

AVVISI PUBBLICI REGIONALI DI ATTUAZIONE PER L'ANNO 2017 DEL TIPO DI OPERAZIONE 16.1.01 "GRUPPI OPERATIVI DEL PEI PER LA PRODUTTIVITÀ E LA SOSTENIBILITÀ DELL'AGRICOLTURA", SOTTOMISURA 16.1 "SOSTEGNO PER LA COSTITUZIONE E LA GESTIONE DEI GRUPPI OPERATIVI DEL PEI IN MATERIA DI PRODUTTIVITÀ E SOSTENIBILITÀ DELL'AGRICOLTURA".

FOCUS AREA 5D DGR N. 2376 DEL 27 FEBBRAIO 2017

RELAZIONE TECNICA INTERMEDIA x FINALE

DOMANDA DI SOSTEGNO 5015533

DOMANDA DI PAGAMENTO 5234513

FOCUS AREA: 5D

Titolo Piano	MILKGAS - Strumenti di valutazione delle azioni di riduzione delle emissioni negli allevamenti bovini da latte
Ragione sociale del proponente (soggetto mandatario)	Centro Ricerche Produzioni Animali – CRPA SPA
Elenco partner del Gruppo Operativo	Centro Ricerche Produzioni Animali – CRPA Spa (CRPA) Biondi Bruno, Fabrizio e Giuseppe Società agricola s.s. (BIONDI) Azienda Agricola Castagnetti di Castagnetti Bruno e Livio Società Agricola s.s. (CASTAGNETTI) Azienda Agricola Simonazzi Aurelio, Ernesto e Landini Mirte Società Agricola s.s. (SIMONAZZI)

Durata originariamente prevista del progetto (in mesi)	36
Data inizio attività	21/08/2017
Data termine attività (incluse eventuali proroghe già concesse)	21/02/2021

Relazione relativa al periodo di attività dal	21/08/2017	21/02/2021
Data rilascio relazione	16/4/21	

Autore della relazione	Paolo Rossi		
telefono		email	p.rossi@crpa.it

Sommario

1 - Descrizione dello stato di avanzamento del Piano.....	3
1.1 Stato di avanzamento delle azioni previste nel Piano.....	4
2 - Descrizione per singola azione	5
2.1 Attività e risultati	5
2.2 Personale	13
2.3 Trasferte	14
2.4 Materiale consumabile.....	14
2.5 Spese per materiale durevole e attrezzature	14
2.6 Materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi.....	14
2.7 Attività di formazione	15
2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi.....	15
3 - Criticità incontrate durante la realizzazione dell'attività	16
4 - Altre informazioni.....	16
5 - Considerazioni finali	16
6 - Relazione tecnica.....	17

1 - Descrizione dello stato di avanzamento del Piano

Descrivere brevemente il quadro di insieme relativo alla realizzazione del piano

Oggetto dell'intervento è lo strumento di calcolo per l'individuazione delle migliori tecniche applicabili in azienda per ridurre le emissioni.

Scopo del piano è sviluppare un innovativo strumento di supporto decisionale che permetta agli allevatori e ai tecnici del settore di valutare in modo più informato, attraverso conoscenze condivise, lo stato di fatto aziendale relativo al livello di emissioni in atmosfera e gli interventi migliorativi che meglio possono adattarsi alle specifiche realtà aziendali. Per questo motivo, inoltre, il GO ha previsto la messa a punto di uno strumento di supporto decisionale che permetta agli allevatori e ai tecnici del settore bovino di valutare lo stato di fatto aziendale rispetto i livelli di emissioni in atmosfera e gli interventi migliorativi da adottare specifici per ciascuna azienda. Inoltre, attraverso il GO, è stato possibile validare alcune soluzioni tecniche e gestionali relative alla rimozione degli effluenti e al controllo ambientale nelle stalle.

Tutte le attività previste dal Piano sono state realizzate:

- indagine preliminare presso allevamenti bovini da latte in area Parmigiano-Reggiano finalizzata a raccogliere informazioni sulle tecniche che impattano sul livello di emissioni di GHG e ammoniaca negli allevamenti (Azione 0)
- stima del livello delle emissioni del comparto bovino da latte regionale (Azione 1) attraverso:
 - analisi di dati statistici regionali relativi al comparto bovino da latte;
 - definizione dei principali elementi che caratterizzano le aziende regionali dal punto di vista strutturale, impiantistico e gestionale;
 - definizione dei valori di riferimento europei relativi alle emissioni di ammoniaca e GHG del comparto bovino;
- verifica dell'effetto di tecnologie innovative e/o modalità operative sul livello di emissioni delle stalle (Azione 2) attraverso:
 - caratterizzazione tecnica produttiva e economica delle aziende;
 - rilievi in campo delle emissioni di ammoniaca e GHG;
 - calcolo dei costi della tecnologia valutata e dei costi di produzione allo stato di progetto;
- realizzazione di un tool di calcolo destinato alla valutazione delle emissioni di ammoniaca e GHG (Azione 3);
- stima, su scala regionale, della riduzione potenziale di emissioni dal comparto bovino da latte attraverso l'applicazione di tecnologie di mitigazione (Azione 4);
- attività di divulgazione.

Il progetto ha subito una modifica tecnica, ma non economica, nell'azione 3. La modifica e le motivazioni sono richiamate al punto 2.1 di questa relazione.

Inoltre, nonostante nel progetto non fossero previste attività relative alle tecniche gestionale degli allevamenti che possono impattare sul livello di emissioni, il gruppo di lavoro ha ritenuto importante valutare questo aspetto, svolgendo quindi un'attività aggiuntiva, come si cita al punto 2.1.

1.1 Stato di avanzamento delle azioni previste nel Piano

Azione	Unità aziendale responsabile	Tipologia attività	Mese inizio attività previsto	Mese inizio attività effettivo	Mese termine attività previsto	Mese termine attività effettivo
Azione Cooperazione	CRPA, BIONDI, CASTAGNETTI, SIMONAZZI	Esercizio della cooperazione	1	36	1	42
Azione 0	CRPA	Studi necessari alla realizzazione del piano	1	12	1	12
Azione 1	CRPA	Stima emissioni	10	15	12	42
Azione 2	CRPA, BIONDI, CASTAGNETTI, SIMONAZZI	Valutazione di tecniche innovative di mitigazione	10	30	15	42
Azione 3	CRPA	Strumento di supporto decisionale (tool)	21	33	25	42
Azione 4	CRPA	Quantificazione riduzione emissioni a livello regionale	30	36	30	42
Divulgazione	CRPA, BIONDI, CASTAGNETTI, SIMONAZZI	Divulgazione	1	36	1	42

2 - Descrizione per singola azione

2.1 Attività e risultati

Azione Cooperazione	ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE
Unità aziendale responsabile	Centro Ricerche Produzioni Animali - CRPA Spa Biondi Bruno, Fabrizio e Giuseppe Società agricola s.s.; Azienda Agricola Castagnetti di Castagnetti Bruno e Livio Società Agricola s.s.; Azienda Agricola Simonazzi Aurelio, Ernesto e Landini Mirte Società Agricola s.s.
Descrizione delle attività	<p>Il Gruppo Operativo Milkgas ha confermato alla Regione l'interesse alla realizzazione del Piano e si è costituito in forma di ATS con atto notarile registrato in Reggio Emilia in data 27 settembre 2017, numero 13059.</p> <p>Il kick-off meeting del Piano si è tenuto in data 19 dicembre 2017 presso la sede di CRPA, successivamente alla costituzione in ATS, per poter portare avanti le attività tecniche in modo concordato e nei tempi programmati. In questa occasione è stato formato il gruppi di lavoro del Piano e assegnati ruoli e responsabilità a ciascun partner come previsto nel Piano approvato.</p> <p>In seguito, gli incontri sono stati svolti più volte presso le singole aziende partner, in occasione dei numerosi sopralluoghi del capofila per verifiche tecniche e gestionali. Le riunioni del comitato del Piano sono servite per:</p> <ul style="list-style-type: none">- il monitoraggio e il controllo tecnico;- il monitoraggio e il controllo amministrativo e finanziario. <p>Le attività di project management sono state svolte da CRPA, verificando il corretto svolgimento delle attività del Piano, seguendo le comunicazioni che riguardano la sua gestione, i passaggi di informazioni, la programmazione e la gestione delle attività di divulgazione/informazione. Tali attività sono state supportate dal sistema di gestione della qualità (SGQ) di CRPA, conforme alla norma ISO 9001:2008.</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<i>Il piano di lavoro non si è discostato dagli obiettivi previsti e non si segnalano scostamenti dal progetto originario né particolari criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività.</i>
Attività ancora da realizzare	<i>Nessuna.</i>

Azione 0	STUDI NECESSARI ALLA REALIZZAZIONE DEL PIANO
Unità aziendale responsabile	Centro Ricerche Produzioni Animali - CRPA Spa
Descrizione delle attività	<p><i>Questa azione ha previsto un'indagine preliminare finalizzata alla raccolta di informazioni attendibili e aggiornate sulle tecniche che impattano sul livello di emissioni di GHG e ammoniaca negli allevamenti bovini da latte. La prima attività ha previsto la predisposizione del questionario mediante il quale sono state raccolte le seguenti informazioni:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>tecniche di stabulazioni e caratteristiche costruttive delle stalle con particolare riferimento alla zona di riposo, corsie e pavimenti;</i> - <i>tipologie di impianti e modalità operative previste per l'allontanamento degli effluenti dai ricoveri e per il trasferimento alle strutture di stoccaggio;</i> - <i>impianti per il controllo ambientale, con particolare riferimento ai sistemi adottati per la ventilazione estiva di soccorso, per la limitazione dello stress termico;</i> - <i>strutture di stoccaggio e impianti di trattamento;</i> - <i>modalità operative e macchine impiegate per la distribuzione degli effluenti sui terreni.</i> <p><i>Il questionario è stato testato e validato e successivamente utilizzato nell'attività di rilievo presso le aziende campione.</i></p> <p><i>Questa azione ha previsto il coinvolgimento di 126 aziende, pari al 3% del totale delle aziende regionali distribuite prevalentemente nelle provincie di Parma, Reggio Emilia e Modena.</i></p> <p><i>I risultati di questa Azione sono riportati nell'Allegato 1.</i></p> <p><i>Il questionario aziendale utilizzato e riportato nell'Allegato 2.</i></p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p><i>L'attività prevista nell'Azione 0 è stata portata a termine senza scostamenti rilevanti rispetto al progetto originale. Il personale CRPA, appositamente formato, ha provveduto alla somministrazione di 121 questionari ad allevatori di bovine da latte nelle provincie di Parma, Reggio Emilia e Modena. Poiché in 5 questionari sono state riscontrate alcune incongruità, questi non sono stati inclusi in fase di analisi ed elaborazione dei dati. Inoltre, il questionario è stato impostato in modo tale da permettere, nel caso in cui in azienda ci fossero 2 o più stalle principali delle vacche, la compilazione di almeno 2 schede stalla, con il risultato che, sebbene le aziende utili siano state 121, le stalle per le vacche rilevate sono state 139.</i></p> <p><i>In generale, il piano di lavoro non si è discostato dagli obiettivi previsti.</i></p>
Attività ancora da realizzare	Nessuna.

Azione 1	STIMA EMISSIONI
Unità aziendale responsabile	Centro Ricerche Produzioni Animali - CRPA Spa
Descrizione delle attività	<p><i>Questa azione ha previsto di stimare il livello delle emissioni del comparto bovino da latte regionale, definendo un punto di partenza aggiornato allo stato di fatto.</i></p> <p><i>Inizialmente la stima è stata formulata sulla base dei dati relativi alle strutture, agli impianti e alla gestione degli allevamenti, scaturiti dallo studio preliminari e dalla bibliografia.</i></p> <p><i>L'Azione ha previsto le seguenti attività:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>- analisi dei dati statistici regionali relativi al comparto bovino da latte (BDN) in modo da definire un quadro di riferimento attuale in termini di consistenza del patrimonio zootecnico;</i> <i>- definizione dei principali elementi che caratterizzano le aziende in termini di strutture, impianti e organizzazione;</i> <i>- definizione dei valori di riferimento europei relativi alle emissioni di ammoniaca e GHG del comparto bovino;</i> <i>- stima delle emissioni regionali mediante lo strumento Bat-Tool Plus.</i> <p><i>I risultati di questa Azione sono riportati nell'Allegato 1.</i></p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p><i>Il piano di lavoro non si è discostato dagli obiettivi previsti e non si segnalano scostamenti dal progetto originario né particolari criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività.</i></p>
Attività ancora da realizzare	<p><i>Nessuna.</i></p>

Azione 2	VALUTAZIONE DI TECNICHE INNOVATIVE DI MITIGAZIONE
Unità aziendale responsabile	Centro Ricerche Produzioni Animali - CRPA Spa Biondi Bruno, Fabrizio e Giuseppe Società agricola s.s.; Azienda Agricola Castagnetti di Castagnetti Bruno e Livio Società Agricola s.s.; Azienda Agricola Simonazzi Aurelio, Ernesto e Landini Mirte Società Agricola s.s.
Descrizione delle attività	<p><i>Questa azione ha previsto la verifica di alcune tecnologie innovative e modalità operative sul livello di emissione delle stalle, operando misure dirette negli allevamenti d'allevamento, in determinate condizioni.</i></p> <p><i>Le tecniche sottoposte a valutazione sono state:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - ventilatori ad asse di rotazione verticale (elicotteri); - raschiatori meccanici per la pulizia delle corsie di alimentazione e di smistamento delle stalle. <p><i>In primo luogo, è stata prevista la raccolta dei dati necessari alla caratterizzazione tecnica, produttiva e economica delle aziende partner del GO. Per la valutazione economica ci si è serviti dello strumento Milk Money, attraverso cui è possibile ottenere i costi di produzione del latte delle aziende.</i></p> <p><i>Successivamente sono stati eseguiti rilievi in campo delle emissioni di ammoniaca e GHG (CH₄, N₂O e CO₂) dalle zone di riposo e dalle superfici pulite con raschiatore.</i></p> <p><i>Sulla base dei rilievi in campo sono stati calcolati gli effetti della specifica tecnica di mitigazione (ventilatori e raschiatori), rappresentati dalla differenza di emissioni fra test e controllo.</i></p> <p><i>In particolare, nel caso dei ventilatori la condizione test era rappresentata dal funzionamento di questi in specifiche condizioni climatiche, mentre la condizione controllo era il non funzionamento di questi nelle medesime condizioni climatiche.</i></p> <p><i>Per quanto riguarda i raschiatori invece le due condizioni erano:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - passaggio dei raschiatori in 5 momenti della giornata; - passaggio dei raschiatori in 3 momenti della giornata (controllo). <p><i>Inoltre, l'Azione ha previsto il calcolo dell'extra costo per la tecnologia valutata e il costo di produzione del latte allo stato di progetto.</i></p> <p><i>I risultati di questa Azione sono riportati nell'Allegato 1.</i></p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p><i>Le attività previste nell'Azione 2 sono state portate a termine senza scostamenti rispetto al progetto originario, ma si segnala un'attività aggiuntiva, non prevista dal Piano originale, relativa all'effetto di talune tecniche gestionali degli allevamenti sul livello di emissioni ammoniacali.</i></p> <p><i>Non si segnalano particolari criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività.</i></p> <p><i>Il piano di lavoro non si è discostato dagli obiettivi previsti.</i></p>
Attività ancora da realizzare	Nessuna.

Azione 3	STRUMENTI DI SUPPORTO DECISIONALE (TOOL)
Unità aziendale responsabile	Centro Ricerche Produzioni Animali - CRPA Spa
Descrizione delle attività	<p><i>Questa azione ha previsto la realizzazione di un software destinato alla valutazione delle emissioni di ammoniaca degli allevamenti bovini da latte che permette l'autovalutazione dello stato di fatto aziendale e la valutazione degli effetti mitigatori di tecniche che possono essere implementate in azienda.</i></p> <p><i>I risultati di questa Azione sono riportati nell'Allegato 1.</i></p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p><i>Le attività previste nell'Azione 3 sono state portate a termine con il seguente scostamento rispetto al progetto originario:</i></p> <p><i>- creazione del tool Milkgas come applicativo collegato allo strumento di supporto decisionale Bat-Tool Plus, messo a punto da CRPA nell'ambito del progetto Life integrato PREPAIR.</i></p> <p><i>A differenza di quanto previsto dal progetto, non è stato creato un software nuovo e a se stante, ma è stata sfruttata l'opportunità della presenza di uno strumento di supporto decisionale già presente. Questo non ha inficiato sulle attività previste nell'Azione 3 in quanto è stata comunque prevista la realizzazione del Milkgas-Tool, anzi ha apportato il vantaggio di avere un solo strumento in grado di fare più valutazioni, tra cui anche quella economica relativa ad azioni di miglioramento.</i></p> <p><i>In generale, il piano di lavoro non si è discostato dagli obiettivi previsti.</i></p>
Attività ancora da realizzare	Nessuna.

Azione 4	QUANTIFICAZIONE RIDUZIONE EMISSIONI A LIVELLO REGIONALE
Unità aziendale responsabile	Centro Ricerche Produzioni Animali - CRPA Spa
Descrizione delle attività	<p><i>Questa azione ha previsto di stimare, su scala regionale, la riduzione potenziale di emissioni dal comparto bovino da latte.</i></p> <p><i>A questo scopo sono stati definiti 3 scenari differenti che fanno riferimento alla diffusione di alcune tecniche di mitigazione e alle aree di intervento quali stalla, stoccaggio degli effluenti e spandimento degli effluenti.</i></p> <p><i>Le principali tecniche considerate sono:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>- stalla: rimozione frequente delle deiezioni, raffrescamento, isolamento della copertura;</i> <i>- stoccaggio: coperture rigide o galleggianti dei contenitori di materiale non palabile e palabile;</i> <i>- spandimento: carro botte dotato di tubi in bande (distribuzione rasoterra) o con apparato interrattore.</i> <p><i>Per ogni scenario è stato calcolato il potenziale di riduzione delle emissioni.</i></p> <p><i>I risultati di questa Azione sono riportati nell'Allegato 1.</i></p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p><i>Le attività previste nell'Azione 4 sono state portate a termine senza scostamenti rispetto al progetto originario, non si segnalano particolari criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività.</i></p> <p><i>Il piano di lavoro non si è discostato dagli obiettivi previsti.</i></p>
Attività ancora da realizzare	<i>Nessuna.</i>

Azione Divulgazione	DIVULGAZIONE
Unità aziendale responsabile	Centro Ricerche Produzioni Animali - CRPA Spa Biondi Bruno, Fabrizio e Giuseppe Società agricola s.s.; Azienda Agricola Castagnetti di Castagnetti Bruno e Livio Società Agricola s.s.; Azienda Agricola Simonazzi Aurelio, Ernesto e Landini Mirte Società Agricola s.s.
Descrizione delle attività	<p>Nel corso di tutta la durata del Piano, sono state realizzate attività di informazione, comunicazione e trasferimento dei risultati in concerto con gli altri componenti del GO MILKGAS.</p> <p>In partenza si è ideata e progettata l'immagine grafica coordinate, utilizzata in seguito per tutti gli strumenti di comunicazione e le iniziative intraprese. Predisposizione di una mailing list di progetto, tramite piattaforma aziendale CRM, comprensiva di allevatori, tecnici, veterinari, funzionari pubblici, ricercatori e fornitori di tecnologie.</p> <p>E' stato realizzato un sito internet dedicato al piano nel dominio di CRPA (http://milkgas.crpa.it). Il sito si compone di una home page con carosello e news in primo piano e diverse sezioni tra cui "chi siamo", "progetto", "blog", "documenti", "area stampa", "contatti". Il sito è stato implementato in corso d'opera con informazioni su tutte le iniziative realizzate nell'ambito del progetto e con il materiale prodotto. Sono state attivate le statistiche di registrazione e gestione dei contatti, che hanno evidenziato dal 06/02/2019 al 20/02/2021 un accesso al sito da parte di n. 383 utenti per n. 499 visite totali al sito, con una media 3,25 pagine visualizzate durante ogni sessione. I visitatori ha avuto accesso per l'83,8% da desktop, il 13,3% da mobile, mentre il restante 3,4% da tablet.</p> <p>Partendo dall'impostazione grafica già realizzata, sono stati progettati e realizzati i seguenti prodotti divulgativi: cartelline personalizzate per progetto e un roll up (http://milkgas.crpa.it/media/documents/milkgas_www/MKG_rollup_004_LQ-RGB.pdf?v=20201106), realizzati all'inizio del Piano da utilizzarsi durante tutti gli eventi, mentre a conclusione del progetto è stato stampato in 500 copie un opuscolo con i risultati emersi nel corso delle attività.</p> <p>Sono stati scritti ed inviati n. 2 Comunicati stampa a giornalisti ed addetti alla comunicazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comunicato stampa-1 "MILKGAS, gli allevamenti da latte dell'Emilia Romagna si alleano con la ricerca per ridurre le emissioni di ammoniaca e gas serra" inviato il 20 marzo 2019; • Comunicato stampa-2, come invito al webinar del convegno finale spedito tramite newsletter CrpaInforma-4/2021. <p>Sono stati realizzati e pubblicati n. 2 Articoli tecnico/divulgativi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • "Un progetto per valutare le emissioni negli allevamenti di bovine (da latte)" a cura di Paolo Rossi - CRPA, pubblicato su rivista Agrimpresa, luglio 2019; • "La diffusione delle tecniche di diffusione delle deiezioni" a cura di Paolo Rossi e Ambra Motta - CRPA, pubblicato su L'Informatore Zootecnico n. 20-2020 nel Dossier/Nuovi spunti dalla Ricerca. <p>Sono stati predisposte e inviate n. 4 Newsletter, per informare sulle fasi di avanzamento del progetto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Newsletter 1 - marzo 2018, Milkgas - Strumenti di valutazione delle azioni di riduzione delle emissioni negli allevamenti bovini da latte - Un progetto sulle emissioni degli allevamenti bovini da latte della regione, condivisa nel blog del sito ed inviata successivamente insieme alla newsletter 2 con CrpaInforma-18/2020; • Newsletter 2 - gennaio 2019, Milkgas - Strumenti di valutazione delle azioni di riduzione delle emissioni negli allevamenti bovini da latte - Un'indagine conoscitiva sugli allevamenti emiliani - Parte 1, inviata con CrpaInforma-18/2020, rinviata insieme alla n. 3 con CrpaInforma-1/2020

	<p>e successivamente con n. 3 e 4 con CrpaInforma-4/2021;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Newsletter 3 – marzo 2019, <i>Milkgas – Strumenti di valutazione delle azioni di riduzione delle emissioni negli allevamenti bovini da latte – Un’indagine conoscitiva sugli allevamenti emiliani – Parte 2</i>, inviata successivamente con CrpaInforma-1/2021 e successivamente insieme alla n. 2 con CrpaInforma-4/2021; • Newsletter-4 – febbraio 2021, <i>Milkgas – Strumenti di valutazione delle azioni di riduzione delle emissioni negli allevamenti bovini da latte – Effetto delle performance riproduttive della mandria sul livello delle emissioni ammoniacali dell’allevamento</i>, inviata con CrpaInforma-4/2021, dedicata esclusivamente al progetto Milkgas. <p>Opuscolo divulgativo dal titolo “Strumenti di valutazione delle azioni di riduzione delle emissioni negli allevamenti bovini da latte”.</p> <p>Il 9 febbraio 2021 è stato realizzato un servizio televisivo, con riprese e intervista al responsabile del progetto Paolo Rossi, presso l’Azienda Agricola Simonazzi, partner di progetto, diffuso all’interno della rubrica di Agricoltura e Alimentazione “A Cielo Aperto - Con i Frutti della Terra” sulle emittenti: Teleromagna (canale 14 in Romagna, canale 74 in Emilia, canale 99 in Veneto), TRMIA (canale 74), E TV- RETE 7 (canale 10 a Bologna, Modena, Ferrara, Ravenna, Fo-Cesena e Rimini, Canale 635 a Piacenza e Reggio Emilia), TV QUI (canale 19 in Emilia Romagna), nelle giornate del 19-20-21 febbraio 2021 con relative repliche.</p> <p>Le attività di divulgazione si sono concluse con lo svolgimento, in modalità webinar, del convegno conclusivo seguito da una visita guidata virtuale alla presenza di n. 70 portatori d’interesse. L’evento è stato realizzato in collaborazione con l’Ordine dei dottori agronomi e dei dottori forestali per il riconoscimento dei crediti formativi agli iscritti all’Ordine professionale. Di seguito le presentazioni dei risultati:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Il progetto MILKGAS: introduzione a cura di Paolo Rossi – CRPA;</i> • <i>Gestione degli effluenti nelle stalle di bovine da latte dell’Emilia-Romagna a cura di Ambra Motta – CRPA;</i> • <i>Le emissioni dalle stalle: rilievi analitici a cura di Giuseppe Moscatelli, Fabio Verzellesi e Fabio Zanotti – CRPA;</i> • <i>Le emissioni dagli allevamenti bovini: uno strumento di valutazione a cura di Laura Valli – CRPA;</i> • <i>La stima delle emissioni ammoniacali del comparto bovino da latte regionale a cura di Paolo Rossi;</i> • <i>Visita virtuale delle aziende partner del GOI a cura di Paolo Rossi.</i> <p>Le iniziative realizzate nell’ambito del progetto sono state divulgate anche tramite social Twitter.</p>
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</p>	<p>Per sopraggiunti impedimenti dovuti ad emergenza COVID-19, non si è potuto realizzare il seminario tecnico previsto presso una delle aziende partner, mentre la visita guidata si è realizzata come visita virtuale, in concomitanza con il convegno finale in modalità webinar.</p> <p>Ne consegue il non utilizzo dei costi per un coffee break, tre affitti di sale, il noleggio di un bus oltre a quelli per la traduzione di testi.</p> <p>Un’attività aggiuntiva, non compresa nel rendiconto economico, è stata la seguente:</p> <p>- relazione di Paolo Rossi dal titolo “Milkgas - Strumenti di valutazione delle azioni di riduzione delle emissioni negli allevamenti bovini da latte (Regione Emilia Romagna)” nel webinar “La sostenibilità sanitaria e ambientale nell’allevamento bovino: strumenti per la competitività dell’azienda zootecnica” organizzato nell’ambito del progetto InnovaMarche, il 22 ottobre 2020.</p>

