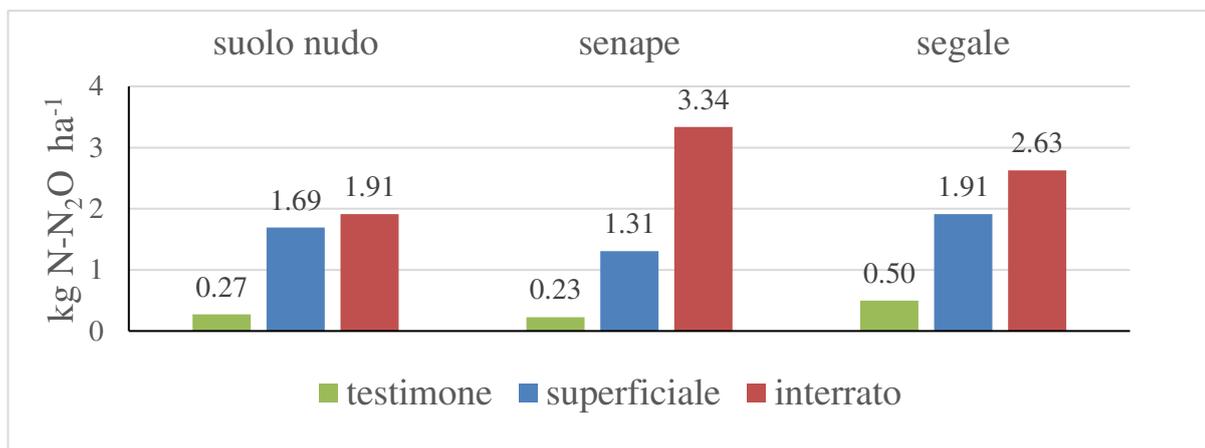


Figura 6 – Emissioni di protossido di azoto cumulative annuali (kg N-N₂O ha⁻¹) e relative perdite sul totale applicato (330 kg N ha⁻¹).

Nel complesso, l'azoto perso per i processi emissivi legati all'N₂O (**Tabella 4**) si sono rivelati pressoché irrilevanti (dallo 0,3 allo 0,9 % del totale applicato), nonostante ciò devono essere valutati nell'ottica più ampia dell'impatto che questa molecola ha sul cambiamento climatico.

% di N perso del totale applicato (330 kg N ha ⁻¹)								
Suolo nudo			Senape			Segale		
T	S	I	T	S	I	T	S	I
-	0,43 %	0,50 %	-	0,33 %	0,94 %	-	0,43 %	0,64 %

Tabella 4 – Perdite azotate in seguito alle emissioni di protossido di azoto, come percentuale del totale applicato con le concimazioni.

AZIONE 3.3. Attività di raccolta dati: parametri che influenzano/spiegano le emissioni

3.3.1 - Produzioni di fieno di prato stabile e relative caratteristiche di qualità

Il primo taglio del prato stabile, quello più influenzato dalle pratiche di fertilizzazione effettuate dall'autunno alla primavera, è stato effettuato a inizio maggio.

I quantitativi raccolti non hanno risentito statisticamente dei momenti di spandimento dei liquami, seppure una certa maggiore resa sia stata ottenuta nelle parcelle fertilizzate in primavera (**Figura 7**). La tecnica di spandimento ha invece determinato differenze significative, dato che le produzioni superiori sono state riscontrate con la distribuzione superficiale. L'interramento dei liquami su prato, con la tecnica sperimentata (**Foto 1**), ha evidentemente danneggiato il cotico erboso, con conseguenti riduzioni della produzione di foraggio.

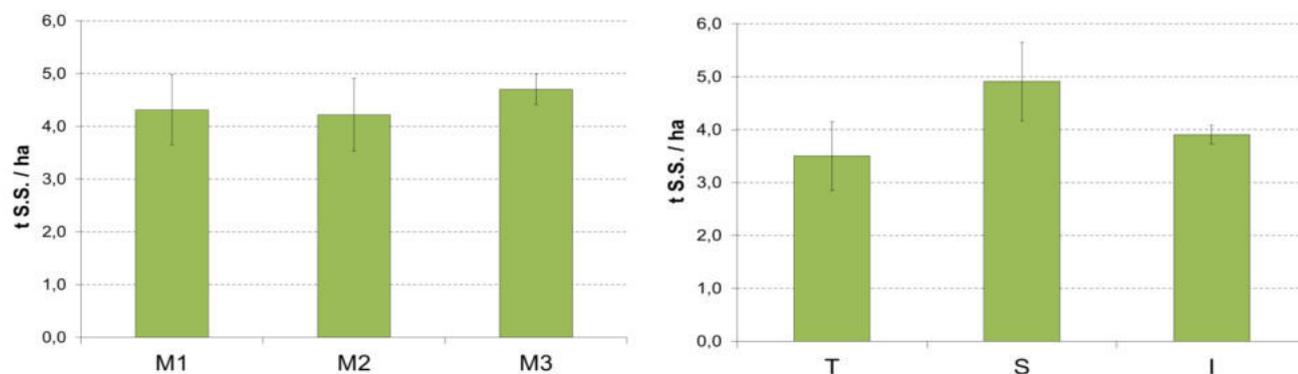


Figura 7 – Produzioni di foraggio (primo taglio) per momenti di spandimento, escluso testimoni, e per modalità di spandimento: M1, spandimento autunnale; M2, spandimento invernale; M3, spandimento primaverile; T, testimone non fertilizzato; S, spandimento superficiale; I, spandimento in bande con leggero interrimento.

