

**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. 2376 del 21 DICEMBRE 2016**

**RELAZIONE TECNICA INTERMEDIA  FINALE**

**DOMANDA DI SOSTEGNO ... 5015780...**

**DOMANDA DI PAGAMENTO ... 5209108...**

**FOCUS AREA: 5E**

Titolo Piano	CARBONIO DI MONTAGNA : Il contributo della zootecnia da latte di montagna alla conservazione e al sequestro di carbonio
Ragione sociale del proponente (soggetto mandatario)	Centro Ricerche Produzioni Animali S.p.A (CRPA)
Elenco partner del Gruppo Operativo	Fondazione CRPA Studi Ricerche (FCSR) Società Cooperativa Agricola Pratofontana Soc. Coop. r.l. (Pratofontana) Società Agricola La Vecchia Torre s.r.l. (Vecchia Torre) Nuova Favale Società Cooperativa Agricola (Nuova Favale) Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale (CBEC)

Durata originariamente prevista del progetto (in mesi)	36
Data inizio attività	24/08/2017
Data termine attività (incluse eventuali proroghe già concesse)	22/12/2020

Relazione relativa al periodo di attività dal	01/04/2019	al 22/12/2020
Data rilascio relazione	15/02/2021	

Autore della relazione	Aldo Dal Prà, Paolo Mantovi		
telefono		email	<a href="mailto:a.dalpra@crpa.it">a.dalpra@crpa.it</a> ; <a href="mailto:p.mantovi@fondazionecrpa.it">p.mantovi@fondazionecrpa.it</a>

## Sommario

<b>1</b>	<b>- Descrizione dello stato di avanzamento del Piano.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1</b>	<b>Stato di avanzamento delle azioni previste nel Piano .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>- Descrizione per singola azione.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1</b>	<b>Attività e risultati.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2</b>	<b>Personale .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3</b>	<b>Trasferte .....</b>	<b>17</b>
<b>2.4</b>	<b>Materiale consumabile.....</b>	<b>17</b>
<b>2.5</b>	<b>Spese per materiale durevole e attrezzature.....</b>	<b>17</b>
<b>2.6</b>	<b>Materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi .....</b>	<b>18</b>
<b>2.7</b>	<b>Attività di formazione.....</b>	<b>18</b>
<b>2.8</b>	<b>Collaborazioni, consulenze, altri servizi.....</b>	<b>19</b>
<b>3</b>	<b>- Criticità incontrate durante la realizzazione dell'attività.....</b>	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>- Altre informazioni .....</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>- Considerazioni finali .....</b>	<b>20</b>
<b>6</b>	<b>- Relazione tecnica.....</b>	<b>20</b>

# 1 - Descrizione dello stato di avanzamento del Piano

*Descrivere brevemente il quadro di insieme relativo alla realizzazione del piano. Richiamare eventuali richieste di modifiche inviate agli organi Regionali ed apportate al progetto.*

Il piano del GOI Carbonio di Montagna è concluso. Esso ha previsto le attività di esercizio della cooperazione, 5 azioni realizzative, la divulgazione per il trasferimento dei risultati e della rete del PEI, la formazione. Tutte queste attività sono state sviluppate come previsto, senza scostamenti sostanziali tra l'attività e risultati preventivati e quelli ottenuti. Le modalità di svolgimento sono indicate nelle specifiche azioni. È da segnalare uno scostamento temporale nella conclusione del Piano rispetto al previsto in relazione alla emergenza sanitaria per rischio da Covid-19, per cui è stata chiesta e concessa una proroga alla conclusione delle attività al 22/12/2020 (acquisita dalla Regione con PG/2020/390666 e comunicata la presa d'atto il 10/08/2020).

Il progetto a partire dal kick-off meeting è stato caratterizzato dalla fattiva collaborazione dei partner tecnici con le aziende di produzione primaria beneficiarie. Ciò ha permesso il rispetto pieno della tabella di marcia dettagliata nella sezione 'indicatori di risultato' del Piano del Gruppo Operativo. Sotto la supervisione del dott. Paolo Mantovi e con i consigli profusi con spirito di gratuità dal dott. Giuseppe Bonazzi si sono concluse tutte le azioni previste nel GOI Carbonio di Montagna.

Lo 'Studio di una filiera del carbonio organico' (Azione 1) ha consentito, di ipotizzare un percorso di concreta realizzazione di un impianto consortile. Partendo infatti dall'analisi del bacino di utenza necessario a sostenere la filiera e attraverso il miglioramento della qualità del letame fresco e la sua valorizzazione attraverso processi di disidratazione, possa scaturire in materiali ammendanti di buona qualità, interessanti per il mondo agricolo e idonei ad essere delocalizzati. Quella esplicitata a seguito di questa azione di progetto è una filiera 'modello', che potrebbe essere traslata in territori vicini qualora si individuino un gruppo di aziende o una localizzazione migliori rispetto a quelle ipotizzate. A questo proposito si ritiene interessante per un prossimo futuro sviluppare un dialogo con le amministrazioni locali, che partendo dai risultati di questo studio possa scaturire un ipotesi di realizzazione più concrete per una nuova filiera del C organico in montagna.

Il 'Miglioramento della qualità del letame fresco' (Azione 2), ha consentito di realizzare prove *ad-hoc*, tese a verificare la concreta capacità di produrre ammendanti che per caratteristiche chimico-fisiche possano essere meglio impiegati in campo. L'azione è stata caratterizzata da un continuo coinvolgimento degli agricoltori che hanno suggerito modifiche finalizzate a rendere maggiormente replicabile il modello studiato. Sono stati realizzati numerosi approfondimenti tecnici non previsti in fase di progettazione, ad esempio le analisi della granulometria delle matrici, funzionali inoltre allo svolgimento di altre azioni tecniche. Le prove di compostaggio hanno prodotto matrici stabili, palabili e con capacità ammendanti eccellenti.

La 'Valorizzazione del letame attraverso processi di essiccazione' ha consentito di realizzare un prodotto (pellet), potenzialmente producibile su scala comprensoriale; sono stati evidenziate delle criticità imputabili alla presenza di scheletro (sassi), sulle matrici derivanti da letame. Per la realizzazione di un impianto di compostaggio/essiccazione/pelletizzazione si dovrà prevedere pertanto una griglia/setaccio per eliminare tali matrici inorganiche. Nell'ambito dell'azione sono stati effettuati studi tesi a valutare la vitalità dei semi infestanti e la possibilità di includere delle sementi foraggere nel pellet; in entrambi casi i rilievi analitici hanno fornito positivi riscontri.

Sono stati realizzati gli interventi agronomici afferenti all'Azione 4 'Pratiche agronomiche per la salvaguardia del carbonio organico del suolo'. Le semine hanno evidenziato notevoli potenzialità di risparmio del carbon stock ma cosa più importante per la componente produttiva del partenariato di 'Carbonio di montagna', i test sperimentali hanno fatto sempre registrare produzioni di foraggio doppie del test controllo, anche la qualità della matrici foraggere ha fatto registrare incrementi significativi in termini di Energia Netta Latte prodotta e kg di proteine ad ettaro. Le tecniche adottate nel corso del progetto hanno avuto fortunatamente seguito oltre le attività sperimentali nel 2020.

L'azione sulla 'Valutazione della sostenibilità ambientale ed economica' di carbonio di montagna ha indagato gli aspetti legati alle impronte ambientali ed alle dinamiche degli stock di carbonio delle aziende coinvolte; come da bibliografia le aziende di montagna hanno fatto registrare impatti più alti rispetto a quelle della pianura, tale risultanza è da imputare alle produzioni di latte più contenute. L'opportunità viene proprio dallo stoccaggio del carbonio al suolo che i modelli e le simulazioni applicate hanno consentito di evidenziare come elemento compensativo di indubbio interesse per le aziende dei comprensori montani.

La divulgazione e trasferimento dei risultati ha ruotato attorno alla comunicazione veicolata attraverso la pagina internet dedicata sul sito di CRPA ([carboniodimontagna.crupa.it](http://carboniodimontagna.crupa.it)), tutte le attività

previste sono state portate a compimento. La chiusura del progetto ha visto la realizzazione del convegno finale, condotto come webinar perché svolto nel periodo della emergenza sanitaria da Sars-Cov-2.

L'attività di formazione, incentrata sul coaching, è stata erogata alle aziende con il seguente calendario: nei giorni 12, 18, 20 novembre, 2 dicembre 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
Cooperazione	CRPA	cooperazione	1	1	36	40
Azione 1	CRPA	studi necessari alla realizzazione del piano	1	1	36	40
Azione 2	CRPA	studi necessari alla realizzazione del piano	1	1	21	36
Azione 3	CRPA	studi necessari alla realizzazione del piano	4	4	27	40
Azione 4	CRPA	studi necessari alla realizzazione del piano	1	1	36	40
Azione 5	CRPA	studi necessari alla realizzazione del piano	4	4	36	40
Divulgazione	CRPA	divulgazione	1	1	36	40
Formazione	CRPA	coaching	20		36	40

\* Calcolato dal 24/08/2017, data della delibera di approvazione.

## 2 - Descrizione per singola azione

*Compilare una scheda per ciascuna azione*

### 2.1 Attività e risultati

Azione	<b>Esercizio della cooperazione</b>
Unità aziendale responsabile	CRPA S.p.A. con la collaborazione di tutte le unità operative
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>Il Gruppo Operativo (GO) Carbonio di montagna si è costituito in forma di ATS in data 10/10/2017. Il ruolo di coordinatore come previsto è stato assunto da CRPA che nello svolgimento dell'azione di coordinamento afferente alle parti amministrative e di segreteria si avvale del proprio personale qualificato; le attività tecniche sono seguite pariteticamente anche dal partner del GOI Fondazione CRPA Studi Ricerche che collabora all'azione di coordinamento anche con la supervisione del responsabile scientifico del progetto. Tutti i partecipanti hanno manifestato fattiva collaborazione nel raggiungimento degli obiettivi del Piano, condividendo e mettendo reciprocamente a disposizione ogni informazione, dato e risorsa necessari alle attività e in funzione dei ruoli assegnati. I rappresentanti dei beneficiari hanno costituito il Comitato del Piano (CP) il 05/02/2018 in occasione del primo incontro con tutti i partner in occasione del quale è stato effettuato un sopralluogo in tutte le aziende di produzione primaria del GOI.</p> <p>In qualità di coordinatore CRPA si è impegnato a monitorare con cadenza semestrale il corretto andamento delle operazioni e il rispetto dei vincoli di</p>

	<p>budget dei beneficiari del GO evidenziando il corretto svolgimento del cronoprogramma delle pianificate attività.</p> <p>In generale le attività del Comitato del Piano, si sono svolte soprattutto attraverso incontri bilaterali e finalizzati tra i beneficiari coordinatore e diretti ed in remoto nel periodo di emergenza Covid-19.</p> <p>Le attività di project management svolte da CRPA sono supportate dal proprio sistema di gestione della qualità (SGQ) conforme alla norma ISO 9001:2015 ed avente come scopo di certificazione: 'servizi di ricerca e sviluppo sperimentale, consulenza tecnica (assistenza tecnica), sviluppo di sistemi informativi e divulgazione scientifica nel settore agro-alimentare e agro-ambientale'. (Certificati IT10/0274.01 (CRPA S.p.A.) e IT10/0274.02 (Fondazione CRPA Studi Ricerche) validi dal 25/03/2019 fino al 25/03/2022).</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Le attività di coordinamento svolte nell'azione sono state congrue al cronoprogramma del GOI conseguente alla proroga e alle indicazioni date dalla Regione in conseguenza della sopraggiunta emergenza sanitaria da Covid-19 e non sono emerse criticità nello svolgimento dell'azione.</p>
Attività ancora da realizzare	<i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i>

Azione	<b>1. Filiera del carbonio organico</b>
Unità aziendale responsabile	CRPA S.p.A. con la collaborazione di tutte le unità operative
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>L'obiettivo dell'azione è stato l'analisi e studio di una filiera del carbonio organico in montagna, l'azione ha voluto descrivere e valutare modalità di gestione interaziendale del letame in territori dove oggi viene smaltito invece che valorizzato. L'analisi si è sviluppata per tutta la durata del piano ed ha compreso tutti i risultati delle azioni da 2 a 5, anche per indirizzare la divulgazione, per questo si è configurata come azione tecnica e non puramente di "studio".</p> <p>Le attività che riguardano il bacino di utenza necessario a sostenere la filiera si sono sviluppate partendo dalla raccolta dei dati afferenti a produzione, gestione e caratteristiche chimico fisiche delle matrici organiche prodotte nelle aziende di produzione primaria partner del GOI, specifico accesso ai dati è stato chiesto ai competenti uffici regionali per i dati sui Piani di Utilizzo Agronomico, anche la collaborazione con la Ditta Scolari che ha fornito dati tecnici è stata utile al completamento dell'azione.</p> <p>Si è proceduto con l'analisi e lo studio di fattibilità della possibile organizzazione di una filiera del C organico in montagna, che attraverso il miglioramento della qualità del letame fresco e la sua valorizzazione attraverso processi di disidratazione, possa scaturire in materiali ammendanti di buona qualità, più idonei ad essere delocalizzati. Si è così completato un primo studio di fattibilità della possibile organizzazione di una filiera del C organico in montagna, che partendo dall'analisi del bacino di utenza necessario a sostenere la filiera e attraverso il miglioramento della qualità del</p>

	<p>letame fresco e la sua valorizzazione attraverso processi di disidratazione, possa scaturire in materiali ammendanti di buona qualità, interessanti per il mondo agricolo e idonei ad essere delocalizzati.</p> <p>Chiaramente quella esplicitata a seguito di questa azione di progetto è una filiera 'modello', che potrebbe essere traslata in territori vicini qualora si individuino un gruppo di aziende o una localizzazione migliori rispetto a quelle ipotizzate. A questo proposito si ritiene interessante per un prossimo futuro sviluppare un dialogo con le amministrazioni locali, che partendo dai risultati di questo studio possa scaturire in ipotesi di realizzazione più concrete per una nuova filiera del C organico in montagna.</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Azione completata, nessuna criticità riscontrata</p>
Attività ancora da realizzare	<p><i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i></p> <p>Nessuna</p>

Azione	<b>2. Miglioramento della qualità del letame fresco</b>
Unità aziendale responsabile	CRPA S.p.A. con la collaborazione di tutte le unità operative
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>Questa azione è stata realizzato con il fine di studiare i trattamenti da eseguire in allevamento per avere un letame a miglior valore ammendante e fertilizzante, inoltre più facile da distribuire. Come concordato, in relazione al budget di progetto ed alle caratteristiche delle tre aziende partner, la prova è stata condotta su due delle tre. Tutti i partecipanti hanno tuttavia partecipato fattivamente alla messa a punto dei protocolli di maturazione del letame per dimostrare che è possibile, anche in montagna, promuovere filiere per la valorizzazione degli effluenti zootecnici, potenziandone l'intrinseco valore di apportatore di sostanza organica al suolo. Il confronto tra le componenti tecnico-scientifiche ed i tecnici di stalla ha fornito indicazioni utili per lo svolgimento della prova ed è inoltre stato funzionale ad individuare le matrici 'coformulanti' da inserire nei cumuli da compostare; tale accorgimento è stato fondamentale per realizzare test replicabili dalle aziende anche alla fine del progetto. Seppur disponibile un'area con capannoni, il confronto con gli allevatori è servito per evidenziare l'opportunità, diversamente da quanto previsto nella stesura del progetto, di realizzare le prove di compostaggio all'aperto e senza impiego di teli tessuto/non tessuto. Anche questa considerazione è nata dall'opportunità di effettuare le prove (ed ottenere referti analitici) in condizioni 'di campo' facilmente replicabili oltre il progetto 'Carbonio di montagna'. Questa azione è stata impostata per studiare i trattamenti da eseguire in allevamento per avere un letame a miglior valore ammendante e fertilizzante, inoltre più facile da distribuire. Sono state effettuate 4 prove di maturazione accelerata condotte rispettivamente presso l'azienda Nuova Favale (cumulo di letame con paglia e cumulo di letame con paglia con l'aggiunta di truciolo di legno) e presso l'azienda di Pratofontana, stalla di Felina (cumulo di letame con paglia e cumulo di separato solido). Nel</p>

	<p>complesso il processo di compostaggio si è rilevato efficace ed applicabile su larga scala nelle aziende del comprensorio del Parmigiano Reggiano di montagna. Su richiesta delle aziende agricole sono stati realizzati degli approfondimenti tesi a verificare la granulometria delle matrici compostate. Nel GOI Carbonio di Montagna il compostaggio semplificato è stato testato come una delle possibili soluzioni per una gestione più razionale degli effluenti zootecnici. Tale pratica aziendale consente di ottenere materiali ammendanti di migliore qualità rispetto agli effluenti tal quali, più idonei ad essere delocalizzati anche verso quei terreni che sono raggiungibili con maggiori difficoltà (o perché distanti dal centro aziendale o perché a elevata pendenza) e che per questo spesso manifestano carenza di sostanza organica. In tal modo si può contribuire al sequestro di carbonio nei terreni e di conseguenza all'incremento della loro fertilità.</p>
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità</p>	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Azione completata, nessuna criticità riscontrata</p>
<p>Attività ancora da realizzare</p>	<p><i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i></p> <p>Nessuna</p>

Azione	<b>3. Valorizzazione del letame attraverso processi di essiccazione</b>
Unità aziendale responsabile	CRPA S.p.A. con la collaborazione di tutte le unità operative
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>L'azione ha previsto una indagine volta a valutare la fattibilità tecnica e la sostenibilità ambientale della filiera alternativa a quella aziendale per la produzione di letame essiccato e granulato pronto per un utilizzo diretto sul territorio e/ o per l'immissione sul mercato dei fertilizzanti. Tra le matrici compostate e setacciate solo il separato solido da liquame si è rivelato idoneo alla trasformazione in pellet. La principale motivazione è imputabile alla significativa presenza di scheletro (sassi) in tutte le matrici compostate, a base di letame. La motivazione è essenzialmente riconducibile alla contaminazione naturale dei fieni di montagna, prodotti in aree declivi e con cantieri di lavoro meno efficienti. Questo aspetto, legato all'abitudine di collocare i residui della pulizia della corsia di alimentazione nell'area di esercizio con la terriera, 'inquina' il letame prodotto incrementando la quantità di sassi nella matrice. L'unica soluzione per avviare il letame al processo di compostaggio, sarebbe quella di prevedere una griglia/setaccio a monte del processo di produzione. In collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria 'Enzo Ferrari' dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, il separato solido è stato avviato al processo di pellettizzazione. Sono stati prodotti poche chilogrammi di pellet avviati alle analisi chimiche previste. Il compost realizzato da tutte le matrici alle analisi ha confermato</p>

	<p>eccellenti proprietà ammendanti, i risultati del lavoro sono stati pubblicati sulla rivista Agronomy MDPI: Combined Effects of Dewatering, Composting and Pelleting to Valorize and Delocalize Livestock Manure, Improving Agricultural Sustainability (Ronga et al., 2020) che ha validato i positivi risultati ottenuti esortando altresì di promuovere questo approccio aziendale. In virtù di questi risultati è stato realizzato un piccolo manuale di compostaggio, distribuito su larga scala nelle aziende del Parmigiano Reggiano ed altresì pubblicato sul sito del progetto. E' stato condotto un approfondimento con la duplice finalità di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificare la germinabilità dei semi presenti nel compost;</li> <li>• Verificare la vitalità dei semi di erba medica inclusi nel pellet dopo il compostaggio.</li> </ul> <p>La prova ha pertanto dimostrato l'efficacia del processo di 'igienizzazione' (devitalizzazione banca del seme) ottenuto con il compostaggio di matrici organiche; è stata altresì confermata la potenziale possibilità di inclusione di sementi di specie foraggere nel processo di pellettizzazione del letame; tali pellet, in condizioni agronomiche adeguate, si presterebbero ad un impiego immediato in campo, anche al fine di migliorare la qualità dei soprassuoli erbacei.</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Azione completata, nessuna criticità riscontrata</p>
Attività ancora da realizzare	<p><i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i></p> <p>Nessuna</p>

Azione	<b>4. Pratiche agronomiche per la salvaguardia del carbonio organico del suolo</b>
Unità aziendale responsabile	CRPA S.p.A. con la collaborazione di tutte le unità operative
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>L'azione è stata finalizzata a migliorare la conservazione e il sequestro del carbonio del suolo con interventi pratici volti a favorire: l'applicazione di tecniche agronomiche e scelte colturali che contribuiscono a limitare le emissioni e a preservare e/o accrescere le riserve di carbonio dei terreni (seminativi, prati) e l'uso dei materiali preparati nelle azioni 2 e 3 a fini ammendanti e fertilizzanti.</p> <p>Le aziende agricole del GO sono state caratterizzate per la morfologia e la tipologia di terreni, nonché valutate per una serie di elementi relazionati allo stato del suolo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- regimazione delle acque superficiali di terreni in pendio;</li> <li>- gestione delle stoppie e dei residui colturali;</li> <li>- avvicendamento delle colture;</li> <li>- uso adeguato delle macchine a difesa della struttura del suolo.</li> </ul> <p>E' stato realizzato un protocollo di campionamento del suolo finalizzato in primis alla valutazione degli stock di carbonio organico in 3 appezzamenti rappresentativi delle 3 aziende partner del GOI.</p> <p><i>Sulla base del quadro ottenuto, per ciascuna azienda sono stati pianificati e</i></p>