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

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 (EUR)
CRPA				
	tecnico	rilievi in campo, elaborazione dati	450	10.363,90
	impiegato amministrativo	supporto divulgazione	72	1.490,48
	impiegato amministrativo	supporto gestione amministrativa	150	3.949,28
	impiegato amministrativo	Analisi di laboratorio	185	4.633,65
	amministrativo	Responsabile progetto	972	38.275,69
	impiegato amministrativo	Responsabile gestione amministrativa	126	5.298,30
	Responsabile di settore	analisi economiche	204	9.320,98
	Ricercatore	progettazione test	87	3.570,98
		supporto divulgazione	143	3.207,62
	Ricercatore	Rilievi, elaborazione dati	160	4.252,99
	Ricercatore	progettazione test e prove in campo	265	7.168,63
	Ricercatore	supporto coordinamento progetto	716	17.218,09
	Tecnico	informatico	513	13.149,89
	Tecnico	rilievi in campo	339	9.229,18
	Ricercatore	supporto divulgazione	124	2.608,42
SIMONAZZI				
	operaio	raccolta dati	534	7988,64
BIONDI				
	operaio	raccolta dati	709	7.650,11

CASTAGNETTI				
	operaio	raccolta dati	551,00	6.435,68

Totale: € 154.598,08

2.3 Trasferte

Cognome e nome	Descrizione		Costo
		Totale:	

2.4 Materiale consumabile

Fornitore	Descrizione materiale		Costo
Tecnograf srl	Materiale di consumo per attività di divulgazione		€158,00
ELCAM spa	Materiale di consumo per attività di campo		€240,00
Instruments Lab Control	Materiale di consumo per laboratorio		€698,20
Tecnograf srl	Materiale di consumo per attività di divulgazione		€70,00
Tecnograf srl	Materiale di consumo per attività di divulgazione		€450,00
		Totale:	€1.616,20

2.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

Fornitore	Descrizione dell'attrezzatura		Costo
AlbaLeasing	Monitor Innova analizzatore portatile gas		14.168,00 €
		Totale:	14.168,00 €

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

--

2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

CONSULENZE - PERSONE FISICHE

Nominativo del consulente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
	€300,00	Autentica firme per ATS	€300,00
	€1.000,48	Impostazione strumenti di calcolo e campagne di monitoraggio; analisi dati e relazioni (incarico n. 125 del 18/01/2018)	€1.000,48
	€6.600,00	Servizi di redazione n. 60 questionari aziendali (Incarico n. 3283 del 29/11/2018)	€6.600,00
	€6.600,00	Servizi di redazione n. 60 questionari aziendali (Incarico n. 3282 del 29/11/2018)	€6.600,00
	€510,00	Coordinamento attività divulgazione, comunicati stampa (incarico n. 795 del 11/03/2019)	€510,00
	€1.999,92	Impostazione strumenti di calcolo e campagne di monitoraggio; analisi dati e relazioni (incarico n. 125 del 18/01/2018)	€1.999,92
	€510,00	Coordinamento attività divulgazione, comunicati stampa (incarico n. 795 del 11/03/2019)	€510,00
	€5.499,52	Impostazione strumenti di calcolo e campagne di monitoraggio; analisi dati e relazioni (incarico n. 125 del 18/01/2018)	€5.499,52
	€1.040,00	Coordinamento attività divulgazione, comunicati stampa (incarico n. 795 del 11/03/2019)	€1.040,00
Totale			

CONSULENZE – SOCIETÀ

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
Agricoltura è vita Soc. Coop.		€850,00	Servizio tv + videoclip	€850,00
TOTALE CRPA				€850,00

3 - Criticità incontrate durante la realizzazione dell'attività

Lunghezza max 1 pagina

Criticità tecnico-scientifiche	Le uniche criticità sono ascrivibili alla pandemia Covid a partire da marzo 2020, con maggiori difficoltà per le trasferte nelle aziende partner e con l'impossibilità di tenere riunioni e seminari in presenza.
Criticità gestionali (ad es. difficoltà con i fornitori, nel reperimento delle risorse umane, ecc.)	Le uniche criticità sono ascrivibili alla pandemia Covid a partire da marzo 2020.
Criticità finanziarie	Nessuna.

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

ATTIVITÀ EFFETTUATE

Nell’Azione Studi necessari alla realizzazione del piano è stata svolta un’indagine preliminare finalizzata a definire la realtà produttiva del comparto bovino da latte della Regione Emilia-Romagna, focalizzando l’attenzione nelle province con il maggior numero di allevamenti bovini da latte, ovvero Parma, Reggio Emilia e Modena. A questo scopo è stato predisposto un questionario composto da 5 parti, una generale e 4 dedicate a tematiche specifiche (Schede allegate alla presente relazione). In totale sono stati compilati 126 questionari, 5 dei quali non sono stati inseriti nell’elaborazione in quanto presentavano incongruità. Il totale delle stalle analizzate ammonta a 139 per le vacche da latte e a 116 per la rimonta.

Nell’Azione 1 si è pervenuti alla stima delle emissioni di ammoniaca del comparto bovino da latte regionale. La procedura di stima è partita dai dati aggiornati del patrimonio bovino emiliano-romagnolo (dati BDN) e dalla caratterizzazione delle aziende dal punto di vista strutturale e impiantistico, grazie ai dati dell’indagine preliminare e a quelli del database IBA disponibili presso il CRPA.

Mediante una procedura che ha definito 3 allevamenti tipo e un allevamento medio e che ha permesso di calcolare dei valori unitari di emissione e con il successivo impiego dello strumento Bat-Tool Plus, si è pervenuti alla stima finale del livello emissivo annuale, pari a 33.731 t/a.

Nell’Azione 2 sono state analizzate a livello sperimentale, nelle 3 aziende partner, delle tecniche usualmente adottate nelle stalle che possono avere impatto sul livello di emissioni ammoniacali e di GHG dell’allevamento. In particolare, le tecniche sottoposte a studio sono l’impiego dei ventilatori tipo elicottero per il raffrescamento estivo e le modalità d’utilizzo dei raschiatori per la pulizia delle corsie della stalla, soprattutto per quanto concerne la frequenza di pulizia.

Le emissioni sono state misurate in una specifica campagna di monitoraggio, mediante la tecnica conosciuta come “static chamber method”, specifica per lo studio dei flussi emissivi da superfici non convogliate.

Gli interessanti risultati hanno fornito utili indicazioni per la riduzione delle emissioni dalle stalle.

Nella stessa Azione è stata anche condotta un’approfondita analisi dell’effetto di talune tecniche gestionali sulle emissioni di NH₃. I temi affrontati sono stati l’efficienza riproduttiva e produttiva e la longevità degli animali e i risultati ottenuti hanno potuto chiarire alcuni aspetti piuttosto controversi nella letteratura di settore.

L’Azione 3 del progetto ha previsto la realizzazione di uno strumento informatico finalizzato al supporto delle decisioni in materia di riduzione delle emissioni di ammoniaca dagli allevamenti bovini da latte. In origine il prodotto doveva essere autonomo, ma la disponibilità di Bat-Tool Plus ha modificato l’approccio progettuale, in accordo con il funzionario regionale responsabile, e ha portato a realizzare un software di integrazione dello stesso Bat-Tool Plus; il nuovo applicativo è denominato Milkgas-Tool.

La progettazione ha previsto preliminarmente la definizione degli ambiti di intervento, essendo lo scopo quello di valutare le possibili azioni mitigatorie sia dal punto di vista della riduzione delle emissioni, sia da quello dei costi di investimento e di gestione, per poter arrivare ad un’analisi costi/benefici di ogni azione codificata.

L’Azione 4 finale aveva l’obiettivo di stimare la riduzione potenziale delle emissioni a livello regionale in seguito all’applicazione di interventi migliorativi applicabili su larga scala negli allevamenti bovini da latte della regione.

Il primo passo è stato la definizione di un pacchetto di interventi, con riferimento ai 3 allevamenti tipo (quindi in base alla situazione media di partenza) e ai 3 comparti di emissione. Sono stati poi definiti 3 differenti scenari per i quali sono state stimate le emissioni di ammoniaca a livello regionale per il comparto bovino da latte.

Gli scenari di mitigazione proposti nel GO Milkgas hanno evidenziato una potenzialità di riduzione variabile fra il 17 e il 30% circa rispetto alla situazione stimata per lo stato di fatto; la massima riduzione possibile, soltanto teorica – perché presuppone l’applicazione di una serie di interventi di mitigazione in tutti gli allevamenti della regione – si attesta sul 44% circa.

RISULTATI INNOVATIVI

Il principale risultato ottenuto dal progetto Milkgas riguarda la realizzazione di un tool di calcolo volto a valutare le emissioni di ammoniaca dagli allevamenti bovini da latte, attraverso cui è possibile non solo effettuare l’autovalutazione dello stato di fatto aziendale, ma anche gli effetti mitigatori di tecniche che possono essere implementate nelle aziende. Il Milkas-Tool relativo ai soli bovini da latte è inserito nello strumento di supporto decisionale messo a punto da CRPA nell’ambito del progetto Life integrato PREPAIR, BAT-TOOL. Attraverso Milkgas-Tool è possibile avere anche valutazioni economiche relative ad azioni di miglioramento.

Grazie alle attività previste dal GO Milkgas, il gruppo di lavoro ha potuto:

- approfondire aspetti relativi la diffusione delle tecniche di stabulazione e controllo ambientale, di gestione, stoccaggio e spandimento degli effluenti negli allevamenti di bovini da latte regionali, che hanno effetti sul livello di emissioni di ammoniaca e GHG;
- stimare le emissioni di ammoniaca degli allevamenti bovini da latte su base regionale;
- quantificare la riduzione delle emissioni conseguibile attraverso l'utilizzo di tecniche innovative per controllo ambientale e rimozione degli effluenti;
- quantificare, su scala regionale, la riduzione delle emissioni di ammoniaca dal settore bovino da latte, sulla base di alcuni scenari di diffusione delle tecniche di mitigazione;
- valutare gli effetti delle performance riproduttive e della longevità della mandria sul livello delle emissioni ammoniacali dell'allevamento.

POTENZIALI RICADUTE

Le attività del progetto e il raggiungimento degli obiettivi potrebbero essere in grado di determinare le seguenti ricadute:

- a) verifica della situazione aziendale di partenza e simulazione degli interventi di mitigazioni al fine di rispondere a disposizioni normative che potrebbero essere emanate a livello regionale in applicazione alle Linee guida ministeriali;
- b) spinta verso un minor impatto ambientale negativo delle aziende zootecniche, valutando e calcolando la differenza fra il livello delle emissioni dello stato di fatto (Azione 1) e dello stato di progetto (Azione 4);
- c) effetto positivo che alcuni interventi di mitigazione delle stalle possono avere sulle performance d'allevamento e sul benessere degli animali allevati: infatti, l'attuazione di interventi come l'utilizzo di impianti di ventilazione e di raschiatori porta a una migliore qualità dell'aria, benessere termico, maggior comfort delle aree di riposo e miglior livello igienico delle pavimentazioni frequentate dagli animali, ripercuotendosi positivamente sulla salute e sulle prestazioni produttive delle bovine;
- d) maggiore accettazione dell'attività zootecnica del comparto bovino da parte della popolazione che vive nelle aree limitrofe alle zone agricole, in quanto la limitazione delle emissioni in atmosfera comporta la riduzione degli odori sgradevoli provenienti dai ricoveri di stabulazione, dalle strutture di stoccaggio e dalle operazioni di distribuzione degli effluenti.

ELENCO ALLEGATI

Allegato 1 – CRPA MG.pdf (relazione tecnica finale completa)

Allegato 2 – Questionario Milkgas.pdf

DIVULGAZIONE

- MILKGAS_comunicato_stampa_1.pdf
- MILKGAS_comunicato_stampa_2.pdf
- MILKGAS_newsletter_1.pdf
- MILKGAS_newsletter_2.pdf
- MILKGAS_newsletter_3.pdf
- MILKGAS_newsletter_4.pdf
- MILKGAS_articolo_1.pdf
- MILKGAS_articolo_2.pdf
- MILKGAS_webinar_introduzione_Rossi.pdf
- MILKGAS_webinar_Rossi.pdf
- MILKGAS_webinar_Motta.pdf
- MILKGAS_webinar_Moscatelli.pdf
- MILKGAS_webinar_Valli.pdf
- MILKGAS_webinar_visita_virtuale.pdf
- MILKGAS_opuscolo_1.pdf

Data

IL LEGALE RAPPRESENTANTE

[documento firmato digitalmente]

REGIONE EMILIA-ROMAGNA

**SERVIZIO INNOVAZIONE, QUALITA', PROMOZIONE E
INTERNAZIONALIZZAZIONE DEL SISTEMA AGROALIMENTARE**

**Operazione 16.1.01
Focus Area 5D**

Piano del Gruppo Operativo MILKGAS:

**Strumenti di valutazione delle azioni di riduzione delle
emissioni negli allevamenti bovini da latte**

**RELAZIONE TECNICA FINALE
(ALLEGATO 1 – CRPA MG.PDF)**

A cura di:

CRPA SpA

Reggio Emilia, aprile 2021

Sommario

Introduzione	5
Studi necessari alla realizzazione del Piano.....	7
1. Indagine preliminare per la definizione della realtà produttiva del comparto bovino da latte regionale.....	7
1.1. Predisposizione del questionario.....	7
1.2. Elaborazione dei dati raccolti.....	8
1.2.1. Aspetti generali	8
1.2.2. Le stalle per le vacche	9
1.2.3. Le stalle per la rimonta.....	12
1.2.4. Le strutture esterne per lo stoccaggio e il trattamento degli effluenti.....	15
1.2.5. Lo spandimento degli effluenti sui terreni	16
Azione 1: Stima emissioni	17
2. Le emissioni in atmosfera	17
3. La stima delle emissioni del comparto bovino da latte regionale	19
3.1. Analisi dei dati statistici regionali.....	19
3.2. Definizione delle caratteristiche delle aziende.....	20
3.2.1. Allevamenti tipo.....	20
3.2.2. Caratteristiche degli allevamenti tipo	23
3.3. Stima delle emissioni: stato di fatto	25
3.3.1. Definizione dell'allevamento medio.....	25
3.3.2. Stima delle emissioni unitarie di ammoniaca	27
3.3.3. Stima delle emissioni di ammoniaca a livello regionale.....	27
Azione 2: Valutazione di tecniche innovative di mitigazione.....	28
4. Tecniche relative al controllo ambientale e alla rimozione degli effluenti d'allevamento	28
4.1. Descrizione delle aziende.....	29
4.1.1. Azienda A.....	29

4.1.2. Azienda B.....	29
4.1.3. Azienda C.....	30
4.2. Descrizione delle attività.....	30
4.3. Valutazione dei benefici ambientali derivanti dall'impiego dei ventilatori.....	32
4.4. Considerazioni sulla corretta gestione delle superfici.....	33
4.5. Valutazione dei benefici ambientali derivanti dalla frequenza di passaggio dei raschiatori sulle corsie.....	34
5. Valutazione di tecniche gestionali che impattano sul livello di emissioni ammoniacali	35
5.1. Definizione degli scenari	36
5.2. Interparto.....	37
5.3. Et� al primo parto.....	39
5.4. Numero di parti per carriera produttiva	40
6. Analisi economica relativa alle tecniche di mitigazione.....	42
6.1. Situazione ante-interventi (stato di fatto).....	44
6.2. Situazione post-interventi (stato di progetto).....	45
Azione 3: Strumento di supporto decisionale (tool)	46
7. Milkgas-Tool.....	46
7.1. Gli interventi di mitigazione	46
7.2. La stima dei costi degli interventi di mitigazione	48
7.3. Aspetti informatici relativi a Milkgas-Tool.....	50
7.3.1. Sintesi delle caratteristiche.....	50
7.3.2. Vantaggi per l'utente finale	51
7.3.3. Vantaggi per il reparto IT (Information Technology).....	52
7.3.4. Vantaggi per gli sviluppatori (e per reparti IT che sviluppano)	52
7.3.5. Aspetti tecnici.....	54
Azione 4: Quantificazione della riduzione delle emissioni a livello regionale.....	54
8. Gli interventi migliorativi	54

8.1. Allevamento TIPO 1	55
8.2. Allevamento TIPO 2	55
8.3. Allevamento TIPO 3	56
9. La nuova stima delle emissioni nella situazione post-interventi.....	57
9.1. Stima delle emissioni unitarie di ammoniaca	57
9.2. Gli scenari di mitigazione	57
9.2.1. Il primo scenario	58
9.2.2. Il secondo scenario.....	58
9.2.3. Il terzo scenario	58
9.3. Conclusioni	58
TABELLE	60
FIGURE	76
BIBLIOGRAFIA	91

Introduzione

Un aspetto molto importante che interessa gli allevamenti bovini da latte è la gestione degli effluenti zootecnici. Com'è noto, gli effluenti rappresentano dei sottoprodotti dell'allevamento che vengono per lo più reimpiegati come concimi e ammendanti nei terreni aziendali (utilizzo agronomico), eventualmente anche dopo essere stati sfruttati per la produzione di energia pulita (impianti di biogas).

Gli effluenti possono essere palabili (letame, separato solido) o non palabili (liquame, frazione liquida dopo separazione, reflui di mungitura) e le loro caratteristiche qualitative e quantitative dipendono molto dalle tecniche di stabulazione adottate e dall'assetto organizzativo delle stalle.

Uno degli aspetti più rilevanti è rappresentato dalle modalità di pulizia degli ambienti d'allevamento e dalle tecniche adottate per l'allontanamento degli effluenti dai ricoveri. In questo specifico campo l'innovazione tecnologica è stata molto rilevante; negli ultimi 50 anni si è passati da modalità operative che richiedevano molto lavoro manuale a tecniche moderne che assolvono il compito di pulire le aree di stabulazione in modo totalmente automatico.

Anche la proposta di impianti sempre più efficienti di trattamento degli effluenti ha fornito ulteriori possibilità nella gestione di questi sottoprodotti zootecnici e nell'organizzazione dei processi produttivi delle aziende. Nel comparto bovino da latte, ad esempio, si è diffusa la tecnologia dei separatori meccanici, che estraggono la frazione solida del liquame e consentono l'accumulo del materiale palabile su platea, portando alla riduzione della frazione liquida residua.

Oggi l'attenzione per l'ambiente sta crescendo a livello mondiale e nell'acceso dibattito fra gli esperti e i diversi portatori d'interesse rientra inevitabilmente anche l'attività zootecnica, che si ritrova a fare i conti con le numerose normative emesse nei diversi contesti territoriali.

In Europa l'ultimo atto in tal senso è stata la presentazione a dicembre 2019 dell'*European Green Deal*, ovvero del nuovo documento programmatico per la difesa dall'inquinamento e dai cambiamenti climatici, che interessa tutti i settori dell'economia, compresa l'agricoltura e in particolare la zootecnia.

Diventa quindi basilare, tramite la ricerca e la sperimentazione, valutare in allevamento le possibili soluzioni volte a ridurre l'impatto ambientale, con riferimento innanzitutto alle emissioni ammoniacali, che sono tipicamente zootecniche, e in seconda battuta alle emissioni di gas a effetto serra (GHG = Greenhouse Gases), quali l'anidride carbonica, il metano e il protossido d'azoto.

Il GO Milkgas ha proprio lo scopo di indagare alcuni aspetti rilevanti inerenti le tecniche di mitigazione dell'impatto ambientale dell'allevamento bovino da latte; il progetto è stato condotto

dal CRPA e ha viste coinvolte 3 aziende agricole con allevamento bovino da latte:

- A) Società Agricola Biondi di San Martino in Rio (RE);
- B) Azienda Agricola Castagnetti di Sesso (RE);
- C) Azienda Agricola Simonazzi di Bagnolo in Piano (RE).

Studi necessari alla realizzazione del Piano

1. Indagine preliminare per la definizione della realtà produttiva del comparto bovino da latte regionale

1.1. Predisposizione del questionario

Il principale scopo dell'indagine preliminare era quello di raccogliere informazioni attendibili e aggiornate sulle tematiche che impattano sul livello di emissioni di ammoniaca e gas a effetto serra negli allevamenti. Fra queste tematiche, assumono grande rilevanza le tecniche e le tecnologie utilizzate per la pulizia delle stalle e la rimozione, movimentazione e trattamento degli effluenti zootecnici.

Su questi aspetti non esistono statistiche attendibili o studi specifici; per questo l'azione ha previsto la preventiva stesura e successiva validazione di un questionario aziendale dedicato, articolato in una parte generale e in 4 parti di approfondimento tematico.

La scheda A indaga sugli aspetti generali dell'allevamento, definendo i dati anagrafici dell'azienda, caratterizzando la mandria, con la suddivisione nelle diverse categorie di animali, e verificando la destinazione del latte.

La scheda B è dedicata alle vacche da latte in mungitura, ovvero alla sezione della mandria che ha la maggiore rilevanza in termini di peso vivo, di produzione di effluenti e di emissioni.

Nella prima parte vengono considerate le principali caratteristiche strutturali della stalla, quali il tipo di tetto (*figura 1.1*) e il tipo di edificio, mentre nella seconda parte si analizzano le caratteristiche della zona di alimentazione (*figura 1.2*), valutando il tipo di pavimento, il sistema di asportazione degli effluenti, la frequenza di pulizia e la pendenza dei pavimenti.

La terza parte è dedicata alla zona di riposo in tutte le sue possibili varianti, con verifica del tipo di lettiera (se utilizzata), delle superfici in gioco, del numero di cuccette, della quantità media di lettimi utilizzati e della frequenza di distribuzione del lettimo e di asportazione delle lettiere esauste. Nella quarta parte si completa la zona di riposo delle stalle a cuccette, valutando la corsia di smistamento (*figura 1.3*).

Infine, la quinta e la sesta parte indagano le caratteristiche degli eventuali paddock, ovvero delle aree esterne scoperte di esercizio (*figura 1.4*) e alcuni aspetti del controllo ambientale, con particolare riferimento alla presenza di impianti di raffrescamento estivo.

La scheda C è dedicata a quella parte della mandria che viene definita rimonta, ovvero l'insieme dei capi bovini allevati allo scopo di sostituire le vacche riformate a fine carriera o eliminate per

problemi sanitari e riproduttivi. Nella rimonta sono comprese le bovine dalla nascita fino al parto, quindi le vitelle, le manzette, le manze vuote e le manze gravide.

Per questa sezione dell'allevamento vengono ricercate le medesime informazioni già elencate per la precedente scheda B.

La scheda D è interamente dedicata alle strutture per lo stoccaggio degli effluenti d'allevamento. Nella prima parte si raccolgono dati relativi allo stoccaggio del letame (materiale palabile), mentre nella seconda parte le informazioni riguardano lo stoccaggio del liquame (materiale non palabile). La terza e ultima parte analizza le principali tecniche di trattamento degli effluenti.

Infine la scheda E, che rileva i dati afferenti alla distribuzione del letame e del liquame sui terreni, soprattutto per quanto concerne le colture interessate agli spandimenti e le macchine impiegate nelle operazioni di distribuzione.

L'intero questionario è riportato nell'*Allegato 2*.

Il questionario è stato redatto da personale qualificato presso 126 aziende agricole con allevamenti di bovini da latte dell'Emilia-Romagna.