I contenuti più elevati di proteine sono stati riscontrati sui foraggi fertilizzati in periodo primaverile, nei quali si è raggiunto quasi il 12% sulla sostanza secca, contro il 9-10% per i foraggi fertilizzati nei due momenti precedenti (**Figura 8**). I livelli di nitrati nei foraggi sono comunque risultati tranquillizzanti, con valori medi attorno a 100 mg/kg di sostanza secca a seguito di spandimento autunnale e sino a 500-600 mg/kg a seguito di spandimento primaverile. Le asportazioni di azoto sono variate in modo importante da un minimo di circa 50 kg N/ha nel caso del testimone non fertilizzato (in M2) sino a poco oltre i 100 kg N/ha nel caso del trattamento con spandimento superficiale (S) effettuato in primavera (M3); per tutti tre i momenti di spandimento le asportazioni sono state $T < I < S$ a testimoniare di una migliore efficacia fertilizzante dei liquami distribuiti in superficie, con imbrattamento della vegetazione e senza taglio del cotico erboso.

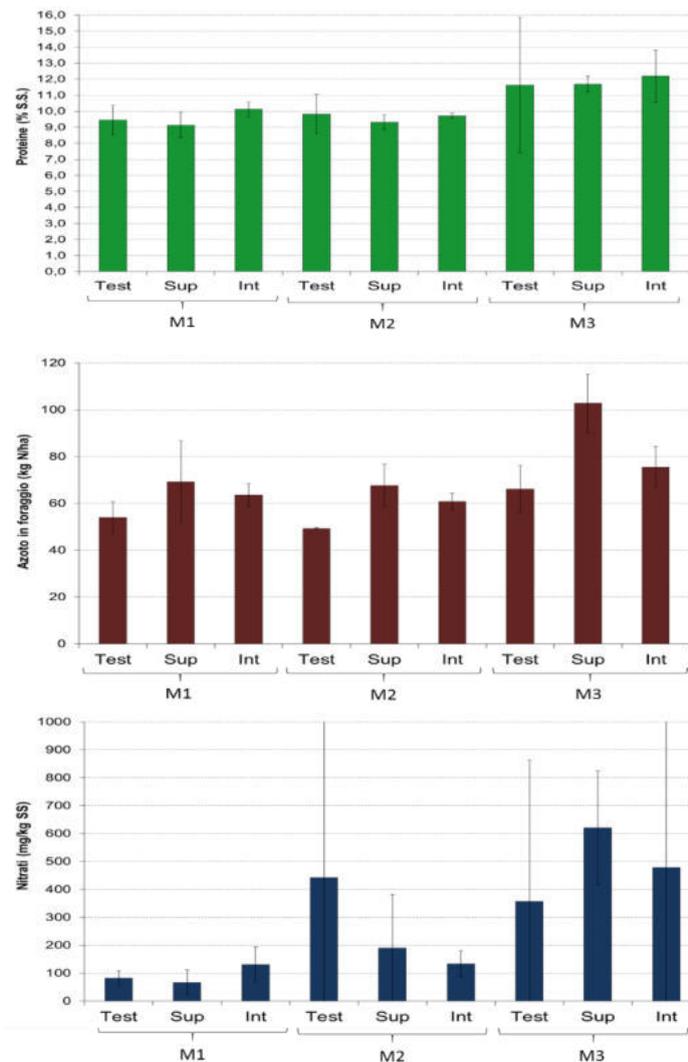


Figura 8 – Caratteristiche qualitative del foraggio e asportazioni di azoto.

3.3.2 - Produzioni di mais e caratteristiche di qualità

La scelta della coltura di mais per la prova nell'azienda del Grana Padano è ricaduta sull'ibrido LG 31.630 (classe colturale FAO 600) che è stato seminato il 19/04/2019 e raccolto per la produzione di granella lo 04/10/2019. Per le determinazioni produttive sono stati effettuati dei campionamenti parcellari, sia di spighe che di piante intere. Successivamente è stato analizzato il contenuto azotato (Kjeldahl) per determinare le asportazioni di granella e biomassa epigeica totale (granella e parte vegetativa).

Le produzioni di granella (**Figura 9**) sono risultate decisamente elevate nelle tesi concimate, senza differenze tra modalità di distribuzione del digestato (superficiale o interrato). D'altra parte, in relazione alla presenza/assenza di residuo da cover crop, mediamente, si è delineata una graduatoria ($P < 0,05$) che vede al primo posto il suolo nudo (15,2 t/ha), seguito dalle cover crop di senape (13,9 t/ha) e, per ultima, segale (13,0 t/ha).