	<p><i>realizzati 3 interventi agronomici, il cui obiettivo è sempre quello di favorire il sequestro del carbonio. Nel dettaglio gli interventi realizzati:</i></p> <p>Società Cooperativa Agricola Pratofontana: stalla di Felina Ripristino soprassuoli con elevata presenza di infestanti Con l'obiettivo di contenere un significativo carico di infestanti a ciclo estivo 'ereditato' dallo spandimento di liqui-letame; nel settembre 2018 su una superficie di circa 3 ettari sono stati realizzati 3 distinti interventi di semina: 1) semina su sodo di frumento foraggero (Ludwig) e trifoglio incarnato (Trincat); 2) semina di frumento foraggero (Ludwig) con 'combinata' con ripuntatura; 3) trasemina su sodo su un medicaio diradato di 5 anni con frumento foraggero (Ludwig) e trifoglio incarnato (Trincat);</p> <p>Società Agricola La Vecchia Torre Recupero prati vetusti con semina leguminose foraggere Con l'obiettivo di migliorare la qualità del foraggio di 2 vecchi prati colonizzati prevalentemente da <i>Agropyron</i> spp. e <i>Bromus</i> spp., di superficie di circa 3 ettari sono stati realizzati 3 distinti interventi di trasemina su sodo di specie leguminose di interesse foraggero: 1. semina su sodo trifoglio incarnato (Trincat) e vecchia villosa (Rhea); 2. semina su sodo di trifoglio incarnato (Trincat); 3. semina su sodo di vecchia villosa (Rhea).</p> <p>Nuova Favale Società Cooperativa Agricola Recupero prati vetusti con miscugli foraggeri Con l'obiettivo di migliorare la qualità del foraggio di un vecchio prato colonizzato da <i>Agropyron</i> spp. e <i>Bromus</i> spp., una superficie di circa 3 ettari è stata equamente suddivisa e sono stati realizzati 3 distinti interventi di trasemina su sodo con frumento foraggero seminato a 150 kg/ha sull'intera superficie disponibile; il trifoglio incarnato, invece, è stato seminato con 3 diversi investimenti (10, 20 e 30 kg su ettaro). Per tutti gli interventi realizzati sono stati stimati i costi ed effettuate le valutazioni quali-quantitative delle produzioni anche in termini comparativi rispetto alla precedente campagna di fienagione. La resilienza delle aziende montane che producono latte destinato alla trasformazione in Parmigiano Reggiano passa dalla capacità di produrre foraggi di qualità, anche in ambienti marginali e/o poco produttivi; per questo motivo, nell'ambito della presente azione, sono stati effettuati 3 interventi agronomici per ciascuna delle 3 aziende partner del progetto finalizzati alla produzione di foraggi di qualità. Gli interventi, realizzati mediante impiego di semina su sodo (1 con minima lavorazione) sono stati pianificati in condizioni di campo comuni al territorio della montagna reggiana con l'intento di valutare gestioni 'alternative' nell'impiego di specie foraggere e lavorazioni anche con la finalità di limitare l'ossidazione della sostanza organica imputabile alle operazioni di aratura.</p>
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità</p>	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Azione completata, nessuna criticità riscontrata</p>
<p>Attività ancora da realizzare</p>	<p><i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i></p> <p>Nessuna</p>

Azione	<b>5. Valutazione della sostenibilità ambientale ed economica</b>
Unità aziendale responsabile	CRPA S.p.A. con la collaborazione di tutte le unità operative
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>Questa azione è stata dedicata a:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. valutazione delle impronte dei sistemi agricolo/zootecnici che verranno a configurarsi dall'impiego delle innovazioni proposte nella filiera del carbonio organico in montagna e dalle pratiche agronomiche introdotte;</li> <li>2. determinazione dei costi e dei ricavi delle diverse innovazioni previste nelle azioni 3 e 4, così come della loro integrazione con pratiche agronomiche proposte, al fine di esprimere un giudizio di sostenibilità economica.</li> </ol> <p>L'azione è gestita con un approccio ex-ante/ex-post applicazione delle innovazioni introdotte dal GOI, allo stato attuale è stata completata l'analisi ex-ante comprensiva di valutazione LCA e calcolo del costo di produzione del latte.</p> <p>La valutazioni sulla dinamica della sostanza organica nel suolo saranno valutate ex-post sulla base delle differenti pratiche colturali (lavorazioni, rotazioni, apporto di residui colturali, fertilizzazioni azotate) e differenti condizioni climatiche.</p> <p>Per questo verranno selezionati alcuni modelli di calcolo fra quelli più utilizzati e testati a livello internazionale (Roth-C, DNDC, IPCC). Le aziende di 'Carbonio di montagna' sono piuttosto diversificate per dimensioni aziendali e della mandria, Vecchia torre e Nuova Favale si avvicinano ad essere rappresentative delle stalle del territorio su cui insistono, Pratofontana invece, per estensione e numero di capi allevati rappresenta una realtà più simile alle stalle di pianura. I capi allevato in lattazione sono rispettivamente 48 (Vecchia torre), 94 (Nuova Favale) e 250 (Pratofontana); la quota di rimonta è del 31 % (Vecchia torre), 37 (Nuova Favale) e 41 (Pratofontana). La produzione di latte (kg/capo/gg) è pari a 21 (Vecchia torre), 25 (Nuova Favale) e 27 (Pratofontana). E' questo un parametro che ha grande influenza sulla impronta del carbonio del latte, in quanto gli animali da rimonta contribuiscono alle emissioni, in particolare quelle enteriche, mentre non contribuiscono alla produzione di latte. Una bassa quota di rimonta è uno dei fattori che riduce l'impronta carbonica del latte. Va rimarcato, comunque, che una bassa quota di rimonta dovrebbe essere connessa a una più lunga carriera produttiva delle bovine, ma, se rilevata su un singolo anno, può essere dovuta a situazioni contingenti, che possono non ripresentarsi negli anni successivi. Una elevata quota di rimonta è, in genere, associata ad allevamenti molto produttivi, che hanno un più rapido turnover delle bovine rispetto ad allevamenti meno intensivi. Gli ettari SAU vanno dai 20 della Vecchia torre ai 110 di Pratofontana, comunque la vocazione è sempre foraggera e come da tradizione delle aziende della DOP di tende ad essere autosufficienti per la produzione di foraggi ed acquistare i concentrati. Vecchia torre e Nuova Favale acquistano importanti quantità di fieno di erba medica; tutte le aziende ricorrono anche agli acquisti di paglia. E' risultato un valore della IC del latte medio pari a 1.18 kgCO<sub>2</sub>eq/kg FPCM per la stalla di Pratofontana, 1,37 per Nuova Favale ed 1,49 per Vecchia torre. I risultati ottenuti sono in linea con quelli di letteratura che riportano valori compresi fra 0.9 e 1.5 kgCO<sub>2</sub>eq/kg latte (non standardizzato).</p> <p>La voce che ha un peso nettamente preponderante sulle emissioni complessive è costituita dalle emissioni enteriche, che mediamente sommano il 50% del totale. La seconda quota per importanza sono le emissioni associate alla produzione degli alimenti acquistati. In terza posizione per importanza stanno le emissioni di metano e protossido di azoto dalla gestione degli effluenti. Minori responsabilità, sono associate alla produzione delle colture aziendali, dovute sia alle emissioni di protossido di azoto dalle fertilizzazioni azotate che ai consumi di gasolio per le lavorazioni. L'energia utilizzata in</p>

	<p>stalla incide in misura modesta, per circa il 4%, e ancora più trascurabile è l'impatto dei trasporti (circa 1%).</p> <p>Un elemento che ha grande influenza, non solo sulle emissioni enteriche, ma anche sull'impatto complessivo, è la quota di rimonta presente in azienda. Gli animali da rimonta, infatti, sono animali che non contribuiscono ancora alla produzione di latte, ma che invece contribuiscono alle emissioni di GHG. Un allungamento della carriera produttiva delle bovine consentirebbe una riduzione del tasso di sostituzione degli animali con conseguenze positive sulla impronta carbonica. Dalla analisi condotta emerge anche la grande responsabilità sull'impatto complessivo attribuibile agli alimenti extra-aziendali. Un aumento della quota di alimenti prodotti localmente può essere una misura in grado di mitigare in modo significativo l'impronta carbonica. Sulla base dei dati acquisiti nell'ambito dell'azione agronomica del presente progetto, è stata realizzata una simulazione tesa a verificare le variazioni dei valori delle impronte carboniche delle tre aziende ipotizzando un passaggio dal regime convenzionale al regime 'sodivo'. I dati riportati in tabella 20 ed in figura 12 riportano rispettivamente i risultati del cambio di gestione Convenzionale/sodivo di un ettaro di terreno gestito a foraggiere e l'applicazione di tali numeri alle realtà aziendali di 'Carbonio di montagna'.</p> <p>I risultati dimostrano variazioni dell'impronta carbonica del latte molto importanti, la differenza delle situazioni ex-ante ed ex-post favorisce ancora una volta realtà come l'azienda Pratofontana, dove l'importante estensione della SAU (110 ha) incide in molto importante. Per la stima del potenziale sequestro del carbonio sono stati selezionati alcuni modelli di calcolo per la stima della dinamica del carbonio nel suolo e delle emissioni di gas serra fra quelli più utilizzati e testati a livello internazionale (Roth-C, DNDC). Si tratta di strumenti di calcolo caratterizzati da differente complessità per quanto riguarda i dati di input e per quanto riguarda il dettaglio dei processi simulati. Fra questi modelli è stato selezionato il DNDC perché è quello che consente una modellizzazione anche delle colture da frutto, oltre che delle foraggiere. I dati meteo sono stati ricavati dal sito di Arpae (<a href="https://simc.arpae.it/dext3r/">https://simc.arpae.it/dext3r/</a>) utilizzando il sito più vicino alle aziende oggetto dell'indagine.</p>
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità</p>	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Azione completata, nessuna criticità riscontrata</p>
<p>Attività ancora da realizzare</p>	<p><i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i></p> <p>Nessuna</p>

Azione	<b>Formazione</b>
Unità aziendale responsabile	Fondazione CRPA Studi Ricerche
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>La proposta ha inteso dare strumenti necessari per aumentare la capacità dell'imprenditore agricolo nel comprendere i fattori che incidono sulle dinamiche di evoluzione dei composti organici presenti nel terreno, di origine sia animale che vegetale (SOM) e del relativo contenuto di carbonio organico (TOC). La formazione punta a fornire informazioni utili sulle corrette tecniche di gestione aziendale finalizzate all'incremento o al mantenimento della sostanza organica e del carbonio organico nei suoli agricoli.</p> <p>Gli incontri formativi (coaching) hanno permesso il confronto con la realtà dell'agricoltore/imprenditore e l'approfondimento di metodi gestione della SOM e del TOC, anche in relazione ai risultati del piano di innovazione.</p> <p>Nonostante il momento di emergenza sanitaria appena possibile si è cercato di proporre un calendario di incontri condiviso e compatibile con gli impegni in campagna. Sono stati organizzati 2 incontri individuali per singola azienda agricola/partecipante, raggruppati nelle giornate del 12,18,20 novembre e 2 dicembre 2020, consegnato il materiale didattico e durante l'ultimo incontro effettuato un test di apprendimento e approfondimento.</p> <p>Il coaching è stato articolato in due moduli:</p> <p><u>1-Evoluzione della sostanza organica (SOM) e del carbonio organico (TOC) nei suoli agricoli:</u> si è inteso incentivare la conoscenza e sensibilità alla sostenibilità ambientale per mezzo di pratiche agronomiche, offrendo competenze tecniche per affrontare la problematica della ridotta fertilità del terreno e ruolo, importanza della sostanza organica e del carbonio organico. A tal fine si sono contestualizzati punti di forza e criticità del sistema emiliano-romagnolo.</p> <p><u>2-Tecniche di gestione per il mantenimento della sostanza organica e del carbonio:</u> coinvolgimento nell'utilizzazione dei principali strumenti attualmente disponibili quali impiego delle rotazioni colturali approfondendo in particolare gli aspetti cogenti ed opportunità, le tecniche di lavorazione, la gestione dei reflui zootecnici, impiego e rapporto dei fertilizzanti di sintesi nella gestione, come si effettuano campionamenti e quali analisi rapide sono oggi disponibili e focus su quanto effettuato in tal senso nel corso del progetto con importante focus sulla situazione aziendale fornendo elementi di valutazione e strategie di miglioramento.</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Azione completata</p>
Attività ancora da realizzare	<p><i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i></p> <p>Nessuna</p>

Azione	<b>Divulgazione</b>
Unità aziendale responsabile	CRPA S.p.A. con la collaborazione di tutte le unità operative
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>L'azione di divulgazione dei risultati rivolta a imprenditori agricoli di aziende bovine da latte per Parmigiano Reggiano, nell'ultimo anno di attività del progetto ha condiviso tutte le iniziative realizzate e i suoi risultati sul sito web dedicato (<a href="http://carboniodimontagna.crpa.it">http://carboniodimontagna.crpa.it</a>). Le statistiche di registrazione e gestione dei contatti hanno evidenziato un accesso al sito dal 01/04/2019 da parte di n. 280 utenti, con n. 408 sessioni aperte e una media 3,41 pagine visualizzate durante ogni sessione. L'83,7 % dei visitatori ha avuto accesso da desktop, il 15,5 % da mobile, mentre il restante 0,8% da tablet.</p> <p>Tra il materiale divulgativo previsto, si è mandato in stampa un roll up, già predisposto e citato nel rendiconto intermedio. Inoltre, nel dicembre 2020 si è realizzato un fascicolo come manuale pratico per la valorizzazione della sostanza organica da reflui zootecnici.</p> <p>Oltre a quelli previsti sono stati realizzati e pubblicati n. 2 ulteriori articoli tecnico/divulgativi (per un totale di n. 4 articoli nel corso del progetto):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Articolo pubblicato sulla rivista Agronomy 2020 "Combined Effects of Dewatering, Composting and Pelleting to Valorize and Delocalize Livestock Manure, Improving Agricultural Sustainability" a cura di Domenico Ronga, Maria Teresa Pacchioli, Aldo Dal Prà – Crpa, Paolo Mantovi – FCSR, Andrea Pulvirenti, Francesco Bigi – Dipartimento di Scienze Università di Modena e Reggio, Giulio Allesina – Dipartimento di ingegneria "Enzo Ferrari" Università di Modena e Reggio, Aldo Tava – CREA;</li> <li>• Articolo pubblicato su rivista Informatore Zootecnico n. 12-2019 "Per la fertilità dei suoli di montagna l'opportunità delle nuove foraggere" a cura di Aldo Dal Prà – Crpa e Roberto Davolio – FCSR.</li> </ul> <p>Realizzazione di un servizio Tv con riprese effettuate in una delle tre aziende partner di progetto e andato in onda su emittente TRC all'interno della rubrica di Agricoltura "A Cielo Aperto" il 14-15 novembre 2020. Produzione di un videoclip del progetto con immagini del servizio televisivo (<a href="http://carboniodimontagna.crpa.it/nqcontent.cfm?a_id=21658">http://carboniodimontagna.crpa.it/nqcontent.cfm?a_id=21658</a>).</p> <p>Invio Comunicato Stampa n. 2, il 18 dicembre 2020, tramite newsletter CrpaInforma n. 21/2020, a giornalisti e addetti alla comunicazione per informare della conclusione positiva del progetto.</p> <p>Realizzazione del convegno finale in modalità webinar il 18 dicembre 2020; durante questo evento si è realizzata una visita virtuale con visione del videoclip realizzato dopo il servizio TV. Spedizione invito tramite newsletter CrpaInforma n. 20 del 11/12/21. L'evento ha avuto n. 25 partecipanti.</p> <p>Di seguito le presentazioni dei relatori:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• "La zootecnia nella montagna reggiana: ipotesi di filiera del carbonio organico" di Paolo Mantovi, Roberto Davolio (Fondazione CRPA Studi Ricerche) - Giuseppe Moscatelli (CRPA Centro Ricerche Produzioni Animali);</li> <li>• "Il compostaggio semplificato degli effluenti zootecnici" di Domenico Ronga, Dipartimento di Farmacia dell'Università degli Studi di Salerno;</li> <li>• "I risultati delle prove agronomiche" di A. Dal Prà, R. Davolio, F. Ruozi, M.Giavelli.</li> </ul> <p>Diffusione degli eventi tramite social Twitter, in particolare in occasione di convegno finale:  <a href="https://twitter.com/crpa-social/status/1338492037792927748?s=20">https://twitter.com/crpa-social/status/1338492037792927748?s=20</a></p> <p>Partecipazione a Evento Live 2019 - Fieragricoltura promuove la sostenibilità</p>

	<p>e l'economia circolare" il 14 giugno 2019 presso C.I.L.A. evento in campo organizzato da Fieragricola a Novellara (RE).</p> <p>Nel corso del workshop tecnico "Tattiche di economia circolare nella zootecnia da latte" Aldo Dal Prà - Crpa ha presentato la relazione "Economia circolare nella zootecnia da latte: il passaggio dal campo alla stalla", con le esperienze del progetto Carbonio di Montagna.</p> <p>Incontro tecnico con gli studenti dell'Istituto Mandela di Casetelnovo ne' Monti il 17/04/2019.</p>
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità</p>	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Si sono realizzate tutte le attività previste nel Piano, mentre per il secondo incontro tecnico si è optato per la realizzazione di una visita guidata virtuale, in concomitanza del convegno finale in modalità webinar, allo scopo di ovviare all'impossibilità di realizzare un evento in presenza per gli impedimenti dovuti all'emergenza COVID-19.</p>
<p>Attività ancora da realizzare</p>	<p><i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i></p>

## 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.

Cognome e nome		Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
CRPA		Impiegato amm.vo	responsabile gestione amministrativa	67	2.879,47
CRPA		Impiegato amm.vo	supporto gestione amministrativa	75	1.994,25
CRPA		Ricercatore	supporto coordinamento tecnico e reportistica, elaborati, redazione testi divulgativi	353	9.926,28
CRPA		Ricercatore	coordinamento e supervisione, valutazione risultati, redazione testi divulgativi	271	12.102,03
CRPA		Tecnico	supporto tecnico e gestione dati	248	6.110,92
CRPA		Ricercatore	trattamenti e analisi sulla sostanza organica	233	6.275,87
Prato Fontana		Operaio agricolo qualificato	conduzione prove di campo	562	8.993,76
Vecchia Torre		Operaio agricolo qualificato	conduzione prove di campo	259	3761,52
Nuova Favale		Operaio agricolo qualificato	conduzione prove di campo	400	5.752,32
Nuova Favale		Operaio agricolo qualificato	conduzione prove di campo	360	4.998,40
FCSR		Ricercatore	Responsabile scientifico	265	9.155,75
FCSR		Tecnico	conduzione prove di campo, rilievi e campionamenti, elaborati e valutazioni	291	7.123,68
FCSR		Tecnico	conduzione prove di campo, rilievi e campionamenti	171	4.035,60
FCSR		Tecnico	conduzione prove di campo, rilievi e campionamenti, valutazioni	169	4.248,66
CRPA		Impiegato amm.vo	assistenza organizzativa divulgazione	23	482,31
CRPA		Impiegato amm.vo	assistenza organizzativa divulgazione	28	631,12
CRPA		Ricercatore	responsabile divulgazione	8	422,96
CRPA		Tecnico	gestione sito web	8	204,40
CRPA		Ricercatore	supporto tecnico attività divulgazione	99	2.014,05
<b>Totale:</b>					<b>91.113,35</b>

## 2.3 Trasferte

Cognome e nome	Partner	Descrizione	Costo
	CRPA	10.4.19 - riunione progetto c/o Nuova Favale 17.4.19 - sopralluogo azienda Felina Pratofontana 11.6.19 - campionamenti azienda Felina Pratofontana 12.6.19 - campionamenti e sfalci azienda (Nuova Favale) (Vecchia Torre) 18.6.19 campionamenti aziende Pratofontana (Felina-Caselnovo Monti), Vecchia Torre (Baiso), Nuova Favale (Carpineti)	22,32 27,59 12,00 48,96 16,00
	FCSR	01.3.19 campionamento organico Nuova Favale, semina Pratofontana, VecchiaT 12.3.19 raccolta materiale organico Pratofontana, Nuova Favale 12.6.19 rilevamento dati Az. Ruggi Nuova Favale 03.7.19 monitoraggio fieni e raccolta dati Az. Vecchia Torre 12.6.19 campionamento foraggero Az. Nuova Favale 11.6.19 campionamento foraggero Az. Pratofontana 20.5.19 sopralluogo prove Az. Nuova Favale e Pratofontana 11.4.19 campionamento foraggi Vecchia Torre 04.4.19 campionamento fieni Nuova Favale 18.4.19 pellettizzazione letami presso Univ.Mo-Re 10.11.20 realizzazione filmato divulgativo Pratofontana, NuovaFavale 17.11.20 collaborazione attività divulgazione presso Pratofontana	57,47 42,16 13 63,2 62,4 43,68 39,6 34,22 59,95 34,2 52,48 29,12
<b>Totale</b>			<b>658,35</b>

## 2.4 Materiale consumabile

Fornitore	Azione	Partner	Descrizione materiale	Costo
Tecnograf srl	divulgazione	CRPA	Stampa roll up monofacciale	70,00
Tecnograf srl	divulgazione	CRPA	Stampa fascicolo a 8 pagine f.to chiuso	450,00
<b>Totale:</b>				<b>520,00</b>

## 2.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

Fornitore	Descrizione dell'attrezzatura	Costo
Totale:		

## 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

PROPOSTA CATALOGO VERDE 5015679

La proposta formativa di Coaching personalizzato rivolta agli imprenditori agricoli ed allevatori fornisce strumenti per comprendere i fattori che incidono sulle dinamiche di evoluzione dei composti organici presenti nel terreno, di origine sia animale che vegetale (SOM) e del relativo contenuto di carbonio organico (TOC).

Il Coaching è stato articolato in due moduli: l'evoluzione della sostanza organica (SOM) e del carbonio organico (TOC) nei suoli agricoli; tecniche di gestione per il mantenimento della sostanza organica e del carbonio.

Sono stati organizzati 2 incontri individuali, suddivisi in due giornate e si allegano nella presente domanda di pagamento, nella piattaforma on-line SIAG i seguenti documenti: registro presenze, materiale didattico, test valutativo, questionario di gradimento, fattura quota di partecipazione.

	partecipante	Spesa	quota Azienda	contributo
Coaching 5015679 Az. Nuova Favale		€ 496,00	€ 99,20	€ 396,80
Coaching 5015679 Az. Vecchia Torre		€ 496,00	€ 99,20	€ 396,80
Coaching 5015679 Az. Pratofontana		€ 496,00	€ 99,20	€ 396,80
Totale		€ 1.488,00	297,60	€ 1.190,40

Alla quota partecipativa dell'Azienda Agricola è stata applicata l'IVA al 22%.