1.2. Elaborazione dei dati raccolti

L'elaborazione ha riguardato solo 121 allevamenti, perché per 5 questionari sono stati riscontrati dati non congrui dichiarati dai titolari, incrociando tali dati con quelli rilevati direttamente dai tecnici rilevatori. Si è preferito, quindi, escludere queste aziende dall'analisi finale.

Di fatto, ciò non ha compromesso la validità dell'indagine, anche perché in molte aziende sono state rilevate più stalle, sia per vacche che per rimonta.

1.2.1. Aspetti generali

La distribuzione delle aziende per provincia vede la prevalenza di Reggio Emilia (67,5%), seguita da Parma (24,2%) e da Modena (8,3%). La maggior parte di questi allevamenti (85%) si trova in pianura.

Le aziende oggetto dell'indagine allevano in media 372 capi così ripartiti: 171 vacche in lattazione, 36 vacche in asciutta e 165 bovine da rimonta.

Nell'81% delle aziende viene allevata una sola razza, che nel 77% del totale è la Frisona e nel 3,3% è la Reggiana. Il rimanente 19% delle aziende alleva 2 o più razze, fra le quali la più importante rimane la Frisona, seguita da Montbeliard, Rossa svedese, Bruna, Reggiana e Pezzata rossa.

La produzione media annuale degli allevamenti è di 1.813 t, per una produzione unitaria di 8.753 kg

per vacca presente; il latte è destinato quasi totalmente alla trasformazione in Parmigiano Reggiano (96,7%), mentre solo un'azienda produce latte alimentare.

Le stalle presenti e funzionanti sono in media 2,4 per azienda, con la seguente distribuzione in ordine decrescente: 40,8% delle aziende con 2 stalle, 26,7% con 1 stalla, 18,3% con 3 stalle, 7,5% con 4 stalle e la rimanente quota con 5 o più stalle.

1.2.2. Le stalle per le vacche

Il questionario prevedeva, in presenza di più edifici destinati alla stabulazione libera delle vacche in lattazione, la compilazione di due schede B per i due edifici più rappresentativi o con il maggior numero di animali; in totale le schede B compilate sono state 139, corrispondenti ad altrettante stalle a stabulazione libera per vacche in mungitura.

In media, le stalle per le vacche ospitano 145 capi in lattazione, con un range molto ampio, che va da un minimo di 20 a un massimo di 792 capi.

Dal punto di vista delle caratteristiche strutturali, le stalle hanno in prevalenza un tetto realizzato in pannelli prefabbricati coibentati tipo *sandwich* (52,5% dei casi), mentre il solaio latero-cementizio con isolante e manto di copertura, anche nella forma di un pannello *sandwich*, è presente nel 28,8% delle stalle. Un certo numero di stalle (10,8%) presenta un semplice manto di copertura, senza solaio e senza isolante.

La fessura di colmo con cupolino, fondamentale per la buona ventilazione delle stalle con tetto a due falde, è presente quasi nel 90% dei casi, benché nulla si possa dire sul suo corretto dimensionamento.

Per l'allestimento dei due lati lunghi della stalla prevalgono le soluzioni con edificio totalmente aperto (34,8%) e con edificio parzialmente aperto, con soli tamponamenti di base (31,9%), mentre la soluzione con edificio tamponato e finestre continue è presente nel 24,6% dei casi.

Il 72,8% delle stalle totalmente o parzialmente aperte è dotato di tamponamenti mobili, per lo più in forma di reti frangivento a movimento verticale.

La zona (o corsia) di alimentazione è quell'area della stalla libera nella quale gli animali si recano per alimentarsi e in molti casi anche per bere, oltretutto per fare attività fisica e socializzare con le compagne.

Il numero di zone di alimentazione presenti dipende ovviamente dalla dimensione della mandria allevata, quindi dalla dimensione della stalla e dalla sua conformazione planimetrica. La maggioranza delle stalle (59%) è dotata di 2 zone di alimentazione, mentre nel 24,5% dei casi è

presente una sola corsia di alimentazione; tutte le altre stalle hanno da 3 a 5 zone di alimentazione.

La larghezza media di tutte le corsie di alimentazione è pari a 4,1 m, ma la variabilità è piuttosto elevata, essendo presenti corsie molto strette (2 m) e corsie molto larghe (9 m), anche se in quest'ultimo caso si tratta in genere di paddock esterni con accesso alla mangiatoia su un lato e accesso alla zona di riposo sull'altro lato.

Per quanto riguarda la pavimentazione delle 243 corsie di alimentazione considerate, prevalgono nettamente i pavimenti pieni con rigatura antiscivolo (77,8% dei casi), mentre il pavimento pieno con gomma è limitato al 11,9% delle corsie. Residuale la presenza di pavimento fessurato con o senza gomma (3,7%).

L'asportazione degli effluenti dalla zona di alimentazione avviene in prevalenza con mezzi meccanici automatici: 79% per i raschiatori con sistema di trazione ad asta rigida e 11,9% per i raschiatori a fune. Nel 5,8% dei casi la pulizia avviene con trattore dotato di lama raschiante.

Gli effluenti vengono allontanati dalle corsie di alimentazione 3-4 volte/d nel 44% delle stalle e 5 o più volte/d nel 28% dei casi.

Un aspetto importante per la pulizia dei pavimenti, e quindi anche per le emissioni dal ricovero, ma anche per la sanità dei piedi delle bovine, è la pendenza dei pavimenti pieni delle corsie di stabulazione; la pendenza, infatti, favorisce l'allontanamento per gravità della frazione liquida delle deiezioni, consentendo un migliore livello igienico dell'ambiente d'allevamento (maggiore pulizia dei pavimenti significa anche maggiore pulizia delle cuccette) e un minor livello di emissioni.

Nel 27,6% dei casi la corsia ha solo pendenza longitudinale verso le strutture esterne di prima raccolta e nel 4,5% dei casi è presente solo pendenza trasversale verso il centro della corsia, ma la soluzione più frequente (38,8%) è quella che prevede entrambe le pendenze (soluzione preferibile). Purtroppo, nel 28,4% dei casi la corsia di alimentazione non ha alcuna pendenza.

La zona di riposo della stalla dovrebbe consentire agli animali di dormire e riposare con la massima tranquillità, per un tempo complessivo che non dovrebbe scendere al di sotto delle 12 h/d per una bovina adulta. Questa zona può essere organizzata in diversi modi, ma la differenza sostanziale è fra le soluzioni a lettiera e quelle a cuccette.

La tipologia maggiormente presente negli allevamenti oggetto dell'indagine è quella a cuccette (89,2% delle stalle), con prevalenza delle cuccette "a buca" (quasi 80% delle stalle a cuccette). La presenza media di cuccette è pari a 157 per stalla, con variabilità compresa fra 40 e 1.200 posti.

Le stalle a lettiera, presenti in numero esiguo, hanno una superficie della zona di riposo mediamente pari a 8,4 m²/capo, con minimo di 5 e massimo di 16 m²/capo.

La paglia è il principale materiale da lettiera, utilizzata nel 82,7% degli edifici; scarsamente impiegati sono la segatura, i trucioli e il separato da liquame. Nelle stalle a cuccette la paglia viene distribuita in media ogni 3,7 giorni, per una quantità media di 3,3 kg/d per vacca. Se si considerano tutte le stalle e tutti i materiali da lettiera, il consumo medio per vacca risulta pari a circa 8 kg/d.

Il tempo medio di distribuzione è pari a circa 25 s/vacca d, ma la variabilità è elevata, in ragione del tipo di stalla, delle macchine utilizzate e del tipo di lettine.

Nelle stalle a lettiera l'asportazione del materiale palabile esausto avviene in prevalenza ogni 3 mesi, ma in alcuni casi l'intervallo è più breve (una volta al mese o anche meno) e in altri è più lungo (una volta ogni 6-12 mesi).

Nelle stalle a cuccette sono presenti, in genere, all'interno dell'area di riposo, le corsie di smistamento, che hanno lo scopo di permettere agli animali di raggiungere i singoli posti dedicati al riposo. Nel complesso sono state censite 185 corsie di smistamento, in media 1,5 per stalla; la larghezza media è risultata pari a 3,1 m, con range compreso fra 2 e 7 m.

Come per la zona di alimentazione, il pavimento più diffuso è quello pieno con rigatura antiscivolo (87,6% delle corsie), seguito dal pavimento pieno con gomma (7,6%). I pavimenti fessurati occupano una posizione trascurabile.

L'asportazione degli effluenti dalla corsia di smistamento è attuata prevalentemente con raschiatori meccanici automatici, per il 76,8% del tipo ad asta rigida e per il 14,1% del tipo a fune. Nel 4,9% dei casi la pulizia avviene con trattore dotato di lama raschiante.

Gli effluenti vengono allontanati dalle corsie di smistamento 3-4 volte/d nel 41% delle stalle e 5 o più volte/d nel 31% dei casi.

La sola pendenza longitudinale del pavimento della corsia è presente nel 28,8% dei casi e nel 3,8% dei casi è presente la sola pendenza trasversale verso il centro della corsia; la soluzione più frequente (35,6%) è quella che prevede entrambe le pendenze, ma quasi il 32% dei casi non ha alcuna pendenza.

Più del 80% delle stalle non ha un paddock esterno (area di esercizio); nel caso di presenza del paddock, questo è pavimentato nel 8,7% delle stalle e in terra battuta nel 8% dei casi. Nella maggior parte dei casi (74,1% delle stalle con paddock) l'area di esercizio è collocata a lato della zona di riposo, mentre in un numero limitato di casi la collocazione è fra zona di riposo e zona di alimentazione (stalle a corpi separati).

Le dimensioni dei paddock variano molto in base al tipo di superficie; ovviamente, risultano più piccoli nel caso di superficie pavimentata, in media 4,9 m²/vacca (minimo di 1,8 e massimo di

14,7), e più grandi se la superficie è in terra battuta o inerbita, in media 64,4 m²/vacca (minimo di 4,3 e massimo di 480).

Gli impianti di ventilazione e di raffrescamento evaporativo si sono diffusi nelle stalle per limitare lo stress termico estivo a carico delle bovine; ma questi stessi impianti possono avere un effetto sul livello delle emissioni dalla stalla e per questo motivo sono stati rilevati nel questionario Milkgas.

Il 93,5% delle stalle prevede un impianto di raffrescamento; le tipologie rilevate sono le seguenti, con le relative percentuali di diffusione riferite al totale delle stalle:

- ventilatori elicoidali ad asse di rotazione verticale, a cascata d'aria, detti comunemente “elicotteri” (49,6%);
- ventilatori elicoidali ad asse di rotazione orizzontale, disposti in allineamento longitudinale, a tunnel di vento (21,6%);
- sistema misto che prevede sia “elicotteri” nella zona di riposo, sia tunnel di vento nella zona di alimentazione (17,3%);
- sistema misto che prevede sia “elicotteri”, sia ventilatori ad asse di rotazione orizzontale disposti in allineamento longitudinale, ma con flusso di ventilazione trasversale (3,6%);
- ventilatori ad asse di rotazione orizzontale disposti in allineamento longitudinale, ma con flusso di ventilazione trasversale (1,4%).

Infine, quasi il 50% delle stalle è dotata di un impianto di raffrescamento evaporativo, del tipo a goccia grande (doccia) nel 87% dei casi e per il rimanente 13% del tipo a goccia fine (nebulizzazione).

1.2.3. Le stalle per la rimonta

La rimonta rappresenta quella parte della mandria, costituita da animali giovani non ancora in produzione, che è destinata a sostituire le vacche a fine carriera che escono dal ciclo produttivo per scarto volontario o involontario. Alla rimonta appartengono le diverse categorie bovine che dalla nascita al primo parto vengono così distinte: vitelle, manzette, manze vuote e manze gravide.

La scheda C del questionario ha previsto il rilievo delle stalle a stabulazione libera per i capi da rimonta; nel caso di presenza di più stalle per questi capi, il rilievo era limitato alla stalla più grande (e quindi più capiente); in totale sono state compilate 116 schede C.

In media, le stalle per la rimonta ospitano 119 capi, con un range molto ampio, che va da un minimo di 20 a un massimo di 700 capi, anche in relazione al numero di vacche dell'allevamento, sebbene non tutte le stalle per rimonta siano state verificate; inoltre, è possibile che alcune aziende allevino parte della rimonta in altri siti aziendali o addirittura facciano allevare la propria rimonta ad altre

aziende (rimonta “conto terzi”).

Nel 32,8% dei casi la stalla per la rimonta è la stessa destinata alle vacche da latte, mentre per il rimanente 67,2% la stalla è specifica per la rimonta ed è distinta da quella delle bovine adulte.

Le stalle da rimonta hanno in prevalenza un tetto realizzato in pannelli prefabbricati coibentati tipo *sandwich* (46,5% dei casi); il solaio latero-cementizio con isolante e manto di copertura, anche nella forma di un pannello *sandwich*, è presente nel 28,1% delle stalle. Il 9,6% delle stalle presenta un semplice manto di copertura, senza solaio e senza isolante.

La fessura di colmo con cupolino è presente nel 75,4% dei casi.

L'allestimento dei due lati lunghi della stalla vede prevalere l'edificio tamponato con finestre continue (34,8%) e l'edificio parzialmente aperto, con soli tamponamenti di base (30,4%); discretamente diffuso anche l'edificio totalmente aperto (20%).

Le finestre o aperture di ventilazione sono presenti su entrambi i lati lunghi nel 76% dei casi, mentre nelle rimanenti stalle uno dei due lati è chiuso. Nel 58,2% delle stalle totalmente o parzialmente aperte sono presenti tamponamenti mobili (per lo più reti frangivento a movimento verticale).

La larghezza media delle 146 corsie di alimentazione rilevate è pari a 3,7 m, con variabilità elevata; in alcuni casi la larghezza risulta molto limitata (0,5 m) perché è lo spazio destinato all'appoggio dei piedi anteriori, quando l'animale è alla mangiatoia, nelle tipologie a lettiera a superficie indistinta o a lettiera inclinata con cunetta delle deiezioni posta in prossimità della rastrelliera.

Per quanto riguarda la pavimentazione, prevalgono nettamente i pavimenti pieni con rigatura antiscivolo (62,8% dei casi), seguiti dai pavimenti pieni senza rigatura (24,8%) e dai pavimenti fessurati o forati (9%); molto modesta la diffusione del pavimento pieno con gomma (3,4%) per queste categorie di bovini.

L'asportazione degli effluenti dalla zona di alimentazione avviene in prevalenza con mezzi meccanici automatici, costituiti da raschiatori ad asta rigida (62,8%) e da raschiatori a fune (12,4%), mentre nel 13,1% dei casi la pulizia avviene con mezzo a motore endotermico (trattore dotato di specifiche attrezzature). Il nastro trasportatore a palette, che opera all'interno di una specifica cunetta, è presente nel 7,6% delle stalle, soprattutto in abbinamento con la lettiera inclinata.

La frequenza prevalente di asportazione degli effluenti dalla corsia di alimentazione è di 2 volte/d (46,7% dei casi), seguita da 3-4 volte/d (21,9%); nel 22,9% delle stalle l'asportazione avviene una volta ogni uno o più giorni.

La pendenza dei pavimenti pieni delle corsie di stabulazione vede prevalere quella longitudinale verso le strutture esterne di prima raccolta (30,3%) e la doppia pendenza longitudinale e trasversale (21,1%), ma molte stalle (28,4%) hanno corsie prive di pendenza.

La zona di riposo, com'è noto, può essere organizzata in diversi modi, ma la differenza sostanziale è la presenza di cuccette, oppure di ampie aree a lettiera. Nelle stalle da rimonta, a differenza di quanto rilevato nelle stalle delle vacche, prevalgono nettamente le tipologie a lettiera, sia nella forma della lettiera permanente (47%), sia in quella della lettiera inclinata (20,9%), mentre le cuccette sono scarsamente utilizzate (14,8%). In pochissimi casi si opta per il fessurato integrale.

Le stalle a lettiera hanno una superficie della zona di riposo mediamente pari a 4,5 m²/capo, con variabilità molto alta (da 1,5 e 15 m²/capo), dipendente dalla tipologia di lettiera e dalle categorie bovine ospitate.

La paglia è nettamente il materiale da lettiera più utilizzato (87,8% delle stalle); scarsamente impiegati tutti gli altri materiali, fra i quali stocchi di mais, segatura e separato da liquame. Il consumo medio giornaliero è molto variabile e in alcuni casi le quantità dichiarate dall'allevatore appaiono non corrette, forse perché riferite a consumi totali e non a consumi relativi alle stalle indicate. Con solo riferimento alle stalle a lettiera, e dopo aver operato una "pulizia" dei dati, con eliminazione di quelli chiaramente errati, si ottiene un consumo medio giornaliero di 5 kg/capo.

L'intervallo di distribuzione del lettime è mediamente pari a 5 d, ma in alcune stalle il materiale viene distribuito ogni giorno e in altre ogni 21 d.

Nelle stalle a lettiera l'asportazione del materiale palabile esausto avviene in prevalenza una volta al mese (28,3%) o una volta ogni 3 mesi (21,7%); nel caso delle lettiere inclinate lo svuotamento avviene in modo naturale (calpestio e gravità) ogni giorno, ma ciò non richiede l'intervento dell'uomo.

Nella maggior parte dei casi (61,2%) la stalla da rimonta non ha un paddock esterno (area di esercizio); quando è presente, il paddock è pavimentato nel 19,8% delle stalle e in terra battuta nel 8,6% dei casi. Molto spesso il paddock è posto a lato della zona di riposo (77,8% delle stalle che hanno il paddock), mentre le altre collocazioni sono poco frequenti.

L'area del paddock varia in base al tipo di superficie; sono più piccoli i paddock pavimentati, in media 4,6 m²/capo (da 1 a 19,6), e più grandi quelli con superficie in terra battuta o inerbita, in media 59,8 m²/capo (da 2,5 a 300).

Infine, per quanto concerne il controllo ambientale, solo la metà delle stalle è dotata di un impianto di raffrescamento; le tipologie più frequenti sono i ventilatori elicoidali ad asse di rotazione

verticale, a cascata d'aria ("elicotteri"), presenti nel 23,5% delle stalle, e i ventilatori elicoidali ad asse di rotazione orizzontale, disposti in allineamento longitudinale, a tunnel di vento, presenti nel 13,9% delle stalle.

Solo 2 stalle su un totale di 115 sono anche dotate di un sistema di raffrescamento evaporativo del tipo a goccia pesante (doccia).

1.2.4. Le strutture esterne per lo stoccaggio e il trattamento degli effluenti

Queste strutture esterne alla stalla sono manufatti importanti che caratterizzano tutti gli insediamenti zootecnici; per il comparto bovino da latte parliamo soprattutto delle concimaie a platea per lo stoccaggio del materiale palabile (letame, separato solido) e delle vasche per lo stoccaggio del materiale non palabile (liquame, frazione liquida dopo separazione meccanica, reflui di mungitura, acqua piovana raccolta dai paddock scoperti).

Le concimaie sono presenti nel 94% delle aziende, in numero variabile in base alla dimensione della mandria e al collocamento degli edifici di stabulazione. Nel 55% dei casi è presente una sola concimaia, nel 26% ne sono presenti due e nel 10,8% ce ne sono addirittura tre.

La tipologia di concimaia prevalente è quella con pareti perimetrali su 2 o 3 lati (62% dei casi), seguita dalla concimaia con semplici cordoli perimetrali (16%). L'altezza media delle pareti è pari a 2 m, con valore minimo di 1 m e valore massimo che raggiunge i 6 m.

La superficie complessiva delle concimaie è mediamente pari a circa 480 m², con range molto ampio (da 40 a 2.000 m²), dipendente dalla dimensione della mandria e dall'autonomia di stoccaggio. Solo il 3,5% delle aziende è dotata di concimaia coperta.

L'acqua piovana che cade sulla concimaia viene raccolta, unitamente alla frazione liquida che sgronda dal letame, da pozzetti o griglie di scolo e cade direttamente nel pozzettone interrato posto al disotto della platea (59% dei casi), oppure viene trasferita con tubazioni a una vasca interrata o a un pozzetto di sollevamento posti a fianco della concimaia (41%).

La destinazione nettamente prevalente del letame è l'utilizzo agronomico (97% dei casi).

Per quanto riguarda lo stoccaggio del liquame, sono presenti in media 2,9 vasche per azienda; il 32% degli allevamenti ha 2 vasche, mentre il 30% ne ha 3 e il 16% ne ha 4.

Il collocamento delle vasche rispetto al piano di campagna può essere fuori terra, seminterrato e interrato; nel 35,8% delle aziende sono presenti solo vasche interrate, nel 16,7% solo vasche seminterrate e nel 5% solo vasche fuori terra, ma i casi più frequenti (42,5%) sono quelli che

prevedono 2 o 3 tipologie diverse di vasche nella stessa azienda.

Le forme più comuni delle vasche sono quella cubica e quella cilindrica; rispetto alla visione planimetrica (dall'alto) si possono distinguere in quadrangolari e circolari, anche se non mancano forme diverse come la ottagonale o quella che prevede due pareti opposte lineari e le altre due a semicerchio.

Il 42,9% delle aziende ha solo vasche a pianta quadrangolare, mentre il 19,3% ha solo vasche circolari, ma il rimanente 37,8% è dotato sia di vasche rettangolari che di vasche circolari, o di forme diverse.

Dal punto di vista costruttivo, prevalgono nettamente le vasche in calcestruzzo armato gettato in opera (64,7%), seguite da quelle in calcestruzzo armato prefabbricato (15,5%); nel 19% dei casi sono presenti entrambe le soluzioni precedenti, anche insieme a vasche prefabbricate d'acciaio.

Le aziende hanno in media 2.800 m³ di volume totale dei contenitori per liquame, con un minimo di 150 m³ e un massimo di 30.000 m³. Se si rapporta il volume di ogni azienda al carico animale, espresso in UBA, si ottiene un valore medio di 10,5 m³/UBA.

L'altezza media delle pareti delle 281 vasche rilevate è pari a 3,8 m, ma il 23,1% delle vasche ha altezza uguale o maggiore di 5 m.

Oltre la metà delle aziende (54,3%) ha vasche scoperte; nel 14,7% dei casi sono previste coperture rigide in calcestruzzo armato o tettoie di vario genere, mentre le coperture galleggianti delle diverse tipologie (cappellaccio, granuli Leca, piastrelle di materiale plastico, teli fissi) vengono adottate solo dal 12,1% delle aziende. Quasi il 20% delle aziende, infine, utilizza soluzioni miste su tutte o su parte delle vasche presenti.

La destinazione prevalente del liquame è l'utilizzo agronomico (97% dei casi).

Infine, un cenno agli impianti di trattamento; il separatore per liquami è presente nel 51,2% delle aziende, con prevalenza del modello a compressione elicoidale (30,6%) rispetto a quello cilindrico rotante a rulli compattatori (19%).

Nel 69% degli allevamenti è presente una pre-vasca interrata per il sollevamento dei liquami, dotata di pompa sommersa trituratrice e di impianto di miscelazione (mixer).

Solo il 3% delle aziende è dotato di un impianto di biogas di proprietà, mentre un altro 2,5% conferisce parte degli effluenti a un impianto di biogas esterno o inter-aziendale.

1.2.5. Lo spandimento degli effluenti sui terreni

Lo spandimento degli effluenti zootecnici sui terreni agricoli rappresenta un'operazione

fondamentale per le aziende, in quanto l'impiego agronomico del letame e del liquame consente l'apporto di nutrienti e di sostanza organica che migliorano la fertilità e la struttura dei terreni; inoltre, l'utilizzo degli effluenti zootecnici limita il consumo di concimi chimici e fa ritornare alla terra ciò che dalla terra è stato prelevato.

Le colture aziendali sulle quali viene prevalentemente utilizzato il letame sono le foraggere e i cereali: nel 45% dei casi il letame viene utilizzato per prati stabili, medica, foraggere in genere e frumento. Altre coltivazioni che beneficiano del letame sono l'orzo, il mais, il sorgo e il vigneto.

La distribuzione del letame avviene sempre con carro spandiletame, di diversa foggia e dimensione.

Le colture aziendali sulle quali viene prevalentemente utilizzato il liquame sono sempre le foraggere e i cereali: nel 45% dei casi il liquame viene utilizzato per prati stabili, medica, foraggere in genere e frumento. Altre coltivazioni che beneficiano del letame sono l'orzo, il mais, il sorgo e il vigneto.

La distribuzione del liquame può avvenire con differenti tecniche, anche se il sistema nettamente prevalente è l'utilizzo del carrobotte con getto a ventaglio (79% dei casi); nel 18% dei casi il carrobotte è dotato di apparati interratori che consentono l'immissione del liquame direttamente nel terreno.

Scarsamente diffuse le altre tecniche, quali l'impianto a rotoloni con rete sotterranea o il sistema ombelicale.