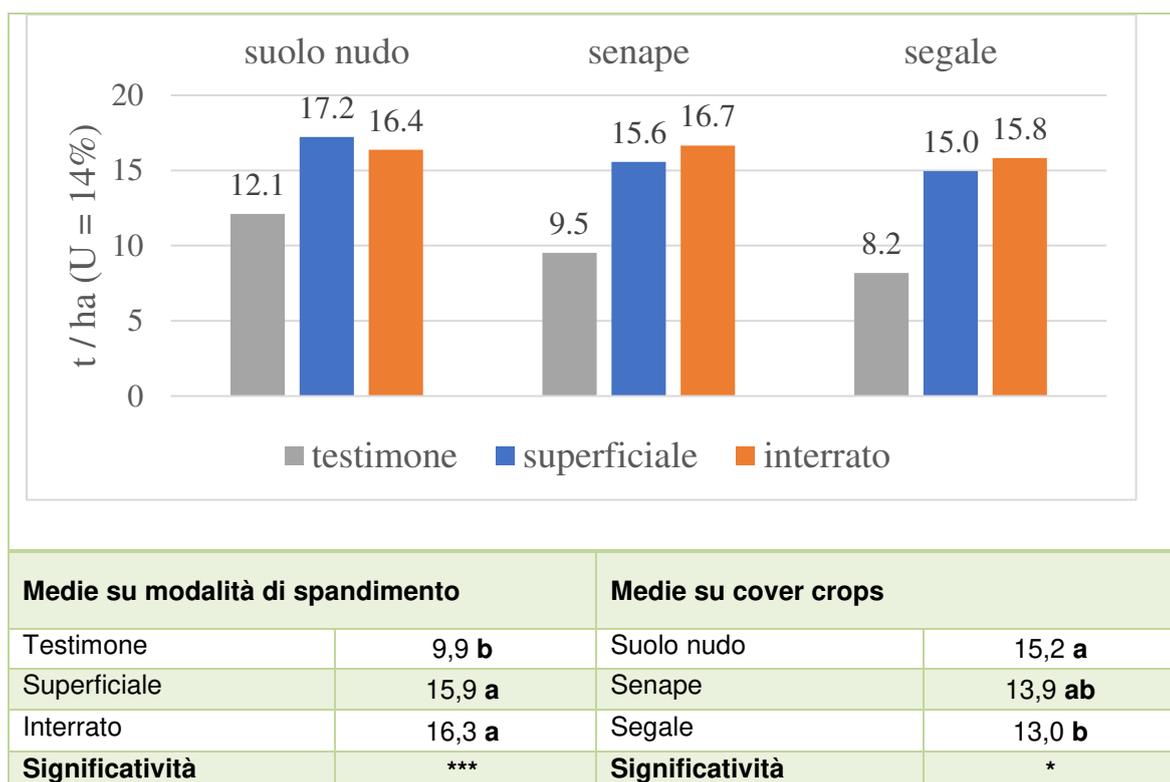


Figura 9 – Rese di granella al 14% di umidità (t/ha). A lettere uguali corrispondono risultati statisticamente non differenti. Significatività: * ($P < 0,05$), ** ($P < 0,01$), *** ($P < 0,001$).

Considerando la totale produzione di biomassa al 33% di sostanza secca (**Figura 10**), anche in questo caso, mediamente, non è stata evidenziata differenza statisticamente significativa tra le due modalità di applicazione del digestato (interrato o superficiale) e, a differenza della produzione granellare, neppure è stata riscontrata differenza tra le varie tipologie di copertura del terreno in precessione al mais: questo elemento può far pensare ad un minor indice di raccolto sulle parcelle con cover crop che, verosimilmente, hanno sottratto una quota di azoto alla partenza della stagione colturale del mais.

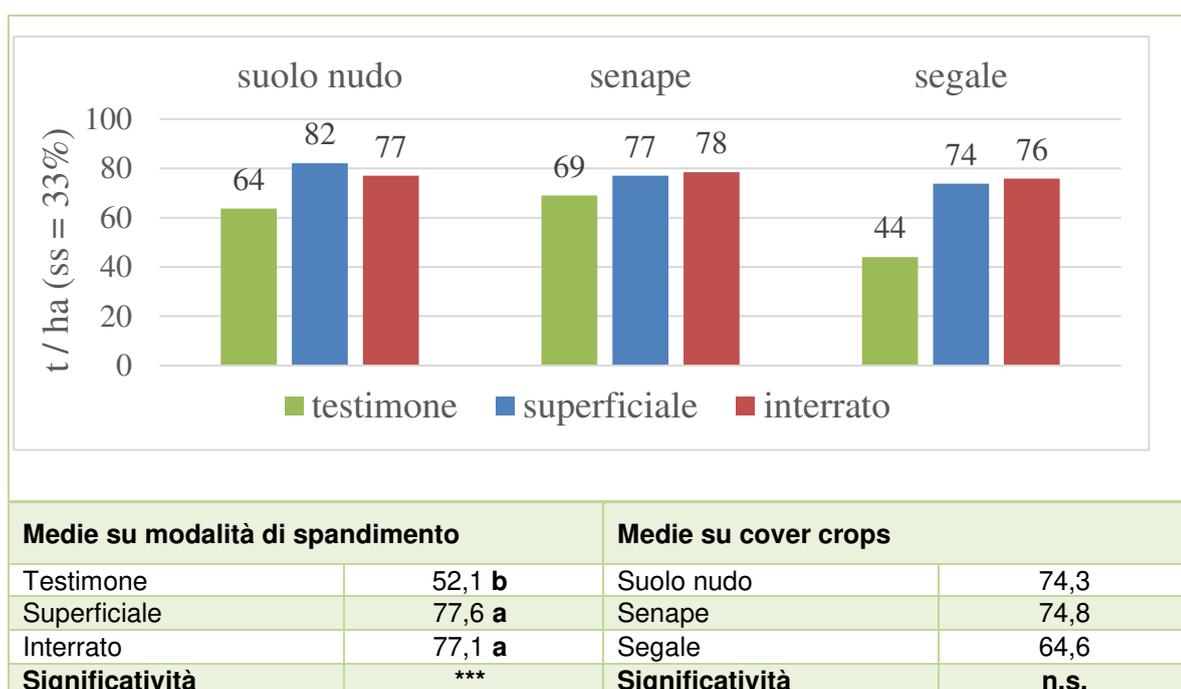
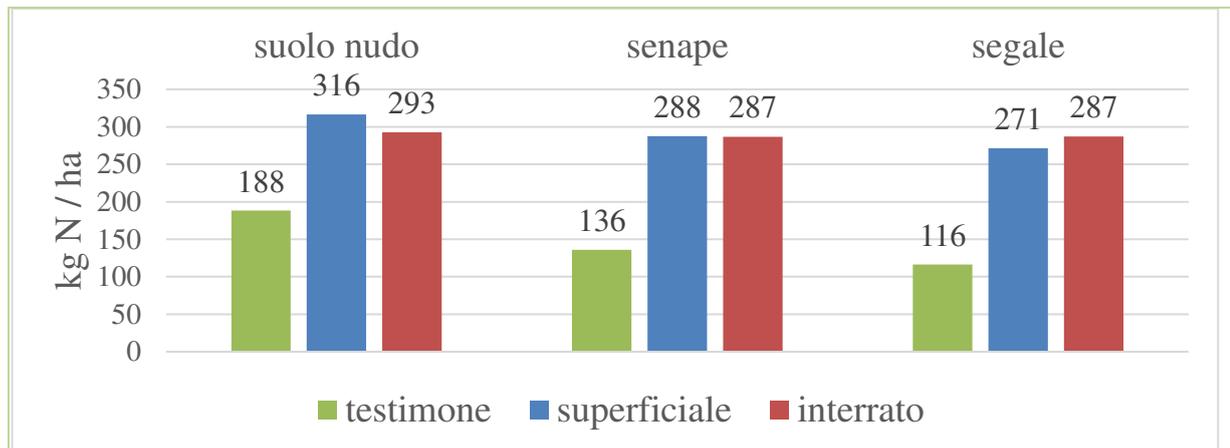


Figura 10 – Rese totali (granella + biomassa) di mais al 33% di sostanza secca (t/ha). A lettere diverse corrispondono valori statisticamente differenti. Significatività: * ($P < 0,05$), ** ($P < 0,01$), *** ($P < 0,001$).