## 2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

### CONSULENZE - PERSONE FISICHE

Nominativo del consulente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
	2.040,00	Divulgazione- Incarico 2337 del 12/09/2018 - partecipazione attività comunicazione, stesura comunicati stampa, coordinamento e stesura articoli tecnico-divulgativi	510,00 520,00
<b>Totale:</b>			<b>1.030,00</b>

### CONSULENZE - SOCIETÀ

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
SIA Modena		850,00	Servizio televisivo + videoclip	850,00
<b>Totale:</b>				<b>850,00</b>

## 3 - Criticità incontrate durante la realizzazione dell'attività

Lunghezza max 1 pagina

<b>Criticità tecnico-scientifiche</b>	
<b>Criticità gestionali</b> (ad es. difficoltà con i fornitori, nel reperimento delle risorse umane, ecc.)	Le criticità riscontrate nella gestione del Piano sono legate alla pianificazione delle attività in un periodo che è venuto a coincidere con il periodo di emergenza sanitaria per rischio Covid-19. La questione è stata affrontata e gestita con le modalità e gli strumenti indicati nella relazione sull'attività svolta.
<b>Criticità finanziarie</b>	

## 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

*DA COMPILARE SOLO IN CASO DI RELAZIONE FINALE*

*Descrivere le attività complessivamente effettuate, nonché i risultati innovativi e i prodotti che caratterizzano il Piano e le potenziali ricadute in ambito produttivo e territoriale*

Aumentare l'accumulo nel suolo di carbonio organico per mitigare l'impatto del cambiamento climatico e migliorare la fertilità dei suoli spesso ormai depauperati della montagna è stato l'obiettivo del Gruppo Operativo per l'Innovazione Carbonio di montagna - Il contributo della zootecnia da latte di montagna alla conservazione e al sequestro di carbonio. La strategia adottata dal Piano è stata quella di ottimizzare la gestione della sostanza organica da effluenti zootecnici, per arrivare a un loro efficiente impiego a costi contenuti, trasformandoli da grosso problema per l'azienda zootecnica di montagna a importante risorsa.

Il progetto, finanziato dal Psr 2014-2020 della Regione Emilia-Romagna, ha studiato soluzioni e buone pratiche, arrivando alla produzione di un ammendante in pellet adatto ad essere delocalizzato e utilizzato agronomicamente anche su terreni lontani dal centro aziendale.

La creazione di questa filiera corta del carbonio è risultata conveniente sia dal punto di vista ambientale, che agronomico che economico, con il vantaggio di essere riproducibile a livello territoriale.

In pratica, si sono ottenuti: una riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, in atmosfera; il miglioramento della fertilità e della resilienza all'erosione dei suoli anche declivi sui quali diventa possibile lo spandimento del pellet; un beneficio economico per la riduzione dei costi di allontanamento degli effluenti dall'azienda come scarto e il loro utilizzo come ammendante. I risultati del progetto Carbonio di montagna sono stati presentati nel corso di un convegno conclusivo, svoltosi in modalità webinar. L'incontro è stato preceduto da una visita virtuale a una delle aziende partner del progetto. Tutti i dettagli tecnici del progetto sono presenti nell'allegato alla relazione tecnica.

IL LEGALE RAPPRESENTANTE DEL SOGGETTO CAPOFILA  
Centro Ricerche Produzioni Animali – CRPA SpA  
Il Presidente  
Ing. Giuseppe Veneri  
(documento firmato digitalmente)

Allegato 1 alla Relazione tecnica finale

**GOI - Carbonio di Montagna**

“Il contributo della zootecnia da latte di montagna  
alla conservazione e al sequestro di carbonio”

Focus Area 5E - Operazione 16.1.01 – Gruppi Operativi del PEI per la produttività e  
sostenibilità in agricoltura

PSR Emilia Romagna 2014-2020

*Reggio Emilia, febbraio 2021*

**a cura di:**



Centro Ricerche Produzioni Animali



Fondazione CRPA Studi Ricerche

## AZIONE 1 - FILIERA DEL CARBONIO ORGANICO

Si è proceduto con l'analisi e lo studio di fattibilità della possibile organizzazione di una filiera del C organico in montagna, che attraverso il miglioramento della qualità del letame fresco e la sua valorizzazione attraverso processi di disidratazione, possa scaturire in materiali ammendanti di buona qualità, più idonei ad essere delocalizzati.

Fasi del lavoro:

- 1) Analisi dell'ambito territoriale di C di montagna

Come ambito territoriale di riferimento sono stati considerati i 10 Comuni appenninici che per la provincia di Reggio Emilia vengono classificati come "totalmente montani" secondo ISTAT. Si tratta di Viano, Baiso, Casina, Canossa, Vetto, Castelnovo né Monti, Carpineti, Toano, Villa Minozzo e Ventasso (Figura 1).



*Figura 1 – Ambito territoriale considerato in Carbonio di Montagna, coincidente con i Comuni classificati come "totalmente montani" nella provincia di Reggio Emilia*

Per ciascuno dei 10 Comuni dell'ambito sono state analizzate le principali caratteristiche delle aziende zootecniche, prendendo come riferimento la banca dati PUA (piani di Utilizzazione Agronomica) resa disponibile al Gruppo Operativo dalla Regione Emilia-Romagna.

Il numero di aziende zootecniche e di capi, con distinzione di quelli bovini, sono riportati per ciascun Comune in Tabella 1 mentre le Tabelle 2 e 3 riportano rispettivamente i quantitativi di effluenti di allevamento prodotti per anno ed il loro contenuto di azoto.

	N. aziende zootecniche	Di cui bovine	Numero di capi totali	Numero di capi bovini	Media capi aziende bovine
Viano	16	15	2.990	2.000	133
Baiso	25	23	1.934	1.932	84
Casina	22	20	4.281	2.431	122
Canossa	10	9	691	661	73
Vetto	17	11	732	715	65
Castelnovo né Monti	54	45	6.714	3.478	77
Carpineti	43	39	5.618	3.846	99
Toano	52	47	8.224	4.577	97
Villa Minozzo	16	16	1.631	1.631	102
Ventasso	22	14	1.025	932	67
<b>TOTALI</b>	<b>277</b>	<b>239</b>	<b>33.840</b>	<b>22.203</b>	<b>93</b>

Tabella 1 – Numero di aziende zootecniche e di capi, con distinzione di quelli bovini, per ciascun Comune dell'ambito Carbonio di Montagna

	Letami (m <sup>3</sup> )	Liquami (m <sup>3</sup> )	Letami / Liquami
Viano	16.051	21.155	0,76
Baiso	23.904	10.721	2,23
Casina	25.470	25.121	1,01
Canossa	9.272	2.833	3,27
Vetto	9.460	3.421	2,77
Castelnovo né Monti	47.535	31.371	1,52
Carpineti	50.394	28.667	1,76
Toano	59.175	41.545	1,42
Villa Minozzo	17.700	11.576	1,53
Ventasso	10.014	6.036	1,66
<b>TOTALI</b>	<b>268.975</b>	<b>182.446</b>	<b>1,47</b>

Tabella 2 – Quantitativi di effluenti di allevamento prodotti per anno, per ciascun Comune dell'ambito Carbonio di Montagna

	Azoto in letami (kg)	Azoto in liquami (kg)	Azoto totale (kg)
Viano	51.190	79.507	130.697
Baiso	72.594	46.765	119.359
Casina	79.024	86.511	165.535
Canossa	27.898	12.555	40.453
Vetto	28.929	15.109	44.038
Castelnovo né Monti	142.242	110.451	252.693
Carpineti	143.947	112.002	255.949
Toano	174.474	148.540	323.014
Villa Minozzo	54.790	49.429	104.219
Ventasso	30.496	26.086	56.582
<b>TOTALI</b>	<b>805.584</b>	<b>686.955</b>	<b>1.492.539</b>

*Tabella 2 – Quantitativi di azoto negli effluenti di allevamento prodotti per anno, per ciascun Comune dell'ambito Carbonio di Montagna*

Come si può notare analizzando le tre tabelle, tre Comuni presentano più elevata densità zootecnica e sono Castelnovo né Monti, Carpineti e Toano, tra cui gli ultimi due includono aziende mediamente più grandi, con circa 100 capi totali in media, contro i quasi 80 di Castelnovo né Monti. Se si eccettua il Comune di Viano, la prevalenza della produzione di letame sul liquame è generalizzata, con un rapporto medio letame/liquame di circa 1,5 a livello di intero ambito. Lo stesso vale per l'azoto, che nel complesso prevale nei letami rispetto ai liquami, per un totale complessivo di un milione e mezzo di chilogrammi per anno negli effluenti di allevamento (dato espresso come azoto al campo).

## 2) Studio di fattibilità dell'essiccazione consortile

Per lo sviluppo di un primo studio di fattibilità su un trattamento di essiccazione dei letami di tipo consortile, volto alla produzione di un materiale ammendante di buona qualità, più idoneo ad essere delocalizzato, è stato scelto il territorio di Carpineti, caratterizzato da presenza significativa di aziende con bovini da latte di discrete dimensioni (media comunale di 100 capi/azienda). Oltre ad essere uno dei territori a maggiore densità zootecnica dell'ambito Carbonio di Montagna, ed includere una delle tre aziende partner del GOI, risulta contiguo ad una seconda azienda partner del GOI, quella di dimensioni maggiori tra le tre e localizzata in località Felina sul territorio di Castelnovo né Monti (Coop. Pratofontana). Pertanto tale azienda è stata considerata come facente parte del cluster di quelle potenzialmente conferenti all'impianto consortile.

In questo territorio è stata identificata un'ex area di cava (Pianella), potenzialmente convertibile in area di trattamento dei letami e si è ipotizzato di convogliare all'impianto di essiccazione circa 1/3 del letame prodotto dalle 16-18 aziende più prossime all'area di trattamento (includendo come detto anche la stalla di DOC-2021-0355/4.3.11.3.85 - ADP - 5209108\_Carbonio di montagna\_allegato alla relazione

Coop. Pratofontana). Su un totale di circa 30mila metri cubi per anno di letame prodotto si è ipotizzato di conferirne al trattamento 10-12mila, corrispondenti a poco più di 8mila tonnellate anno di letami al 20% di sostanza secca, con contenuti di nutrienti pari a 4,1 kg N/ tonnellata, di cui il 26% in forma ammoniacale, e 0,84 kg P/tonnellata. Il tenore di sostanza secca nel letame essiccato è stato ipotizzato pari all' 85%.

A servizio del presente studio di fattibilità è stato impiegato un sistema informativo geografico, sviluppato internamente a CRPA, che in prima battuta è servito per la mappatura delle aziende e dell'impianto consortile (Figura 2). Successivamente il sistema informativo ha permesso di valutare i percorsi stradali di raccolta dei letami; nel caso specifico il percorso complessivo che tocca ciascuna azienda e l'area di cava che potrebbe ospitare l'impianto centralizzato è risultato di poco inferiore ai 60 km (Figura 3). Nel caso di futura realizzazione dell'impianto di essiccazione il sistema informativo geografico potrà consentire di pianificare e monitorare in tempo reale le percorrenze stradali sia dei mezzi di trasporto del letame fresco che di quelli dell'ammendante essiccato in uscita dall'impianto.

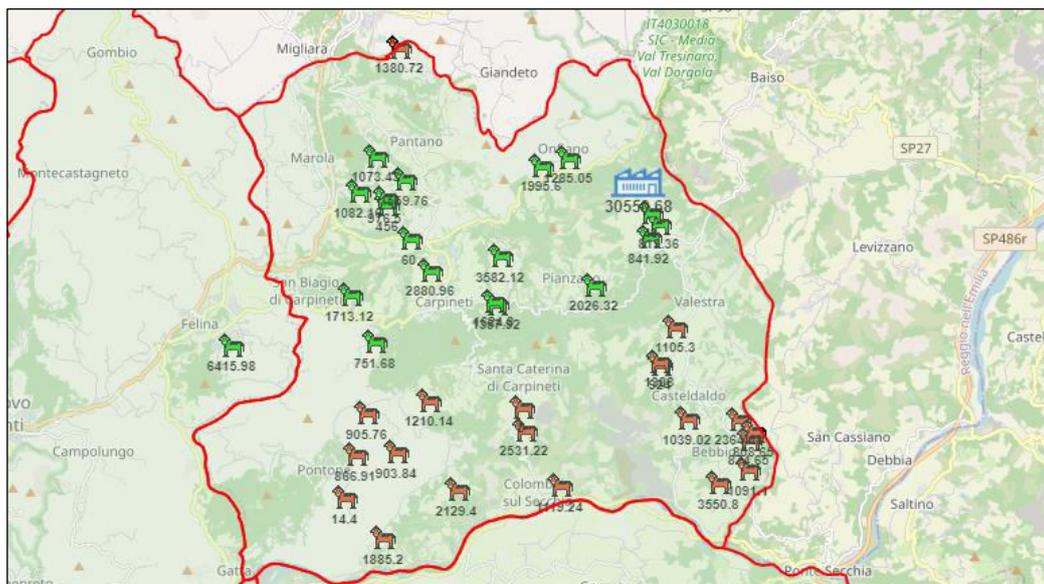


Figura 2 – Mappatura delle aziende bovine del Comune di Carpineti. In verde le aziende più prossime al sito che potrebbe ospitare l’impianto di essiccazione (in azzurro), che includono l’azienda Coop. Pratofontana in località Felina.

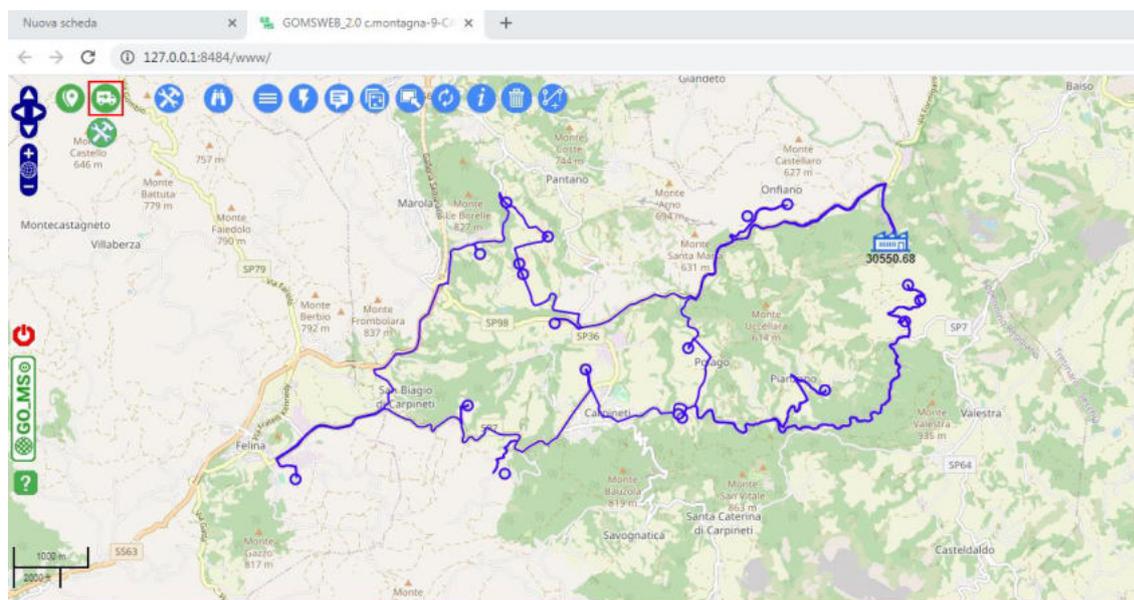


Figura 3 – Percorso complessivo che tocca ciascuna azienda conferente e l’area di cava che potrebbe ospitare l’impianto centralizzato (inferiore a 60 km totali)

Lo schema del processo di essiccazione ipotizzato è raffigurato in Figura 4. Al centro troviamo un classico essiccatoio a nastro per digestato/effluenti zootecnici, seguito da scrubber acido per la cattura delle emissioni ammoniacali con formazione di solfato ammonico in soluzione acida. Si tratta di attrezzature disponibili a livello commerciale di cui si conoscono installazioni funzionanti.

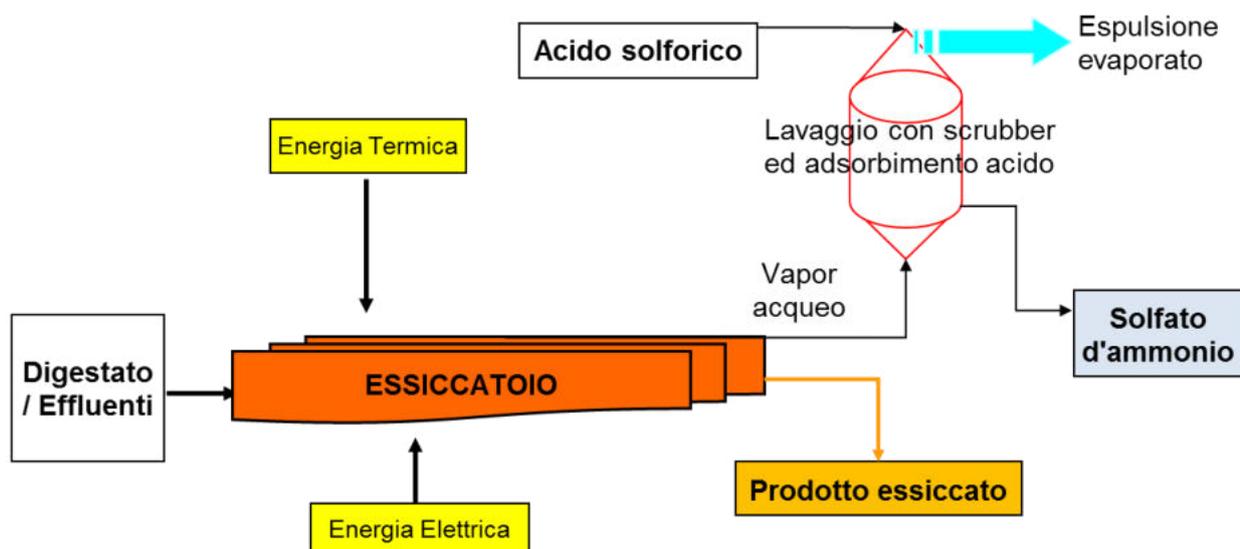


Figura 4 – Schema semplificato dell'impianto di essiccazione consortile dei letami

I principali dati di impianto sono riassunti nel seguito:

- Costo di investimento dell'essiccatore ~ 500 k€
- Costo di investimento scrubber ~ 100 k€
- Altri costi di costruzione ~ 100 k€
- Costi di manutenzione, materiali di consumo, e.e. ~ 50 k€ /anno
- Valorizzazione economica letame essiccato + solfato ammonico da 200 a 250 k€ /anno
- Potenza termica necessaria ~ 800 kWt

È stato calcolato che la potenza termica necessaria per il processo di essiccazione, di poco inferiore al megawatt, potrebbe derivare dalla combustione di circa 2.000 ton/anno di cippato di potature, disponibili sul territorio secondo indagini già condotte in precedenza.

I principali risultati dell'ipotesi di essiccazione consortile, come la ripartizione in peso dei prodotti in uscita rispetto al materiale in ingresso, e la ripartizione dell'azoto, sono riportati in Figura 5. Mentre le principali caratteristiche attese per il letame essiccato sono le seguenti:

- Sostanza secca 85%
- Sostanza organica 80% SS
- Azoto totale 15 kg/ton
- Azoto organico 95% N totale
- Fosforo totale 3,5 kg/ton

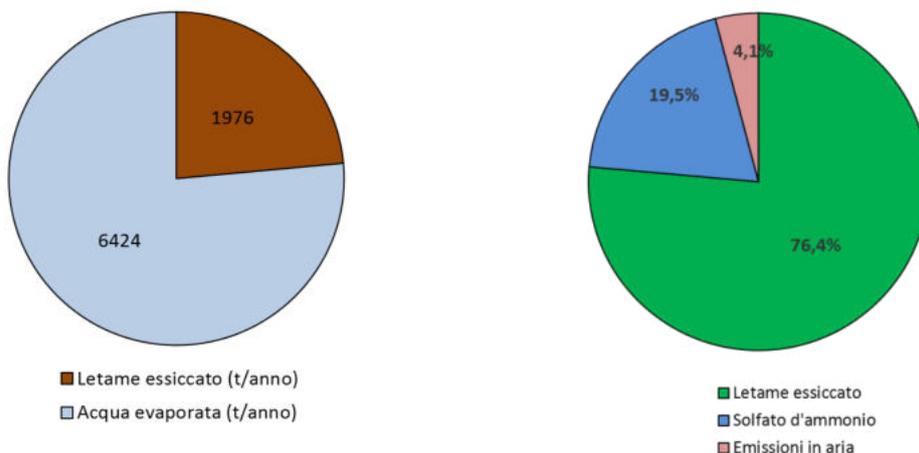


Figura 5 – Riparti in peso dei prodotti in uscita rispetto al materiale in ingresso (letame tal quale), e dell'azoto

Si è così completato un primo studio di fattibilità della possibile organizzazione di una filiera del C organico in montagna, che partendo dall'analisi del bacino di utenza necessario a sostenere la filiera e attraverso il miglioramento della qualità del letame fresco e la sua valorizzazione attraverso processi di disidratazione, possa scaturire in materiali ammendanti di buona qualità, interessanti per il mondo agricolo e idonei ad essere delocalizzati.

Chiaramente quella esplicitata a seguito di questa azione di progetto è una filiera 'modello', che potrebbe essere traslata in territori vicini qualora si individuino un gruppo di aziende o una localizzazione migliori rispetto a quelle ipotizzate. A questo proposito si ritiene interessante per un prossimo futuro sviluppare un dialogo con le amministrazioni locali, che partendo dai risultati di questo studio possa scaturire in ipotesi di realizzazione più concrete per una nuova filiera del C organico in montagna.

## AZIONE 2 – MIGLIORAMENTO DELLA QUALITA' DEL LETAME FRESCO

La tecnica del compostaggio rappresenta una valida soluzione per il recupero produttivo e la valorizzazione agronomica dei reflui organici aziendali, trasformandoli in un prodotto stabilizzato e di maggiore valore agronomico. Nelle aziende agro-zootecniche che allevano bovini, può essere efficientemente applicata alle seguenti matrici:

- letame ad elevato contenuto di paglia, compostabile tal quale o addirittura con l'aggiunta periodica di liquami;
- letame povero di lettiera, compostabile solo in miscela a materiali strutturali a base lignocellulosica;
- frazione solida da liquami ottenuta per separazione meccanica, trattabile senza l'aggiunta di coadiuvanti strutturali; è necessaria la dotazione, a livello di singola azienda o di impianto centralizzato, di idonee attrezzature come separatori cilindrici rotanti o a compressione elicoidale;
- liquami, utilizzabili nei sistemi di compostaggio di altri scarti ad alto tenore di sostanza secca, mediante loro graduale aggiunta alle masse in trasformazione in luogo dell'acqua usualmente impiegata per reintegrare il deficit idrico tipico di questi processi, specie nella stagione estiva.