Azione 1: Stima emissioni

2. Le emissioni in atmosfera

Il settore zootecnico contribuisce all'inquinamento dell'aria con emissioni in atmosfera che comportano impatti sulla qualità dell'aria (emissioni di ammoniaca e formazione di particolato fine) e sul cambiamento climatico (emissioni di metano e protossido di azoto, che sono due gas a effetto serra).

Le emissioni di ammoniaca (NH₃) dal settore agricolo costituiscono più del 95% delle emissioni nazionali (Ispra, 2020) e di queste circa l'80% viene dal settore zootecnico, principalmente a causa delle trasformazioni dei composti azotati presenti negli effluenti di allevamento. Gli effetti ambientali dell'ammoniaca sono di acidificazione del suolo e delle acque, mentre sull'aria gli impatti non sono tanto diretti (le concentrazioni sono troppo basse per dare effetti di tossicità), quanto indiretti, perché sono co-responsabili nella formazione del particolato fine e ultrafine (PM₁₀

e PM_{2,5}), in particolare del cosiddetto “particolato secondario”. La responsabilità del settore agricolo sulla formazione di particolato in regione Emilia-Romagna è stimata pari a circa il 19% del totale, mentre quella dei trasporti è del 34% e quella del riscaldamento del 22%.

Le emissioni di ammoniaca avvengono a diversi stadi della produzione zootecnica: nella fase di ricovero degli animali, in quella di stoccaggio e trattamento degli effluenti e in quella della distribuzione degli effluenti sul suolo e per ognuna di queste fasi sono disponibili tecniche e modalità gestionali in grado di minimizzare le emissioni, in particolare riducendo quanto possibile il tempo e la superficie di contatto fra effluenti ed aria.

La necessità di ridurre le emissioni di ammoniaca in atmosfera, oltre che derivare da impegni specifici presi dall'Italia nell'ambito di protocolli internazionali (Göteborg) e da direttive europee (NEC), è anche particolarmente importante per le regioni padane in quanto è noto che la Pianura Padana è un hot spot per il superamento dei limiti di concentrazione delle polveri sottili. A tale proposito le regioni padane hanno siglato un *Accordo di programma per l'adozione coordinata e congiunta di misure per il miglioramento della qualità dell'aria nel Bacino Padano* (dicembre 2013, poi rinnovato in giugno 2017), a seguito del quale il Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (MIPAAF) ha elaborato le *Linee guida per la riduzione delle emissioni in atmosfera provenienti dalle attività agricole e zootecniche* che devono essere recepite a livello regionale.

Inoltre, mentre per altri composti acidificanti le riduzioni dal 1990 ad oggi sono state particolarmente significative (-92% per ossidi di zolfo e -60% per ossidi di azoto), non altrettanto è avvenuto per le emissioni di NH₃ (-23%); questo a motivo delle difficoltà intrinseche ad attuare interventi di elevata efficacia in un settore particolarmente parcellizzato e frammentato come quello zootecnico.

E' quindi importante agire per cercare di rimuovere le barriere tecniche/economiche/operative che si oppongono a una più capillare diffusione di tecniche di mitigazione delle emissioni ammoniacali negli allevamenti.

Le emissioni di gas serra dal settore agricolo contribuiscono per circa il 7% del totale nazionale, collocandosi in seconda posizione, sostanzialmente alla pari con quelle del settore industriale, e dietro al settore energetico che da solo assomma l'81% del totale e in cui sono incluse le emissioni dalle combustioni dell'industria, dei trasporti e del riscaldamento domestico. Dal 1990 a oggi le emissioni agricole si sono ridotte del 13%, in misura un po' minore, quindi, della riduzione complessiva nazionale che è stata del 17%. La riduzione del settore agricolo è da attribuirsi in larga misura alla riduzione del patrimonio bovino, che è la categoria zootecnica che dà il maggiore

contributo alle emissioni di gas serra, piuttosto che non a misure di mitigazione introdotte nelle aziende.

Gli allevamenti sono tra i principali responsabili delle emissioni di gas serra del settore agricolo, con particolare riferimento al protossido di azoto (N₂O) e al metano (CH₄). Le principali fonti di emissione del N₂O sono costituite dallo stoccaggio e dallo spandimento degli effluenti zootecnici sui terreni e, in misura molto minore, dall'apporto diretto di deiezioni sul terreno da parte di animali al pascolo, mentre il CH₄ deriva dall'emissione enterica dei ruminanti dovuta alla fermentazione che avviene nel rumine durante la digestione e dalla fermentazione dei letami e dei liquami durante la stabulazione.

Anche se la responsabilità del settore agricolo, nel caso dei gas serra, è di molto inferiore rispetto al caso dei composti acidificanti, tuttavia la mitigazione delle emissioni climalteranti è chiaramente obiettivo prioritario su scala globale.

3. La stima delle emissioni del comparto bovino da latte regionale

L'obiettivo dell'Azione 1 era la stima delle emissioni del comparto bovino da latte regionale; in sostanza, ciò che si voleva fare era definire un punto di partenza aggiornato (stato di fatto), utile per le successive fasi relative alle simulazioni dell'applicazione di tecniche di mitigazione.

I dati che sono necessari allo scopo sono sostanzialmente di due tipi:

- dati del patrimonio bovino da latte regionale;
- dati delle caratteristiche organizzative, strutturali e impiantistiche delle aziende.

3.1. Analisi dei dati statistici regionali

Il riferimento ufficiale più aggiornato è quello della Banca Dati Nazionale dell'anagrafe zootecnica (BDN), anno 2020. In tale database è possibile fare estrapolazione di dati mediante l'inserimento di specifici filtri.

Per la regione Emilia-Romagna e per il comparto bovino da latte si ottiene un numero totale di capi di 487.587, di cui 238.768 vacche, 238.436 bovine da rimonta e 10.383 bovini maschi (vitelli, tori da riproduzione e vitelloni destinati all'ingrasso nelle aziende da latte).

La [tabella 3.1](#) riporta i dati riassuntivi della BDN per categoria bovina; le bovine da rimonta sono comprese nella colonna "Femmine che non hanno partorito" e sono distinte in 55.758 vitelle (da 0 a 6 mesi), 43.794 manzette (da > 6 a 12 mesi) e 138.884 manze (> 12 mesi).

La distribuzione territoriale dei capi ([tabella 3.2](#)) vede prevalere nettamente le province i cui territori ricadono totalmente nel comprensorio di produzione del Parmigiano Reggiano: Parma

(31,5%), Reggio Emilia (27,8%) e Modena (18%) insieme rappresentano oltre i 3/4 del patrimonio bovino da latte regionale. In quarta posizione si colloca Piacenza, con il 16,4% dei capi.

Rispetto al numero di aziende, la situazione è ancora più polarizzata verso l'area del Parmigiano Reggiano; infatti, Parma, Reggio e Modena rappresentano l'83,9% degli allevamenti.

Se si osservano i dati scorporati per classi di capienza (*tabella 3.3*) si può notare come 431 allevamenti abbiano una capienza inferiore ai 20 capi; tali allevamenti non si possono considerare “produttivi” in senso stretto, in quanto hanno una capienza molto bassa, inferiore alla soglia minima di sussistenza fissata sui 20 capi. In questi stessi allevamenti sono allevati 3.966 bovini da latte.

La classe a maggiore frequenza in termini di numero di allevamenti è quella 100-500 capi, con 1.300 casi (38,2% del totale), seguita dalle classi 50-99 capi con 868 casi (25,5%) e 20-49 capi con 650 casi (19,1%).

Relativamente al numero di capi, la classe più importante rimane quella 100-500 capi, con quasi 273.000 capi (55,9% del totale), seguita dalla classe oltre 500 capi, con circa 125.000 capi (25,7%), e dalla classe 50-99 capi, con poco meno di 63.000 capi (12,9%).

3.2. Definizione delle caratteristiche delle aziende

Per arrivare alla stima delle emissioni complessive del comparto bovino da latte regionale è stata impostata una metodologia di calcolo che parte dalla definizione delle caratteristiche strutturali degli allevamenti.

Tali caratteristiche fanno riferimento da un lato alle statistiche riportate al paragrafo precedente e, dall'altro, all'analisi dei questionari dell'indagine conoscitiva preliminare; lo scopo è quello di definire, seppure in modo assuntivo, una situazione di partenza sulla quale stimare il livello emissivo totale dello stato di fatto.

La categoria maschi presente nelle statistiche BDN, per praticità nelle successive fasi di elaborazione, viene sommata alla categoria delle femmine da rimonta. In questo modo non si perdono questi capi, ma al tempo stesso li si considera a tutti gli effetti come bovini da latte.

3.2.1. Allevamenti tipo

Di seguito si descrivono gli allevamenti tipo individuati, che sono rappresentativi della realtà produttiva della regione.

Allevamento TIPO 1

E' la tipologia che rappresenta gli allevamenti meno avanzati e di più piccole dimensioni; si assume che questi allevamenti prevedano la stabulazione fissa per le vacche e la stabulazione libera su

lettiera per le bovine da rimonta; quest'ultima soluzione è quella nettamente prevalente nel campione di allevamenti dell'indagine preliminare.

Com'è noto, la stalla fissa è una soluzione ormai superata, che non viene più utilizzata per le nuove costruzioni, ma che è ancora presente, soprattutto negli allevamenti dell'area del Parmigiano Reggiano. Da statistiche del Consorzio di tutela si desume che le stalle fisse rappresentano più del 50% del totale delle stalle del comprensorio, ma in esse si alleva meno del 30% delle vacche. Considerando che gli allevamenti dell'area di produzione tipica sono nettamente i più rilevanti, sia in termini di numero totale, sia in termini di capi allevati, è adeguato assumere valori prossimi a questi per l'ambito regionale, ma riducendo le percentuali per tenere conto della minore presenza di stalle fisse al di fuori dell'area del comprensorio.

Quindi, si attribuiscono a questa tipologia tutti gli allevamenti con capienza inferiore a 50 bovini e il 75% degli allevamenti della classe da 50 a 99 capi:

- 100% della classe < 50 capi, 1.081 allevamenti e 26.615 capi
- 75% della classe 50-99 capi, 651 allevamenti e 47.218 capi
- totale di 1.732 allevamenti e 73.833 capi.

In questo modo il TIPO 1 raccoglie il 50,9% degli allevamenti regionali e il 15,1% dei bovini.

La capienza media di questo allevamento tipo è pari a 43 capi.

La ridistribuzione dei capi nelle categorie bovine viene fatta con riferimento alle percentuali delle stesse categorie a livello regionale, derivanti dalla BDN e riportate nella già citata [tabella 3.1](#). Si ottengono 36.156 vacche, 36.106 bovini da rimonta e 1.571 maschi. Lo scorporo dei vitelli, necessario per la successiva fase di stima delle emissioni, è fatto in proporzione alla percentuale di vitelli sul totale dei bovini da rimonta di un allevamento medio. Quindi, i capi regionali delle diverse categorie che sono allevati nel TIPO 1 sono i seguenti:

- 36.156 vacche
- 29.011 bovine da rimonta
- 8.666 vitelli.

Allevamento TIPO 2

E' la tipologia intermedia, che prevede la stabulazione libera per le vacche, ma nella forma più datata, cioè la lettiera permanente. Dall'elaborazione dei questionari aziendali è risultato che le stalle a lettiera per vacche da latte sono circa il 10% del totale delle stalle libere del campione, quindi si assume questa stessa percentuale per definire a livello dimensionale questa tipologia.

Anche in questo caso si assume che le bovine da rimonta siano allevate in stabulazione libera con zona di riposo a lettiera.

Gli allevamenti attribuiti a questa tipologia sono i seguenti:

- 10% del 25% della classe 50-99 capi, 22 allevamenti e 1.574 capi
- 10% della classe 100-500 capi, 130 allevamenti e 27.272 capi
- 10% della classe oltre 500 capi, 16 allevamenti e 12.530 capi
- totale di 168 allevamenti e 41.376 capi.

Il TIPO 2 raccoglie il 5% degli allevamenti regionali e l'8,5% dei bovini.

La capienza media di questo allevamento tipo è pari a 246 capi.

I capi regionali delle diverse categorie che sono allevati nel TIPO 2 sono i seguenti:

- 20.262 vacche
- 16.257 bovine da rimonta
- 4.857 vitelli.

Allevamento TIPO 3

E' la tipologia più rilevante per quanto riguarda il totale di bovini allevati; prevede la stabulazione libera per le vacche nella forma più moderna e oggi più diffusa, con zona di riposo a cuccette.

L'elaborazione dei questionari aziendali ha mostrato che le stalle a cuccette per vacche da latte sono circa il 90% del totale delle stalle libere del campione, quindi si assume questa stessa percentuale per definire a livello dimensionale questa tipologia.

Anche in questo caso si assume che le bovine da rimonta siano allevate in stabulazione libera con zona di riposo a lettiera.

Gli allevamenti attribuiti a questa tipologia sono i seguenti:

- 90% del 25% della classe 50-99 capi, 195 allevamenti e 14.166 capi
- 90% della classe 100-500 capi, 1.170 allevamenti e 245.445 capi
- 90% della classe oltre 500 capi, 136 allevamenti e 112.767 capi
- totale di 1.501 allevamenti e 372.378 capi.

Il TIPO 3 raccoglie il 44,1% degli allevamenti regionali e il 76,4% dei bovini.

La capienza media di questo allevamento tipo è pari a 248 capi.

I capi regionali delle diverse categorie che sono allevati nel TIPO 3 sono i seguenti:

- 182.351 vacche
- 146.320 bovine da rimonta
- 43.707 vitelli.

3.2.2. Caratteristiche degli allevamenti tipo

La stima delle emissioni richiede la determinazione di una serie di caratteristiche strutturali, impiantistiche e organizzative della situazione attuale e tale analisi può essere fatta assumendo che l'indagine a campione svolta nell'Azione preliminare sia rappresentativa della realtà produttiva emiliano-romagnola. Ciò è certamente verosimile per quanto attiene agli allevamenti con stalle a stabulazione libera per vacche da latte, perché le aziende del campione appartengono all'area produttiva nettamente più rilevante per il comparto bovino da latte regionale.

Ovviamente, rimangono escluse le stalle a stabulazione fissa, che non sono state considerate in quell'indagine, ma per le quali si hanno a disposizione dati utili derivanti dal database CRPA relativo alle rilevazioni dell'Indice di Benessere dell'Allevamento (IBA) su oltre 500 aziende bovine da latte.

In generale, proprio per evitare di fare una stima iniziale troppo ottimistica, nella definizione delle caratteristiche degli allevamenti sono stati fissati livelli tendenzialmente più bassi rispetto a quelli che derivavano dall'analisi dei questionari.

Di seguito, per ogni allevamento tipo, si elencano le principali caratteristiche assunte.

Allevamento TIPO 1

Stalla delle vacche a stabulazione fissa, con poste “corte” e attacchi di tipo Olanda, impiego di lettiera di paglia, asportazione degli effluenti dalla cunetta posteriore 2-4 volte/d mediante nastro trasportatore a palette incernierate (“va e vieni”).

Struttura della stalla del tipo prefabbricato a portali in calcestruzzo armato, con solaio di copertura latero-cementizio, isolamento in lana di roccia e manto di copertura di fibrocemento.

Stalla della rimonta a stabulazione libera in box con zona di riposo a lettiera permanente, con impiego di paglia, aggiunta ogni 7 o più giorni e rimozione totale della lettiera esausta ogni 90 o più giorni; zona di alimentazione a pavimento pieno con pulizia mediante trattore e lama raschiante.

Struttura della stalla del tipo prefabbricato a trave monolitica a lembi paralleli in calcestruzzo armato, con semplice manto di copertura posato su arcarecci.

Vitelle allevate su lettiera integrale nella stessa stalla per la rimonta, con aggiunta di paglia ogni 2 o più giorni e rimozione della lettiera esausta ogni 30-60 d.

Stoccaggio del letame per 3 mesi in concimaia a platea e stoccaggio del liquame per 4 mesi in pozzettone interrato e coperto posto sotto alla concimaia.

Spandimento del liquame senza interrimento e spandimento del letame con interrimento entro 24 h dalla distribuzione.

Allevamento TIPO 2

Stalla delle vacche a stabulazione libera, con zona di riposo a lettiera permanente, impiego di paglia, aggiunta di lettiera ogni 7 d o più, asportazione della lettiera esausta ogni 90 d o più, zona di alimentazione a pavimento pieno con asportazione degli effluenti mediante raschiatore meccanico ad asta rigida non più di 2 volte/d.

Struttura della stalla del tipo prefabbricato di calcestruzzo armato a travi monolitiche in doppia pendenza, con solaio di copertura latero-cementizio, isolamento in lana di roccia e manto di copertura di fibrocemento.

Stalla della rimonta a stabulazione libera in box con zona di riposo a lettiera permanente, impiego di paglia, aggiunta di lettiera ogni 7 d o più, asportazione della lettiera esausta ogni 90 d o più, zona di alimentazione a pavimento pieno con asportazione degli effluenti mediante raschiatore meccanico ad asta rigida non più di 2 volte/d.

Struttura della stalla del tipo prefabbricato a trave monolitica a lembi paralleli in calcestruzzo armato, con semplice manto di copertura posato su arcarecci.

Vitelle allevate su lettiera integrale nella stessa stalla per la rimonta, con aggiunta di paglia ogni 2 o più giorni e rimozione della lettiera esausta ogni 30-60 d.

Stoccaggio del letame per 3 mesi in concimaia a platea e stoccaggio del liquame per 4 mesi in vasche interrate.

Spandimento del liquame senza interrimento e spandimento del letame con interrimento entro 24 h dalla distribuzione.

Allevamento TIPO 3

Stalla delle vacche a stabulazione libera, con zona di riposo a cuccette “groppa a groppa”, cuccette a buca con lettiera di paglia, zona di alimentazione a pavimento pieno con asportazione degli effluenti mediante raschiatore meccanico ad asta rigida non più di 2 volte/d.

Struttura della stalla del tipo prefabbricato in profilati d'acciaio zincato, copertura in pannelli sandwich dello spessore di 3 cm.

Stalla della rimonta a stabulazione libera in box con zona di riposo a lettiera permanente e zona di alimentazione a pavimento pieno, con asportazione degli effluenti mediante raschiatore meccanico ad asta rigida non più di 2 volte/d.

Struttura della stalla del tipo prefabbricato in profilati d'acciaio zincato, copertura in pannelli sandwich dello spessore di 3 cm.

Vitelle allevate su lettiera integrale nella stessa stalla per la rimonta, con aggiunta di paglia ogni 2 o più giorni e rimozione della lettiera esausta ogni 30-60 d.

Stoccaggio del letame per 3 mesi in concimaia a platea e stoccaggio del liquame per 4 mesi in vasche interrate.

Spandimento del liquame senza interrimento e spandimento del letame con interrimento entro 24 h dalla distribuzione.

3.3. Stima delle emissioni: stato di fatto

La definizione degli allevamenti tipo ha portato alla suddivisione del patrimonio bovino da latte regionale in 3 sottoinsiemi omogenei quanto a caratteristiche strutturali e gestionali. In pratica, è come se questi stessi 3 allevamenti fossero gli unici presenti in Emilia-Romagna, che nel loro insieme sommano i bovini da latte complessivamente presenti sul territorio regionale.

Ma per il calcolo delle emissioni si è dapprima proceduto a definire un allevamento medio con 100 vacche da latte e relativa rimonta, che costituirà il riferimento per tutti i calcoli che saranno illustrati di seguito. Infatti, il procedimento di stima prevede una prima fase che porta al calcolo delle emissioni dell'allevamento medio, per le 3 differenti situazioni riferite agli allevamenti tipo, una seconda fase nella quale si definiscono le emissioni medie rapportate al capo e una terza fase che porta alla stima definitiva delle emissioni a livello regionale.

3.3.1. Definizione dell'allevamento medio

Per svolgere questa prima fase è stato utilizzato uno specifico programma di calcolo messo a punto dal CRPA per il dimensionamento e l'analisi dell'allevamento bovino da latte. Il programma in questione, definito PROG ALLEV BOVINO ver2020, è un file in formato Excel costituito da una serie articolata di fogli di lavoro fra loro collegati; nell'insieme, il programma consente l'analisi e il dimensionamento di un allevamento bovino da latte ed è infatti nato per assistere i tecnici di CRPA nelle fasi di consulenza e di progettazione rivolte alle aziende zootecniche.

Il foglio di lavoro principale consente l'input di una serie di dati tecnici (produttivi, riproduttivi e organizzativi) e prevede poi una serie di aree di output dove vengono restituiti i valori calcolati.

Come detto, l'allevamento medio ha 100 vacche in produzione, suddivise in gruppo in lattazione e gruppo in asciutta. Vengono fissati dei parametri medi, con riferimento ai tanti dati raccolti presso centinaia di aziende per attività di ricerca o di consulenza, nonché a dati disponibili su statistiche zootecniche e su bibliografia accreditata.

Nella [tabella 3.4](#) è riportata la prima parte del foglio principale del programma, dove si possono vedere a sinistra in alto l'area di input, a destra in alto i principali risultati riproduttivi e produttivi e nella parte bassa altri riquadri relativi al fabbisogno di capi da rimonta e alla presenza media in allevamento delle diverse categorie bovine.

I principali dati di input e quelli calcolati dal programma per l'allevamento tipo sono i seguenti:

- vacche da latte mediamente presenti = 100
 - di cui mediamente in lattazione = 88
 - di cui mediamente in asciutta o colostro = 12
- interparto medio d'allevamento = 420 d
- numero medio parti/vacca per carriera = 2,5
- durata media fase di asciutta = 65 d
- età media 1° parto = 27 mesi
- quota media di rimonta = 34,8%
- età vitelli allo svezzamento = 84 d
- numero vitelli nati vivi per 100 parti = 95
- mortalità vitelli = 7%
- mortalità dopo svezzamento e fino a 1° parto = 3%
- mortalità vacche = 5%
- durata media lattazione = 353 d
- produzione totale di latte = 928.019 kg/anno
- produzione media unitaria di latte = 27,95 kg/vacca d
- capi da rimonta mediamente presenti = 85
 - di cui manze = 46
 - di cui manzette = 19
 - di cui vitelli = 20
- peso vivo medio unitario vacche = 650 kg
- peso vivo medio unitario manze-manzette = 370 kg
- peso vivo medio unitario vitelli = 105 kg
- totale UBA mediamente presenti = 145.

3.3.2. Stima delle emissioni unitarie di ammoniaca

Alcuni dei dati sopra indicati devono essere inseriti nel software utilizzato per la stima delle emissioni, allo scopo di definire l'allevamento di riferimento. Il software è *Bat-Tool Plus*, realizzato all'interno del progetto prepAIR finanziato nell'ambito del programma Life 2014-2020 e disponibile in rete.

Quindi, la stima delle emissioni viene attuata per l'allevamento medio, ma nelle differenti condizioni dei 3 allevamenti tipo, ottenendo 3 tabulati finali riassuntivi che ci indicano il totale delle emissioni annuali di ammoniaca e di gas serra.

Nella [tabella 3.5](#) sono riassunti i valori annui di **emissione di ammoniaca** per l'allevamento medio nelle 3 tipologie codificate; le differenze, ovviamente, non sono ascrivibili al dimensionamento della mandria, che è sempre la stessa, e nemmeno alle modalità di spandimento degli effluenti, che sono uguali nelle 3 tipologie (anche se cambiano le quantità di effluenti in gioco), ma piuttosto alle diversità nelle strutture d'allevamento e in quelle per lo stoccaggio degli effluenti.

Le emissioni variano da un minimo di 12.314 kg/a per il Tipo 1 a un massimo di 13.070 kg/a per il Tipo 2, ma quello che interessa di più è l'emissione unitaria riferita al singolo capo, perché è questo il valore che può consentire la stima dell'entità delle emissioni a livello regionale.

Ovviamente, il capo generico al quale fare riferimento è un'entità media teorica rappresentativa dell'allevamento medio, in quanto il divisore dell'operazione è la sommatoria di tutti i capi mediamente presenti, rappresentati da vacche, bovine da rimonta e vitelli; per Tipo 1, ad esempio, abbiamo:

$$\text{Emissione unitaria} = 12.314 / 185 = 66,56 \text{ kg/capo a}$$

Tale modalità di calcolo è del tutto pertinente, in quanto l'universo dei bovini da latte emiliano-romagnoli è già stato suddiviso nelle stesse 3 categorie sopra indicate, come descritto nel paragrafo.

I valori di emissione unitaria sono riportati in [tabella 3.6](#), suddivisi nei 3 comparti di emissione. Il valore medio di emissione è pari a 68,92 kg/capo a, con una quota media del 57,8% dallo spandimento, del 23,1% dallo stoccaggio e per il rimanente 19,1% dai ricoveri.

3.3.3. Stima delle emissioni di ammoniaca a livello regionale

I dati esposti nei paragrafi precedenti consentono finalmente la stima delle emissioni di ammoniaca imputabili al comparto bovino da latte della regione, con riferimento allo stato attuale.