Considerando le asportazioni totali (**Figura 11**), mediamente non è stata riscontrata alcuna differenza tra tipologia di cover crop e suolo nudo. Sempre sulla media, a pari livello si sono posizionati lo spandimento superficiale e l'interramento. Osservando i singoli valori puntuali, tuttavia, benché non suffragati da significatività statistica, sembra essersi delineato un trend discendente che vede al primo posto il suolo nudo, seguito dalla cover crop di senape e, infine, da quella di segale in precessione al mais. Questo elemento non stupisce, se si considera l'attività di assorbimento dei nutrienti durante la stagione invernale ad opera delle cover crops e, in particolare, di una coltura come quella della segale, in grado di vegetare anche a temperature inferiori rispetto alla senape. Nel complesso i valori sono in linea con quelli di una tipica coltura di mais irriguo che abbia ricevuto una dose di azoto superiore ai 300 kg/ha (330 nello specifico).



Medie su modalità di spandimento		Medie su cover crops	
Testimone	147 b	Suolo nudo	266
Superficiale	292 a	Senape	237
Interrato	289 a	Segale	225
Significatività	***	Significatività	n.s.

Figura 11 – Asportazioni azotate totali (kg/ha). A lettere diverse corrispondono valori statisticamente differenti. Significatività: * ($P < 0,05$), ** ($P < 0,01$), *** ($P < 0,001$).

3.3.3 - Azoto nitrico nella soluzione circolante del terreno

3.3.3.1 - Azienda Parmigiano Reggiano

Su prato stabile, nelle acque di ritenzione del terreno le concentrazioni maggiori di nitrati, con valori tra 100 e 200 mg/l, sono state rilevate a seguito dello spandimento autunnale, in un periodo in cui il processo di nitrificazione nel terreno era ancora attivo (ottobre-novembre). All'opposto, sono state misurate concentrazioni decisamente basse di nitrati a seguito dello spandimento primaverile (< 30 mg/l), da imputare alla presenza della vegetazione in fase di crescita attiva e quindi con veloce assorbimento dell'azoto (**Figura 12**).

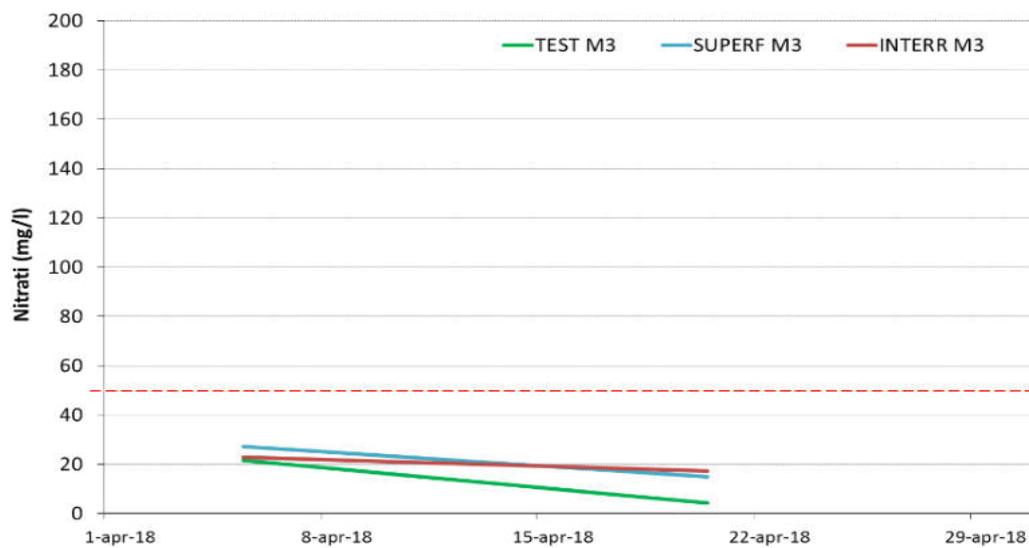
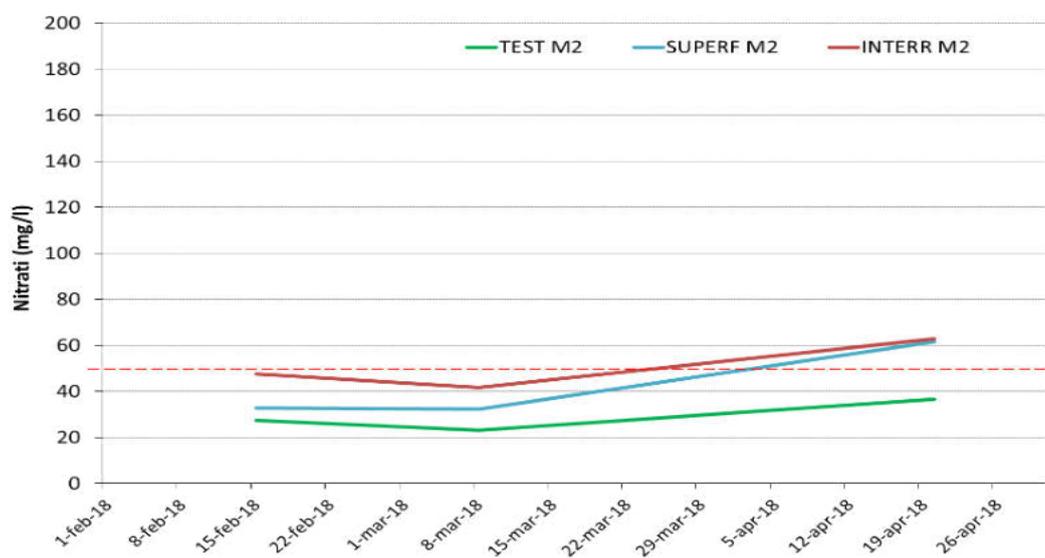
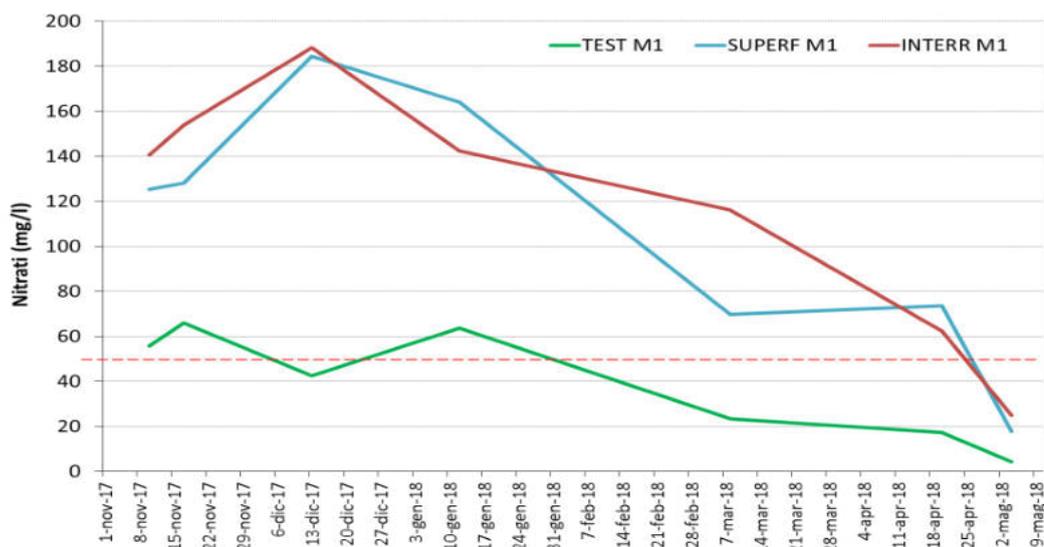