Il processo può tuttavia essere realizzato anche con matrici organiche provenienti da altre filiere zootecniche diverse da quella bovina. Il compostaggio evolve essenzialmente attraverso due fasi (figura 6): durante la fase iniziale, detta biossidativa o termofila, avviene un massiccio attacco microbico delle molecole più facilmente degradabili (zuccheri, proteine, ecc.); l'energia liberata sotto forma di calore dalla rottura dei legami di tali molecole genera un aumento della temperatura della massa sino a valori di 60-70° C. Ciò assicura la distruzione dei germi patogeni e dei semi delle erbe infestanti eventualmente presenti, garantendo un sufficiente grado di igienizzazione del prodotto. Esaurita la fase termofila, la decomposizione procede con reazioni più lente (fase di maturazione o stabilizzazione) a carico dei composti organici via via più complessi (cellulosa, lignina, ecc.); al contempo avviene anche la parziale umificazione della sostanza organica presente. Il processo, anche in relazione alle recenti normative, può essere ulteriormente sviluppato con la finalità di produrre un compost raffinato.

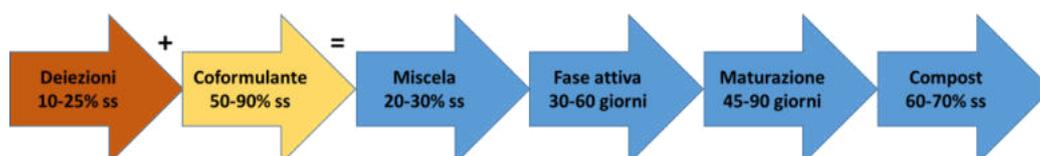


Figura 6 – Schema sintetico del processo di compostaggio

Questa azione è stata realizzata con il fine di studiare i trattamenti da eseguire in allevamento per avere un letame a miglior valore ammendante e fertilizzante, inoltre più facile da distribuire. Come concordato, in relazione al budget di progetto ed alle caratteristiche delle tre aziende partner, la prova è stata condotta su due delle tre. Tutti i partecipanti hanno tuttavia partecipato fattivamente alla messa a punto dei protocolli di maturazione del letame per dimostrare che è possibile, anche in montagna, promuovere filiere per la valorizzazione degli effluenti zootecnici, potenziandone l'intrinseco valore di apportatore di sostanza organica al suolo. Il confronto tra le componenti tecnico-scientifiche ed i tecnici di stalla ha fornito indicazioni utili per lo svolgimento della prova ed è inoltre stato funzionale ad individuare le matrici 'coformulanti' da inserire nei cumuli da compostare; tale accorgimento è stato fondamentale per realizzare test replicabili dalle aziende anche alla fine del progetto. Seppur disponibile un'area con capannoni, il confronto con gli allevatori è servito per evidenziare l'opportunità, diversamente da quanto previsto nella stesura del progetto, di realizzare le prove di compostaggio all'aperto e senza impiego di teli tessuto/non tessuto. Anche questa considerazione è nata dall'opportunità di effettuare le prove (ed ottenere referti analitici) in condizioni 'di campo' facilmente replicabili oltre il progetto 'Carbonio di montagna'.

Questa azione è stata impostata per studiare i trattamenti da eseguire in allevamento per avere un letame a miglior valore ammendante e fertilizzante, inoltre più facile da distribuire. Sono state effettuate 4 prove di maturazione accelerata condotte rispettivamente presso l'azienda Nuova Favale (cumulo di letame con paglia e cumulo di letame con paglia con l'aggiunta di truciolo di legno) e presso l'azienda di Pratofontana, stalla di Felina (cumulo di letame con paglia e cumulo di separato solido).

<b>Nuova Favale - paglia</b>	<b>Nuova Favale - trucioli</b>	<b>Pratofontana - paglia</b>	<b>Pratofontana - separato</b>
Composizione (kg TQ)	Composizione (kg TQ)	Composizione (kg TQ)	Composizione (kg TQ)
Letame con paglia 4.200	Letame con paglia 4.200	Letame con paglia 19.600	Separato solido 2.400
Paglia 650	Paglia 320		
Tot. 4.850 kg	Tot. 4.520 kg	Tot. 19.600 kg	Tot. 2.400 kg

Tabella 3 – Composizione dei cumuli realizzati

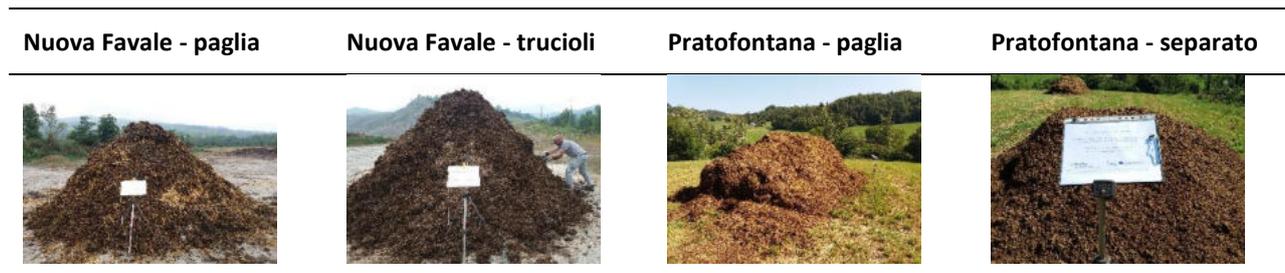


Tabella 4 – Immagini dei cumuli realizzati

I cumuli sono stati movimentati secondo le indicazioni riportate nel progetto, nelle figure sotto emerge come dopo la movimentazione dei cumuli si registri un immediato innalzamento delle temperature ‘al cuore’, provocato dall’innesco dei processi microbici di maturazione della biomassa. Per ciascuno dei 4 cumuli sperimentali sono state utilizzate per tutto il periodo della prova, sonde termometriche tipo ‘hobo’ che hanno consentito la registrazione della temperatura del nel corso della prova. Gli allevatori si sono impegnati nell’utilizzare un abbondante quantitativo di paglia come lettiera e nel contenimento del tenore idrico delle deiezioni in stalla ed in concimaia.

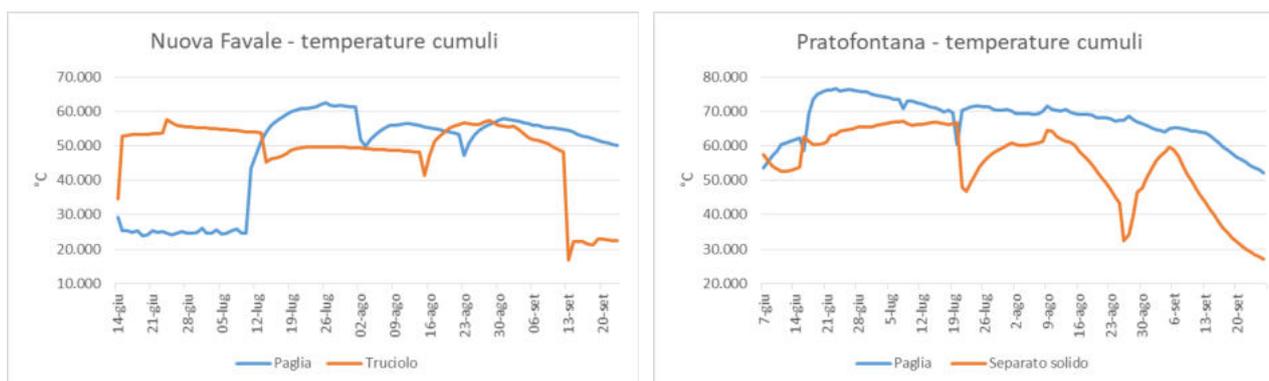


Figura 7 e 8 – Temperature rilevate all’interno dei cumuli di compost durante lo svolgimento della prova

Sono state completate le previste caratterizzazioni chimico fisiche dell’ammendante, durante il processo e finali: (tempo “0”, dopo 45 e 90 giorni di processo). Per ciascuno dei tre cumuli e per i 3 momenti individuati sono state effettuate le seguenti analisi chimiche: Sostanza secca (% SS), Sostanza organica (% SS), Azoto ammoniacale (%SS), Azoto nitrico (% SS), Azoto totale (% SS), Carbonio organico totale (% SS), Fosforo totale (% SS), Potassio totale (% SS), Conducibilità elettrica specifica (mS/cm) e Carbonio umificato (% SS). Nella parte in corsivo della tabella si riportano inoltre i riscontri analitici di ulteriori campionamenti/analisi realizzate per rettificare alcuni parametri anomali imputabili con la presenza di terra sulle matrici campionate.

Il compostaggio è applicabile quale processo per la valorizzazione delle deiezioni pagliose, mentre l’insufficiente tenore di sostanza secca esclude il trattamento dei liquami, a meno che non siano stati preventivamente sottoposti a separazione solido/liquido. Risultano pertanto destinabili al compostaggio gli effluenti di stalle a stabulazione su lettiera permanente, su lettiera in pendenza e di quelle a cuccette, con impiego di paglia superiore a 2,5 kg d-1 per capo. Poiché in tali tipologie stabulative viene di norma prodotto sia letame sia liquame, è possibile tanto il trattamento delle sole deiezioni pagliose, quanto quello di una miscela delle due forme di deiezioni (deiezioni pagliose e liquami); rimangono comunque esclusi i reflui della sala di mungitura, che comporterebbero una eccessiva diminuzione del tenore di secco della massa. Premesso che la scelta di una delle due impostazioni deve essere valutata, sia tecnicamente che economicamente, in funzione della realtà aziendale di riferimento, in linea generale è certamente più

vantaggioso il compostaggio della lettiera addizionata dei liquami raccolti dalle altre aree funzionali. Il trattamento della miscela lettiera/liquame offre il vantaggio di ridurre drasticamente il volume di quest'ultimo e i relativi costi di gestione. La quantità di liquame addizionabile alla lettiera è tale da ottenere all'incirca un valore del rapporto lettiera/liquame, espresso in peso, che difficilmente può scendere al di sotto di 1,3-1,5. Si tratta, comunque, di valori indicativi, validi esclusivamente in primavera-estate; in autunno-inverno le basse temperature e le abbondanti precipitazioni rendono improponibile la soluzione, anche se attuata in aree coperte.

Nel complesso il processo di compostaggio si è rilevato efficace ed applicabile su larga scala nelle aziende del comprensorio del Parmigiano Reggiano di montagna.

Parametro	Unità di misura	Cumulo							
		Truciolo	Paglia	Truciolo	Paglia	Truciolo	Paglia	Truciolo	Paglia
		T0	T0	T1	T1	T2	T2	T2	T2
pH	[-]	8,14	7,96	8,82	8,74	9,3	9,2		
ST	[%tq]	28,01	32,52	33,47	28,42	34,76	36,56	38,33	35,07
SV	[%ST]	66,45	48,93	57,85	52,79	52,67	43,51		
NTK	[%ST]	1,84	1,42	1,38	1,69	2,26	2,31		
N-NH4+	[%NTK]	17,12	30,70	3,44	3,09	19,21	6,77		
Cond.	[mS/cm]	2,74	2,8	2,38	2,27	2,13	2,15		
TOC	[%ST]	38,961	26,469	40,575	38,387	35,99	27,92		
K	mgK/kg s.s.	22524	20970	20970	33848	22225	35997		
Ptot	[%ST]	0,54	0,30	0,49	0,73	0,38	0,84		
TEC	[%ST]	13,847	11,379	9,222	11,93	8,003	8,295		
HA+FA	[%ST]	9,017	7,502	6,35	8,88	5,947	6,458		
NH	[%ST]	4,83	3,88	2,87	3,05	2,06	1,84		
DH	[%]	65	66	69	74	74	78		
HR	[%]	23	28	16	23	17	23		
HI	[-]	0,54	0,52	0,45	0,34	0,35	0,28		

Tabella 5 – Azienda Nuova Favale, Parametri chimico-fisici cumuli in fase di compostaggio

Parametro	Unità di misura	Cumulo						
		Paglia	Separato	Paglia	Separato	Paglia	Separato	Separato
		T0	T0	T1	T1	T2	T2	T2
pH	[-]	7,93	7,36	8,54	8,79	9	8,78	8,14
ST	[%tq]	23,35	29,82	34,17	33,13	33,41	71,28	64,69
SV	[%ST]	84,05	88,40	73,86	77,03	61,74	29,42	43,26
NTK	[%ST]	1,92	1,43	1,78	1,59	2,39	1,07	1,62
N-NH4+	[%NTK]	71,83	20,56	8,48	1,98	10,99	0,54	1,27
Cond.	[mS/cm]	3,76	1,44	4,75	1,25	4,68	1,03	
TOC	[%ST]	45,275	57,281	44,798	44,882	43,52	30,34	31,858
K	mgK/kg s.s.	32298	13315	32474	17524	36519	13847	
Ptot	[%ST]	0,44	0,42	0,47	0,58	0,57	0,39	0,54

TEC	[%ST]	15,573	13,226	11,46	10,93	9,62	10,68	11,786
HA+FA	[%ST]	10,149	8,519	7,88	7,50	7,33	7,97	9,545
NH	[%ST]	5,42	4,71	3,58	3,43	2,30	2,70	2,24
DH	[%]	65	64	69	69	76	75	81
HR	[%]	22	15	18	17	17	26	30
HI	[-]	0,53	0,55	0,45	0,46	0,31	0,34	0,23

Tabella 6 – Pratofontana, Parametri chimico-fisici cumuli in fase di compostaggio

Su richiesta delle aziende agricole sono stati realizzati degli approfondimenti tesi a verificare la granulometria delle matrici compostate. L'analisi granulometrica eseguita presso CRPA Lab, Sezione Ambiente ed Energia, viene determinata per stabilire la distribuzione delle dimensioni delle componenti solide in matrici ambientali (digestati, fanghi, effluenti zootecnici, sottoprodotti agro-industriali) e si presta anche ai compost da matrici organiche. Essa è effettuata tramite setacciatura ad umido con una serie di setacci disposti l'uno

sull'altro con diametro della luce decrescente andando dall'alto verso il basso. L'analisi viene eseguita ad umido, ovvero in presenza di un flusso d'acqua dall'alto per diminuire le forze di attrazione tra le particelle e per migliorarne la separazione. Al termine delle operazioni di setacciatura la colonna di setacci impilati viene posta in stufa ad essiccare alla temperatura di 105°C fino a peso costante in modo tale da ricavare la distribuzione dei solidi totali in classi di setacciatura con diametro pari a 5 mm, 3,15 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,3 mm, 0,1 mm (in accordo con la norma ISO 3310-1). Le percentuali di campione delle singole classi granulometriche vengono espresse nel certificato analitico rispetto al peso secco totale di campione sottoposto all'analisi ovvero come percentuale dei solidi totali. Le informazioni ricavate dall'analisi granulometrica risultano essere importanti per caratterizzare dal punto di vista dimensionale la componente fibrosa di una biomassa o di un digestato permettendo di seguirne l'andamento nel tempo; questa tipologia di analisi trova applicazione anche in attività di studio per valutare l'efficacia di trattamenti chimici, enzimatici, termici o meccanici sulla pezzatura di tali matrici. Il calcolo Specific Surface Area (SSA) viene elaborato considerando, in prima approssimazione, una geometria perfettamente sferica dei solidi e rappresenta la superficie del materiale particellare espressa come m<sup>2</sup>/kg di ST.

Azienda	Campione	ST g/kg	SV [g/kg]	RISULTATI ANALITICI (% ST trattati)								SSA [m <sup>2</sup> /kg ST]
				>5mm	>3,15 mm	>2 mm	>1 mm	>0,5 mm	>0,3 mm	>0,1 mm	<0,1mm	
Nuova Favale	Truciolo	383,27	-	0,53	8,30	5,30	10,03	11,49	7,54	11,34	45,46	26,97
Nuova Favale	Paglia	350,74	-	6,60	3,23	3,53	6,83	8,73	7,25	11,04	52,79	30,24
Pratofontana	Paglia	334,11	206,27	6,24	4,68	5,82	10,43	14,62	9,38	10,08	38,75	23,79
Pratofontana	Separato	646,87	279,85	0,15	1,25	2,77	8,13	24,41	15,38	19,92	28,00	21,18

Tabella 7 – Granulometria delle matrici compostate

Nel GOI Carbonio di Montagna il compostaggio semplificato è stato testato come una delle possibili soluzioni per una gestione più razionale degli effluenti zootecnici. Tale pratica aziendale consente di ottenere materiali ammendanti di migliore qualità rispetto agli effluenti tal quali, più idonei ad essere delocalizzati anche verso quei terreni che sono raggiungibili con maggiori difficoltà (o perché distanti dal centro aziendale o perché a

elevata pendenza) e che per questo spesso manifestano carenza di sostanza organica. In tal modo si può contribuire al sequestro di carbonio nei terreni e di conseguenza all'incremento della loro fertilità.

### **AZIONE 3 – VALORIZZAZIONE DEL LETAME ATTRAVERSO PROCESSI DI ESSICCAZIONE**

Il trattamento di compostaggio, indipendentemente dalla tecnica adottata, prevede una serie di fasi che possono essere così aggregate:

- preselezione e/o preparazione della miscela di partenza. Tale fase risulta strettamente correlata alle tipologie di residui trattati;
- fase di degradazione biologica o fase bio-ossidativa. Rappresenta il cuore del trattamento e può essere attuata ricorrendo a sistemi semplificati oppure più o meno complessi in funzione delle quantità e del tipo di matrici da compostare;
- fase di maturazione. Consiste nel completamento della fase di trasformazione e nella stabilizzazione del prodotto ed è di norma attuata con sistemi semplici (in cumulo);
- raffinazione e nobilitazione del prodotto. Sono comprese le operazioni necessarie per ottenere un prodotto finito con caratteristiche qualitative costanti nel tempo e i requisiti commerciali richiesti dal settore di destinazione.

La fase di degradazione biologica è quella che più condiziona e caratterizza l'impianto di compostaggio. Per tale fase, infatti, sono numerose le tecnologie proposte:

- compostaggio in cumulo o andana aerato e/o rivoltato meccanicamente. I cumuli sono disposti su platea scoperta (impianti di tipo semplificato) o coperta, ma solitamente non tamponata. Sono i sistemi che vengono anche definiti "sistemi aperti";
- compostaggio in reattori di tipo orizzontale, posti in spazi coperti e tamponati (capannoni). Definiti anche "sistemi semi-aperti", sono reattori di tipo a trincea e a bacino;
- compostaggio in reattori chiusi e a tenuta stagna. Definiti anche "sistemi chiusi", sono costituiti da biocelle, biocontainer, bioreattori orizzontali e verticali.

#### **1. Compostaggio in cumuli o andane**

Per il comparto agro-zootecnico, tra le diverse soluzioni impiantistiche attualmente disponibili la più idonea per una conveniente applicazione su scala aziendale o interaziendale è quella a tecnologia più semplice, ovvero la sistemazione del materiale in andane o cumuli su platea coperta con rivoltamento meccanico periodico. I materiali di partenza (deiezioni ed eventuale materiale lignocellulosico), dopo essere stati intimamente miscelati, sono sistemati in cumulo su una platea coperta. L'ossigeno necessario per lo svolgimento del processo viene fornito mediante rivoltamento periodico eseguito con mezzo meccanico specifico. La frequenza del rivoltamento è correlata allo stadio di processo; può variare da 2-3 volte la settimana a 1 volta ogni 10-20 giorni. La scelta del sistema di arieggiamento/rivoltamento condiziona la forma da conferire al cumulo e, di conseguenza, lo spazio totale occupato. D'altro canto la forma del cumulo deve prima di tutto essere tale da garantire le condizioni ottimali per lo svolgimento del processo di compostaggio. Per quanto concerne le esigenze di processo, il cumulo o andana deve avere una sezione minima tale da garantire la presenza di un "cuore" adeguatamente protetto dall'ambiente esterno da uno strato superficiale di 15-20 cm. Cumuli di dimensioni troppo piccole (ad esempio con base <3,0 m) risentono eccessivamente delle condizioni climatiche esterne e tendono a disperdere troppo velocemente il calore liberato nel corso del processo con conseguente difficoltà di mantenimento di valori adeguati di temperatura all'interno della massa. Di contro, il cumulo non deve avere dimensioni eccessive (base >10-12 m, altezza >2,2-2,5 m), tali da causare la presenza di zone interne in condizioni di carenza/assenza di ossigeno per compattamento.

##### **a) Dimensionamento della platea**

Per il dimensionamento della platea da destinare allo svolgimento della fase attiva, occorre considerare:

- i quantitativi da trattare annualmente;
- la durata del processo, che varia da 30 a 60 giorni;
- la sezione conferita ai cumuli, variabile in funzione delle modalità di rivoltamento;
- le esigenze di spazi di servizio, variabili a seconda dei sistemi di rivoltamento e della geometria dell'area disponibile.

In merito alla superficie di cui disporre per il completamento della fase di stabilizzazione, si precisa che questa varia in funzione del tipo di prodotto che si intende ottenere (compost più o meno maturo e ricco in sostanza organica umificata), dell'altezza dei cumuli allestiti e del programma di conferimento del prodotto. A tale scopo possono comunque essere impiegate eventuali zone riparate già esistenti in azienda. Il tempo di maturazione non deve essere inferiore a 30-60 giorni. Per la copertura della platea è consigliabile ricorrere all'adozione di semplici tettoie.

#### **b) Attrezzature necessarie**

Nel caso in cui si trattino deiezioni zootecniche in miscela con scarti legnosi, le operazioni per le quali risulta necessaria od opportuna la presenza di una macchina specifica sono:

- la triturazione degli scarti lignocellulosici;
- la miscelazione di scarti eterogenei;
- il rivoltamento dei cumuli.