L'operazione è semplice: basta moltiplicare i valori unitari di emissione, riferiti agli allevamenti tipo, con il numero di capi precedentemente attribuito a ogni allevamento tipo, ottenendo così il

totale delle emissioni. Lo scorporo del totale per comparto di emissione è fatto in proporzione ai valori unitari di ogni comparto.

In *tabella 3.7* è riportata la stima delle emissioni annuali di ammoniaca: il totale ammonta a **33.731** t/a e la suddivisione fra i comparti emissivi, ovviamente, è la medesima già vista in precedenza.

Azione 2: Valutazione di tecniche innovative di mitigazione

4. Tecniche relative al controllo ambientale e alla rimozione degli effluenti d'allevamento

Il progetto ha previsto la verifica sperimentale di alcune tecniche adottate comunemente nelle stalle per il raffrescamento di soccorso estivo delle bovine e per l'allontanamento degli effluenti d'allevamento dalle corsie, allo scopo di valutarne l'impatto sulle emissioni di ammoniaca e di gas a effetto serra.

Le soluzioni o buone pratiche sottoposte a valutazione sono state le seguenti:

- ventilatori elicoidali ad asse di rotazione verticale, detti “elicotteri”, utilizzati per ridurre lo stress termico delle bovine e per destratificare l'aria all'interno dell'edificio;
- gestione delle superfici di corsie e cuccette;
- frequenza di rimozione degli effluenti mediante raschiatori meccanici dalle corsie di alimentazione e smistamento a pavimento pieno.

Le soluzioni oggetto di indagine sono state scelte in quanto molto diffuse nelle stalle, ma caratterizzate da scarsità di dati ed evidenze sperimentali in merito ai possibili benefici ambientali che il loro utilizzo potrebbe apportare. Pertanto, i risultati conseguiti nell'azione 2 sono serviti ad arricchire lo strumento di supporto alle decisioni (tool di calcolo) per la valutazione delle emissioni dagli allevamenti bovini da latte.

Il monitoraggio sperimentale ha previsto il rilievo delle emissioni gassose di ammoniaca (NH_3 - gas acidificante e precursore delle polveri sottili) e di gas serra, quali protossido d'azoto (N_2O), anidride carbonica (CO_2) e metano (CH_4), dalle superfici delle stalle.

Le emissioni sono state rilevate nelle 3 stalle partner del GO in diversi periodi climatici. Le stalle ospitavano vacche da latte in stabulazione libera a cuccette, pertanto i rilievi sono stati condotti sia sulle superfici piene, quali le corsie di alimentazione, che sulle superfici delle cuccette.

4.1. Descrizione delle aziende

4.1.1. Azienda A

L'Azienda A ha sede in San Martino in Rio (RE) e produce latte per Parmigiano Reggiano.

La struttura dove sono collocate le vacche da latte è di ampie dimensioni e presenta due corsie di alimentazione sui lati dell'edificio (*figura 4.1*). La zona di riposo è allestita con cuccette di tipo tradizionale a buca, con paglia rinnovata quotidianamente in buone quantità. Le rastrelliere sono del tipo auto-catturante e anti soffocamento (*figura 4.2*).

La presenza di adeguata fessura di colmo, di aperture in corrispondenza dei salti di falda e della totale apertura dei lati lunghi del fabbricato (dotati di reti frangivento mobili) permette una buona ventilazione per effetto camino e per effetto vento.

La ventilazione estiva di soccorso è garantita da ventilatori a elicottero sulle cuccette (*figura 4.3*), mentre in zona di alimentazione è presente la ventilazione longitudinale a tunnel di vento attuata con ventilatori elicoidali tipo Vertigo. Il sistema di raffrescamento è completato da un impianto evaporativo del tipo a doccia (goccia grande) previsto sulle rastrelliere, per la bagnatura delle vacche presenti in zona di alimentazione.

I raschiatori sono del tipo a ribaltina, mossi da sistema oleodinamico a doppia asta rigida che consente un moto continuo (*figura 4.4*).

La gestione degli effluenti avviene mediante una prevasca principale che raccoglie il liquame delle stalle, inviandolo poi al separatore posto sulla concimaia; una seconda prevasca raccoglie i reflui di mungitura, che vengono poi inviati direttamente allo stoccaggio. Per lo stoccaggio del materiale non palabile sono presenti 3 vasche fuori terra a pianta circolare di calcestruzzo armato (*figura 4.5*).

4.1.2. Azienda B

L'Azienda B è situata in località Sesso (RE) e produce latte per Parmigiano Reggiano.

La stalla per le bovine da latte prevede una corsia di foraggiamento centrale, a servizio di 2 zone di alimentazione (*figura 4.6*); una seconda corsia di foraggiamento è posta lateralmente a servizio della zona parto e infermeria.

Alla testata Est sono presenti 4 stazioni per la mungitura automatica (robot), 2 per lato, servite da ampie zone di attesa a pavimento fessurato (*figura 4.7*).

La pavimentazione delle corsie di alimentazione e di smistamento sono in calcestruzzo rigato, per limitare lo scivolamento degli animali. Le cuccette sono dotate di materassino in gomma e coperte da paglia aggiunta giornalmente.

La ventilazione naturale, favorita dalla fessura di colmo, dai salti di falda e dalle aperture laterali, viene integrata nel periodo caldo con una ventilazione di soccorso attuata con ventilatori elicottero sia in corsia di alimentazione, sia in zona di riposo a cuccette (*figura 4.8*). Anche in questa stalla è presente un impianto di raffrescamento evaporativo a doccia posto sulle rastrelliere.

La pulizia delle corsie è garantita dal passaggio di raschiatori del tipo a fune (*figura 4.9*).

La gestione degli effluenti avviene mediante una prevasca che raccoglie il liquame e i reflui di mungitura della stalla, inviando il tutto al separatore posto sulla concimaia (*figura 4.10*). Per lo stoccaggio del materiale non palabile sono presenti 2 vasche fuori terra a pianta circolare di calcestruzzo armato.

4.1.3. Azienda C

L'Azienda C ha sede a Bagnolo in Piano (RE) e produce latte per Parmigiano Reggiano.

La stalla che ospita l'intera mandria prevede corsia centrale di foraggiamento e due zone di stabulazione laterali (*figura 4.11*). A Nord sono ospitate le vacche in lattazione, che hanno zona di riposo su 3 file di cuccette a buca con paglia, mentre a Sud sono ospitate le vacche asciutte e le manze, con zona di riposo a 2 file di cuccette a buca con paglia, e le vacche in peri-parto su lettiera. Un'ulteriore porzione della stalla, aggiunta di recente sul lato Nord, ospita le vitelle e le manzette in un'area con zona di alimentazione e singola fila di cuccette.

Per il soccorso estivo sono presenti ventilatori tipo elicottero installati in zona di alimentazione e in zona di riposo (*figura 4.12*). Inoltre, è presente un sistema di raffrescamento a doccia posto lungo la rastrelliera della zona di stabulazione delle vacche in latte.

La pavimentazione delle corsie è in calcestruzzo rigato anti scivolo e viene pulita mediante raschiatori del tipo a "farfalla" (*figura 4.13*).

La gestione degli effluenti avviene mediante una prevasca che raccoglie il liquame e i reflui di mungitura della stalla, inviando il tutto al separatore posto sulla concimaia. Per lo stoccaggio del materiale non palabile sono presenti 2 vasche seminterrate a pianta rettangolare di calcestruzzo armato con parete centrale comune (*figura 4.14*).

4.2. Descrizione delle attività

Per ogni zona della stalla (corsie e cuccette) sono stati previsti 3 punti di campionamento in diverse posizioni (0,36 m² di superficie campionata per punto), scelti opportunamente per coprire la variabilità di insudiciamento delle diverse zone e per permettere una buona rappresentatività dell'intera area di stabulazione. Pertanto, sono state escluse sia le aree troppo pulite, sia quelle

troppo imbrattate da deiezioni.

Per rilevare e quantificare le emissioni gassose dalle superfici è stata adottata una tecnica conosciuta come “static chamber method” (Brewer et al., 1999; Denmers et al, 1998; 1999; Pedersen et al., 2001). La tecnica è specifica per lo studio dei flussi emissivi da superfici non convogliate.

In ogni punto di misura si è proceduto al rilievo della concentrazione dei vari gas nell’aria presente nello spazio di testa (volume d’aria compreso all’interno della camera di saturazione). Il monitor per la rilevazione istantanea delle concentrazioni dei gas utilizzato nella campagna di monitoraggio (modello Multi-gas Monitor 1412, prodotto dalla INNOVA) è un analizzatore il cui principio di funzionamento si basa sulla misura fotoacustica ad infrarossi e con la soglia limite di rilievo dell’ordine dei ppm. La tecnica di campionamento “static chamber method” consiste nel creare al di sopra della superficie emittente uno spazio chiuso all’interno del quale si concentrano i gas emessi (*figura 4.15*). La concentrazione di tali gas aumenta progressivamente e linearmente in un primo intervallo di tempo, per poi rallentare e raggiungere un valore costante asintotico, in corrispondenza del quale la pressione parziale del gas in aria equivale alla tensione di vapore del gas presente nel substrato di cui si vuole valutare l’emissività. Il coefficiente angolare della retta di regressione costruita nel tratto lineare della curva di saturazione rappresenta la potenzialità emissiva della superficie. Per verificare la linearità e, di conseguenza, la significatività della retta di regressione, sono stati utilizzati i test statistici di inferenza di Fisher e di t di Student.

La camera di saturazione utilizzata è costituita di due parti funzionali: un telaio di base in acciaio inox e una camera in PVC a volume variabile (*figura 4.16*). L’anello di base è a forma quadrata (0,6 x 0,6 m), caratterizzato da un elevato grado di robustezza, tale da poter essere infilato con una certa facilità anche nelle lettine, e dotato di un bordo in rilievo in modo da permettere il collegamento ermetico con la parte superiore. Quest’ultima è costituita da una serie di prolunghe collegabili facilmente fra loro e da un terminale chiuso con un ventilatore a batteria all’interno. Il ventilatore della camera evita la stratificazione dei gas. L’aria aspirata dal monitor, dopo essere stata sottoposta ad analisi, viene rinviata all’interno della camera al fine di evitare l’alterazione del volume d’aria presente.

Oltre al rilievo delle emissioni si è provveduto al campionamento delle deiezioni presenti nelle corsie e del lettime presente nelle cuccette, con successiva caratterizzazione chimico-fisica relativamente a quei parametri che maggiormente possono influenzare le emissioni, quali: pH, Solidi Totali (ST), Solidi Volatili (SV), Azoto Totale Kjeldahl (NTK) e azoto ammoniacale (N-NH₄⁺).

I valori analitici medi per la caratterizzazione delle deiezioni presenti nelle corsie delle 3 aziende

sono riportati in *tabella 4.1*. In *tabella 4.2* si riportano i risultati medi delle analisi condotte sul lettino presente nelle cuccette delle tre aziende.

Per quanto concerne i liquami, occorre precisare che i campioni medi sottoposti a determinazione analitica (composti ciascuno da 3 sub campioni) sono stati raccolti all'interno del frame di misura delle emissioni e, di conseguenza, hanno un contenuto di sostanza secca superiore a quello che mediamente si riscontra per i liquami provenienti da stalle per vacche da latte per Parmigiano Reggiano, essendo parte della frazione liquida drenata verso le fosse di stoccaggio e dunque non presente nelle corsie, se opportunamente progettate con le pendenze adeguate.

Dalle corsie sono stati campionati effluenti bovini dalle caratteristiche simili per le tre aziende, anche se variabili tra le differenti sessioni di campionamento (*tabella 4.1*). Solamente nell'azienda A sono stati riscontrati effluenti dal tenore di azoto leggermente più contenuto, anche se la quota di azoto ammoniacale (N-NH₄⁺), la frazione azotata maggiormente responsabile delle emissioni ammoniacali in atmosfera, è risultata simile.

Il lettino presente nelle cuccette, al contrario, ha mostrato una maggiore variabilità analitica sia tra le diverse aziende che nei diversi periodi di campionamento (*tabella 4.2*). Sono state riscontrate consistenti differenze relativamente al contenuto di azoto del lettino, in relazione al momento di campionamento, imputabili al grado di imbrattamento delle cuccette causato dalle deiezioni.

L'azienda B, adottando materassini in gomma all'interno delle cuccette coperti da un leggero strato di paglia, ha evidenziato un maggiore tenore di secco nel materiale campionato dalle cuccette.

In occasione di ogni campagna di monitoraggio sono stati rilevati parametri ambientali quali: temperatura e umidità relativa dell'aria, temperatura delle superfici e del lettino in cuccetta e velocità dell'aria in prossimità della superficie.

In *tabella 4.3* si riportano i valori medi, minimi e massimi dei dati ambientali rilevati durante le attività di monitoraggio.

4.3. Valutazione dei benefici ambientali derivanti dall'impiego dei ventilatori

Per valutare i possibili benefici ambientali dei ventilatori tipo elicottero nel ridurre le emissioni dalle superfici, sono state condotte sessioni di monitoraggio che hanno riguardato entrambe le condizioni di ventilazione (ventilazione attiva e ventilazione spenta), indagando 3 posizioni sulla corsia di alimentazione e 3 posizioni nella zona di riposo a cuccette, per ciascuna delle 3 aziende partner e in differenti condizioni climatiche.

Le emissioni di ammoniaca, metano, anidride carbonica e protossido d'azoto rilevate dalla corsia di

alimentazione nelle tre aziende partner (A, B e C) sono illustrate in [figura 4.17](#). Le emissioni sono espresse in mg di gas emesso per m² di superficie e per ora. Gli istogrammi in color rosso rappresentano le emissioni medie rilevate in situazioni di ventilazione attiva, mentre quelli gialli in condizioni di ventilazione spenta.

In [figura 4.18](#) si riportano i valori medi delle emissioni riscontrate dalle cuccette, sempre per le 3 aziende partner (in rosso ventilazione attiva e in giallo spenta).

Come si evince dai grafici delle due figure sopra indicate, l'applicazione di sistemi artificiali di ventilazione all'interno delle stalle non ha evidenziato significativi benefici nel ridurre le emissioni dalle superfici, sia dai pavimenti delle corsie che dalle cuccette. La deviazione standard calcolata sui dati è risultata elevata, indice di variabilità dei risultati, dipendenti maggiormente dal momento della misura che non dalla situazione di ventilazione attiva o spenta.

Nell'azienda B che utilizzava materassini nelle cuccette, con leggera copertura di paglia, sono state riscontrate ridotte emissioni di gas serra dalla zona di riposo, rispetto alle altre due che impiegavano paglia come materiale da lettine ([figura 4.18](#)).

4.4. Considerazioni sulla corretta gestione delle superfici

La misura delle emissioni in differenti zone della corsia di alimentazione e in tre posizioni trasversali (in prossimità della rastrelliera, nella parte centrale ove è presente la canaletta di scorrimento del raschiatore e nella zona più vicina alle cuccette), oltre che in tre punti delle cuccette (nella parte posteriore di coda, nella parte centrale e nella parte anteriore di testa), ha permesso di ottenere utili indicazioni per una corretta gestione delle superfici nell'ottica della riduzione delle emissioni.

La superficie pavimentata delle corsie ha evidenziato una potenzialità emissiva maggiore rispetto alle cuccette per quanto concerne l'ammoniaca (fattore emissivo medio pari a 114 vs 27 mg/m² ora). Al contrario, la superficie delle cuccette è risultata più problematica delle corsie per le emissioni di metano (84 vs 8 mg/m² ora), protossido d'azoto (8 vs 0,3 mg/m² ora) e anidride carbonica (3.454 vs 863 mg/m² ora).

La corsia di alimentazione, pur avendo in genere un'estensione pari al 25-35% della superficie di stabulazione totale destinata alle bovine (esclusi eventuali paddock), rappresenta la zona normalmente più responsabile delle emissioni ammoniacali, a causa dell'elevata deposizione di deiezioni solide e urine ([figura 4.19](#)). Inoltre, queste deiezioni, a differenza di quanto accade nella zona di riposo, non vengono assorbite dalla lettiera e tutto l'azoto ammoniacale presente nelle urine è a contatto con l'aria e può, di conseguenza, liberarsi in atmosfera.

Il lettino presente in cuccetta, al contrario, assorbe le urine riducendo le emissioni ammoniacali, ma è luogo di processi fermentativi della sostanza organica (feci e paglia usata come lettino) che originano emissioni di gas serra.

Dai risultati illustrati in *figura 4.20* si evincono alcune considerazioni. Il centro delle corsie, in prossimità della canaletta del raschiatore, è la zona con le maggiori emissioni ammoniacali a causa del ristagno delle urine: corsie con adeguate pendenze trasversali (verso il centro) e longitudinali verso il fondo della stalla, e canalette dei raschiatori mantenute pulite, eventualmente con sistema di drenaggio a tubazione posto al di sotto del pavimento, possono garantire un rapido deflusso e collettamento delle urine, riducendo in tal modo le emissioni ammoniacali dalle vaste superfici pavimentate delle corsie di alimentazione e smistamento.

Ma un aspetto decisivo è il rispetto del numero di posti disponibili in stalla: il sovraffollamento, oltre a creare numerosi problemi agli animali (limitazione del benessere, aumento delle problematiche sanitarie, riduzione delle performance), comporta anche un eccessivo imbrattamento delle pavimentazioni, con le evidenti conseguenze di tipo ambientale. Peraltro, pavimenti molto sporchi hanno anche un effetto negativo sul livello igienico della superficie delle aree di riposo, perché i piedi degli animali trasferiscono lo sporco nelle cuccette.

La parte di testa e centrale della cuccetta sono caratterizzate da minime emissioni rispetto alla parte di coda: cuccette ben studiate, stalle con un numero adeguato di animali rispetto ai posti in riposo, per evitare che le vacche stazionino in prossimità delle cuccette imbrattandole e una rimozione giornaliera delle feci nella parte di coda della cuccetta, con riassetto del lettino, possono determinare una riduzione delle emissioni dalla parte di fondo delle cuccette.

4.5. Valutazione dei benefici ambientali derivanti dalla frequenza di passaggio dei raschiatori sulle corsie

La misura delle emissioni dalle corsie in diversi momenti della giornata e in seguito a differenti frequenze di azionamento dei raschiatori meccanici per l'asportazione delle deiezioni ha permesso di valutare i benefici ambientali derivanti da una frequente rimozione degli effluenti.

Le emissioni sono state rilevate in condizioni di superfici mediamente sporche (a metà tra una pulizia e quella successiva), appena prima del passaggio del raschiatore e circa mezz'ora dopo il passaggio, in diversi momenti della giornata.

Ipotizzando una giornata operativa in stalla dalle ore 5 alle ore 19, una serie di monitoraggi è stata effettuata facendo passare il raschiatore 2 volte al giorno (ore 7 e 15), con un intervallo tra i passaggi di circa 7 ore. Una seconda serie di monitoraggi è stata condotta azionando il raschiatore 3

volte (ore 7 – 12 - 17), con un intervallo di 5 ore tra un passaggio e quello successivo. Altre due serie di monitoraggi sono state eseguite azionando 5 e 7 volte il raschiatore durante la giornata, con un tempo che intercorre tra le pulizie rispettivamente pari a 3 e 2 ore.

L'aumento della frequenza di passaggio dei raschiatori durante la giornata, riducendo dalle 5–7 alle 2-3 ore l'intervallo tra i passaggi, ha determinato per le corsie una riduzione delle emissioni di metano e anidride carbonica pari al 42% e per l'ammoniaca del 46%. Per quanto concerne le emissioni di protossido d'azoto non sono emerse significative variazioni (*figura 4.21*).

La relazione che intercorre tra la frequenza di passaggio del raschiatore e le emissioni di ammoniaca è simile a quella rilevata per il metano. Il maggior numero di azionamenti del raschiatore è risultato particolarmente efficace nel ridurre i picchi emissivi e, in generale, le emissioni dalle corsie. In *figura 4.22* si riporta quanto riscontrato per le emissioni ammoniacali.

Infine, un aspetto non secondario è l'efficacia dell'azione pulente dei raschiatori, che dipende dalla loro tipologia, dalla corretta installazione, dalla realizzazione delle pavimentazioni a regola d'arte e dalla regolare manutenzione dei raschiatori (*figura 4.23*).

5. Valutazione di tecniche gestionali che impattano sul livello di emissioni ammoniacali

Benché nel progetto non fossero state previste attività relative a questo tema, il gruppo di lavoro ha ritenuto importante affrontare l'argomento relativo alle tecniche gestionali degli allevamenti che possono avere impatti più o meno rilevanti sul livello delle emissioni.

In effetti, analizzando la bibliografia disponibile al riguardo, si può notare una notevole disomogeneità dei dati esposti e non sempre è possibile capire appieno le metodiche di calcolo adottate e le logiche inserite nei processi di stima.

L'obiettivo che ci si è posti, quindi, è stato quello di analizzare dal punto di vista teorico questo importante ambito tecnico, impostando scenari credibili, sulla base dell'esperienza nel settore, e utilizzando il medesimo programma di CRPA per il dimensionamento e l'analisi dell'allevamento bovino da latte già citato in precedenza (PROG ALLEV BOVINO ver2020).

In generale, vale la pena di sottolineare come programmi di questo tipo restituiscano sempre un quadro conoscitivo riferito a un determinato periodo (ad esempio un anno) e come i dati ottenuti, nonché quelli da inserire, facciano un'istantanea dell'allevamento, fotografando la situazione media del periodo considerato. E' chiaro, quindi, che in momenti diversi dell'anno la situazione di certi parametri può essere anche diversa, ma a livello medio annuale la situazione è sicuramente quella indicata. E d'altronde non sarebbe possibile approcciare questi importanti aspetti tecnico-gestionali

in altro modo.

5.1. Definizione degli scenari

Dal punto di vista metodologico, sono stati innanzitutto individuati i temi da analizzare, anche sulla scorta della letteratura in materia. Gli aspetti di tipo gestionale che presumibilmente possono avere effetto sul livello delle emissioni dell'allevamento e che sono stati ritenuti rilevanti sono i seguenti:

- efficienza riproduttiva e produttiva;
- longevità degli animali.

Per il primo aspetto sono stati individuati due parametri di grande peso nella gestione della mandria, che sono in grado di influenzare il dimensionamento dell'allevamento e i diversi parametri tecnici; si tratta dell'interparto e dell'età al primo parto.

L'**interparto** è un parametro riproduttivo di grande rilevanza, rappresentato dalla distanza in giorni fra due parti della stessa bovina. A livello aziendale, ovviamente, interessa l'interparto medio d'allevamento (IMA), ovvero la media complessiva del periodo intercorrente fra i parti successivi di tutte le bovine della mandria.

L'IMA, proprio per la sua definizione, deve considerare non solo i tempi delle diverse fasi riproduttive (attesa calore, inseminazione, concepimento, gravidanza, parto), ma anche i diversi tempi “morti” causati da problemi riproduttivi, quali ritorni in calore in ciclo e fuori ciclo, pseudogravidanze e aborti. Questi vanno a determinare il reale intervallo parto-concepimento medio (IPC), che è la parte decisiva dell'interparto, essendo il periodo di gravidanza non comprimibile (il programma assegna di default il valore medio di 280 d, anche se è possibile inserire un dato diverso, compreso fra 270 e 290 d).

L'**età al primo parto** è quella nella quale la manza partorisce per la prima volta, diventando vacca a tutti gli effetti, in quanto inizierà la prima lattazione; anche in questo caso interessa non tanto il valore reale di un singolo animale, ma la media delle età di tutte le manze partorienti nell'anno.

Per quanto riguarda la **longevità**, ovvero la capacità dell'animale di rimanere in allevamento, nella fase produttiva, per tempi lunghi (ovviamente rispetto a valori medi riportati da statistiche), è stato scelto il parametro del numero medio dei parti per la carriera della singola vacca; ancora una volta, quello che interessa è il valore medio riferito a tutto l'allevamento.

Risulta ovvio che al numero di parti corrisponde il numero delle lattazioni, con l'assunto che l'ultima lattazione viene definita “breve” (cioè mediamente più breve delle precedenti), in quanto è quella durante la quale avviene lo scarto dell'animale, che giunge a fine carriera per cause di forza

maggiore (riforma involontaria) o per scelta dell'allevatore (riforma volontaria).

5.2. Interparto

L'analisi dei dati disponibili di molte aziende e la verifica dei dati desumibili dalla bibliografia hanno permesso di fissare l'interparto medio d'allevamento in 420 d (scenario B), da considerarsi come valore più probabile che si può riscontrare in un allevamento ordinario.