Figura 12 – Concentrazioni di nitrati nella soluzione circolante a seguito dei tre momenti di spandimento (M1 autunnale, M2 invernale, M3 primaverile) su prato stabile.

3.3.3.2 - Azienda Grana Padano

L'assenza di concimazioni durante l'autunno ha fatto propendere per un monitoraggio dei nitrati nella soluzione circolante del terreno (40 cm di profondità) nell'arco primaverile-estivo (dal 16/05/2019 al 25/09/2019). Alla prima data di campionamento (16/05/2019) è stata registrata una concentrazione molto elevata sotto cover di senape e, soprattutto, sotto il suolo nudo (intorno ai 250 mg NO₃/L), a causa della percolazione in assenza di coltura in attiva crescita. Su suolo nudo (**Figura 13**), all'inizio del monitoraggio, il livello di azoto nitrico nel terreno si è posizionato su tenori decisamente elevati, andando via via calando col progredire della stagione colturale, verosimilmente grazie all'attivo assorbimento da parte della coltura di mais. La ripresa di incremento del livello di nitrato a partire dai primi giorni di luglio ha coinciso con un periodo di intense irrigazioni che hanno fatto percolare il nitrato lungo il profilo del terreno. Il picco di 222 ppm al 30 di luglio sulla tesi superficiale è stato verosimilmente causato da una forte percolazione lungo una canalizzazione preferenziale, dovuta a fenomeni di crepacciamento, tipici per questa tipologia di terreno (suolo vertico dalla tessitura limoso-argillosa).

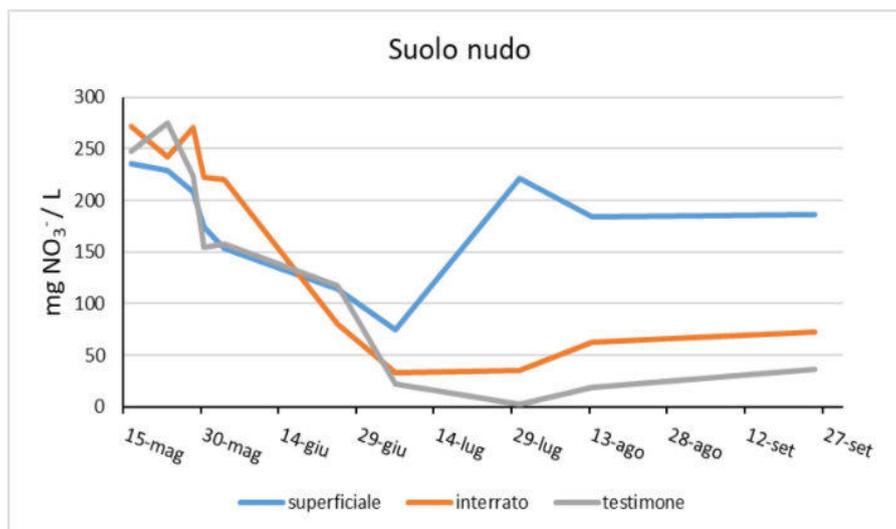


Figura 13 – Andamento del contenuto in nitrati nella soluzione circolante del terreno (mg NO₃/L) per la tesi “Suolo nudo” a 40 cm di profondità.

Similmente a quanto accaduto su suolo nudo, la cover crop di senape (**Figura 14**), avendo iniziato a decomporsi durante l'inverno, ha anzitempo esaurito la sua capacità di assorbire attivamente l'azoto residuale, portando quindi i primi valori di misurazione su tenori alquanto elevati, soprattutto in seguito alla distribuzione superficiale di digestato (222 mg NO₃/L). Tuttavia, i valori sono poi andati calando nel corso della stagione colturale del mais fino alla fine di luglio, per poi riprendere a salire in corrispondenza delle irrigazioni.