In ambito zootecnico per l'esecuzione delle prime due operazioni sopra citate, sminuzzatura e miscelazione, risultano di grande interesse i miscelatori-trituratorii, una tipologia di macchina presente sul mercato italiano con un gran numero di modelli, in quanto derivati dall'adattamento dei carri miscelatori utilizzati per l'alimentazione dei bovini. Montati su telaio fisso oppure su rimorchio e azionati da motore elettrico o diesel oppure dalla presa di potenza del trattore, sono attrezzature che consentono di operare non solo una buona miscelazione dei materiali, ma anche la triturazione delle parti legnose, purché di pezzatura non eccessiva (diametri sino a 50-60 mm). Si tratta pertanto di macchine con cui è possibile operare contemporaneamente la triturazione, ad esempio, degli scarti legnosi aziendali (potature, paglia, stocchi) e la loro miscelazione con le deiezioni zootecniche. L'azione di rimescolamento svolta dal miscelatore, inoltre, può essere sfruttata come azione di rivoltamento del materiale già in compostaggio nel caso di temporanea assenza della macchina rivoltatrice. La miscelazione viene protratta a discrezione dell'operatore, comunque per tempi brevi (pochi minuti). L'operazione di rivoltamento risulta essere quella più importante ai fini della buona riuscita del processo, in quanto il livello di stabilizzazione raggiunto è direttamente correlato al mantenimento di un ambiente aerobio all'interno della massa. Il ricorso alla pala o al trattore dotato di benna, seppure fattibile, non permette di ottenere risultati qualitativamente molto validi e comporta tempi di lavoro piuttosto lunghi. La tipologia di macchine che offre la gamma più ampia di modelli è rappresentata dalla rivoltatrice scavallatrice. Essa è essenzialmente costituita da uno o più rotori ad asse orizzontale dotati di artigli di forma diversa e affronta l'intera sezione del cumulo; un carter variamente conformato fa sì che il materiale movimentato dai rotori ricada assumendo di nuovo la sagoma originaria. Si tratta di macchine che impongono la realizzazione di cumuli e corsie di passaggio di dimensioni ben definite. Sono disponibili numerosi modelli per cumuli con base larga sino a 6-8 m. Quelli di tipo semovente consentono di ridurre la larghezza della corsia di separazione tra i cumuli (0,4-0,5 m); i modelli di tipo semi-portato dalla trattrice richiedono invece una corsia per il transito almeno ogni due cumuli e affrontano cumuli con base non superiore ai 4,0 m. La capacità di lavoro è generalmente elevata e può variare da qualche centinaia sino a valori di 1.000 e più m<sup>3</sup>/h. Il loro costo varia notevolmente in funzione del modello considerato.

Rientrano in un'altra tipologia di rivoltatrici, definibili traslatrici, i modelli che spostano la massa parallelamente o posteriormente alla direzione di avanzamento. Tra questi, la rivoltatrice a nastro elevatore rivolta il materiale sollevandolo e depositandolo posteriormente. Nei modelli azionati da trattrice (almeno 35-40 kW di potenza) il fronte di lavoro è pari a circa 1,8 m, per cui sono necessari due passaggi per ciascun cumulo. Un'altra macchina traslatrice, di tipo portato o semi-portato da trattrice di almeno 80 kW di potenza, è quella con il dispositivo di rivoltamento disposto su un asse verticale. Esso può essere costituito da uno o

più rotori ad asse verticale, oppure da due dischi rotanti ad asse orizzontale muniti di denti; in entrambi i casi il dispositivo asporta ad ogni passaggio una “fetta” di cumulo di spessore variabile dai 30 ai 100 cm, che viene risistemata in cumulo parallelamente all’originario da un nastro trasportatore. In questo modo non sono posti limiti alla larghezza dei cumuli, ma solo all’altezza che non deve superare i 3 m. Si tratta di attrezzature caratterizzate da una elevata capacità di lavoro (300-600 m<sup>3</sup>/h), anche se mediamente inferiore a quelle delle scavallatrici.

### c) Tecnologie di compostaggio di tipo complesso

I sistemi di compostaggio in reattori chiusi (reattori a trincea o a bacino, biocelle, biotunnel, ecc.), anche se tecnicamente idonei per il trattamento degli effluenti zootecnici, non sono in genere presi in considerazione. I loro elevati costi di investimento e di gestione ne rendono conveniente l’adozione quando si opera con quantitativi elevati, raramente reperibili nel solo contesto zootecnico. Il ricorso a sistemi di trattamento chiusi è raccomandabile nel caso in cui si trattino residui che durante il processo possono dar luogo ad emissioni particolarmente maleodoranti. È questo il caso delle deiezioni avicole (pollina e lettiera di broiler) caratterizzate da un elevato contenuto di azoto ammoniacale. Per tale tipologia di deiezioni l’orientamento è verso sistemi di compostaggio chiusi ove sono impiegate come materiale di coformulazione in miscela con altri scarti organici.

Nell’ambito del progetto è stata realizzata una specifica visita presso l’azienda agricola Barozzi, che alleva vacche da latte e che utilizza tecnologia biotunnel per produrre separato compostato da utilizzare in lettiera.

Scarico separato giornaliero	Durata ciclo	Velocità rivoltamento	Prodotto ingresso	Umidità ingresso	Temperatura esercizio	Costo Produzione compost
18 m <sup>3</sup>	55 giorni	30 mt/ora	50 q.li	62 %	65 °C	23 €/t

Tabella 8 – Il processo di produzione del compost con biotunnel

Il prodotto compostato è gestito mediante un carro trinciamiscelatore con la seguente ricetta:

- 28 q.li compost,
- 3 q.li di paglia,
- 6 q.li di calce.

## 2. Essiccazione delle matrici: tecnologie disponibili

Quando non direttamente impiegate, il processo che segue la fase di compostaggio delle matrici organica aziendali è quello dell’essiccazione. Finalizzato alla produzione di letame essiccato e granulato pronto per un eventuale utilizzo diretto, il prodotto, alla luce della recente normativa può anche (previa procedura di registrazione) essere immesso sul mercato dei fertilizzanti. I vantaggi di produrre questo tipo di matrice sono così riassumibili:

- Semplicità di gestione in azienda;
- Valorizzazione dell’energia residua (caseificio) durante l’intero anno solare;
- Minori costi di stoccaggio e trasporto;
- Nuovi sbocchi commerciali e utilizzi possibili del prodotto essiccato finale;
- Igienizzazione, riduzione delle emissioni e degli odori.

Le tecnologie attualmente disponibili sul mercato sono riassunte nella tabella 7 (Fonte: <https://www.scolarisrl.com/> modificato)

Tipologia	Temperature di esercizio	Capacità recupero termico	Livello automazione	Costi su scala (1/10)	Note
-----------	-----------------------------	------------------------------	------------------------	-----------------------------	------

Tappeti mobili	Da 35 °C a 140 °C	Liquidi e gas o gruppi generatori	Elevato	5/7	Possibile aggiunta scrub ammoniaci
Rimozione meccanica	Da 35 °C a 140 °C	Liquidi e gas o gruppi generatori	Elevato	4/7	Possibile aggiunta scrub ammoniaci
Letto fluido vibrante	Da 80 °C a 250 °C	GP, gas naturale e scambiatore	Elevato	8	Abbattimento polveri

Tabella 9 – Le tecnologie degli impianti di essiccazione

Esistono molte altre tipologie (verticali, a cassette e statici) idonei per essiccazioni di materiali differenti dalle matrici organiche di allevamento.

### 3. Prova essiccazione ammendanti

Tra le matrici compostate e setacciate solo il separato solido da liquame si è rivelato idoneo alla trasformazione in pellet. La principale motivazione è imputabile alla significativa presenza di scheletro (sassi) in tutte le matrici compostate, a base di letame. La motivazione è essenzialmente riconducibile alla contaminazione naturale dei fieni di montagna, prodotti in aree declivi e con cantieri di lavoro meno efficienti. Questo aspetto, legato all'abitudine di collocare i residui della pulizia della corsia di alimentazione nell'area di esercizio con la terriera, 'inquina' il letame prodotto incrementando la quantità di sassi nella matrice. L'unica soluzione per avviare il letame al processo di compostaggio, sarebbe quella di prevedere una griglia/setaccio a monte del processo di produzione. In collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria 'Enzo Ferrari' dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, il separato solido è stato avviato al processo di pellettizzazione (tabella 10 e 11). Sono stati prodotti poche chilogrammi di pellet avviati alle analisi chimiche previste



Pellettatrice



Separato setacciato



Produzione pellet



Pellet di seraparato

Tabella 10 – Processo di pellettizzazione del separato solido da liquame

Parametri	Letame		Separato solido	
	Inizio processo	Compost	Inizio processo	Compost
	25 Luglio	15 Novembre	25 Luglio	15 Novembre
pH	7,93	9,00	7,36	8,78
EC (mS cm <sup>-1</sup> )	3,76	4,68	1,44	1,03
ST (% TQ)	23,35	33,41	29,82	71,28
SV (% ST)	84,05	61,74	88,40	29,42

N totale (% TQ)	0,45	0,80	0,46	0,84
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (% TQ)	0,32	0,09	0,43	0,77
TOC (% ST)	45,28	43,52	57,28	30,34
C/N	23,64	18,20	40,17	28,23
P totale (% TQ)	0,10	0,19	0,13	0,28
K (% TQ)	0,75	1,22	0,40	0,99
TEC (% ST)	15,57	9,62	13,23	10,68
HA+ FA (% ST)	10,15	7,33	8,52	7,97
NH (% ST)	5,42	2,30	4,71	2,70
DH (%)	65,00	76,00	64,00	75,00
HR (%)	22,00	17,00	15,00	26,00
HI (-)	0,53	0,31	0,55	0,34

Tabella 11 – Analisi chimico-fisiche del compost

EC = conducibilità elettrica, ST = solidi totali, SV = solidi volatili, N = azoto, P = fosforo, K = potassio, TEC = carbonio totale estraibile, HA + FA = acidi umici e fulvici, NH = frazione non umificata, DH = grado di umificazione, HR = tasso di umificazione, HI = indice di umificazione

Parametri	Pellet I lotto	Pellet II lotto	Pellet con medica
NTK (mg/kg TQ)	16380	15930	17430
TOC (% ST)	56,75	53,03	54,36
P totale (mg/kg TQ)	15729	17639	17556
K (mg/kg TQ)	868	899	930

Tabella 12 – Analisi chimico-fisiche del pellet: principali parametri

Il compost realizzato da tutte le matrici alle analisi ha confermato eccellenti proprietà ammendanti, i risultati del lavoro sono stati pubblicati sulla rivista Agronomy MDPI: Combined Effects of Dewatering, Composting and Pelleting to Valorize and Delocalize Livestock Manure, Improving Agricultural Sustainability (Ronga et al., 2020) che ha validato i positivi risultati ottenuti esortando altresì di promuovere questo approccio aziendale. In virtù di questi risultati è stato realizzato un piccolo manuale di compostaggio, distribuito su larga scala nelle aziende del Parmigiano Reggiano ed altresì pubblicato sul sito del progetto. E' stato condotto un approfondimento con la duplice finalità di:

- Verificare la germinabilità dei semi presenti nel compost;
- Verificare la vitalità dei semi di erba medica inclusi nel pellet dopo il compostaggio.

A tale scopo, in fase di produzione del pellet, una quota è stata addizionata con seme di erba medica (rapporto stimato 1:100 peso/peso). E' stata condotta una prova su vasetti in ambiente controllato tesa a verificare la germinabilità delle matrici secondo lo schema sotto rappresentato:

Matrice	Numero vasetti
Letame fresco	10

Letame compostato	10
Pellet	5
Pellet + erba medica	5

Tabella 13 – Schema prove di germinabilità

In ciascuno dei 20 vasetti destinati alla prova di germinabilità con letame (fresco e compostato) è stato aggiunto il letame delle differenti 2 tesi e del terriccio universale in rapporto di 1:20, i vasetti sono stati gestiti in serra fredda ed è stata somministrata la quantità di acqua ideale per imbibire la banca del seme naturalmente presente e favorire la germinazione degli stessi. I risultati della prova sono stati molto interessanti, dopo 45 giorni, tutti in tutti i vasetti contenenti letame fresco è stata rilevata crescita di infestanti (*Rumex Spp.*, *Amaranthus Spp.* e *Chenopodium Spp.*), di contro, in nessun vasetto con il letame compostato è stata osservata crescita attribuibile ad infestanti naturalmente presenti nella matrice compostata addizionata. Nessuna crescita è stata osservata nei 5 campioni in cui era stato aggiunto il pellet (effetto compostaggio + alte temperature pelletizzazione). I campioni di pelle con l'inclusione di Erba medica, seppur con ridotto sviluppo di piantine di medica, ha confermato la potenziale applicazione del seme all'interno del pellet, soprattutto con sistemi tecnologici che prevedano temperature di esercizio del processo di pelletizzazione più basse.

La prova ha pertanto dimostrato l'efficacia del processo di 'igienizzazione' (devitalizzazione banca del seme) ottenuto con il compostaggio di matrici organiche; è stata altresì confermata la potenziale possibilità di inclusione di sementi di specie foraggere nel processo di pelletizzazione del letame; tali pellet, in condizioni agronomiche adeguate, si presterebbero ad un impiego immediato in campo, anche al fine di migliorare la qualità dei soprassuoli erbacei.



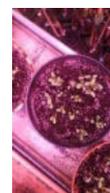
Separato e semi di medica



Pellet con seme medica



Test Vs erba medica



Vitalità erba medica

Tabella 13 – Test con aggiunta di sementi foraggere

## AZIONE 4 – PRATICHE AGRONOMICHE PER LA SALVAGUARDIA DEL CARBONIO ORGANICO DEL SUOLO

### 1. Introduzione e caratterizzazioni analitiche

Proteggere la montagna dall'abbandono e dal degrado ambientale, migliorando la redditività della zootecnia e facendola diventare fattore positivo per contrastare l'erosione e l'emissione di gas serra è l'obiettivo del Gruppo Operativo per l'Innovazione (GoI) "Carbonio di montagna - Il contributo della zootecnia da latte di montagna alla conservazione e al sequestro di carbonio", realizzato nell'ambito del Psr Emilia-Romagna 2014-2020. Proprio da questo è partita e si è sviluppata questa azione che ha visto come prima attività quella di monitorare le caratteristiche chimico-fisiche delle matrici organiche presenti in azienda e quelle dei suoli più rappresentativi della SAU delle stesse. La gestione dei letami ed i liquami rappresenta un elemento di criticità in primis per l'elevato contenuto di acqua, mediamente 95,5 % nel liquame 'medio' delle aziende dei GOI ed 83,24 % nel letame 'medio'. Tuttavia i processi di compostaggio e di essiccazione trattati in questo progetto consentono di avere una opportunità da un apparente problema gestionale. Le matrici organiche infatti sono ricche di macro e micro elementi fondamentali per le colture delle rotazioni foraggere 'di montagna'.

Parametro	Dettaglio aziende/matrici						
	Unità di misura	Vecchia torre letame	Vecchia torre liquame	Pratofontana letame	Pratofontana liquame	Nuova Favale letame	Nuova Favale liquame
ST	[%tq]	17,89	3,69	15,55	5,40	16,84	4,36
SV	[%ST]	81,02	59,68	83,85	81,19	82,88	62,03
NTK	[%ST]	2,27	6,99	2,77	3,32	2,51	6,46
N-NH4+	[%NTK]	32,41	60,03	23,49	47,18	21,93	54,79
Ptot	[%ST]	0,39	0,86	0,61	0,69	0,51	1,02

Tabella 14 – Le analisi chimiche delle matrici organiche aziendali

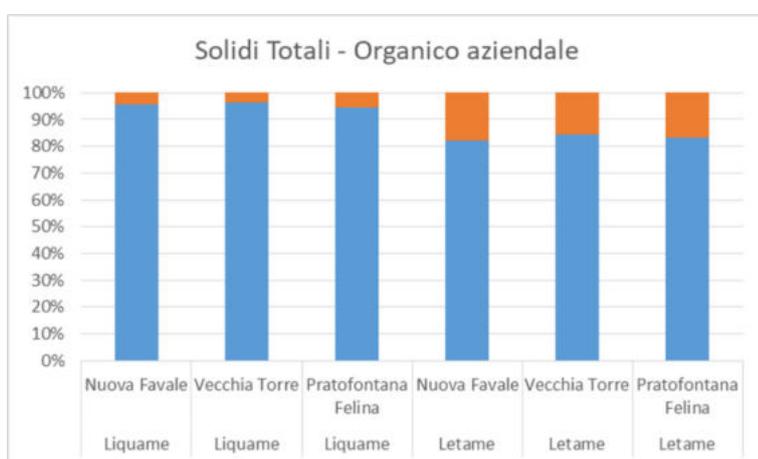


Figura 9 – Contenuto di acqua nei reflui aziendali

Nella tabella 15 sono riportati i riferimenti dei siti dove sono stati realizzati i campionamenti di suolo, la scelta si è focalizzata sui soprassuoli maggiormente rappresentativi delle realtà aziendali, principalmente: prati, erbai e cereali autunno-vernini.

Aziende	Tipologia	Coordinate	Superficie
Nuova Favale	Prato vecchio 6 anni molto liquamato	44.433017, 10.589711	5.937,27 m <sup>2</sup>
Nuova Favale	Prato vecchio 6 anni non liquamato	44.433991, 10.589253	15.358,33 m <sup>2</sup>
Nuova Favale	Erbaio autunnale 'nato male'	44.420507, 10.580941	81.870,92 m <sup>2</sup>
Vecchia torre	Prato vecchio 4 anni poca medica	44.430084, 10.629806	19.128,70 m <sup>2</sup>
Vecchia torre	Prato vecchio 4 anni con più medica	44.429012, 10.629587	11.462,43 m <sup>2</sup>
Vecchia torre	Frumento precessione medica	44.426510, 10.611186	9.717,80 m <sup>2</sup>
Pratofontana Felina	Frumento tenero aristato con tanto letame	44.456488, 10.471201	8.64,21 m <sup>2</sup>
Pratofontana Felina	Prato vecchio 10 anni da rompere	44.482423, 10.444963	51.525,62 m <sup>2</sup>
Pratofontana Felina	Prato 3 anni con tanto letame	44.459245, 10.481298	19.158,24 m <sup>2</sup>

Tabella 15 – Soprassuoli erbacei dei suoli campionati

Le analisi dei campionamenti dei terreni hanno evidenziato livelli medi di sostanza organica tra buono ed ottimo, come spesso accade, il solo dato medio, si riferisce ad un appezzamento difficilmente raggiungibile con le botti adibite alla distribuzione del liquame.

Parametro	Unità di misura	Nuova Favale	Nuova Favale	Nuova Favale	Vecchia torre	Vecchia torre	Vecchia torre	Pratof.	Pratof.	Pratof.
		Prato	Prato	Erbaio	Frumento	Prato	Prato	Prato	Frumento	Prato
pH		7,02	6,97	7,2	7,15	6,91	6,85	6,97	7,16	7,03
ST	g/kg	785,52	745,55	782,48	771,58	774,94	759,39	793,77	774,4	796,55
NTK	mg/kg SA	2395	3278	1722	1996	2425	2347	2168	3478	3010
TOC	%ST	3,165	3,165	1,619	1,833	2,377	2,333	1,797	1,425	1,084
P-Olsen	mg/kg SA	59,58	95,53	40,71	18,07	18,68	33,91	32,27	199,00	65,26
SA	g/kg	808,81	765,37	807,1	795,12	798,08	783,28	810,72	791,66	816,98
<b>SO</b>	<b>%ST</b>	<b>5,46</b>	<b>5,46</b>	<b>2,79</b>	<b>3,16</b>	<b>4,10</b>	<b>4,02</b>	<b>3,10</b>	<b>2,46</b>	<b>1,87</b>
<b>SO</b>	<b>Livello</b>	<b>Ottimo</b>	<b>Ottimo</b>	<b>Buono</b>	<b>Buono</b>	<b>Ottimo</b>	<b>Ottimo</b>	<b>Buono</b>	<b>Buono</b>	<b>Medio</b>

Tabella 16 – Analisi chimico-fisiche dei suoli campionati

La resilienza delle aziende montane che producono latte destinato alla trasformazione in Parmigiano Reggiano passa dalla capacità di produrre foraggi di qualità, anche in ambienti marginali e/o poco produttivi; per questo motivo, nell’ambito della presente azione, sono stati effettuati 3 interventi agronomici per ciascuna delle 3 aziende partner del progetto finalizzati alla produzione di foraggi di qualità. Gli interventi, realizzati mediante impiego di semina su sodo (1 con minima lavorazione) sono stati pianificati in condizioni di campo comuni al territorio della montagna reggiana con l’intento di valutare gestioni ‘alternative’ nell’impiego di specie foraggere e lavorazioni anche con la finalità di limitare l’ossidazione della sostanza organica imputabile alle operazioni di aratura.

## 2. Descrizione degli interventi

### 1. Società Cooperativa Agricola Pratofontana: stalla di Felina

Focus: ripristino soprassuoli con elevata presenza di infestanti

Con l’obiettivo di contenere un significativo carico di infestanti a ciclo estivo ‘ereditato’ dallo spandimento di liqui-letame; nel settembre 2018 su una superficie di circa 3 ettari sono stati realizzati 3 distinti interventi di semina:

- semina su sodo di frumento foraggero (Ludwig) e trifoglio incarnato (Trincat);
- semina di frumento foraggero (Ludwig) con ‘combinata’ con ripuntatura;
- trasemina su sodo su un medicaio diradato di 5 anni confrumento foraggero (Ludwig) e trifoglio incarnato (Trincat);

Gli appezzamenti oggetto della prova il 9 settembre 2018 sono stati preliminarmente trinciati, la biomassa è stata lasciata seccare in campo; il 13 settembre sono stati realizzati gli interventi di semina su sodo: 150 kg di frumento e 30 kg di trifoglio incarnato ad ettaro per l'appezzamento seminato con il miscuglio sulla stoppia dell'erbaio, 35 kg ad ettaro di trifoglio incarnato in purezza per il medicaio da traseminare. L'appezzamento gestito con la minima lavorazione del terreno è stato seminato il 25 ottobre con 160 kg ad ettaro di frumento foraggero. Successivamente, nel mese di febbraio (70% della superficie) e nel mese di marzo (30 % della superficie), l'appezzamento gestito con ripuntatura e semina con combinata (seminatrice ed erpice rotante) è stato bulato con 40 kg di erba medica per ettaro.

## 2. Società Agricola La Vecchia Torre

Focus: recupero prati vetusti con semina leguminose foraggere

Con l'obiettivo di migliorare la qualità del foraggio di 2 vecchi prati colonizzati prevalentemente da *Agropyron* spp. e *Bromus* spp., di superficie di circa 3 ettari sono stati realizzati 3 distinti interventi di trasemina su sodo di specie leguminose di interesse foraggero:

1. semina su sodo trifoglio incarnato (Trincat) e veccia villosa (Rhea);
2. semina su sodo di trifoglio incarnato (Trincat);
3. semina su sodo di veccia villosa (Rhea).