Sono stati quindi fissati un valore peggiore e un valore migliore della media, allo scopo di verificare l'entità e la direzione delle variazioni nel dimensionamento della mandria. Il differenziale è stato fissato in 30 d, ottenendo i nuovi interparti di calcolo: 450 d (scenario A) nella situazione di minore efficienza e 390 d (scenario C) in quella di maggiore efficienza riproduttiva.

Ovviamente, sono stati poi inseriti tutti gli altri parametri necessari per le procedure di calcolo, con l'assunto di scegliere valori medi da mantenere possibilmente costanti nei 3 scenari ipotizzati.

Lo scenario B ha previsto:

- numero medio parti/vacca per carriera = 2,5
- durata media fase di asciutta = 65 d
- età media 1° parto = 27 mesi
- età vitelli allo svezzamento = 80 d
- numero vitelli nati vivi per 100 parti = 95
- mortalità vitelli = 7%
- mortalità dopo svezzamento e fino a 1° parto = 3%
- mortalità vacche = 5%.

Per gli scenari A e C rimangono i medesimi dati, ad eccezione della durata media della fase di asciutta, che è aumentata a 70 d per il primo ed è ridotta a 60 d per il secondo, allo scopo di limitare il differenziale nella durata media della fase di lattazione.

Nella [tabella 5.1](#) vengono riportati i principali valori restituiti dal programma di calcolo per i 3 scenari a confronto, con riferimento a un allevamento tipo di 200 vacche da latte.

I parametri del primo riquadro che si discostano maggiormente nei 3 scenari sono il numero medio di parti/vacca per anno (da 0,81 a 0,94), la durata media della fase di lattazione (da 378 a 328 d), l'età media delle vacche riformate (da 55,5 a 52,5 mesi) e la quota di rimonta annua (da 32,4 a 37,6%).

Nel secondo riquadro della tabella vengono riportati i parametri produttivi, che originano da una produzione unitaria di picco fissata in 40 kg/d per vacca. Grazie a una procedura di calcolo che fa

riferimento a una curva di lattazione tipo, viene estrapolata la produzione complessiva della singola lattazione, ovviamente con riferimento alla sua durata media.

Il periodo totale di produzione passa da 867 d (A) a 777 d (C), con il totale delle lattazioni che passa da 757 d a 682 d.

Il valore dei giornilatte/anno risulta abbastanza simile nelle 3 situazioni, in virtù del fatto che il maggior numero di giornilatte totali di A viene compensato dal maggior periodo di produzione in anni.

La produzione di latte per lattazione risulta più alta nello scenario A e decrescente per gli altri due scenari, a motivo della maggior durata media della lattazione stessa, anche se a produzioni unitarie decrescenti; infatti, la produzione media unitaria per vacca è maggiore per C, con 28,82 kg/d, contro i 27,07 kg/d di A, così come la produzione annua unitaria per vacca (9.526 kg contro 9.029 kg) e la produzione totale annua dell'allevamento (poco più di 1.900 t per C e poco più di 1.800 t per A).

Nel terzo riquadro della tabella sono riportate le presenze medie delle diverse categorie bovine, cioè i numeri di capi che si possono trovare in allevamento, come medie annuali. Il totale dei bovini da rimonta è maggiore per C e minore per A, perché questo valore è fortemente condizionato dalla quota di rimonta annua. In tutti gli scenari le vitelle prodotte in allevamento sono sufficienti per la rimonta interna ed è possibile vendere 4-5 manze all'anno.

Anche il peso vivo totale mediamente presente è maggiore in C rispetto ad A (186,2 t vs 181,4 t), perché il maggior peso della rimonta supera il minor peso del comparto vacche; quest'ultimo varia in base all'età media delle vacche e il programma lo rileva grazie a una complessa procedura di calcolo che si basa sulla curva media di accrescimento.

Nella parte finale della tabella è riportata la produzione di latte unitaria riferita al peso vivo: per lo scenario C si hanno 10.232 kg/anno per 1 t di peso vivo, contro i 9.955 dello scenario A.

A questo punto è possibile fare una stima delle emissioni di ammoniaca dei diversi scenari, partendo dal valore di riferimento ottenuto dalla normativa della Regione Emilia-Romagna. In particolare, ci si riferisce alla Tabella 1 dell'Allegato I del *Regolamento regionale 15 dicembre 2017, n. 3*. In questa tabella la produzione di azoto al campo per la categoria “vacche da latte” è pari a 138 kg/anno per tonnellata di peso vivo, con una perdita di azoto per volatilizzazione già applicata del 28%; la produzione totale, prima delle perdite dal ricovero e dallo stoccaggio, è quindi pari a 191,67 kg.

La perdita ammonta a 53,67 kg di azoto, corrispondente a un'emissione di ammoniaca di 65,17 kg; essendo la quota di emissioni dal ricovero pari al 57,1% del totale (16% su 28%), il riferimento

delle emissioni di NH₃ dalla stalla risulta pari a 37,2 kg/anno per 1 t di p.v. Tale livello di emissioni è quello della stalla di riferimento, priva di particolari dotazioni strutturali e impiantistiche.

L'emissione totale dal ricovero è crescente passando dallo scenario A allo scenario C: 6.748 kg contro 6.927 kg. Ma l'emissione unitaria riferita al latte prodotto ha andamento inverso, nel senso che è più alta in A (3,737 kg/t latte) e più bassa in C (3,636 kg/t latte). Il differenziale fra i due scenari estremi è pari a 0,101 kg.

Quindi, per ogni giorno di interparto in meno si può stimare una riduzione delle emissioni di NH₃ di 1,681 g/t latte, che equivale a una riduzione dello 0,04%, decisamente modesta rispetto alle previsioni.

Si può quindi affermare che le azioni di riduzione dell'interparto medio di allevamento, pur consentendo un lodevole miglioramento delle prestazioni riproduttive della mandria, non hanno effetti apprezzabili sulla riduzione delle emissioni ammoniacali.

Un'ulteriore verifica è stata svolta per l'interparto: anziché mantenere costante il numero di parti per carriera, come nel caso precedente, è stata fissata la medesima età media allo scarto, pari all'età dello scenario B (54 mesi). Per fare questo, ovviamente, si è agito sul numero di parti/carriera degli scenari A e C, che passano rispettivamente a 2,4 e a 2,62.

La [tabella 5.2](#) riporta questa nuova elaborazione; le principali differenze sono la durata totale del periodo di produzione, che adesso è identico nelle 3 soluzioni, così come il periodo complessivo di lattazione.

Il differenziale del peso vivo si riduce rispetto all'ipotesi precedente, ma le variazioni sono di entità modesta, tali da non influire in modo evidente sulla produzione unitaria riferita al peso. Infatti, l'effetto di riduzione delle emissioni non cambia sostanzialmente rispetto a quanto illustrato in precedenza: per ogni giorno in meno di interparto, le emissioni ammoniacali si riducono dello 0,05%.

5.3. Età al primo parto

Anche questo è un parametro importante per la valutazione dell'efficienza riproduttiva aziendale; il valore medio scelto per lo scenario centrale (B) è pari a 27 mesi, che corrisponde a un'età al primo concepimento di circa 17,8 mesi. In effetti, questo scenario è esattamente identico a quello B già utilizzato per le elaborazioni relative all'interparto.

Il valore peggiore (scenario A) è stato fissato a 30 mesi, per un primo concepimento a circa 20,8 mesi di età, mentre il valore migliore (scenario C) è pari a 24 mesi, per un'età al primo concepimento di circa 14,8 mesi; quindi, fra i due estremi c'è una differenza rilevante, pari a 6 mesi.

La [tabella 5.3](#) riporta i dati derivanti dalle elaborazioni dei 3 scenari.

Nel primo e nel secondo riquadro l'unico parametro che varia è l'età media delle vacche riformate, che cresce passando da C ad A (da 51 a 57 mesi), mentre tutti gli altri valori sono identici perché i dati riproduttivi di base sono gli stessi (interparto e numero parti/carriera).

Nel terzo riquadro della tabella abbiamo le variazioni che incidono maggiormente, che sono quelle della presenza media delle manze in attesa della prima fecondazione; infatti, l'allungamento del periodo di vita antecedente il primo concepimento equivale all'aumento del periodo di allevamento della manza vuota e, quindi, al progressivo aumento della presenza media di questi animali passando dallo scenario C allo scenario A. Ciò comporta l'aumento del totale dei capi presenti (da 350 a 387) e del peso vivo mediamente presente (da 171 a 195,6 t).

La parte finale della tabella riporta la produzione di latte unitaria riferita al peso vivo: per C si hanno 10.854 kg/anno per 1 t di peso vivo, contro i 9.489 di A.

La stima delle emissioni di ammoniaca dei due scenari estremi evidenzia un valore annuo di 7.276 kg per A contro 6.361 kg per C. Anche l'emissione unitaria riferita a 1 t di latte prodotto ha lo stesso andamento, essendo di 3,92 kg in A e di 3,427 kg in C. Il differenziale fra i due scenari è quindi pari a 0,493 kg, maggiore di quanto riscontrato nell'analisi dell'interparto.

Per ogni mese in meno di età al 1° parto si può stimare una riduzione delle emissioni di NH₃ di 82,175 g/t latte, che equivale a una riduzione del 2,1%.

Quindi, la riduzione dell'età al 1° parto, oltre ad essere positiva, entro certi limiti, per gli aspetti inerenti alla gestione della mandria e all'efficienza riproduttiva delle bovine, può anche avere effetti non trascurabili sulla riduzione delle emissioni ammoniacali.

5.4. Numero di parti per carriera produttiva

Il numero medio di parti/vacca per carriera impatta decisamente sulla longevità media della mandria, perché è uno dei due valori che entrano nel calcolo della quota di rimonta annua (l'altro è il numero medio di parti/vacca per anno); quindi, ha effetto sull'età media delle vacche alla riforma.

Il valore medio scelto per lo scenario centrale (B) è pari a 2,5 parti/carriera, cioè il medesimo già utilizzato per B nelle precedenti analisi. Infatti, questo scenario è identico a quello centrale utilizzato per le elaborazioni relative all'interparto e all'età al 1° parto.

Come valore peggiore (scenario A) sono stati scelti i 2 parti/carriera, perché purtroppo questo è un dato che si riscontra nella realtà operativa di allevamenti da latte dell'area padana, mentre il valore migliore (scenario C) è stato fissato in 3,5 parti/carriera.

La [tabella 5.4](#) riporta i dati derivanti dalle elaborazioni dei 3 scenari.

Nel primo riquadro si ha innanzitutto la variazione del numero medio di vacche in lattazione, che tende a calare leggermente passando da A a C (178 vs 173); ciò è conseguenza della riduzione di uguale andamento del rapporto fra la durata totale media del periodo di lattazione e la durata totale media del periodo di produzione.

Altro parametro che varia in modo consistente è l'età media delle vacche riformate, che è maggiore in C (67,8 mesi) e minore in A (47,1 mesi); ciò, come si vedrà più avanti, ha influenza sul peso vivo medio delle vacche presenti.

Infine, varia ovviamente la quota di rimonta annua, che è nettamente più bassa in C rispetto ad A (24,9 vs 43,5).

Nel secondo riquadro dedicato alle produzioni cambia quasi tutto, ad eccezione della produzione media per lattazione e della produzione unitaria giornaliera, in quanto la produzione di picco e la durata media della singola lattazione sono identiche.

La riduzione dei giornilatte medi per anno, passando da A a C, comporta a cascata la riduzione della produzione totale annua, che cala di circa 95 t, benché la produzione totale media nella carriera sia ovviamente molto maggiore in C rispetto ad A (30,75 t vs 15,95), fatto questo che rende decisamente preferibile lo scenario C dal punto di vista economico.

Nel terzo riquadro della tabella si evidenzia la variazione della presenza media delle manze gravide, con aumento dei capi nello scenario A rispetto a C; ciò è ovviamente causato dalla maggiore quota di rimonta annua. Si ottiene quindi un aumento del totale dei capi presenti da C ad A (da 354 a 372), mentre il peso vivo mediamente presente non è molto diverso nei 3 scenari (182,1 t in A, 183 t in B e 181,6 t in C), perché c'è un'azione di compensazione del peso vivo delle vacche, che chiaramente aumenta da A a C per l'aumento della longevità.

La produzione di latte unitaria riferita al peso vivo ha andamento decrescente da A a C, passando da 10.456 a 9.960 kg/anno per 1 t di peso vivo.

La stima delle emissioni di ammoniaca dei due scenari estremi evidenzia un valore annuo molto simile (6.774 kg vs 6.756 kg). Ma l'emissione unitaria riferita a 1 t di latte prodotto si modifica inevitabilmente, vista la differente produzione già evidenziata: 3,558 kg per A contro 3,735 kg per C, con una differenza positiva per C di 0,177 kg/t latte.

In questo caso quindi, a differenza dei precedenti, il miglioramento del parametro dal punto di vista tecnico (aumento della longevità) comporta un lieve peggioramento dei valori di emissione di NH₃ riferiti alla produzione di latte. Si può stimare che ogni lattazione in più, come media per carriera,

comporti un aumento delle emissioni ammoniacali del 3,32%.

6. Analisi economica relativa alle tecniche di mitigazione

Il Piano ha previsto anche una valutazione economica delle tecniche di mitigazione applicabili negli allevamenti; questa parte del lavoro, che ha avuto come protagonisti le 3 aziende partner, è stata svolta con l'ausilio del software di CRPA denominato Milk Money (MM), che permette il calcolo del costo di produzione del latte.

La metodologia per il costo di produzione del latte si basa sulla rilevazione di dati tecnici ed economici dell'azienda, che vengono poi caricati nel programma e successivamente elaborati.

La raccolta dei dati avviene con una specifica checklist che contempla diversi capitoli, ciascuno riferito a una macroarea tecnica o economica.

La fase di input dei dati aziendali permette di inserire nelle caselle dei singoli capitoli indicati dal programma i dati aziendali relativi alle aree di seguito indicate.

Utilizzazione del suolo

In questa categoria va specificata la modalità di utilizzo dei terreni agricoli in proprietà e in affitto.

Allevamenti

E' una categoria più complessa, dove vengono specificate le consistenze, le compravendite delle produzioni animali, le razioni alimentari e l'efficienza tecnica dell'allevamento.

Fabbricati

Vengono specificate le tipologie di fabbricati utilizzati per l'attività agricola e il programma stima poi il loro valore a nuovo.

Macchine

Vengono specificate le tipologie di macchine utilizzate per l'attività agricola e viene stimato il loro valore a nuovo.

Manodopera

Vengono specificate le unità lavorative presenti in azienda e il loro impegno in azienda.

Flussi di cassa

Vengono specificate le entrate (i ricavi) e gli esborsi monetari (costi) effettivamente sostenuti dall'imprenditore agricolo nel corso dell'anno.

Nelle categorie sopraindicate ricadono tutte le informazioni utili al calcolo del costo di produzione del latte e alla redditività delle aziende. Vi sono comunque delle scelte metodologiche ben precise che sono chiarite si seguito:

- il costo del capitale fondiario viene valutato in base al valore di affitto medio della terra nella zona in cui l'azienda opera;
- gli ammortamenti prevedono la raccolta dei dati tecnici relativi al parco macchine e ai fabbricati. Non vengono richieste informazioni sui mutui o sui prestiti di conduzione, perché l'analisi è prettamente economica e non finanziaria. Gli investimenti vengono valutati al nuovo e sulla metà del valore a nuovo si calcolano le quote di ammortamento e gli interessi sul capitale investito;
- gli interessi sul capitale agrario e sul capitale di anticipazione sono calcolati a un tasso pari alla media del rendimento dei BOT a 12 mesi, in base al principio del costo di opportunità;
- per la manodopera, il costo del lavoro familiare viene calcolato in base ai tempi di lavoro effettivamente svolti dal conduttore e della sua famiglia. Un prospetto apposito rileva le ore di lavoro impiegate per l'allevamento bovino e la produzione di foraggio aziendale. Alle ore del lavoro familiare viene attribuita una tariffa oraria in vigore per i lavoratori salariati negli allevamenti. Tale tariffa è comprensiva delle mensilità aggiuntive. Gli oneri sociali sul lavoro familiare vengono rilevati a parte; a questo valore si sommano gli importi effettivamente pagati per la manodopera salariata presente in azienda.

Tutte le informazioni raccolte permettono di calcolare il costo di produzione del latte riferito ai 100 kg di latte prodotto e alla singola vacca allevata; inoltre, si può ottenere una serie di indicatori di reddito, fra i quali:

- COSTI DIRETTI, somma di tutte le spese relative agli input aziendali effettivamente sostenute per la produzione del latte;
- COSTI INDIRETTI, somma di tutte le spese relative ai fattori di produzione (terra, capitali e lavoro) effettivamente sostenute oppure calcolate;
- COSTO TOTALE, somma dei costi diretti e dei costi indiretti;
- PROFITTO, differenza tra ricavi totali e costi totali;
- REDDITO FAMILIARE (RICAVI TOTALI), profitto + costo terra in proprietà + costo lavoro familiare + interessi sul capitale investito e sul capitale di anticipazione;
- REMUNERAZIONE ORARIA, (profitto + costo lavoro familiare + costo lavoro salariato) / (ore lavoro familiare + ore lavoro salariato);
- PUNTO DI PAREGGIO, (costo totale - ricavi carne - contributi - altri ricavi) - (costo terra

in proprietà + costo lavoro familiare + costo interessi capitale).

Gli indicatori economici sono poi corredati da tutti gli indici tecnici aziendali utili a interpretare gli indici economici e capire se le scelte tecniche dell'allevatore sono in linea con quelle di aziende simili operanti nella zona, oppure no.

6.1. Situazione ante-interventi (stato di fatto)

I prospetti riassuntivi relativi alle elaborazioni del costo di produzione del latte ex-ante delle 3 aziende partner sono riportati nelle *tabelle 6.1, 6.2 e 6.3*, rispettivamente per A, B e C.

Ogni prospetto riporta nella prima parte i ricavi, dove ovviamente la parte più rilevante è data dalla vendita del latte; seguono i costi diretti (spese effettive) e i costi dei fattori della produzione, cioè le quote di ammortamento per macchine e fabbricati, gli interessi sul capitale agrario, il costo della terra e il costo della manodopera dipendente e familiare.

Nell'ultima parte sono riportati il costo di produzione totale, il profitto e il reddito familiare.

I ricavi totali delle 3 aziende sono molto variabili; parametrando il ricavo al numero di vacche, si va da un minimo di 6.946 (A) a un massimo di 9.046 €/vacca (C), con una media che si attesta sui 7.806 €/vacca, riferibili a un stalla "media" di 275 vacche. L'andamento dei valori mostra un aumento dei ricavi al diminuire della dimensione della mandria.

Se si osservano gli stessi ricavi totali, ma parametrati ai 100 kg di latte prodotto, si nota che l'azienda B è quella con il valore maggiore (quasi 87 €), mentre il valore più basso resta all'azienda A (circa 73 €).

Sul versante dei costi, sono esposti innanzitutto quelli diretti, cioè quelli espliciti, sostenuti per l'acquisto di mezzi di produzione e di servizi; il totale di questi costi è in media pari a 39,34 €/100 kg, ma con una certa variabilità, da poco più di 34 € a oltre 43,5 €. In questo caso l'andamento dei valori è rovesciato rispetto ai ricavi, con costi unitari crescenti al diminuire della dimensione della mandria.

Il costo totale dei fattori della produzione varia da un minimo di 13,49 €/100 kg per l'azienda A a un massimo di 25,78 €/100 kg per l'azienda C. Per questo subtotale, ovviamente, ha molta rilevanza il fatto che l'azienda abbia sostenuto recenti investimenti in miglioramenti fondiari, come la costruzione di una nuova stalla.

Il costo di produzione totale del latte, quindi, ha un valore medio di 59,50 €/100 kg, con un andamento crescente al diminuire del numero di vacche: 47,56 € per A, 61,64 € per B e 69,30 € per C.

I risultati economici finali si traducono in un profitto medio di 21,30 €/100 kg, con un'azienda che sta nettamente al disotto della media (13,10 € per C) e le altre due che stanno al disopra della media (25,47 € per A e 25,42 € per B).

Ma il dato più interessante e che qualifica meglio l'andamento economico delle aziende è il reddito familiare, che varia da un minimo di 21,50 €/100 kg per C a un massimo di 33,51 €/100 kg per B (media di 28,31 €/100 kg).

6.2. Situazione post-interventi (stato di progetto)

L'analisi del costo di produzione del latte nella situazione ex-post fa riferimento all'introduzione "teorica" di tecniche di mitigazione. In particolare, per le 3 aziende sono stati ipotizzati interventi simili che agiscono sui seguenti aspetti:

- aumento della frequenza di passaggio dei raschiatori, da 3 volte/d a 6 volte/d;
- copertura delle vasche liquami con materiali galleggianti costituiti da piastrelle esagonali di plastica, che naturalmente si dispongono a coprire tutto il pelo libero del liquame.

Per il primo aspetto è stato stimato il maggior costo annuo imputabile al funzionamento dei raschiatori (energia elettrica e manutenzione), sulla base della lunghezza delle varie corsie delle stalle, ottenendo importi di circa 3.200 € per A, 2.600 € per B e 2.200 € per C.

Per il secondo aspetto è stato calcolato l'investimento necessario per coprire tutte le vasche di stoccaggio presenti nelle aziende, che inciderà sul costo di produzione per la quota di ammortamento annua. Gli investimenti necessari sono i seguenti: 60.300 € per A, 22.600 € per B e 22.500 € per C.

I prospetti riassuntivi relativi alle elaborazioni del costo di produzione del latte ex-post delle 3 aziende partner sono riportati nelle [tabelle 6.4](#), [6.5](#) e [6.6](#), rispettivamente per A, B e C.

I ricavi totali delle 3 aziende non si modificano rispetto alla situazione ex-ante, in quanto il livello produttivo degli animali è rimasto uguale. Infatti, se è vero che la copertura delle vasche non ha effetto diretto sul benessere degli animali, la maggiore pulizia ha invece un'azione positiva sul benessere e sulla salute dei piedi, ma non è facile dimostrare che questo si traduca in un aumento della produzione; soprattutto, è complicato definire di quanto potrebbe aumentare il livello produttivo. Per questi motivi la produzione è rimasta costante.

Sul versante dei costi, sono esposti innanzitutto quelli diretti, che mostrano un totale medio pari a 39,46 €/100 kg (+0,32% rispetto a ex-ante).

Il costo totale dei fattori della produzione vale in media 20,25 €/100 kg, con un aumento rispetto a

ex-ante dello 0,43%.

Il costo di produzione totale del latte risulta mediamente pari a 59,72 €/100 kg, con un aumento rispetto a ex-ante dello 0,36%.

I risultati economici finali si traducono in un profitto medio di 21,30 €/100 kg, che corrisponde a una diminuzione del 1% rispetto allo stato di fatto.

Anche il reddito familiare si riduce leggermente rispetto alla situazione di partenza (-0,75%), ma le entità delle variazioni sono talmente modeste da non destare particolari preoccupazioni, anche perché la situazione delle aziende risulta migliorata sia per l'impatto ambientale, sia per il benessere e la sanità degli animali allevati.

Peraltro, i maggiori costi imputabili agli investimenti per la copertura delle vasche incidono sul costo di produzione solo per i 15 anni della durata dell'ammortamento e inoltre tali interventi potranno beneficiare di aiuti sul prossimo PSR della Regione.

Azione 3: Strumento di supporto decisionale (tool)

7. Milkgas-Tool

Il progetto ha previsto la realizzazione di uno strumento informatico finalizzato al supporto delle decisioni in materia di riduzione delle emissioni di ammoniaca dagli allevamenti bovini da latte.

In origine il prodotto doveva essere autonomo, ma la disponibilità di Bat-Tool Plus ha modificato l'approccio progettuale, in accordo con il funzionario regionale responsabile, che ha portato a realizzare un software di integrazione dello stesso Bat-Tool Plus (BTP); il nuovo applicativo è denominato Milkgas-Tool (MT).

La progettazione ha previsto preliminarmente la definizione degli ambiti di intervento, essendo lo scopo quello di valutare le possibili azioni mitigatorie sia dal punto di vista della riduzione delle emissioni, sia da quello dei costi di investimento e di gestione, per poter arrivare ad un'analisi costi/benefici di ogni azione codificata.

7.1. Gli interventi di mitigazione

Gli interventi possibili che le aziende da latte possono mettere in atto allo scopo di ridurre le emissioni in atmosfera afferiscono alle 3 grandi aree che interessano il presente piano:

- area dei ricoveri zootecnici;
- area dello stoccaggio degli effluenti zootecnici;

- area dello spandimento degli effluenti sui terreni.

Il lavoro ha previsto l'analisi di tutti gli aspetti sui quali si può agire per modificare la situazione di fatto dell'azienda, allo scopo di stimare dei costi unitari (di investimento e di gestione) che possano essere utilizzati dal programma per fare la stima dei costi in rapporto ai benefici.