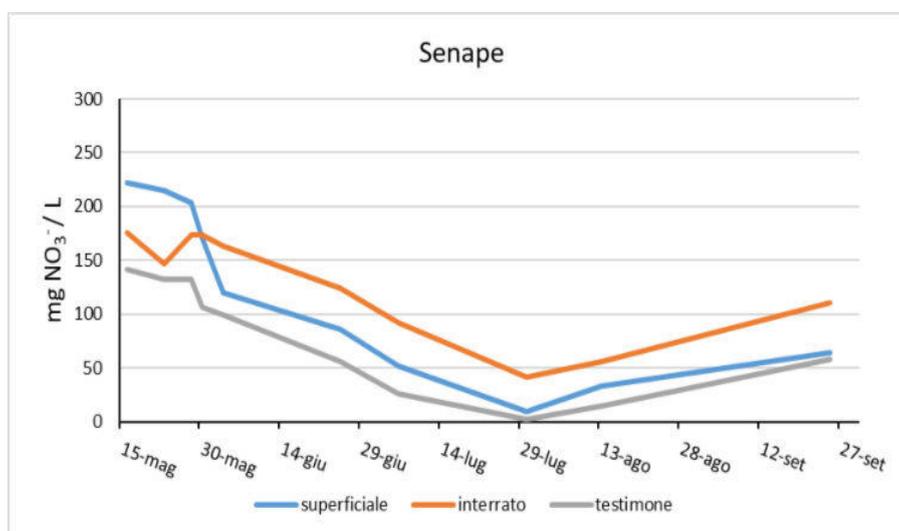


Figura 14 – Andamento del contenuto in nitrati nella soluzione circolante del terreno (mg NO₃/L) per la tesi “Senape” a 40 cm di profondità.

La cover crop di segale (**Figura 15**) è quella che ha permesso la maggiore riduzione del contenuto in nitrati all'inizio del campionamento. Infatti, a differenza della senape, la segale ha protratto la fase vegetativa fino al momento della terminazione con Glyphosate (19/03/2019) e, probabilmente, anche oltre, garantendo l'attivo assorbimento dei nitrati. Il picco individuato il 25/06 coincide con un'importante irrigazione (40 mm) avvenuta due giorni prima, la quale ha verosimilmente trasportato in profondità l'azoto (da digestato prima e da urea poi) fino ad allora parzialmente trattenuto in superficie dall'abbondante residuo colturale della segale, che ha agito da schermo alle percolazioni.

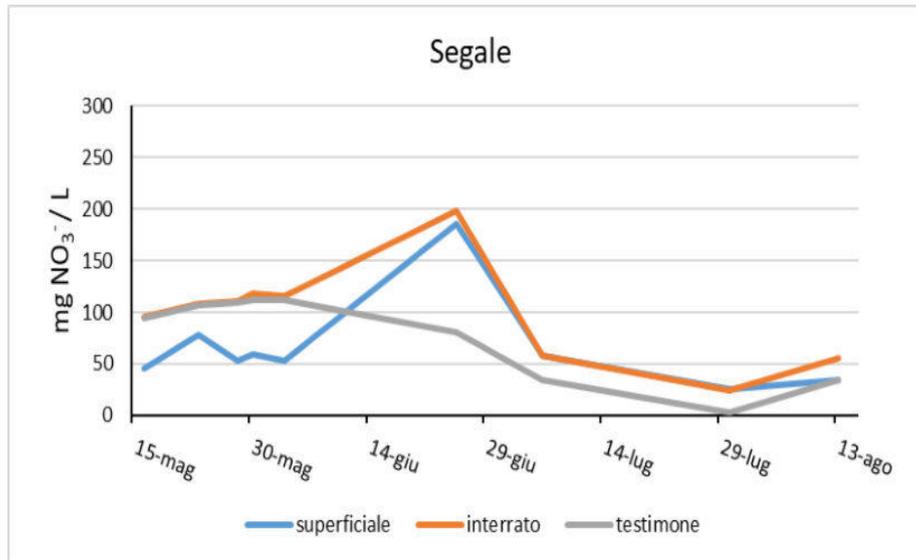


Figura 15 – Andamento del contenuto in nitrati nella soluzione circolante del terreno (mg NO₃⁻/L) per la tesi "Segale" a 40 cm di profondità.

3.3.4 - Azoto nitrico nel terreno

3.3.4.1 - Azienda Parmigiano Reggiano

L'azoto nitrico nel terreno, risorsa importante per il nutrimento della vegetazione, è stato monitorato per un periodo compreso tra il momento di distribuzione del liquame e la fine della sperimentazione su due orizzonti di profondità (0-10 e 10-30 cm).

Il picco massimo nello strato 0-10 cm è stato rilevato a dieci giorni di distanza dalle liquamazioni. A circa un mese di distanza delle applicazioni azotate in autunno, inverno e primavera, il contenuto in azoto nitrico del terreno (mg N-NO₃⁻ kg⁻¹) rilevato nei primi 10 cm di profondità si è mostrato superiore per le tesi interrato e superficiale; tuttavia, col progredire della stagione colturale, i valori sono andati assestandosi sul livello del testimone non fertilizzato (**Figura 16**).

In seguito alla fertilizzazione autunnale e a quella invernale, la distribuzione superficiale di liquame ha fatto registrare valori più elevati di nitrati, rispetto all'interramento nello strato 0-10 cm.

Per tutti i momenti, i valori di N-NO₃⁻ nello strato 10-30 cm si sono mostrati simili per le diverse modalità di distribuzione e comunque su livelli abbastanza contenuti, non distanti dal testimone, con un range di 4,3-19,2 mg kg⁻¹ (**Figura 16**).