Gli appezzamenti oggetto della prova il 13 settembre sono stati trinciati e subito dopo si è intervenuti con la trasemina su sodo delle leguminose (il 50% della superficie è stato prima interessato dalla semina e successivamente trinciato). In un primo appezzamento di 1,5 ettari è stato seminato un miscuglio con 20 kg di veccia villosa e 30 kg di trifoglio incarnato; il secondo campo di uguale superficie è stato seminato per metà con trifoglio incarnato con un investimento di semina di 35 kg su ettaro e per metà con veccia villosa con 80 kg ad ettaro.

## 3. Nuova Favale Società Cooperativa Agricola

Focus: recupero prati vetusti con miscugli foraggeri

Con l'obiettivo di migliorare la qualità del foraggio di un vecchio prato colonizzato da *Agropyron* spp. e *Bromus* spp., una superficie di circa 3 ettari è stata equamente suddivisa e sono stati realizzati 3 distinti interventi di trasemina su sodo con frumento foraggero seminato a 150 kg/ha sull'intera superficie disponibile; il trifoglio incarnato, invece, è stato seminato con 3 diversi investimenti (10, 20 e 30 kg su ettaro).

## 4. Risultati

### a) Società Agricola La Vecchia Torre

Gli interventi effettuati su due vecchi medicai si ponevano l'obiettivo, in linea con le finalità del progetto, di ipotizzare agrotecniche a tutela della sostanza organica del suolo; gli appezzamenti individuati nei due anni precedenti alla semina su sodo hanno prodotto un solo taglio di fieno quali-quantitativamente mediocre, anche in virtù della composizione floristica significativamente rappresentata da specie infestanti e/o di scarso valore pabulare. L'intervento di semina con veccia villosa, trifoglio incarnato e loro miscuglio ha fornito produzioni quali-quantitative migliori del controllo (vecchio prato). I risultati migliori si sono ottenuti dalla tesi Veccia v. 30 kg / Trifoglio 20 kg con oltre 4 tonnellate di sostanza secca prodotta che con un titolo medio di 12,02 % ha consentito di ottenere produzione di proteina prodotta ad ettaro pari a 483 kg

Azienda	Tesi	Produzione	Proteine	Proteina prodotta
		t SS /ha-1	% su SS	kg proteina /ha-1
Vecchia torre	Veccia v. 30 kg / Trifoglio 20 kg	4,02 ± 1,84	12,02 ± 4,23	483
Vecchia torre	Trifoglio 35 kg	2,50 ± 0,51	8,51 ± 0,80	213
Vecchia torre	Veccia villosa 100 kg	2,66 ± 1,28	11,89 ± 1,89	316
Vecchia torre	Controllo	1,80 ± 0,14	9,32 ± 1,72	168

Tabella 17 – Risultati produzione e qualità interventi Società Agricola La Vecchia Torre

#### b) Società Cooperativa Agricola Pratofontana: stalla di Felina

Gli interventi realizzati che in media hanno avuto un costo di 333,50 € all’ettaro sono stati pianificati per contenere una significativa infestazione da romice, amaranto e chenopodio, oltre che, in linea con il GOI ‘Carbonio di Montagna’ per proporre soluzioni agronomiche conservative ad indirizzo foraggero capaci di incrementare il contenuto di sostanza organica del suolo. Già ad un preliminare sopralluogo effettuato a 40 giorni dalla semina del primo intervento con semina su sodo, le specie (frumento e trifoglio incarnato) hanno coperto in modo omogeneo la superficie interessata; le prove condotte hanno consentito di ottenere produzioni eccezionali in termini di qualità e quantità, con circa il doppio della produzione rispetto al controllo e circa 1/3 in più di proteine ad ettaro. I risultati migliori si sono ottenuti dalla tesi Frumento 150 kg / Trifoglio 30 kg con oltre 9 tonnellate di sostanza secca prodotta che con un titolo medio di 9,84 % ha consentito di ottenere produzione di proteina prodotta ad ettaro pari a 887 kg

Azienda	Tesi	Produzione	Proteine	Proteina prodotta
		t SS /ha-1	% su SS	kg proteina /ha-1
Pratofontana	Frumento 150 kg / Trifoglio 30 kg	9,01 ± 2,16	9,84 ± 0,57	887
Pratofontana	Frumento 160 kg	8,93 ± 0,27	8,51 ± 0,80	760
Pratofontana	*Frumento 150 kg / Trifoglio 30 kg	8,32 ± 0,24	9,90 ± 0,96	824
Pratofontana	Controllo	4,59 ± 1,18	12,21 ± 1,10	560

Tabella 18 – Risultati produzione e qualità interventi Società Cooperativa Agricola Pratofontana: stalla di Felina

\*trasemina

#### c) Nuova Favale Società Cooperativa Agricola

L’intervento di semina su sodo con frumento foraggero e trifoglio incarnato a tre diversi investimenti di semina effettuato in azienda è stato pianificato per evitare l’aratura di un vecchio medicaio significativamente infestato da graminacee di scarso valore pabulare. L’elevata pendenza dell’appezzamento e la significativa presenza di scheletro del suolo sono stati ulteriori fattori che hanno spinto verso la semina su sodo. Anche con questo intervento le produzioni delle tesi sperimentali, seppur più contenute, hanno comunque raddoppiato la tesi ‘controllo’. I risultati migliori si sono ottenuti dalla tesi Frumento 150 kg / Trifoglio 30 kg con oltre 6,4 tonnellate di sostanza secca prodotta che con un titolo medio di 11,78 % ha consentito di ottenere produzione di proteina prodotta ad ettaro pari a 756 kg

Azienda	Tesi	Produzione	Proteine	Proteina prodotta
---------	------	------------	----------	-------------------

		<i>t SS /ha-1</i>	<i>% su SS</i>	<i>kg proteina /ha-1</i>
Nuova Favale	Frumento 150 kg / Trifoglio 30 kg	6,42	11,78	756
Nuova Favale	Frumento 150 kg / Trifoglio 20 kg	4,53	7,45	337
Nuova Favale	Frumento 150 kg / Trifoglio 10 kg	6,67	7,45	497
Nuova Favale	Controllo	3,28	6,35	208

*Tabella 19 – Risultati produzione e qualità interventi Società Agricola Nuova Favale*

## **Conclusioni**

Il GOI ‘Carbonio di montagna’ nell’ambito dell’Azione 4 ‘Pratiche agronomiche per la salvaguardia del carbonio organico del suolo’, ha proposto agrotecniche applicate alle produzioni foraggere rispettose del contenuto della sostanza organica e della struttura del terreno, anche al fine della tutela da erosioni comuni nel comprensorio appenninico reggiano. Risulta pertanto utile ipotizzare soluzioni finalizzate a incrementare la ‘vita’ dei prati così da ‘risparmiare’ un’aratura che nel comprensorio montano risulta spesso onerosa, esponendo inoltre i terreni declivi a fenomeni di erosione superficiale. A sostegno di questo sistemi foraggero gioca un ruolo decisivo la gestione dei reflui zootecnici concepita come concimazione superficiale e praticata utilizzando le frazioni sia liquide chiarificate, sia solide.

Le specie utilizzate per gli interventi di semina su sodo sono considerate innovative per il comprensorio della montagna; tra queste sono state scelte cultivar tardive, così da venire incontro all’esigenza peculiare del comprensorio di primi sfalci posticipati causati dalle particolari condizioni pedo-climatiche. La tecnica di semina su sodo fornisce anche dei vantaggi in termini di ‘portanza’ del terreno così da garantire una finestra di accesso più lunga per i macchinari utilizzati nel cantiere di fienagione, soprattutto in primavera.

Per tutti gli interventi realizzati sono stati stimati i costi e realizzate le valutazioni quali-quantitative delle produzioni anche in termini comparativi rispetto alla precedente campagna di fienagione.

## **AZIONE 5 – VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITA’ AMBIENTALE ED ECONOMICA**

### **1. Definizione dei confini del sistema LCA per il calcolo del Carbon Footprint**

Per gli studi sull’impronta carbonica è necessario definire i confini del sistema, cioè bisogna stabilire quale segmento del ciclo produttivo viene incluso nell’analisi.

Nel presente studio il sistema riguarda tutti i flussi di materiali, di energie e di trasporti relativi alla produzione di latte in 3 aziende di bovine da latte per la produzione di latte destinato alla trasformazione in Parmigiano Reggiano DOP, le aziende sono collocate nell’comprensorio appenninico della provincia di Reggio Emilia.

Il sistema include le emissioni di gas serra (GHG) che avvengono nella azienda zootecnica, quali le emissioni enteriche delle bovine, le emissioni dalla fase di gestione delle deiezioni, le emissioni derivanti dall’uso delle fonti energetiche, e quelle che avvengono nella fase di coltivazione dei terreni aziendali, quali le emissioni di protossido di azoto dovute alle fertilizzazioni azotate e le emissioni derivanti dall’uso dei combustibili per le macchine agricole.

Il sistema include, inoltre, le emissioni di GHG indotte dalla produzione dei mezzi tecnici utilizzati in azienda.

Il sistema analizzato non include la fase di trasformazione del prodotto a valle della azienda zootecnica (from cradle to farm gate) in considerazione del fatto che l’allevatore-agricoltore non ha possibilità di incidere su di essi.

Unità funzionale

L'impronta carbonica è stata calcolata con riferimento all'unità che rappresenta la funzione produttiva delle aziende, ossia il kg di latte. Tale unità, per tenere conto della variabilità del contenuto di grasso e proteina del latte, viene standardizzata sulla base di definiti valori di contenuto di grasso e di proteina del latte (FPCM = Fat and Protein Corrected Milk), sulla base della formula:

$$1 \text{ kg FPCM} = 1 \text{ kg latte} * (0.337 + 0.116 * \% \text{ Grasso} + 0.06 * \% \text{ Proteina})$$

Riferendosi alla unità funzionale 1 kg latte FPCM il sistema include la sola fase di coltivazione dei terreni su cui vengono prodotti gli alimenti destinati alla alimentazione del bestiame.

#### Allocazione

Le aziende bovine producono latte che conferiscono ai rispettivi caseifici, le altre produzioni da allocare sono: la carne delle vacche a fine carriera e dei vitelli maschi venduti, oltre ad altre possibili vendite di bovini di altre categorie di peso (comunque occasionali). Occorre quindi ripartire gli impatti tra i diversi prodotti commercializzabili. Questa ripartizione, che viene detta allocazione, può essere effettuata secondo diversi criteri.

I criteri di allocazione possono essere stabiliti sulla base di relazioni fra parametri che individuino alcune delle proprietà caratteristiche (fisiche, biologiche) dei prodotti. Ad esempio, nel caso di prodotti alimentari, può essere utilizzata la quantità di proteine o il contenuto energetico. Una ulteriore possibilità, utilizzata quando non sia facilmente individuabile un indice comune fra i prodotti, è l'allocazione economica. Questo ultimo criterio ha il difetto di essere influenzato da aspetti congiunturali variabili nel tempo, ma ha il pregio di consentire il trattamento di prodotti che non hanno intrinseci parametri comuni di confronto.

Nel presente studio, per la allocazione fra latte e carne, è stato impiegato l'approccio proposto dell'International Dairy Federation (IDF, 2015), previsto anche dagli standard internazionali per il latte (PCR 2013:16, Version 2.02 del 29-05-2017 RAW MILK), volto ad armonizzare le metodologie nella valutazione della impronta del carbonio della produzione di latte. Viene qui considerato preferibile un criterio di allocazione fisica fra carne e latte (ossia basato sul peso dei prodotti), che permette di ripartire gli impatti fra le due produzioni. La percentuale di impatto da attribuire al latte viene calcolata utilizzando la equazione:

$$AF = 1 - 6,04 \times R$$

dove:

AF= fattore di allocazione per il latte, ovvero percentuale dell'impatto complessivo da attribuire al latte

R =  $M_{carne}/M_{latte}$ ,

dove  $M_{carne}$  = somma del peso vivo di tutti gli animali venduti (kg) e  $M_{latte}$  = latte venduto (kg), corretto al 4% di grasso e al 3.3% di proteina.

#### Raccolta dei dati tecnici

I dati aziendali si riferiscono alle produzioni del 2017 e del 2018.

Per la raccolta dei dati aziendali (fase di inventario) sono stati utilizzati questionari appositamente predisposti, con l'obiettivo di identificare gli elementi specifici che incidono maggiormente sugli impatti ambientali del processo produttivo.

La struttura generale del questionario prevede i seguenti punti fondamentali:

informazioni generali sull'azienda (denominazione, localizzazione, zona altimetrica);

informazioni sulla produzione zootecnica: consistenza della mandria, indici produttivi, alimentazione, modalità di stabulazione e di gestione degli effluenti, grado di autosufficienza alimentare, consumi energetici, consumi idrici, materie in ingresso, produzione di rifiuti, etc.

informazioni sulla fase di coltivazione: colture praticate, dati produttivi, input e output di energia e materiali relativi alla coltura in esame.

Il questionario è stato utilizzato per la raccolta dei dati primari relativi ai due anni di monitoraggio.

Per i dati secondari è stata utilizzata la banca dati LCA Ecoinvent, v.3 (2013), e per l'elaborazione dei dati il codice di calcolo SimaPro (versione 8.0).

Dal momento che una azienda zootecnica è costituita da una componente essenzialmente zootecnica (la stalla) e da una agronomica (le colture) completamente interconnesse fra loro, per l'approccio metodologico da utilizzare nel calcolo della Carbon Footprint si sono prese a riferimento due linee guida, una relativa alla produzione di latte fresco da destinare alla trasformazione in Parmigiano Reggiano DOP e l'altra relativa alla produzione di colture foraggere. PCR 2013:05, Version 1.01 del 21-02-2014 (Product Category Rules, in accordo con le norme ISO 14025:2006) riferita alla categoria di prodotto "Arable Crops".

Sulla base delle indicazioni delle citate linee guida sono stati inclusi nei confini del sistema i seguenti input/output e osservate le seguenti metodologie operative:

La produzione dei mezzi tecnici impiegati in stalla (mangimi e integratori alimentari, foraggi acquistati, lettieri, carburanti e lubrificanti, detergenti, sanificanti, farmaci) e degli animali acquistati.

La produzione dei mezzi tecnici impiegati in campagna (sementi, fertilizzanti, diserbanti, fitofarmaci, carburanti e lubrificanti).

I consumi di carburante relativi al trasporto in azienda dei mezzi tecnici dall'ultimo fornitore presso cui si serve abitualmente l'azienda agricola.

La coltivazione dei foraggi e delle materie prime autoprodotti in azienda, includendo gli impatti dovuti alla produzione e applicazione dei fertilizzanti, alla utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e dei digestati, alla produzione e consumo di carburanti per le operazioni meccaniche eseguite in azienda relativamente a: lavorazioni del terreno, semina, distribuzione di fertilizzanti ed effluenti di allevamento, eventuali trattamenti diserbanti e fitosanitari, irrigazione, eventuali operazioni di fienagione, raccolta, trasporto del prodotto al centro aziendale,

Le emissioni enteriche di CH<sub>4</sub>, stimate secondo la metodologia e i fattori di emissione IPCC 2006

Le emissioni di CH<sub>4</sub> dalla gestione delle deiezioni, stimate secondo la metodologia e i fattori di emissione IPCC 2006

Le emissioni dirette di N<sub>2</sub>O dalla gestione delle deiezioni, stimate secondo la metodologia e i fattori di emissione di IPCC 2006. Per il valore di produzione di effluenti e di N escreto si sono adottati i fattori di escrezione riportati nel Regolamento regionale 15 dicembre 2017, N.3 della Regione Emilia-Romagna.

Le emissioni indirette di N<sub>2</sub>O dalla gestione delle deiezioni vengono stimate utilizzando la metodologia IPCC 2006, che considera le emissioni indirette di N-N<sub>2</sub>O pari a 1% delle perdite di N sotto forma di emissioni di N-NH<sub>3</sub>+N-NO, che si hanno nella fase di ricovero degli animali e di stoccaggio degli effluenti. Le emissioni di NH<sub>3</sub> delle fasi di ricovero+stoccaggio vengono stimate pari al 28% dell'azoto escreto, in accordo con quanto proposto come valore di default nella normativa nazionale relativa alla utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento. Per le emissioni di NO dalla gestione degli effluenti in fase ricovero+stoccaggio si utilizzano i fattori di emissione EMEP/EEA 2013 Tier 1.

I consumi di energia relativi alle operazioni di stalla,

I consumi idrici relativi alle operazioni di stalla e alle operazioni agricole.

Le emissioni dirette di N<sub>2</sub>O dalle fertilizzazioni sono state stimate con la metodologia IPCC 2006, che considera le emissioni dirette di N-N<sub>2</sub>O pari a 1% dell'azoto distribuito con i fertilizzanti organici e minerali e riportato al suolo dai residui colturali.

Le emissioni indirette di N<sub>2</sub>O dalle fertilizzazioni sono state stimate utilizzando la metodologia IPCC 2006, che considera le emissioni indirette di N-N<sub>2</sub>O pari a 1% delle perdite di N sotto forma di emissioni di NH<sub>3</sub>+NO, dovute ai fertilizzanti azotati applicati (sia minerali che organici), e pari a 0.75% delle perdite di N sotto forma di rilasci azotati come percolazione + ruscellamento. Le emissioni di NH<sub>3</sub> dalla applicazione dei fertilizzanti vengono stimate in base ai fattori di emissione EMEP/EEA 2013 (3.D Crop production and agricultural soils). Per le emissioni di NO dalla applicazione dei fertilizzanti si utilizzano i fattori di emissione EMEP/EEA 2013

Tier 1. Le emissioni di N sotto forma di nitrati per percolazione + ruscellamento vengono stimate utilizzando il fattore di emissione IPCC 2006, pari al 30% di N applicato.

Le emissioni di CO2 dovute all'applicazione dell'urea vengono quantificate in accordo con la metodologia IPCC 2006.

I rifiuti e il loro scenario di smaltimento (discarica o incenerimento, assumendo per i rifiuti destinati a riciclo solo il trasporto allo smaltitore senza assegnare impatto al processo di riciclo). Gli animali morti in stalla vengono assimilati a rifiuti, per i quali è necessario lo smaltimento,

Gli effluenti di allevamento utilizzati su terreni extra-aziendali vengono considerati alla stregua di residui destinati al riciclo, assegnando ad essi il solo impatto dovuto al trasporto all'utilizzatore, ma non un impatto di smaltimento.

Non sono stati inclusi nei confini del sistema, in accordo con le PCR citate, i seguenti input/output:

Il lavoro umano.

La produzione dei trattori e delle altre macchine agricole, degli edifici e delle strutture di rimessaggio di cui si avvale l'azienda agricola.

Nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**0 si riporta il diagramma di flusso dei processi che hanno formato il sistema considerato.

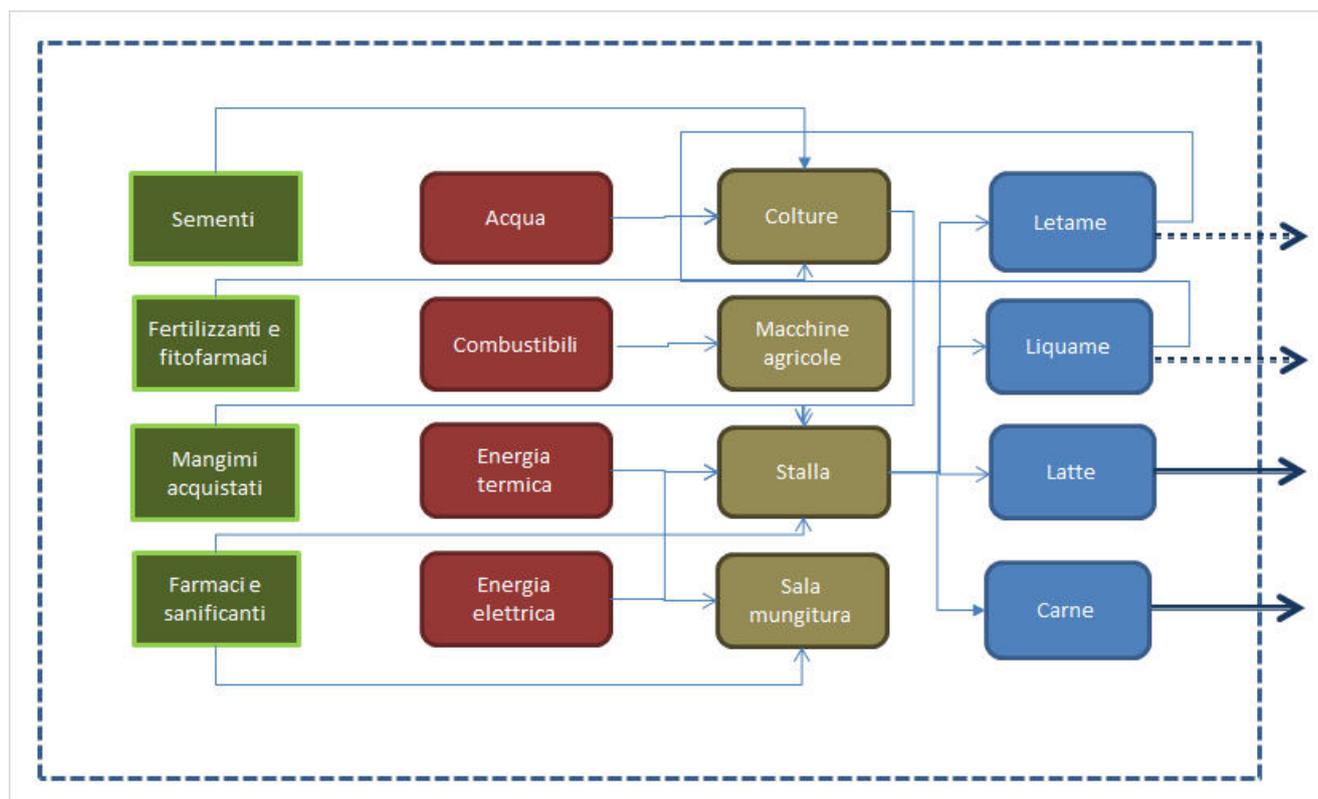


Figura 10 – Diagramma di flusso dei processi inclusi nella stima della impronta carbonica del latte

a) Calcolo dell'impronta del carbonio mediante metodologia LCA

Le aziende di 'Carbonio di montagna' sono piuttosto diversificate per dimensioni aziendali e della mandria, Vecchia torre e Nuova Favale si avvicinano ad essere rappresentative delle stalle del territorio su cui insistono, Pratofontana invece, per estensione e numero di capi allevati rappresenta una realtà più simile alle stalle di pianura. I capi allevato in lattazione sono rispettivamente 48 (Vecchia torre), 94 (Nuova Favale) e 250 (Pratofontana); la quota di rimonta è del 31 % (Vecchia torre), 37 (Nuova Favale) e 41 (Pratofontana).