Ovviamente, la base di partenza sono stati gli interventi previsti da BTP, ma nel nuovo software era necessario implementare le possibili modalità di esecuzione di un determinato intervento. Ad esempio, se BTP prevede la coibentazione del tetto della stalla, MT deve mettere a disposizione un pacchetto di possibilità tecniche per realizzare tale azione, ovvero le diverse tipologie di tetti coibentati che è possibile realizzare in ambito zootecnico.

Un'ulteriore aggiunta che si è resa necessaria per poter poi operare delle stime di costo è quella relativa alle caratteristiche tecniche e dimensionali delle strutture, che in BTP non sono presenti; riprendendo l'esempio di prima, se si deve valutare la coibentazione del tetto della stalla, è necessario sapere che tipo di tetto è presente attualmente sul fabbricato e che dimensioni ha.

Di seguito si riporta una descrizione sintetica degli aspetti considerati per MT.

STALLE

Numero totale di stalle dell'allevamento: questo è un dato di controllo che permetterà di creare tanti fogli stalla quante sono le stalle.

Ogni stalla deve essere collegata con una o più schede categoria della scheda ricoveri di BTP; in questo modo il numero capi sarà preso automaticamente e anche tutte le altre informazioni già presenti. I capi vengono anche trasformati in HPU (Heat Producing Unit), perché questo dato è utile per alcuni interventi.

Per ogni stalla vanno inseriti i seguenti dati:

- lunghezza e larghezza esterno pilastri o muri (m);
- tipo di tetto (codifiche);
- n. corsie alimentazione, larghezza media, lunghezza media, presenza raschiatore, tipo raschiatore (asta rigida, fune);
- n. corsie di smistamento per cuccette, larghezza media, lunghezza media, presenza raschiatore, tipo raschiatore (asta rigida, fune);
- funzionamento medio raschiatori (n. volte/d).

Per quanto riguarda i ventilatori, se viene selezionata la loro presenza si deve aprire il foglio ventilatori, dove si devono inserire i seguenti dati: tipo e numero ventilatori, diametro medio.

A questo punto il programma svolge una serie di calcoli che hanno lo scopo di stimare la qualità dell'impianto (non adeguato, buono, ottimo):

- calcolo automatico del numero medio di HPU per ventilatore
- classificazione automatica del tipo d'impianto

STOCCAGGI

Numero di vasche per tipologia di pianta:

- - quadrangolare, circolare, mista (quadrangolare + 2 semicerchi)
- - interrata, seminterrata, fuori terra.

Per ogni vasca: dimensioni in pianta e altezza delle pareti.

Numero di concimaie per tipologia: a cordolo perimetrale, a pareti su 2-3 lati.

Per ogni concimaia dimensioni in pianta e altezza pareti.

SPANDIMENTI

Le modalità sono già codificate in BTP.

Bisogna però rilevare la superficie in ettari (ha) dei terreni sui quali si effettua lo spandimento del liquame e del letame, oltre alla distanza media dei terreni dal centro aziendale.

7.2. La stima dei costi degli interventi di mitigazione

Per quanto riguarda la stima dei costi degli interventi, le logiche adottate sono state differenti, in base al tipo d'intervento ipotizzato.

Per gli aspetti relativi al controllo ambientale, è stata considerata la **coibentazione del tetto**, codificando una serie di situazioni di partenza e proponendo poi alcune possibili azioni migliorative, come di seguito indicato:

1. tetto non coibentato con solo manto con amianto

- 1.1. rimozione manto e installazione pannelli sandwich sp 50 mm

2. tetto non coibentato con solo manto senza amianto

- 2.1. rimozione manto e installazione pannelli sandwich sp 50 mm
- 2.2. installazione di pannelli isolanti sp 50 mm all'intradosso della copertura

3. tetto non coibentato con controsoffitto e manto con amianto

- 3.1. rimozione controsoffitto e manto e installazione pannelli sandwich sp50 mm

4. tetto non coibentato con controsoffitto e manto senza amianto

4.1. rimozione controsoffitto e installazione di pannelli isolanti sp 50 mm all'intradosso della copertura

5. tetto non coibentato con solaio di latero-cemento e manto con amianto

5.1. rimozione manto e installazione pannelli sandwich sp 30 mm

6. tetto non coibentato con solaio di latero-cemento e manto senza amianto

6.1. rimozione manto e installazione pannelli sandwich sp 30 mm

I costi unitari (€/m²) che sono stati stimati sono quelli di investimento, cioè il costo complessivo dell'operazione, e le relative quote annue di ammortamento e manutenzione.

Altro aspetto considerato per il controllo ambientale è la **ventilazione** artificiale estiva di soccorso, attuata con diverse tipologie di ventilatori, considerando le due ipotesi del nuovo impianto e del miglioramento dell'impianto esistente, valutando costi in €/HPU relativi all'investimento, alle quote annue di ammortamento e manutenzione e al funzionamento (costi energetici).

Rimanendo nella stalla, altro aspetto importante è la pulizia delle corsie con mezzi meccanici automatici; in questo caso ha molta rilevanza la frequenza di passaggio dei **raschiatori**, perché frequenze maggiori portano a pavimenti più puliti e quindi con meno emissioni.

Sono stati stimati i costi di investimento per l'installazione ex-novo dei raschiatori, nelle due tipologie ad asta e a cavo, e le relative quote annue di ammortamento e manutenzione, oltre ai costi energetici per il funzionamento riferiti al metro di lunghezza della corsia.

Per le strutture di stoccaggio degli effluenti sono stati stimati i costi di investimento e le quote annue di ammortamento e manutenzione per i seguenti manufatti:

- copertura vasca circolare con telo e pilastro centrale;
- copertura vasca quadrangolare con tettoia leggera tipo tunnel;
- copertura vasca con materiali galleggianti (granuli Leca, piastrelle di plastica, teli);
- copertura concimaia con tettoia d'acciaio e manto di copertura;
- copertura concimaia con tettoia leggera tipo tunnel.

Infine, per le azioni relative allo spandimento in campo degli effluenti sono stati considerati cantieri di lavoro specifici per il liquame:

- cantiere di lavoro tradizionale con carrobotte con piatto deviatore;
- cantiere di lavoro con carrobotte con tubi in bande per distribuzione rasoterra;
- cantiere di lavoro con carrobotte con organi interratori.

Per il letame l'unica azione che può apportare una riduzione delle emissioni è il fatto di procedere all'interramento in tempi rapidi dopo la distribuzione, ma questo intervento non ha un costo specifico, per l'intervento non cambia di costo se eseguito entro 4 h o entro 24 h. In questo caso, quindi, è stato valutato un costo per "lavoro d'urgenza", con la stessa logica del lavoro d'urgenza richiesto a un professionista, che comporta di norma un aumento dell'onorario.

Il costo dell'operazione, quindi, viene aumentato del 10% se l'interramento avviene entro le 24 h, del 20% se entro 12 h e del 30% se entro 4 h.

Lo strumento di valutazione Milkgas-Tool è accessibile al seguente link:

<https://bat-tools.datamb.eu/Visus/?cmd=AppOpen&file=app/CRPA/Prepair/Prepair2.app.xml>

7.3. Aspetti informatici relativi a Milkgas-Tool

Lo strumento Milkgas-Tool è stato costruito sulla piattaforma software VISUS RAD, pensata per semplificare e velocizzare la digitalizzazione dei processi. Essa permette di definire in tempi minimi un prototipo funzionante dal quale si arriva rapidamente e gradualmente al sistema completo. E' ideale anche nell'integrazione, nell'evoluzione e nella migrazione di sistemi già esistenti.

L'approccio previsto non pone al centro del sistema le singole applicazioni, pensate per risolvere singoli problemi, ma l'insieme delle informazioni e dei processi concepiti come sistema organico complessivo e unitario.

Non richiede la scrittura di codice con linguaggi di sviluppo tradizionali: consente di lavorare ad un livello di astrazione superiore, distogliendo l'attenzione dagli innumerevoli dettagli e problemi della programmazione e delle tecnologie, concentrandosi sugli aspetti funzionali, vero oggetto dell'attività di sviluppo.

Il sistema si basa sulla definizione di un modello logico con il quale si forniscono informazioni relative ai dati e ai processi da digitalizzare. Il sistema, in tempo reale e in modo automatico, interpreta il modello e 'produce' una soluzione rispondente alle specifiche espresse.

Questo particolare ed originale approccio consente di ottenere notevoli vantaggi:

- riduce drasticamente la complessità di sviluppo a vantaggio di semplicità, rapidità ed economicità;
- non richiede competenze tecnico-informatiche avanzate privilegiando e valorizzando la conoscenza dell'ambito e dei temi oggetto della digitalizzazione;
- razionalizza il sistema informativo, ponendo al centro le informazioni e i processi, consentendo di 'ripulirlo' dalla miriade di piccole e grandi 'applicazioni' che lo irrigidiscono;
- consente un'integrazione indolore e a posteriori di nuove funzionalità e nuove tecnologie.

7.3.1. Sintesi delle caratteristiche

Produzione della soluzione senza scrittura di codice in linguaggi di programmazione tradizionali ma esclusivamente tramite la definizione di un modello.

Soluzioni rese in tecnologia WEB adatte a tutti i browser, in versione desktop e mobile.

Accesso a molteplici tipologie di dati: Database Relazionali, WebServices, File System, IBM/Lotus Domino, Flussi CSV e XML, SMTP/POP, RSS, SNMP, ModBUS, MQTT ecc.

Insieme completo di funzionalità sui dati: inserimento, modifica, cancellazione, ordinamento, filtro, raggruppamento, stampa, esportazione (CSV, XML, PDF, Excel, Json, iCalendar, vCard).

Insieme completo di azioni eseguibili manualmente, in base a trigger applicativi o con schedulazione temporale: comandi SQL, esecuzione di Stored Procedure, esecuzione di comandi del sistema operativo, esecuzione di codice JAVA, importazione/esportazione di flussi, invio/ricezione di email.

Gestione di Workflow definibili dinamicamente dall'utente.

Gestione di dati temporali tramite viste 'Calendario'.

Generazione di diagrammi e tabelle pivot.

Georeferenziazione.

Autenticazione e autorizzazione basata su ruoli con controllo dell'accesso fino al singolo campo, integrabile al contesto aziendale (LDAP, JAAS).

7.3.2. Vantaggi per l'utente finale

Consente di realizzare, in tempi minimi, prototipi perfettamente funzionanti che con pochi ritocchi, progressivamente, diventano applicazioni definitive.

Le applicazioni prodotte sono tra loro omogenee e coerenti, offrendo un insieme di funzionalità generali completo e trasversale.

Le diverse applicazioni costituiscono nel loro insieme un sistema unitario e integrato che cresce e si sviluppa nel tempo.

Il sistema è adattivo: la medesima applicazione 'risponde' ai differenti dispositivi (personal computer, smartphone, tablet) adattandosi alle relative capacità, sfruttandone le funzionalità supportate e limitando quelle mancanti.

E' pensato per arricchirsi in modo continuo di nuove possibilità (funzioni applicative, tipologie di dati, paradigmi di accesso, dispositivi di fruizione delle applicazioni) e per incorporare progressivamente le tecnologie che nel tempo si rendono disponibili.

7.3.3. Vantaggi per il reparto IT (Information Technology)

Consente la razionalizzazione del sistema informativo concentrando l'attenzione e l'attività sui dati (il vero patrimonio aziendale), ridimensionando l'importanza delle singole applicazioni.

Permette di migrare applicazioni obsolete o non più gestibili, gradualmente e mantenendone le strutture dati.

Aggiunge al sistema informativo funzioni di amministrazione applicativa: blocco di aree applicative, monitoraggio degli utenti e della rispettiva 'posizione' all'interno dell'applicazione, analisi dell'utilizzo orario, monitoraggio e notifica degli errori.

Si basa su tecnologie e protocolli standard, preferibilmente non proprietari e open garantendo elevata qualità, apertura e minimizzazione dei costi.

E' multi piattaforma (funziona su tutti i sistemi operativi), si adatta ai diversi ambienti infrastrutturali e necessita di requisiti hardware e di sistema minimi.

E' customizzabile ed integrabile con altri sistemi.

E' installabile indifferentemente on-premises o on-cloud.

7.3.4. Vantaggi per gli sviluppatori (e per reparti IT che sviluppano)

Semplifica e velocizza lo sviluppo e la manutenzione delle applicazioni, senza scrivere codice.

E' un sistema dichiarativo che richiede la semplice definizione di un modello, cioè di come e dove sono i dati, delle loro relazioni e delle regole per utilizzarli.

Riduce drasticamente la complessità separando e 'nascondendo' le tecnologie utilizzate, evitandone la conoscenza diretta e rendendole intercambiabili.

Consente di realizzare, in tempi minimi, prototipi perfettamente funzionanti che con pochi ritocchi, progressivamente, diventano applicazioni definitive.

Può essere utilizzato anche da persone senza una specifica preparazione allo sviluppo ma piuttosto e più utilmente con competenze relative alle materie oggetto delle applicazioni.

Rende accessibili informazioni di diversa origine, tipologia e localizzazione, adattandosi al contesto nel quale è calato.

Consente di accedere a database, file-system, mail server, web services, feed RSS, pagine web ed eventualmente anche applicativi specifici.

Non richiede esportazioni/importazioni di dati e relativi aggiornamenti; le informazioni sono lette e aggiornate direttamente alla fonte, quando necessario.

Le applicazioni possono accedere simultaneamente a molteplici fonti di dati e, stabilendo delle relazioni tra esse, realizzare una 'integrazione' applicativa dei dati.

Permette l'utilizzo di molteplici dispositivi in differenti scenari.

E' adattivo: la medesima applicazione 'risponde' ai differenti dispositivi (personal computer, smartphone, tablet) adattandosi alle relative capacità, sfruttandone le funzionalità supportate e limitando quelle mancanti.

Esistono diverse versioni che, a partire dal medesimo modello, consentono di ottenere piattaforme applicative adatte ai vari scenari di utilizzo.

Migliora la gestione del ciclo di vita delle applicazioni e le attività del team di sviluppo.

Non è un generatore di codice statico ma un interprete dinamico di applicazioni: in altre parole non alimenta la crescita incontrollata del codice e i relativi problemi di gestione.

E' un ambiente ideale per l'utilizzo delle metodologie 'agili', consentendo un processo di sviluppo molto dinamico, rapido e progressivo.

Mantiene separati la logica applicativa dalla forma di presentazione consentendo di lavorare su una parte senza interferire sull'altra.

Consente il riutilizzo dei moduli sviluppati.

E' auto-documentante: l'essenzialità e la chiarezza dei costrutti è di comprensione immediata e costituisce già di per sé un documento di specifica completo.

Oltre ad essere uno strumento di lavoro è una metodologia che applicando i concetti della generalizzazione dei problemi, della costruzione modulare e dell'uso di pochi paradigmi generali utilizzati in molti e differenti contesti, indirizza lo sviluppatore verso un modo di lavorare virtuoso, più semplice e lineare.

Ha un'architettura tecnologica aperta e in continua evoluzione.

E' pensato per arricchirsi in modo continuo di nuove possibilità (funzioni applicative, tipologie di dati, paradigmi di accesso, dispositivi di fruizione delle applicazioni) e per incorporare progressivamente le tecnologie che nel tempo si rendono disponibili: essendoci la totale separazione tra l'applicazione (o meglio il suo modello) e l'interprete che rende le applicazioni, quest'ultimo può essere corretto, migliorato e integrato con nuove funzionalità e tecnologie che possono essere, immediatamente e con minimo sforzo, acquisite non solo dalle nuove applicazioni ma anche da tutte quelle precedentemente sviluppate.

Si basa su tecnologie e protocolli standard, preferibilmente non proprietari e open garantendo elevata qualità, apertura e minimizzazione dei costi.

E' multi piattaforma (funziona su tutti i sistemi operativi), si adatta ai diversi ambienti infrastrutturali e necessita di requisiti hardware e di sistema minimi.

E' customizzabile ed integrabile con altri sistemi.

Può essere utilizzato come strumento di sviluppo per CED aziendali, software house, sviluppatori indipendenti o come componente tecnologica di base per singoli progetti.

7.3.5. Aspetti tecnici

Il front-end del sistema è sviluppato utilizzando unicamente tecnologie WEB in moda da essere fruibile su molteplici dispositivi (PC, Tablet, Smartphone) avendo come unico requisito un Web Browser standard.

Il back-end del sistema è costituito dal seguente stack applicativo:

- JVM (Java Virtual Machine) standard;
- Servlet Container Java standard (Apache Tomcat, JBoss, Oracle o altro);
- Database JDBC compliant (MySQL, PostgreSQL, Oracle, MS SQL Server o altro).

Lo stack applicativo può essere realizzato con componenti interamente FLOSS (Free/Libre Open Source Software), sia su piattaforma Unix-like che MS Windows.

Può essere eventualmente utilizzato uno stack applicativo già presente, in condivisione con altri applicativi.

Sul sito <http://www.visusrad.it> è possibile consultare altre informazioni tecniche.

Azione 4: Quantificazione della riduzione delle emissioni a livello regionale

8. Gli interventi migliorativi

L'azione finale del progetto aveva l'obiettivo di stimare la riduzione potenziale delle emissioni a livello regionale in seguito all'applicazione di interventi migliorativi applicabili su larga scala negli allevamenti bovini da latte della regione.

Il primo passo è stato la definizione di un pacchetto di interventi, con riferimento ai 3 allevamenti tipo (quindi in base alla situazione media di partenza) e ai 3 comparti di emissione.

Di seguito si elencano gli interventi migliorativi ipotizzati, suddivisi per allevamento tipo, per area di emissione e per categoria bovina.

8.1. Allevamento TIPO 1

Ricoveri

Vacche: ventilazione di soccorso estiva

asportazione da cunetta > 4 v/d

Rimonta: coibentazione copertura

asportazione da corsia > 4 v/d

frequenza aggiunta lettiera < 7 d

frequenza rinnovo completo lettiera esausta <= 90 d

Vitelli: coibentazione copertura

aggiunta lettiera ogni giorno

frequenza rinnovo completo lettiera esausta <= 30 d

Stoccaggio effluenti

Liquame: nulla

Letame: concimaia coperta da tettoia e con muri perimetrali su 3 lati

Distribuzione in campo

Liquame: a bande (a raso in strisce)

Letame: incorporazione entro 12 h

8.2. Allevamento TIPO 2

Ricoveri

Vacche: asportazione da corsia > 4 v/d

frequenza aggiunta lettiera < 7 d

frequenza rinnovo completo lettiera esausta <= 90 d

Rimonta: coibentazione copertura

asportazione da corsia > 4 v/d

frequenza aggiunta lettiera < 7 d

frequenza rinnovo completo lettiera esausta ≤ 90 d

Vitelli: coibentazione copertura
aggiunta lettiera ogni giorno

frequenza rinnovo completo lettiera esausta ≤ 30 d

Stoccaggio effluenti

Liquame: copertura flessibile con telo

Letame: concimaia coperta da tettoia e con muri perimetrali su 3 lati

Distribuzione in campo

Liquame: iniezione superficiale solchi chiusi

Letame: incorporazione entro 4 h

8.3. Allevamento TIPO 3

Ricoveri

Vacche: asportazione da corsia > 4 v/d

Rimonta: coibentazione copertura
asportazione da corsia > 4 v/d
frequenza aggiunta lettiera < 7 d
frequenza rinnovo completo lettiera esausta ≤ 90 d

Vitelli: coibentazione copertura
aggiunta lettiera ogni giorno
frequenza rinnovo completo lettiera esausta ≤ 30 d

Stoccaggio effluenti

Liquame: copertura flessibile con telo

Letame: concimaia coperta da tettoia e con muri perimetrali su 3 lati

Distribuzione in campo

Liquame: iniezione superficiale solchi chiusi

Letame: incorporazione entro 4 h

9. La nuova stima delle emissioni nella situazione post-interventi

9.1. Stima delle emissioni unitarie di ammoniaca

Gli interventi migliorativi ipotizzati sono stati inseriti nel software *Bat-Tool Plus*, separatamente per ogni allevamento tipo, ottenendo così i nuovi valori di emissione di riferimento. La stima delle emissioni è sempre riferita all'allevamento medio, nelle differenti condizioni dei 3 allevamenti tipo. I 3 tabulati finali che il programma restituisce indicano il totale delle emissioni annuali di ammoniaca e di gas serra.

Nella [tabella 9.1](#) vengono riassunti i valori annui di **emissione di ammoniaca** per l'allevamento medio nelle 3 tipologie codificate e nel nuovo stato di progetto.

Le emissioni variano da un minimo di 6.937 kg/a per il Tipo 2 a un massimo di 8.656 kg/a per il Tipo 1; questi dati sono direttamente confrontabili con quelli della [tabella 3.5](#), cioè i valori relativi allo stato di fatto ante-interventi. Si evidenziano riduzioni del 29,7% per Tipo 1, del 46,9% per Tipo 2 e del 45,9% per Tipo 3.

Ma i dati utili per la stima finale sono le emissioni unitarie riferite al singolo capo, che vengono riportate nella [tabella 9.2](#). Il valore medio di emissione è pari a 40,63 kg/capo a, con una quota media del 52,8% dallo spandimento, del 26,9% dai ricoveri e del 20,3% dallo stoccaggio.

Ovviamente, le 3 aree di emissione non si sono ridotte in modo uniforme, perché gli interventi previsti erano diversi per ogni area e differenziati anche per tipo di allevamento; così, la maggiore riduzione in Post rispetto ad Ante si registra per l'area stoccaggio (-48,1%), seguita a poca distanza dall'area spandimento (-46,2%) e infine dall'area ricoveri (-16,8%).

9.2. Gli scenari di mitigazione

I valori di emissione unitaria consentono la stima delle emissioni di ammoniaca imputabili al comparto bovino da latte della regione, con riferimento allo stato di progetto (azioni di mitigazione).

Sono stati ipotizzati 3 differenti scenari di mitigazione, assumendo i pacchetti di interventi migliorativi per ogni allevamento tipo come base di partenza per le stime e agendo poi sulla differente entità di capi alla quale applicare i benefici in termini di riduzione delle emissioni.

Lo **scenario 1** prevede l'applicazione degli interventi al 20% dei capi dell'allevamento tipo 1 e al 40% dei capi degli allevamenti tipo 2 e 3.

Lo **scenario 2** prevede l'applicazione degli interventi al 50% dei capi dell'allevamento tipo 1 e al 70% dei capi degli allevamenti tipo 2 e 3.

Lo **scenario 3**, infine, prevede l'applicazione degli interventi al 100% dei capi allevati in regione; quest'ultimo, ovviamente, rappresenta lo scenario "utopico", che però permette di evidenziare la massima potenzialità di riduzione delle emissioni ammoniacali del comparto zootecnico in esame.

9.2.1. Il primo scenario

La [tabella 9.3](#) riporta la stima delle emissioni annuali di ammoniaca del comparto bovino da latte regionale nella situazione dello scenario 1; il totale ammonta a **28.134** t/a e l'entità della riduzione è pari a 5.597 t/a (-16,6%).

La distribuzione di tale livello di emissione fra le 3 aree di riferimento è la seguente, in ordine decrescente: 55,9% per distribuzione, 23,6% per stoccaggio e 20,5% per ricovero.

9.2.2. Il secondo scenario

La [tabella 9.4](#) riporta la stima delle emissioni annuali di ammoniaca del comparto bovino da latte regionale nella situazione dello scenario 2; il totale ammonta a **23.718** t/a e l'entità della riduzione è pari a 10.013 t/a (-29,7%).

La distribuzione di tale livello di emissione fra le 3 aree di riferimento è la seguente, in ordine decrescente: 54% per distribuzione, 22,7% per stoccaggio e 23,3% per ricovero.

8.2.3. Il terzo scenario

La [tabella 9.5](#), infine, riporta la stima delle emissioni annuali di ammoniaca del comparto bovino da latte regionale nella situazione dello scenario 3; il totale ammonta a **19.010** t/a e l'entità della riduzione è pari a 14.721 t/a (-43,6%).

La distribuzione di tale livello di emissione fra le 3 aree di riferimento è la seguente, in ordine decrescente: 51% per distribuzione, 27,7% per ricovero e 21,3% per stoccaggio.

9.3. Conclusioni

L'analisi svolta ha permesso di stimare il potenziale di riduzione delle emissioni di NH₃ del comparto bovino da latte della regione Emilia-Romagna. Le emissioni nazionali di ammoniaca, come già ricordato, derivano per oltre il 95% dall'agricoltura e in particolare dal settore zootecnico (circa l'80% del totale agricoltura); è quindi di prioritaria importanza l'obiettivo di ridurre tali emissioni, con azioni che possono comportare investimenti più o meno onerosi per le aziende, oppure che comportano modifiche nel management aziendale e nel funzionamento di impianti e macchinari.