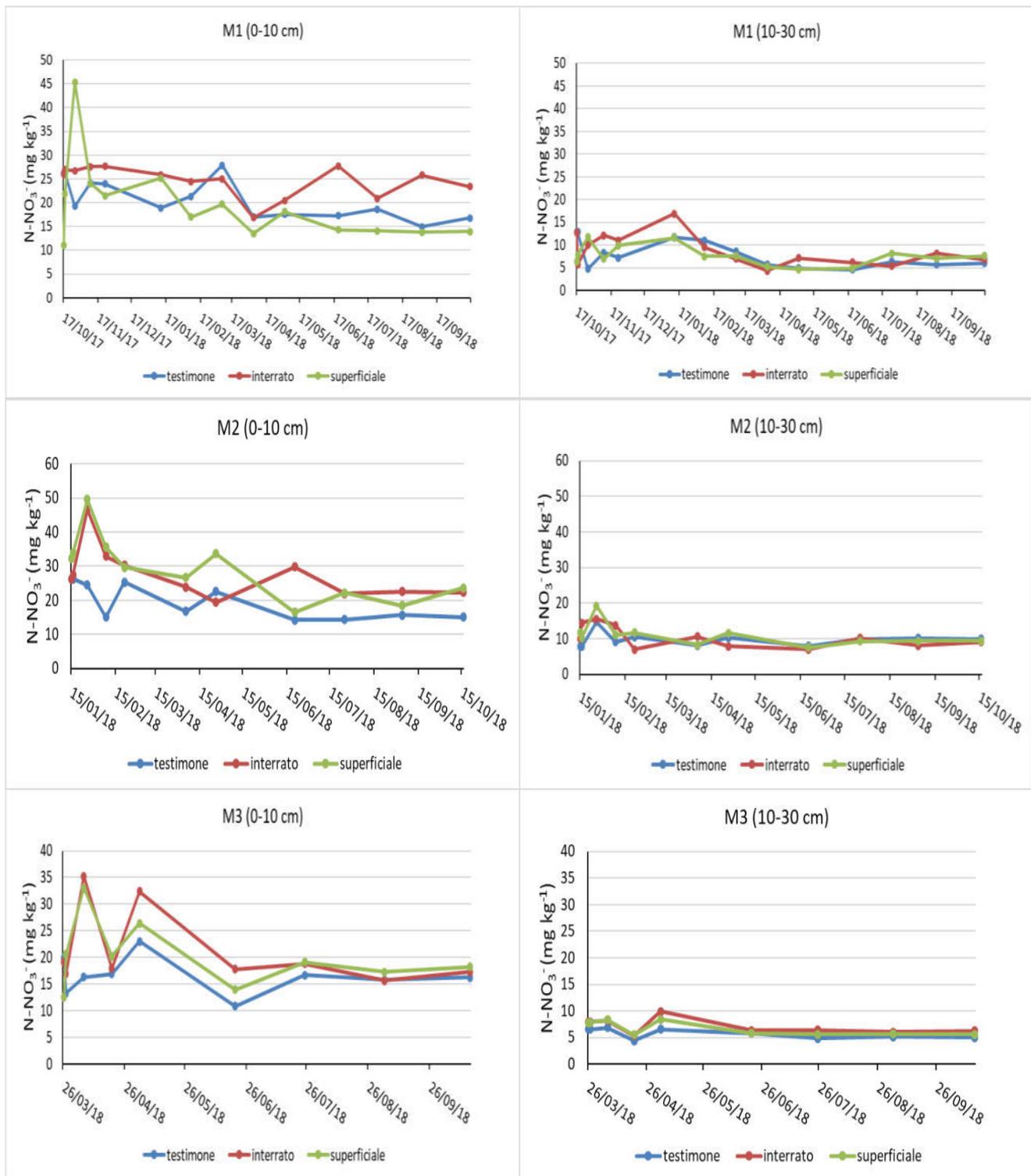


Figura 16 – Andamento del contenuto in azoto nitrico negli strati di terreno 0-10 e 10-30 cm di profondità ($mg\ N-NO_3^-\ kg^{-1}$), in seguito alle liquamazioni autunnali (M1), invernali (M2) e primaverili (M3) su prato stabile.

3.3.4.2 - Azienda Grana Padano

Analogamente alla prova su prato stabile, anche per l'azienda CERZOO, il monitoraggio del contenuto in azoto nitrico del suolo ($\text{mg N-NO}_3^- \text{ kg}^{-1}$) ha riguardato due livelli di profondità (0-10 e 10-30 cm), per le diverse tipologie di copertura (cover crop di senape o segale, ovvero suolo nudo) e di distribuzione del digestato.

La differenziazione delle tesi è partita con il primo spandimento di digestato: l'unica tesi ad aver mostrato valori apprezzabili ($\sim 15 \text{ mg N-NO}_3^- \text{ kg}^{-1}$) all'inizio del monitoraggio è stato il suolo nudo nello strato 10-30 cm di profondità, ad indicare il lavoro di deplezione dell'azoto ad opera delle cover crops durante il periodo autunno-invernale.

I picchi massimi di concentrazione di azoto nitrico sono stati rinvenuti nello strato 0-10 cm di profondità (mimato su livelli più bassi da quello a 10-30 cm) in seguito alle fertilizzazioni su suolo nudo e residuo colturale di senape. Per queste tesi, la pratica dell'interramento ha contenuto su livelli più bassi il tenore in azoto nitrico del terreno.

Questo andamento altalenante non è stato invece riscontrato in presenza di (abbondante) residuo colturale di segale che sembra aver agito da "buffer" nei confronti delle percolazioni lungo il profilo. Qui, tuttavia, la tesi interrimento ha determinato i maggiori livelli in azoto nitrico, soprattutto verso la fine del monitoraggio, con picchi superiori ai 40 e 35 mg kg^{-1} il 9 settembre, negli strati 0-10 e 10-30 cm, rispettivamente (**Figura 17**, fondo).