La produzione di latte (kg/capo/gg) è pari a 21 (Vecchia torre), 25 (Nuova Favale) e 27 (Pratofontana). E' questo un parametro che ha grande influenza sulla impronta del carbonio del latte, in quanto gli animali da rimonta contribuiscono alle emissioni, in particolare quelle enteriche, mentre non contribuiscono alla produzione di latte. Una bassa quota di rimonta è uno dei fattori che riduce l'impronta carbonica del latte. Va rimarcato, comunque, che una bassa quota di rimonta dovrebbe essere connessa a una più lunga carriera produttiva delle bovine, ma, se rilevata su un singolo anno, può essere dovuta a situazioni contingenti, che possono non ripresentarsi negli anni successivi. Una elevata quota di rimonta è, in genere, associata ad allevamenti molto produttivi, che hanno un più rapido turnover delle bovine rispetto ad allevamenti meno intensivi. Gli ettari SAU vanno dai 20 della Vecchia torre ai 110 di Pratofontana, comunque la vocazione è sempre foraggera e come da tradizione delle aziende della DOP di tende ad essere autosufficienti per la produzione di foraggi ed acquistare i concentrati. Vecchia torre e Nuova Favale acquistano importanti quantità di fieno di erba medica; tutte le aziende ricorrono anche agli acquisti di paglia.

<b>Azienda</b>	<b>Vecchia Torre</b>	<b>Nuova Favale</b>	<b>Pratofontana</b>
Ettari	20	40	110
Frumento	2	5	12
Erba medica/prati	18	30	98
Erbaio miscuglio	0	5	0
Vacche in lattazione	48	94	250
Bovini allevati	65	150	370
Quota di rimonta (%)	31	37	41
Latte (Kg/capo/gg <sup>-1</sup> )	21	25	27
Ingestione (kg/capo/gg <sup>-1</sup> )	19	23,5	25
Gestione bovine produttive	fissa con paglia	fissa con paglia	Mix paglia/lettieria
Gestione rimonta	lettieria permanente	lettieria permanente	lettieria permanente
Paglia utilizzata (kg/gg <sup>-1</sup> )	290	580	2030
Concimaie	scoperte	scoperte	2/3 scoperte
Letame prodotto (m <sup>3</sup> x anno)	960	1800	5000
Liquame prodotto (m <sup>3</sup> x anno)	240	400	1250

Tabella 19 – Principali caratteristiche delle 3 aziende di 'Carbonio di montagna'

## 1. Risultati

La categorizzazione dei risultati per fasi emissive rilevanti nelle aziende bovine da latte è schematizzata in tabella 20.

Emissioni enteriche di CH <sub>4</sub>	Emissioni di CH <sub>4</sub> dalla fermentazione ruminale dei bovini presenti in allevamento
Emissioni di CH <sub>4</sub> da gestione effluenti	Emissioni di CH <sub>4</sub> dai sistemi di gestione degli effluenti in azienda, suddivisi fra liquame e letame

Emissioni di N <sub>2</sub> O da gestione effluenti	Emissioni di N <sub>2</sub> O dai sistemi di gestione degli effluenti in azienda, suddivisi fra liquame e letame
Emissioni di N <sub>2</sub> O da fertilizzazione azotata	Emissioni di N <sub>2</sub> O a seguito della fertilizzazione azotata delle colture, sia con fertilizzanti sintetici che con fertilizzanti organici (effluenti di allevamento)
Consumi energetici operazioni colturali	Emissioni di CO <sub>2</sub> per l'utilizzo dei combustibili delle macchine agricole per le operazioni colturali (lavorazioni terreno, semina, fertilizzazioni, diserbi, trattamenti fitosanitari, irrigazione, sfalci, raccolta prodotto, raccolta co-prodotto, eventuale essiccazione aziendale del prodotto, eventuale insilamento del prodotto)
Produzione alimenti extra-aziendali	Emissioni di CO <sub>2</sub> per la produzione e il trasporto all'azienda degli alimenti e dei mangimi acquistati (da banca dati)
Produzione e trasporto mezzi tecnici	Emissioni di CO <sub>2</sub> eq per la produzione e il trasporto all'azienda dei mezzi tecnici: sementi, fertilizzanti, prodotti fitosanitari e diserbanti, combustibili, lettiere, energia elettrica, acqua, farmaci, detergenti e sanificanti, etc.

Tabella 20 – Descrizione delle fonti di impatto considerate nel calcolo della impronta del carbonio del latte

I risultati della elaborazione della impronta carbonica del latte prodotto dalle aziende sono presentati in Tabella 21 e illustrati in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.1**.

<b>Emissioni GHG</b>	<b>Pratofontana</b>	<b>Nuova Favale</b>	<b>Vecchia torre</b>
enteriche	0,533	0,55	0,572
deiezioni	0,153	0,16	0,192
alimenti aziendali	0,123	0,15	0,162
alimenti extra-aziendali	0,353	0,38	0,392
energia in stalla	0,073	0,1	0,112
trasporti	0,033	0,06	0,072
rifiuti	0,023	0,05	0,062
energia da fonti rinnovabili	-0,106	-0,08	-0,068
<b>TOTALE</b>	<b>1.18</b>	<b>1.37</b>	<b>1.49</b>

Tabella 21 – Descrizione delle fonti di impatto considerate nel calcolo della impronta del carbonio del latte

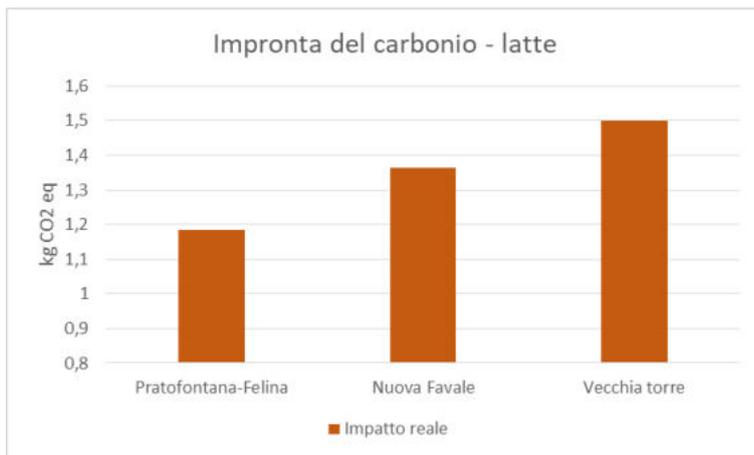


Figura 11 – Impronta della produzione del latte

E' risultato un valore della IC del latte medio pari a 1.18 kgCO<sub>2</sub>eq/kg FPCM per la stalla di Pratofontana, 1,37 per Nuova Favale ed 1,49 per Vecchia torre. I risultati ottenuti sono in linea con quelli di letteratura che riportano valori compresi fra 0.9 e 1.5 kgCO<sub>2</sub>eq/kg latte (non standardizzato).

La voce che ha un peso nettamente preponderante sulle emissioni complessive è costituita dalle emissioni enteriche, che mediamente sommano il 50% del totale. La seconda quota per importanza sono le emissioni associate alla produzione degli alimenti acquistati. In terza posizione per importanza stanno le emissioni di metano e protossido di azoto dalla gestione degli effluenti. Minori responsabilità, sono associate alla produzione delle colture aziendali, dovute sia alle emissioni di protossido di azoto dalle fertilizzazioni azotate che ai consumi di gasolio per le lavorazioni. L'energia utilizzata in stalla incide in misura modesta, per circa il 4%, e ancora più trascurabile è l'impatto dei trasporti (circa 1%).

Un elemento che ha grande influenza, non solo sulle emissioni enteriche, ma anche sull'impatto complessivo, è la quota di rimonta presente in azienda. Gli animali da rimonta, infatti, sono animali che non contribuiscono ancora alla produzione di latte, ma che invece contribuiscono alle emissioni di GHG. Un allungamento della carriera produttiva delle bovine consentirebbe una riduzione del tasso di sostituzione degli animali con conseguenze positive sulla impronta carbonica. Dalla analisi condotta emerge anche la grande responsabilità sull'impatto complessivo attribuibile agli alimenti extra-aziendali. Un aumento della quota di alimenti prodotti localmente può essere una misura in grado di mitigare in modo significativo l'impronta carbonica.

Sulla base dei dati acquisiti nell'ambito dell'azione agronomica del presente progetto, è stata realizzata una simulazione tesa a verificare le variazioni dei valori delle impronte carboniche delle tre aziende ipotizzando un passaggio dal regime convenzionale al regime 'sodivo'. I dati riportati in tabella 20 ed in figura 12 riportano rispettivamente i risultati del cambio di gestione Convenzionale/sodivo di un ettaro di terreno gestito a foraggiere e l'applicazione di tali numeri alle realtà aziendali di 'Carbonio di montagna'.

I risultati dimostrano variazioni dell'impronta carbonica del latte molto importanti, la differenza delle situazioni ex-ante ed ex-post favorisce ancora una volta realtà come l'azienda Pratofontana, dove l'importante estensione della SAU (110 ha) incide in molto importante.

Le stime sono state effettuate con riferimento alle condizioni climatiche e pedologiche delle aziende e tenendo conto delle pratiche agricole da esse attuate. Il calcolo del sequestro del carbonio nel suolo ha integrato quello della impronta carbonica delle aziende, per valutare quanto esso sia in grado di mitigare il bilancio delle emissioni di GHG associate alla produzione del latte. La dinamica della sostanza organica nel suolo è un processo lento e complesso che difficilmente può essere evidenziato da misurazioni di breve durata. Per valutare scenari di variazione su scale temporali prolungate è necessario fare ricorso a modelli di calcolo in grado di simulare la dinamica di accumulo/depauperamento del carbonio organico del suolo per

differenti tipi di suolo, differenti pratiche colturali (lavorazioni, rotazioni, apporto di residui colturali, fertilizzazioni azotate) e differenti condizioni climatiche.

Per la stima del potenziale sequestro del carbonio sono stati selezionati alcuni modelli di calcolo per la stima della dinamica del carbonio nel suolo e delle emissioni di gas serra fra quelli più utilizzati e testati a livello internazionale (Roth-C, DNDC). Si tratta di strumenti di calcolo caratterizzati da differente complessità per quanto riguarda i dati di input e per quanto riguarda il dettaglio dei processi simulati.

Fra questi modelli è stato selezionato il DNDC perché è quello che consente una modellizzazione anche delle colture da frutto, oltre che delle foraggere. I dati meteo sono stati ricavati dal sito di Arpae (<https://simc.arpae.it/dext3r/>) utilizzando il sito più vicino alle aziende oggetto dell'indagine.

## **Modello DNDC**

DNDC (DeNitrification-DeComposition) è un modello di simulazione della biogeochimica del carbonio e dell'azoto negli agroecosistemi (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**). Il modello può essere utilizzato per prevedere la crescita delle colture, i regimi di temperatura e di umidità del suolo, la dinamica del carbonio del suolo, la percolazione dell'azoto e le emissioni di gas, incluso il protossido di azoto ( $N_2O$ ), l'ossido di azoto (NO), l'azoto molecolare ( $N_2$ ), l'ammoniaca ( $NH_3$ ), il metano ( $CH_4$ ) e il biossido di carbonio ( $CO_2$ ).

Il modello DNDC è stato originariamente sviluppato come strumento per predire le emissioni di protossido di azoto dai sistemi colturali in USA. Da allora il modello è stato ampliato da molti gruppi di ricerca per includere altri ecosistemi, come le risaie, i pascoli, le foreste e le zone umide, e il modello tiene conto dell'uso del suolo e dei cambiamenti di uso del suolo.

Come modello "process-based", DNDC è in grado di prevedere i flussi dal suolo di tutti e tre i gas a effetto serra: protossido di azoto ( $N_2O$ ), anidride carbonica ( $CO_2$ ) e metano ( $CH_4$ ), così come altri importanti indicatori ambientali ed economici quali la produzione delle colture, la volatilizzazione dell'ammoniaca ( $NH_3$ ) e la lisciviazione dei nitrati ( $NO_3$ ), oltre che della dinamica di C nel suolo. Il modello DNDC è stato ampiamente utilizzato a livello internazionale, e in progetti europei relativi alla biogeochimica dell'azoto (es. Nofretete e NitroEurope).

DNDC tratta il suolo come una serie di strati discreti orizzontali (fino a una profondità di 50 cm). All'interno di ciascun strato tutte le proprietà del suolo sono assunte uniformi. Alcune delle proprietà fisiche del suolo quali la densità, la porosità e altri parametri idraulici sono assunti costanti attraverso tutti gli strati; tuttavia molte delle proprietà del suolo (ad esempio l'umidità, la temperatura, il pH, i pool di carbonio e di azoto) possono variare fra gli strati. I calcoli vengono effettuati per ciascuno strato di suolo e per ciascun intervallo di tempo. DNDC utilizza di default parametri basati su valori medi per i suoli US, modificabili qualora siano disponibili dati locali. Il modello lavora su scala temporale giornaliera, per cui richiede dati di input più dettagliati rispetto a Roth-C.

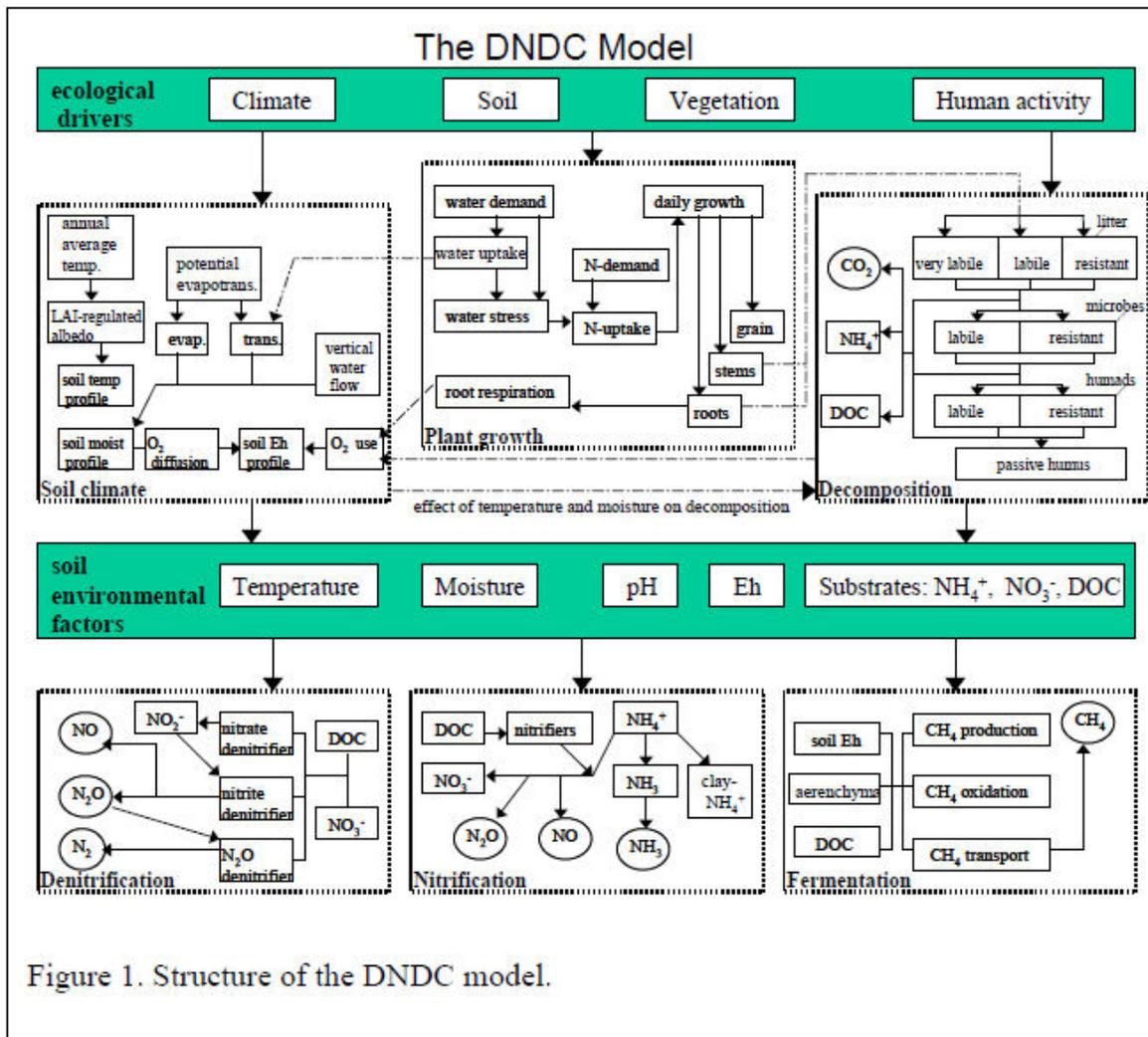


Figure 1. Structure of the DNDC model.

Figura 12 – Struttura logica del modello DNDC

Nelle diverse sezioni dei dati di input vengono richiesti dati relativi al Clima, dati relativi alle caratteristiche del Suolo, dati relativi alle Pratiche culturali:

dati relativi al **Clima**: vengono richiesti dati giornalieri con almeno temperatura media e precipitazioni,

dati relativi al **Suolo** (vedi maschera di input sottostante):

Figura 13 – Sezione dati input del modello DNDC

Alcuni parametri sono indispensabili, per altri viene comunque fornito un default. I parametri per i quali nelle elaborazioni del progetto è stato fornito il dato specifico aziendale, perché disponibile sulla base dei dati analitici ottenuti da CRPA, sono stati:

- uso del suolo, selezionabile fra: upland crop field, rice paddy field, moist grassland/pasture, dry grassland/Pasture, wetland, and tree plantation,
- tessitura,
- % argilla,
- densità apparente, in  $t/m^3$ ,
- pH,
- SOC nello strato più superficiale del suolo, in kgC/kg di suolo.

Dati relativi alle **Pratiche colturali**. Fra queste possono essere forniti dati di dettaglio per le seguenti sezioni:

Figura 14 – Sezione dati pratico colturali del modello DNDC

Nella sezione **Crop** vengono chiesti dati relativamente a:

- tipo di coltura (selezionabile fra 62 tipi previsti da DNDC),

- resa produttiva (ripartita fra grain, leaf, stem e root; viene proposto un default una volta fornito il dato per grain)
- data di semina e di raccolta

Nella sezione **Tillage** vengono richiesti dati sulla tipologia di lavorazioni e sulla data di effettuazione

Nella sezione **Fertilization** vengono richiesti dati sulle fertilizzazioni minerali

Nella sezione **Manure Amendment** vengono richiesti dati relativamente agli apporti di effluenti organici, indicando: n° di applicazioni, tipo, data di distribuzione, dose (kgC/ha), rapporto C/N, metodo di distribuzione. Per il rapporto C/N viene proposto un valore default, che è stato modificato quando era disponibile un dato aziendale.

Application	Month	Day	Type	Manure-C	C/N	Manure-N
1st	3	1	4	1190.000	9.000	132.222
2nd	5	13	4	480.000	9.000	53.333
3rd	9	30	4	710.000	9.000	78.889
4th	10	15	1	1560.000	17.000	91.765

Figura 15 – Sezione dati ammendanti organici del modello DNDC

Nella sezione **Irrigation** vengono richiesti dati sulla irrigazione con metodi di distribuzione con irrigatore o a manichetta

Nella sezione **Flooding** vengono richiesti dati relativamente alla irrigazione per sommersione/scorrimento, con dettaglio del numero di irrigazioni e della data di inizio e fine

La sezione **Plastic** si riferisce alle colture protette (non utilizzata)

Nella sezione **Grazing or cutting**, per il cutting vengono richiesti dati relativamente al n° di tagli, alle date di effettuazione, alla parte che viene sfalciata (grain, leaf, stem, root) e alla frazione % sfalciata (default = 80%).

Plastic | **Grazing or cutting**

Biomass cutting

Number of cuttings =

Cutting # =  <- Last Next ->

Month =  day =

Cut part  Grain  Leaf  Stem  Root

Cut fraction (0-1)

Figura 16 – Sezione dati gestione dei tagli del modello DNDC

I dati di input più rilevanti sono quelli relativi alle caratteristiche del suolo, alle rese produttive e agli apporti di carbonio organico, sia attraverso gli effluenti di allevamento che attraverso i residui colturali, questi ultimi condizionati a loro volta dalle rese produttive. Le caratteristiche del suolo sono state ricavate dai risultati analitici dei campioni di terreno raccolti presso le aziende (Pratofontana, Nuova Favale e Vecchia torre). I campioni sono stati prelevati ad una profondità di 25-30 cm, raccogliendone almeno 5 per ettaro e successivamente mescolati per ottenere un campione di circa 1 kg per ettaro.

Sulla base dei dati del monitoraggio del suolo (media delle 3 aziende) è stato simulato l'andamento del carbonio organico con le routinarie operazioni agronomiche realizzate su un prato stabile (medicaio invecchiato), successivamente, dopo 20 anni, ipotizzata una aratura. La figura 17 mostra come la gestione conservativa garantisca un incremento costante in termini di carbonio nel suolo (t C/ha). In realtà i dati bibliografici affermano che anche mantenendo il regime sodivo (permanent grassland) all'infinito, si raggiunga un plateau ed in relazione alle condizioni agronomiche, allo stato di ossigenazione del suolo, al profilo ed alla tessitura dello stesso, ogni suolo abbia una potenzialità massima di accumulo. I terreni della montagna sono meno resilienti e pertanto è opportuno una maggiore tutela, diventa pertanto strategica la conservazione dei soprassuoli erbacei permanenti che con specifici interventi di gestione (trasemine etc.) possono anche garantire produzioni quali-quantitative soddisfacenti per le realtà aziendali legate all'allevamento del bestiame da latte.

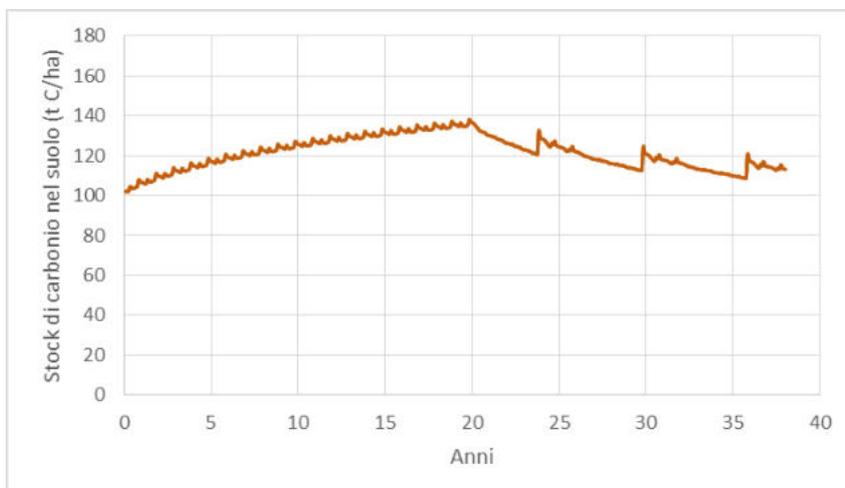


Figura 17 – Stima sequestro del SOC e rottura prato dopo 20 anni

Operazione culturale	CV	Consumo gasolio	Capacità di lavoro	Consumi ad ettaro	Impatti
		Litri/ora	Ha/ora	Litri/ora	CO2eq/ha
<b>Sistema convenzionale</b>					
Aratura	180	27,9	2,1	58,6	181
Fresatura	180	25,2	1,2	30,2	93
Rullatura	60	6,6	0,6	4,0	12
Semina	100	12,5	1,3	16,3	50
<b>Totale</b>				<b>109,1</b>	<b>336</b>
<b>Totale/4 anni</b>				<b>27,3</b>	<b>84</b>
<b>Sistema 'sodivo'</b>					
Trinciatura	120	15	0,9	13,5	42
Semina su sodo	140	18,6	1,3	24,1	74
<b>Totale</b>				<b>37,6</b>	<b>116</b>
<b>Totale su 4 anni</b>				<b>9,4</b>	<b>29</b>

Tabella 20 – Risultati di un teorico passaggio al regime 'sodivo' (50 % totale SAU azienda)

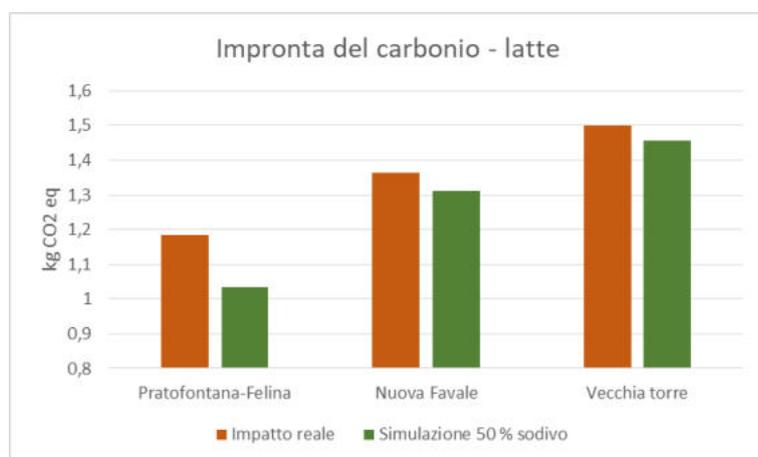


Figura 18 – Impronta della produzione del latte e simulazione con passaggio regime 'sodivo'

### Il costo di produzione del latte

Si è così proceduto ad una valutazione dei costi medi di produzione del latte e della redditività nelle 3 aziende partecipanti. Lo strumento utilizzato è stato il software Milk Money, un servizio internet sviluppato da CRPA che offre la possibilità di confrontare gli indici del proprio allevamento all'interno di un network di aziende che, in modo anonimo, condividono i parametri fondamentali del loro costo di produzione calcolati con la stessa metodologia.

Con un questionario sono così stati rilevati i dati delle aziende riguardo le modalità di utilizzo dei terreni agricoli, la consistenza della mandria, le compravendite delle produzioni animali, le razioni alimentari, l'efficienza tecnica dell'allevamento, le tipologie e superfici di fabbricati utilizzati per l'attività agricola, quali macchine sono utilizzate, la forza lavoro aziendale e i flussi di cassa.

## La metodologia

La metodologia di calcolo del costo del latte si è basata sulla rilevazione di dati tecnici ed economici tra i più facilmente accessibili a tecnici ed allevatori stessi. L'analisi successiva ha permesso di calcolare i costi di produzione diretti che, sommati ai costi dei fattori di produzione, hanno permesso di calcolare quanti costa ad ogni azienda produrre 100 kg di latte in un dato anno. I costi sono stati poi messi in relazione con i ricavi (prezzo del latte, contributi pubblici, altro) per valutare la redditività delle singole aziende.

L'elaborazione delle informazioni raccolte ha permesso di produrre dei report economici le tre aziende (Vecchia torre, Nuova Favale e Pratofontana) aziende, con le quali sono stati discussi per individuare eventuali correttivi atti a migliorare le proprie performance economiche. I più significativi di questi risultati sono riportati nelle prossime righe. I dati raccolti sono stati quelli del 2019 (tabellati) ed una media dell'ultimo quinquennio con la prevalente finalità di valutare i costi attribuibili alle spese veterinarie. Le caratteristiche tecniche di queste 3 aziende hanno evidenziato una media di vacche allevate pari a 48 per La Vecchia torre, 94 per Nuova Favale e 250 per la Vecchia torre, con una produzione media annua per vacca che va dai 6.405 kg (Vecchia torre) ai 8.235 kg (Pratofontana).

Il costo di produzione totale medio è stato, nel 2019, di 50,93 €/100 kg di latte per Pratofontana, mediamente 56,59 €/100 kg di latte per Nuova Favale e 57,93 €/100 kg di latte per Vecchia torre.

<b>Ragione sociale</b>	<b>Pratofontana</b>	
Anno	2019	
Destinazione del latte	Parmigiano Reggiano	
INDICATORE	Euro/100kg	%
<b>RICAVI</b>		
Valore latte prodotto	59,99	87,7
Ricavi carne	2,64	3,9
Contributi (riconducibili all'allevamento da latte)	2,92	4,3
Altri ricavi latte	2,84	4,2
<b>TOTALE RICAVI</b>	<b>68,38</b>	<b>100,0</b>
<b>ALTRI RICAVI</b>		
Altri contributi e premi	0,00	
Altri ricavi	0,02	
<b>TOTALE ALTRI RICAVI</b>	<b>0,02</b>	<b>100,0</b>
<b>COSTI DIRETTI</b>		

Mangimi acquistati	21,16	41,6
Foraggi acquistati	5,62	11,0
Materie prime produzione foraggi (sementi, fertilizzanti ecc)	1,15	2,3
Acquisto animali	0,00	0,0
Veterinario + Medicinali + inseminazioni	3,19	6,3
Energia (carburanti + elettricità)	1,18	2,3
Acqua (stalla + irrigazione foraggi)	0,39	0,8
Assicurazioni	0,56	1,1
Contoterzi	1,23	2,4
Manutenzione fabbricati	0,51	1,0
Manutenzione macchine	1,83	3,6
Imposte e tasse	0,19	0,4
Costo spandimento liquame	0,89	1,8
Costi specifici settore latte	1,73	3,4
Costi generali	2,09	4,1
<b>TOTALE COSTI DIRETTI</b>	<b>41,72</b>	<b>82,0</b>
<b>COSTO FATTORI DI PRODUZIONE</b>		
Ammortamento macchine	0,46	0,9
Ammortamento fabbricati	1,27	2,5
Costo terra in proprietà	0,87	1,7
Costo terra non in proprietà	0,35	0,7
Costo lavoro familiare + contributi e SCAU	0,00	0,0
Costo lavoro dipendente	5,40	10,6
Interessi capitale agrario	0,44	0,9
Interessi capitale anticipazione	0,39	0,8
<b>TOTALE COSTO FATTORI DI PRODUZIONE</b>	<b>9,18</b>	<b>18,0</b>
<b>COSTO DI PRODUZIONE TOTALE</b>	<b>50,93</b>	<b>100,0</b>
<b>COSTO NETTO DI PRODUZIONE</b>	<b>42,51</b>	
<b>PROFITTO</b>	<b>17,47</b>	
<b>REDDITO FAMILIARE</b>	<b>18,78</b>	

REMUNERAZIONE ORARIA (Euro/h)	0,00
PUNTO DI PAREGGIO	47,86
INDICE	
INDICI TECNICI	
Vacche numero	370
Razza	Frisona
Produzione latte per vacca (kg/capo)	
Produzione totale latte in kg	2.058.750
Superficie totale (ha)	110
Superficie settore latte (ha)	100
Contenuto in grasso %	3,61
Contenuto in proteine %	2,79
Vacche per ettaro foraggiere (capi/ha)	3,36
Superficie in affitto (ha)	35
Produttività del lavoro (kg latte/h)	-
Età primo parto (mesi)	22
Interparto (giorni)	376
Numero medio di parti	2,00

Tabella 21: costo di produzione del latte azienda Pratofontana

<b>Ragione sociale</b>	<b>Nuova Favale</b>	
Anno	2019	
Destinazione del latte	Parmigiano Reggiano	
INDICATORE	Euro/100kg	%
RICAVI		
Valore latte prodotto	77,24	89,6
Ricavi carne	2,64	3,1
Contributi (riconducibili all'allevamento da latte)	3,10	3,6

Altri ricavi latte	3,26	3,8
<b>TOTALE RICAVI</b>	<b>86,23</b>	<b>100,0</b>
<b>ALTRI RICAVI</b>		
Altri contributi e premi	0,00	
Altri ricavi	0,02	
<b>TOTALE ALTRI RICAVI</b>	<b>0,02</b>	<b>100,0</b>
<b>COSTI DIRETTI</b>		
Mangimi acquistati	25,16	44,6
Foraggi acquistati	5,73	10,1
Materie prime produzione foraggi (sementi, fertilizzanti ecc)	1,29	2,3
Acquisto animali	0,00	0,0
Veterinario + Medicinali + inseminazioni	3,39	6,0
Energia (carburanti + elettricità)	2,61	4,6
Acqua (stalla + irrigazione foraggi)	0,43	0,8
Assicurazioni	0,63	1,1
Contoterzi	1,38	2,4
Manutenzione fabbricati	0,57	1,0
Manutenzione macchine	2,04	3,6
Imposte e tasse	0,21	0,4
Costo spandimento liquame	1,00	1,8
Costi specifici settore latte	1,78	3,1
Costi generali	0,24	0,4
<b>TOTALE COSTI DIRETTI</b>	<b>46,45</b>	<b>82,3</b>
<b>COSTO FATTORI DI PRODUZIONE</b>		
Ammortamento macchine	0,32	0,6
Ammortamento fabbricati	1,60	2,8
Costo terra in proprietà	0,43	0,8
Costo terra non in proprietà	0,39	0,7
Costo lavoro familiare + contributi e SCAU	0,00	0,0
Costo lavoro dipendente	6,34	11,2

Interessi capitale agrario	0,48	0,8
Interessi capitale anticipazione	0,43	0,8
TOTALE COSTO FATTORI DI PRODUZIONE	10,00	17,7
<b>COSTO DI PRODUZIONE TOTALE</b>	<b>56,59</b>	<b>100,0</b>
COSTO NETTO DI PRODUZIONE	47,45	
PROFITTO	29,78	
REDDITO FAMILIARE	30,69	
REMUNERAZIONE ORARIA (Euro/h)	0,00	
PUNTO DI PAREGGIO	53,62	

INDICE	VALORE
INDICI TECNICI	
Vacche numero	150
Razza	Frisona
Produzione latte per vacca (kg/capo)	7.625
Produzione totale latte in kg	1.143.750
Superficie totale (ha)	40
Superficie settore latte (ha)	37
Contenuto in grasso %	3,40
Contenuto in proteine %	3,50
Vacche per ettaro foraggere (capi/ha)	2,35
Superficie in affitto (ha)	12
Produttività del lavoro (kg latte/h)	-
Età primo parto (mesi)	24
Interparto (giorni)	397
Numero medio di parti	2,60

*Tabella 22: costo di produzione del latte azienda Nuova Favale*

<b>Ragione sociale</b>	<b>Vecchia torre</b>
Anno	2019

Destinazione del latte		Parmigiano Reggiano	
INDICATORE	Euro/100kg	%	
<b>RICAVI</b>			
Valore latte prodotto	77,24	89,6	
Ricavi carne	2,64	3,1	
Contributi (riconducibili all'allevamento da latte)	3,10	3,6	
Altri ricavi latte	3,26	3,8	
<b>TOTALE RICAVI</b>	<b>86,23</b>	<b>100,0</b>	
<b>ALTRI RICAVI</b>			
Altri contributi e premi	0,00		
Altri ricavi	0,02		
<b>TOTALE ALTRI RICAVI</b>	<b>0,02</b>	<b>100,0</b>	
<b>COSTI DIRETTI</b>			
Mangimi acquistati	25,16	44,6	
Foraggi acquistati	5,73	10,1	
Materie prime produzione foraggi (sementi, fertilizzanti ecc)	1,29	2,3	
Acquisto animali	0,00	0,0	
Veterinario + Medicinali + inseminazioni	3,39	6,0	
Energia (carburanti + elettricità)	2,61	4,6	
Acqua (stalla + irrigazione foraggi)	0,43	0,8	
Assicurazioni	0,63	1,1	
Contoterzi	1,38	2,4	
Manutenzione fabbricati	0,57	1,0	
Manutenzione macchine	2,04	3,6	
Imposte e tasse	0,21	0,4	
Costo spandimento liquame	1,00	1,8	
Costi specifici settore latte	1,78	3,1	
Costi generali	0,24	0,4	
<b>TOTALE COSTI DIRETTI</b>	<b>46,45</b>	<b>82,3</b>	

COSTO FATTORI DI PRODUZIONE		
Ammortamento macchine	0,32	0,6
Ammortamento fabbricati	1,60	2,8
Costo terra in proprietà	0,43	0,8
Costo terra non in proprietà	0,39	0,7
Costo lavoro familiare + contributi e SCAU	0,00	0,0
Costo lavoro dipendente	6,34	11,2
Interessi capitale agrario	0,48	0,8
Interessi capitale anticipazione	0,43	0,8
TOTALE COSTO FATTORI DI PRODUZIONE	10,00	17,7
<b>COSTO DI PRODUZIONE TOTALE</b>	<b>57,93</b>	<b>100,0</b>
COSTO NETTO DI PRODUZIONE	47,45	
PROFITTO	29,78	
REDDITO FAMILIARE	30,69	
REMUNERAZIONE ORARIA (Euro/h)	0,00	
PUNTO DI PAREGGIO	53,62	
INDICE	VALORE	
INDICI TECNICI		
Vacche numero	65	
Razza	Frisona	
Produzione latte per vacca (kg/capo)	6.405	
Produzione totale latte in kg	1.953.525	
Superficie totale (ha)	20	
Superficie settore latte (ha)	10	
Contenuto in grasso %	3,42	
Contenuto in proteine %	3,53	
Vacche per ettaro foraggere (capi/ha)	3,25	
Superficie in affitto (ha)		
Produttività del lavoro (kg latte/h)	-	

Età primo parto (mesi)	25
Interparto (giorni)	397
Numero medio di parti	2,60

*Tabella 23: costo di produzione del latte azienda Vecchia torre*

## **AZIONE DI FORMAZIONE**

La proposta ha inteso dare strumenti necessari per aumentare la capacità dell'imprenditore agricolo nel comprendere i fattori che incidono sulle dinamiche di evoluzione dei composti organici presenti nel terreno, di origine sia animale che vegetale (SOM) e del relativo contenuto di carbonio organico (TOC). La formazione punta a fornire informazioni utili sulle corrette tecniche di gestione aziendale finalizzate all'incremento o al mantenimento della sostanza organica e del carbonio organico nei suoli agricoli.

Gli incontri formativi (coaching) hanno permesso il confronto con la realtà dell'agricoltore/imprenditore e l'approfondimento di metodi gestione della SOM e del TOC, anche in relazione ai risultati del piano di innovazione.

Nonostante il momento di emergenza sanitaria appena possibile si è cercato di proporre un calendario di incontri condiviso e compatibile con gli impegni in campagna. Sono stati organizzati 2 incontri individuali per singola azienda agricola/partecipante, raggruppati nelle giornate del 12,18,20 novembre e 2 dicembre 2020, consegnato il materiale didattico e durante l'ultimo incontro effettuato un test di apprendimento e approfondimento.

Il coaching è stato articolato in due moduli:

1-Evoluzione della sostanza organica (SOM) e del carbonio organico (TOC) nei suoli agricoli: si è inteso incentivare la conoscenza e sensibilità alla sostenibilità ambientale per mezzo di pratiche agronomiche, offrendo competenze tecniche per affrontare la problematica della ridotta fertilità del terreno e ruolo, importanza della sostanza organica e del carbonio organico. A tal fine si sono contestualizzati punti di forza e criticità del sistema emiliano-romagnolo.

2-Tecniche di gestione per il mantenimento della sostanza organica e del carbonio: coinvolgimento nell'utilizzazione dei principali strumenti attualmente disponibili quali impiego delle rotazioni colturali approfondendo in particolare gli aspetti cogenti ed opportunità, le tecniche di lavorazione, la gestione dei reflui zootecnici, impiego e rapporto dei fertilizzanti di sintesi nella gestione, come si effettuano campionamenti e quali analisi rapide sono oggi disponibili e focus su quanto effettuato in tal senso nel corso del progetto con importante focus sulla situazione aziendale fornendo elementi di valutazione e strategie di miglioramento.

## **AZIONE DI DIVULGAZIONE**

L'azione di divulgazione dei risultati rivolta a imprenditori agricoli di aziende bovine da latte per Parmigiano Reggiano, nell'ultimo anno di attività del progetto ha condiviso tutte le iniziative realizzate e i suoi risultati sul sito web dedicato (<http://carboniodimontagna.crupa.it>). Le statistiche di registrazione e gestione dei contatti hanno evidenziato un accesso al sito dal 01/04/2019 da parte di n. 280 utenti, con n. 408 sessioni aperte e una media 3,41 pagine visualizzate durante ogni sessione. L'83,7 % dei visitatori ha avuto accesso da desktop, il 15,5 % da mobile, mentre il restante 0,8% da tablet.

Tra il materiale divulgativo previsto, si è mandato in stampa un roll up, già predisposto e citato nel rendiconto intermedio. Inoltre, nel dicembre 2020 si è realizzato un fascicolo come manuale pratico per la valorizzazione della sostanza organica da reflui zootecnici.

Oltre a quelli previsti sono stati realizzati e pubblicati n. 2 ulteriori articoli tecnico/divulgativi (per un totale di n. 4 articoli nel corso del progetto):

- Articolo pubblicato sulla rivista Agronomy 2020 “Combined Effects of Dewatering, Composting and Pelletting to Valorize and Delocalize Livestock Manure, Improving Agricultural Sustainability” a cura di Domenico Ronga, Maria Teresa Pacchioli, Aldo Dal Prà – Crpa, Paolo Mantovi – FCSR, Andrea Pulvirenti, Francesco Bigi – Dipartimento di Scienze Università di Modena e Reggio, Giulio Allesina – Dipartimento di ingegneria “Enzo Ferrari” Università di Modena e Reggio, Aldo Tava – CREA;
- Articolo pubblicato su rivista Informatore Zootecnico n. 12-2019 “Per la fertilità dei suoli di montagna l’opportunità delle nuove foraggere” a cura di Aldo Dal Prà – Crpa e Roberto Davolio – FCSR.

Realizzazione di un servizio Tv con riprese effettuate in una delle tre aziende partner di progetto e andato in onda su emittente TRC all’interno della rubrica di Agricoltura “A Cielo Aperto” il 14-15 novembre 2020. Produzione di un videoclip del progetto con immagini del servizio televisivo ([http://carboniodimontagna.crpa.it/nqcontent.cfm?a\\_id=21658](http://carboniodimontagna.crpa.it/nqcontent.cfm?a_id=21658)).

Invio Comunicato Stampa n. 2, il 18 dicembre 2020, tramite newsletter CrpaInforma n. 21/2020, a giornalisti e addetti alla comunicazione per informare della conclusione positiva del progetto.

Realizzazione del convegno finale in modalità webinar il 18 dicembre 2020; durante questo evento si è realizzata una visita virtuale con visione del videoclip realizzato dopo il servizio TV. Spedizione invito tramite newsletter CrpaInforma n. 20 del 11/12/21. L’evento ha avuto n. 25 partecipanti.

Di seguito le presentazioni dei relatori:

- “La zootecnia nella montagna reggiana: ipotesi di filiera del carbonio organico” di Paolo Mantovi, Roberto Davolio (Fondazione CRPA Studi Ricerche) - Giuseppe Moscatelli (CRPA Centro Ricerche Produzioni Animali);
- “Il compostaggio semplificato degli effluenti zootecnici” di Domenico Ronga, Dipartimento di Farmacia dell’Università degli Studi di Salerno;
- “I risultati delle prove agronomiche” di A. Dal Prà, R. Davolio, F. Ruozi, M. Giavelli.

Diffusione degli eventi tramite social Twitter, in particolare in occasione de convegno finale:

<https://twitter.com/crpasocial/status/1338492037792927748?s=20>

Partecipazione a Evento Live 2019 - Fieragricoltura promuove la sostenibilità e l'economia circolare" il 14 giugno 2019 presso C.I.L.A. evento in campo organizzato da Fieragricola a Novellara (RE).

Nel corso del workshop tecnico “Tattiche di economia circolare nella zootecnia da latte” Aldo Dal Prà - Crpa ha presentato la relazione “Economia circolare nella zootecnia da latte: il passaggio dal campo alla stalla”, con le esperienze del progetto Carbonio di Montagna.

Sono stati effettuati due incontri tecnici con studenti, uno in presenza il 17/04/2019 e l’altro, causa emergenza sanitaria per rischio Covid-19, si è optato per la realizzazione di una visita guidata virtuale, in concomitanza del convegno finale in modalità webinar, allo scopo di ovviare all’impossibilità di realizzare un evento in presenza per gli impedimenti dovuti all’emergenza COVID-19.