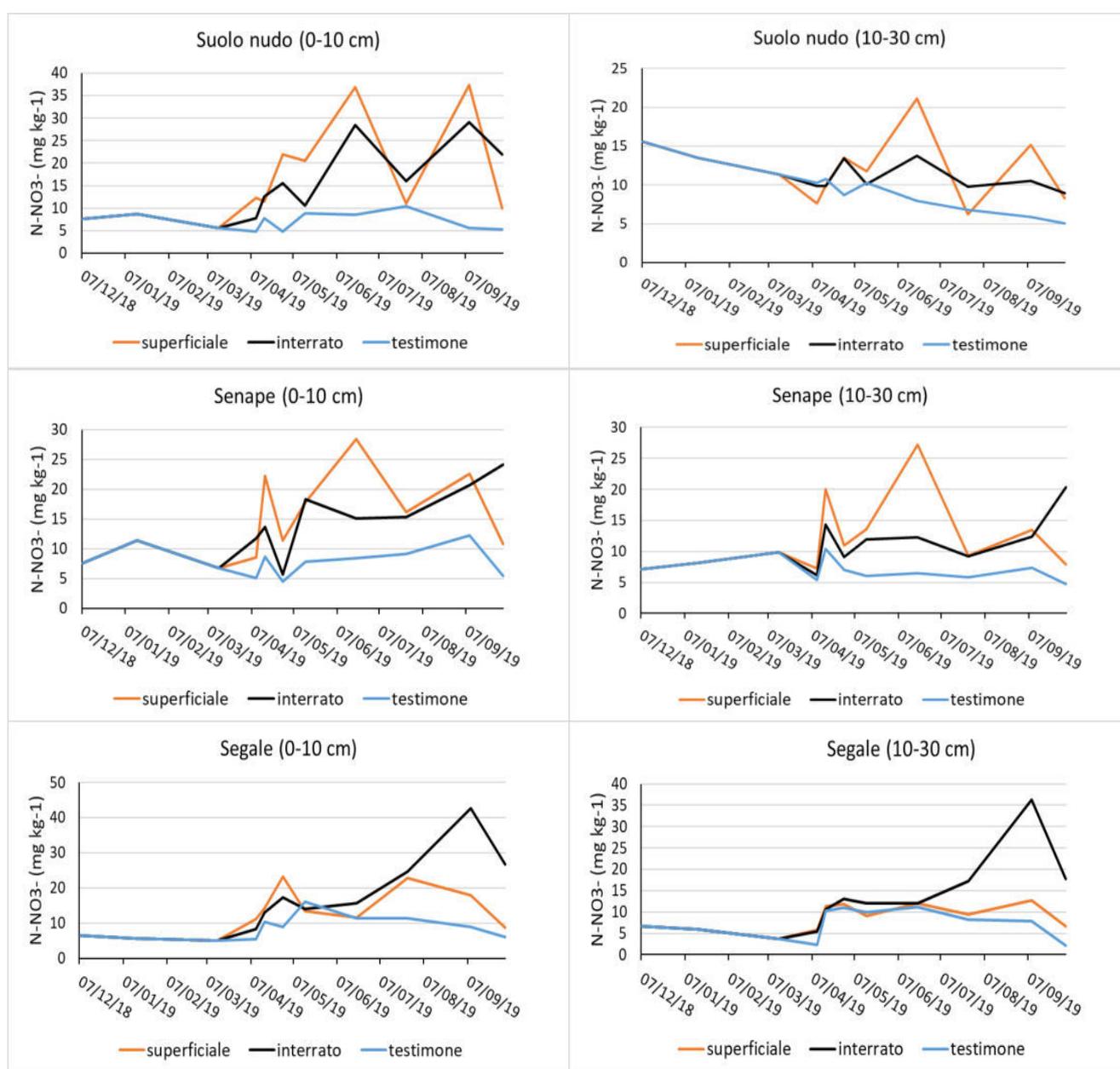


Figura 17 - Andamento del contenuto in azoto nitrico negli strati di terreno 0-10 e 10-30 cm di profondità ($\text{mg N-NO}_3^- \text{ kg}^{-1}$), su suolo nudo, cover crop di senape e cover crop di segale.

3.3.5 – Conclusioni

Il monitoraggio condotto sul prato stabile tipico del sistema Parmigiano Reggiano ha consentito di verificare che lo spandimento superficiale genera alte emissioni ammoniacali se le temperature sono superiori a 5-10 °C, mentre lo spandimento rasoterra in bande è in grado di ridurle solo se il terreno è nelle condizioni di assorbire i liquami. La diffusione dello spandimento con minimo interrimento non può prescindere dallo sviluppo di attrezzature più appropriate, capaci di minimizzare i danni al cotico erboso.

L'interramento dei liquami, peraltro, è sembrato favorire la formazione del protossido di azoto, rispetto allo spandimento superficiale, mentre le distribuzioni autunnali sono quelle a maggior rischio di generazione e lisciviazione di nitrati.

La migliore efficienza d'uso dell'azoto si ottiene con le distribuzioni effettuate alla ripresa vegetativa e quindi gli spandimenti all'uscita dell'inverno o primaverili dovrebbero essere favoriti per contenere gli impatti ambientali dell'uso fertilizzante dei liquami.

Per la prova nell'areale Grana Padano, in primo luogo spiccano le ottime rese della coltura di mais, in linea con quelle dell'areale produttivo.

Le perdite di azoto per volatilizzazione dell'ammoniaca sono risultate consistenti, soprattutto in seguito alla distribuzione superficiale del digestato e in concomitanza di residuo abbondante sulla superficie del terreno, quale quello di una cover crop di segale.

Anche l'emissione di protossido e la percolazione di nitrati risentono fortemente delle diverse metodiche di distribuzione del fertilizzante e dell'interazione di questo con la matrice del residuo colturale.

Le cover crop impiegate hanno modalità di crescita e ritmi di decomposizione differenti (la senape è geliva e tende a non essere più attiva nell'assorbimento dei nutrienti già in inverno, al contrario della segale, il cui residuo è anche più lento a demolirsi e trattiene i nutrienti per un tempo più lungo). Questi comportamenti influenzano, di conseguenza, il rilascio dei nutrienti, azoto in particolare. Comprendere meglio questi fenomeni permette di massimizzare l'efficienza d'uso dell'azoto, soprattutto se in associazione con tecniche di concimazione che mirano a massimizzare il potenziale nutritivo degli effluenti zootecnici.

Data: 18 giugno 2020

IL RESPONSABILE SCIENTIFICO