Gli scenari di mitigazione proposti nel GO Milkgas hanno evidenziato una potenzialità di riduzione

variabile fra il **17** e il **30%** circa rispetto alla situazione stimata per lo stato di fatto; la massima riduzione possibile, soltanto teorica – perché presuppone l'applicazione di una serie di interventi di mitigazione in tutti gli allevamenti della regione – si attesta sul **44%** circa.

Bisogna precisare che i dati esposti in questa analisi potranno subire delle variazioni dei valori assoluti in seguito alla revisione in atto di taluni parametri emissivi di base, in particolare per quanto concerne lo spandimento degli effluenti sui terreni, ma il confronto fra le diverse situazioni in termini relativi rimane del tutto valido.

TABELLE

Tabella 3.1 – Patrimonio bovino da latte della regione Emilia-Romagna per categoria bovina, anno 2020 (fonte BDN)

<i>Categoria bovina</i>	<i>Femmine che hanno partorito</i>	<i>Femmine che non hanno partorito</i>	<i>Maschi</i>	<i>Totale</i>
Da 0 a 6 mesi (vitelli)	0	55.758	5.815	61.573
Da 6 a 12 mesi (manzette)	0	43.794	1.472	45.266
Da 12 a 24 mesi	2.142	86.097	1.861	90.100
Oltre 24 mesi	236.626	52.787	1.235	290.648
Totale	238.768	238.436	10.383	487.587
Percentuale	48,97	48,90	2,13	100,00

Tabella 3.2 – Patrimonio bovino da latte della regione Emilia-Romagna per provincia, anno 2020 (fonte BDN)

<i>Provincia</i>	<i>N. allevamenti</i>	<i>N. capi</i>
Piacenza	322	79.759
Parma	1.082	153.488
Reggio Emilia	1.050	135.748
Modena	723	87.910
Bologna	143	18.529
Ferrara	29	5.349
Ravenna	14	3.724
Forlì-Cesena	25	886
Rimini	13	2.194
Totale	3.401	487.587

Tabella 3.3 – Patrimonio bovino da latte della regione Emilia-Romagna per classe di capienza degli allevamenti, anno 2020 (fonte BDN)

<i>Classe capienza</i>	<i>N. allevamenti</i>	<i>N. capi</i>
Da 1 a 19 capi	431	3.966
Da 20 a 49 capi	650	22.649
Da 50 a 99 capi	868	62.958
Da 100 a 500 capi	1.300	272.717
Oltre 500 capi	152	125.297
Totale	3.401	487.587

Tabella 3.4 – Prima parte del foglio di lavoro per il dimensionamento dell'Allevamento medio per le stime di Milkgas (programma di CRPA: PROG ALLEV BOVINO ver2020.xlsx)

All medio per Milkgas					
DIMENSIONAMENTO ALLEVAMENTO BOVINO DA LATTE - Ver. 2020				54,0	
1) DATI		2) RISULTATI			
Numero vacche da latte	100	Vacche in lattazione	88		
Interparto medio d'allevamento (d) - IMA	420	Vacche asciutte	11		
Numero medio parti/vacca per carriera	2,5	- di cui in asciutta 1a fase	8	12	
Durata media totale fase asciutta (d)	65	- di cui in asciutta 2a fase (transizione)	3		
- di cui durata 2a fase asciutta "steaming-up"(d)	14	Vacche in colostro	1		
Durata fase "freschissime" o "fresche" (d)	21	6,00 Vacche asciutte su vacche totali (%)	11,0		
Mortalità vacche (%)	5	Quota di rimonta (%)	34,8		
Produzione unitaria di picco (kg/d vacca)	40	27,95 Vacche riformate anno	35		
Età media primo concepimento (mesi)	17,8	di cui vacche morte anno	5		
Si utilizza seme sessato?	no	di cui vacche vendute anno	30		
Percentuale nascita femmine con seme ses (%)	90	Età media manza al primo parto (mesi)	27,0	822 d	
Percentuale vacche coperte con seme ses (%)	22	Numero medio parti/vacca per anno	0,87		
Età vitelli allo svezzamento (d)	84	Numero totale parti/anno	87,0		
Periodo presvezzamento in box individuali (d)	49	LATTAZIONE e PRODUZIONE			
Percentuale aumento posti (max 10%)	5	Durata media lattazioni (d) esclusa l'ultima	353		
Permanenza in box parto prima del parto (d)	7	Durata media ultima lattazione (d) - Latt. breve	190		
Permanenza in box parto dopo il parto (d)	2	Durata tot periodo produzione per vacca (d)	822	822	822
Pulizia e "riposo" box parto (d)	2	pari ad anni	2,251		
Periodo medio colostro (d/lattazione)	2	- di cui di lattazione (giornilate per vacca)	720		
Numero vitelli nati vivi per 100 parti	95	- di cui di asciutta	98		
Mortalità vitelli (%)	7	- di cui di colostro	4		
Mortalità dopo svezzamento e fino a 1° parto (%)	3	Durata media di tutte le lattazioni (d)	288		
I vitelli maschi sono ingrassati in allevamento?	no	Giornilate per carriera di tutte le vacche	72.000		
Vacche/UBA (%)	69,0	Media giornilate/anno	31.993	32.120	
Vacche/Totale capi (%)	53,97	Produzione med per lattazione (kg) esclusa ultima	9.867		
N. vitelli nati vivi per anno	83	Produzione med ultima lattazione (kg)	6.085		
N. vitelli morti per anno	6	Produzione tot per vacca nella carriera (kg)	20.885		
N. vitelle svezzate per anno	38	Produzione tot per mandria nella carriera (kg)	2.088.519		
N. vitelli maschi per anno	38	Produzione totale (kg/anno)	928.019		
N. femmine/anno disponibili per rimonta	37	Produzione unitaria (kg/anno vacca)	9.280		
Media giorni aperti per interparto (vacca vuota) (d)	140	Prod media unitaria (kg/d vacca) lattaz. normale	27,95		
Periodo tot vacca vuota per carriera (d)	350	Se si vendono solo vacche e non manze			
Periodo tot gravidanza per carriera vacca (d)	472	Bisogna fare in modo che nella cella E53 ci sia 0			
Vacche gravide su vacche totali (%)	57,42	modificando per tentativi il dato Numero medio parti/vacca			
Vacche gravide	57	per carriera			
Vacche vuote	43				
4) CAPI RIMONTA MEDIAMENTE PRESENTI		3) FABBISOGNO CAPI DA RIMONTA			
Manze gravide tenute in allevamento	27	Manze vendute a quanti mesi di gravidanza?	6		
Manze gravide vendute prima del parto	1	183 Manze gravide teoriche	37	+	5 %
Manze vuote	18	Manze vuote teoriche (n. min manze da allevare)	39	+	5 %
Manzette (6-12 mesi)	19	183 Vitelle-manzette teoriche (n. min capi rimonta)	41	+	5 %
Vitelle post-svezzamento (da svezz. a 6 mesi)	11	3a) Disponibilità con rimonta interna			
Vitelle allattanti (fino a svezz.)	9	Vitelle	38		
di cui in box individuale	6	Manze vuote	37		
di cui in box collettivo	3	Manze gravide	37		
Totale	85	Differenza per manze gravide	0		
Peso vivo mediamente presente (t)	91,969	Manze gravide da comprare	0		
UBA mediamente presenti	145,0	Manzette-manze morte	1		
		Manze gravide vendute o comprate	2	Vendute	
Posti per vacche	106				
Posti per rimonta e vitelli	93	N. medio vacche primipare	35	0,35	
Totale posti compresa infermeria	203	N. medio vacche secondipare	34	0,34	
Vacche mediamente presenti	100	N. medio vacche pluripare > 2 parti	31	0,31	
Capi da rimonta e vitelli mediamente presenti	85	N. medio parti/vacca delle pluripare > 2 parti	4,75		
Totale capi mediamente presenti	185	Calcolo di verifica del n. parti/vacca carriera	2,50	2,5	E59 deve e

Tabella 3.5 – Stima delle emissioni annue totali di ammoniaca per l'allevamento medio nei 3 assetti degli allevamenti tipo

<i>Tipo di emissione</i>	<i>NH3 (kg/a)</i>		
	<i>Tipo 1</i>	<i>Tipo 2</i>	<i>Tipo 3</i>
Da ricoveri	2.498	2.551	2.244
Da stoccaggi	2.334	3.234	3.271
Da distribuzione	7.482	7.285	7.349
Totale	12.314	13.070	12.864

Tabella 3.6 – Stima delle emissioni annue unitarie di ammoniaca per l'allevamento medio nei 3 assetti degli allevamenti tipo

<i>Descrizione</i>	<i>NH3 (kg/capo a)</i>		
	<i>Tipo 1</i>	<i>Tipo 2</i>	<i>Tipo 3</i>
Da ricoveri	13,50	13,79	12,13
Da stoccaggi	12,62	17,48	17,68
Da distribuzione	40,44	39,38	39,72
Totale	66,56	70,65	69,54

Tabella 3.7 – Stima delle emissioni annue di ammoniaca per il comparto bovino da latte regionale

<i>Tipo di emissione</i>	<i>NH3 (t/a)</i>			<i>Totale</i>
	<i>Tipo 1</i>	<i>Tipo 2</i>	<i>Tipo 3</i>	
Da ricoveri	997	571	4.517	6.084
Da stoccaggi	931	723	6.584	8.239
Da distribuzione	2.986	1.629	14.792	19.408
Totale	4.914	2.923	25.893	33.731

Tabella 4.1 – Caratterizzazione chimico-fisica delle deiezioni presenti nelle corsie delle 3 aziende (media e intervallo dei valori riscontrati)

Corsie	pH	Solidi Totali		Solidi Volatili [%ST]	N Totale Kjeldahl		N-ammoniacale [%NTK]
		[kg/t tq]	[%tq]		[kg/t tq]	[%ST]	
Azienda A	7,3 (6,8÷7,9)	133 (125÷148)	13,3%	87%	3,3 (2,4÷3,8)	2,5% (1,9÷3,0)	23% (19÷28)
Azienda B	7,5 (7,2÷7,7)	122 (121÷122)	12,2%	84%	3,8 (3,3÷4,2)	3,2% (2,7÷3,4)	20% (18÷21)
Azienda C	7,5 (6,8÷8,9)	133 (122÷140)	13,3%	86%	3,9 (3,2÷4,6)	2,9% (2,6÷3,3)	17% (6÷38)

Tabella 4.2 – Caratterizzazione chimico-fisica del lettime presente nelle cuccette delle 3 aziende (media e intervallo dei valori riscontrati)

Lettime	pH	Solidi Totali		Solidi Volatili [%ST]	N Totale Kjeldahl		N-ammoniacale [-]
		[kg/t tq]	[%tq]		[kg/t tq]	[%ST]	
Azienda A	7,9 (6,7÷8,8)	393 (244÷535)	39,3%	81%	11,7 (6,4÷17,5)	3,0% (2,4÷3,9)	12% (3÷21)
Azienda B	7,0 (6,9÷7,1)	664 (493÷869)	66,4%	88%	11,3 (8,3÷13,0)	1,9% (1,0÷2,6)	2,2% (1,5÷3,1)
Azienda C	8,3 (7,6÷9,5)	460 (402÷557)	46,0%	76%	9,7 (8,2÷10,7)	2,1% (1,8÷2,5)	4,5% (2,6÷7,7)

Tabella 4.3 – Dati ambientali rilevati nelle 3 stalle (valori minimi, medi e massimi)

	Temperatura superficie corsie [°C]	Temperatura lettime in cuccetta [°C]	Temperatura ambiente [°C]	Umidità relativa ambiente [%]	Velocità dell'aria [m/s]
<i>minima</i>	5,5	15,0	-2,2	25	0,0
<i>massima</i>	28,3	33	31	82	2,7
<i>media</i>	19,6	24,4	14,9	55	1,3

Tabella 5.1 – Dimensionamento dell'allevamento negli scenari di confronto per l'interparto medio, con riferimento a 200 vacche da latte e a parità di numero medio di parti/vacca per carriera

Parametro	A	B	C
Interparto medio d'allevamento (d)	450	420	390
N. vacche da latte mediamente presenti	200	200	200
N. medio parti/vacca per carriera	2,5	2,5	2,5
N. medio parti/vacca per anno	0,81	0,87	0,94
Durata media fase asciutta (d)	70	65	60
Durata media fase lattazione (d) (1)	378	353	328
N. medio vacche in lattazione	175	176	176
N. medio vacche in asciutta (e colostro)	25	24	24
Età media manza al primo parto (mesi)	27	27	27
Età media vacca riformata (mesi)	55,5	54,0	52,5
Media giorni aperti per interparto (2)	170	140	110
N. medio vacche gravide	102	115	129
N. medio vacche vuote	98	85	71
Mortalità vacche (%)	5	5	5
Quota di rimonta annua (%)	32,4	34,8	37,6
Durata totale periodo di produzione per vacca (d)	867	822	777
- di cui in lattazione (d)	757	720	682
- di cui in asciutta + colostro (d)	110	102	95
N. medio giornilatte per anno	63.782	63.985	64.119
Produzione unitaria di picco (kg/d vacca)	40	40	40
Produzione media per lattazione (kg) (1)	10.232	9.867	9.452
Produzione totale per vacca nella carriera (kg)	21.433	20.885	20.264
Produzione totale annua (kg)	1.805.896	1.856.038	1.905.107
Produzione unitaria annua (kg/vacca)	9.029	9.280	9.526
Produzione unitaria giornaliera (kg/vacca)	27,07	27,95	28,82
N. vitelli nati vivi per 100 parti	95	95	95
N. vitelli nati vivi per anno	154	165	179
Mortalità vitelli pre-svezzamento (%)	7	7	7
Mortalità dopo svezzamento e fino a 1° parto (%)	3	3	3
Età vitelli allo svezzamento (d)	80	80	80
N. femmine disponibili annualmente per rimonta	69	74	80
Presenza media capi da rimonta:			
- manze gravide	51	55	59
- manze vuote	34	36	39
- manzette	36	38	41
- vitelle post-svezzamento	20	22	24
- vitelle pre-svezzamento	16	17	18
- totale	157	168	181
Totale capi mediamente presenti	357	368	381
N. manze vendute/comprate per anno	4	4	5
Totale peso vivo mediamente presente (t)	181,4	183,0	186,2
- di cui per vacche (t)	132,8	131,2	129,9
Totale UBA mediamente presenti	286,1	291,9	299,7
Produzione annua per 1 t di p.v.	9.955	10.142	10.232
Produzione annua per UBA	6.312	6.358	6.357

Tabella 5.2 – Dimensionamento dell'allevamento negli scenari di confronto per l'interparto medio, con riferimento a 200 vacche da latte e a parità di età media vacca riformata

Parametro	A	B	C
Interparto medio d'allevamento (d)	450	420	390
N. vacche da latte mediamente presenti	200	200	200
N. medio parti/vacca per carriera	2,4	2,5	2,62
N. medio parti/vacca per anno	0,81	0,87	0,94
Durata media fase asciutta (d)	70	65	60
Durata media fase lattazione (d) (1)	378	353	328
N. medio vacche in lattazione	175	176	176
N. medio vacche in asciutta (e colostro)	25	24	24
Età media manza al primo parto (mesi)	27	27	27
Età media vacca riformata (mesi)	54,0	54,0	54,0
Media giorni aperti per interparto (2)	170	140	110
N. medio vacche gravide	101	115	130
N. medio vacche vuote	99	85	70
Mortalità vacche (%)	5	5	5
Quota di rimonta annua (%)	33,8	34,8	35,9
Durata totale periodo di produzione per vacca (d)	822	822	822
- di cui in lattazione (d)	719	720	720
- di cui in asciutta + colostro (d)	103	102	102
N. medio giornilatte per anno	63.897	63.985	63.985
Produzione unitaria di picco (kg/d vacca)	40	40	40
Produzione media per lattazione (kg) (1)	10.232	9.867	9.452
Produzione totale per vacca nella carriera (kg)	20.410	20.885	21.351
Produzione totale annua (kg)	1.813.828	1.856.038	1.897.414
Produzione unitaria annua (kg/vacca)	9.069	9.280	9.487
Produzione unitaria giornaliera (kg/vacca)	27,07	27,95	28,82
N. vitelli nati vivi per 100 parti	95	95	95
N. vitelli nati vivi per anno	154	165	179
Mortalità vitelli pre-svezzamento (%)	7	7	7
Mortalità dopo svezzamento e fino a 1° parto (%)	3	3	3
Età vitelli allo svezzamento (d)	80	80	80
N. femmine disponibili annualmente per rimonta	69	74	80
Presenza media capi da rimonta:			
- manze gravide	54	55	57
- manze vuote	34	36	39
- manzette	36	38	41
- vitelle post-svezzamento	20	22	24
- vitelle pre-svezzamento	16	17	18
- totale	160	168	179
Totale capi mediamente presenti	360	368	379
N. manze vendute/comprate per anno	-3	4	8
Totale peso vivo mediamente presente (t)	182,5	183,0	185,5
- di cui per vacche (t)	132,3	131,2	130,4
Totale UBA mediamente presenti	288,6	291,9	297,7
Produzione annua per 1 t di p.v.	9.939	10.142	10.229
Produzione annua per UBA	6.285	6.358	6.374

Tabella 5.3 – Dimensionamento dell'allevamento negli scenari di confronto per l'età media del primo parto, con riferimento a 200 vacche da latte

Parametro	A	B	C
Età media manza al primo parto (mesi)	30	27	24
N. vacche da latte mediamente presenti	200	200	200
N. medio parti/vacca per carriera	2,5	2,5	2,5
N. medio parti/vacca per anno	0,87	0,87	0,87
Durata media fase asciutta (d)	65	65	65
Durata media fase lattazione (d) (1)	353	353	353
N. medio vacche in lattazione	176	176	176
N. medio vacche in asciutta (e colostro)	24	24	24
Interparto medio d'allevamento (d)	420	420	420
Età media vacca riformata (mesi)	57,0	54,0	51,0
Media giorni aperti per interparto (2)	140	140	140
N. medio vacche gravide	115	115	115
N. medio vacche vuote	85	85	85
Mortalità vacche (%)	5	5	5
Quota di rimonta annua (%)	34,8	34,8	34,8
Durata totale periodo di produzione per vacca (d)	822	822	822
- di cui in lattazione (d)	720	720	720
- di cui in asciutta + colostro (d)	102	102	102
N. medio giornilatte per anno	63.985	63.985	63.985
Produzione unitaria di picco (kg/d vacca)	40	40	40
Produzione media per lattazione (kg) (1)	9.867	9.867	9.867
Produzione totale per vacca nella carriera (kg)	20.885	20.885	20.885
Produzione totale annua (kg)	1.856.038	1.856.038	1.856.038
Produzione unitaria annua (kg/vacca)	9.280	9.280	9.280
Produzione unitaria giornaliera (kg/vacca)	27,95	27,95	27,95
N. vitelli nati vivi per 100 parti	95	95	95
N. vitelli nati vivi per anno	165	165	165
Mortalità vitelli pre-svezzamento (%)	7	7	7
Mortalità dopo svezzamento e fino a 1° parto (%)	3	3	3
Età vitelli allo svezzamento (d)	80	80	80
N. femmine disponibili annualmente per rimonta	74	74	74
Presenza media capi da rimonta:			
- manze gravide	55	55	55
- manze vuote	55	36	18
- manzette	38	38	38
- vitelle post-svezzamento	22	22	22
- vitelle pre-svezzamento	17	17	17
- totale	187	168	150
Totale capi mediamente presenti	387	368	350
N. manze vendute/comprate per anno	4	4	4
Totale peso vivo mediamente presente (t)	195,6	183,0	171,0
- di cui per vacche (t)	133,5	131,2	128,4
Totale UBA mediamente presenti	311,1	291,9	274,4
Produzione annua per 1 t di p.v.	9.489	10.142	10.854
Produzione annua per UBA	5.966	6.358	6.764

Tabella 5.4 – Dimensionamento dell'allevamento negli scenari di confronto per il numero medio di parti/vacca per carriera, con riferimento a 200 vacche da latte

Parametro	A	B	C
N. medio parti/vacca per carriera	2,0	2,5	3,5
N. vacche da latte mediamente presenti	200	200	200
Interparto medio d'allevamento (d)	420	420	420
N. medio parti/vacca per anno	0,87	0,87	0,87
Durata media fase asciutta (d)	65	65	65
Durata media fase lattazione (d) (1)	353	353	353
N. medio vacche in lattazione	178	176	173
N. medio vacche in asciutta (e colostro)	22	24	27
Età media manza al primo parto (mesi)	27	27	27
Età media vacca riformata (mesi)	47,1	54,0	67,8
Media giorni aperti per interparto (2)	140	140	140
N. medio vacche gravide	108	115	121
N. medio vacche vuote	92	85	79
Mortalità vacche (%)	5	5	5
Quota di rimonta annua (%)	43,5	34,8	24,9
Durata totale periodo di produzione per vacca (d)	612	822	1.242
- di cui in lattazione (d)	543	720	1.073
- di cui in asciutta + colostro (d)	69	102	169
N. medio giornilatte per anno	64.814	63.985	63.110
Produzione unitaria di picco (kg/d vacca)	40	40	40
Produzione media per lattazione (kg) (1)	9.867	9.867	9.867
Produzione totale per vacca nella carriera (kg)	15.952	20.885	30.752
Produzione totale annua (kg)	1.904.065	1.856.038	1.808.707
Produzione unitaria annua (kg/vacca)	9.520	9.280	9.044
Produzione unitaria giornaliera (kg/vacca)	27,95	27,95	27,95
N. vitelli nati vivi per 100 parti	95	95	95
N. vitelli nati vivi per anno	165	165	165
Mortalità vitelli pre-svezzamento (%)	7	7	7
Mortalità dopo svezzamento e fino a 1° parto (%)	3	3	3
Età vitelli allo svezzamento (d)	80	80	80
N. femmine disponibili annualmente per rimonta	74	74	74
Presenza media capi da rimonta:			
- manze gravide	59	55	41
- manze vuote	36	36	36
- manzette	38	38	38
- vitelle post-svezzamento	22	22	22
- vitelle pre-svezzamento	17	17	17
- totale	172	168	154
Totale capi mediamente presenti	372	368	354
N. manze vendute/comprate per anno	-18	4	24
Totale peso vivo mediamente presente (t)	182,1	183,0	181,6
- di cui per vacche (t)	128,4	131,2	135,4
Totale UBA mediamente presenti	294,8	291,9	283,0
Produzione annua per 1 t di p.v.	10.456	10.142	9.960
Produzione annua per UBA	6.459	6.358	6.391

Tabella 6.1 – Costo di produzione del latte: Azienda A, stato di fatto

INDICATORE	Euro/100kg	Euro/capo	Euro	%
RICAVI				
Valore latte prodotto	68,43	6.508	3.188.799	93,7
Ricavi carne	3,73	354	173.615	5,1
Contributi (riconducibili all'allevame)	0,00	-	-	0,0
Altri ricavi latte	0,88	84	41.000	1,2
TOTALE RICAVI	73,03	6.946	3.403.414	100,0
ALTRI RICAVI				
Altri contributi e premi	0,00	-	-	
Altri ricavi	1,04	99	48.447	
TOTALE ALTRI RICAVI	1,04	99	48.447	100,0
COSTI DIRETTI				
Mangimi acquistati	16,03	1.525	747.151	33,7
Foraggi acquistati	0,00	-	-	0,0
Materie prime produzione foraggi (:	0,58	55	26.828	1,2
Acquisto animali	0,00	-	-	0,0
Veterinario + Medicinali + insemina	2,16	206	100.747	4,5
Energia (carburanti + elettricità)	3,49	332	162.807	7,3
Acqua (stalla + irrigazione foraggi)	0,09	9	4.395	0,2
Assicurazioni	0,64	61	30.000	1,4
Contoterzi	0,21	20	10.000	0,5
Manutenzione fabbricati	7,22	687	336.460	15,2
Manutenzione macchine	1,30	124	60.770	2,7
Imposte e tasse	0,78	74	36.231	1,6
Costo spandimento liquame	0,04	4	2.000	0,1
Costi specifici settore latte	0,15	14	7.084	0,3
Costi generali	1,36	129	63.247	2,9
TOTALE COSTI DIRETTI	34,07	3.240	1.587.720	71,6
COSTO FATTORI DI PRODUZIONE				
Ammortamento macchine	1,69	161	78.677	3,5
Ammortamento fabbricati	2,37	226	110.516	5,0
Costo terra in proprietà	1,65	157	76.902	3,5
Costo terra non in proprietà	2,15	204	100.000	4,5
Costo lavoro familiare + contributi	2,04	194	94.863	4,3
Costo lavoro dipendente	2,53	240	117.756	5,3
Interessi capitale agrario	0,75	72	35.106	1,6
Interessi capitale anticipazione	0,32	30	14.766	0,7
TOTALE COSTO FATTORI DI PR	13,49	1.283	628.586	28,4
COSTO DI PRODUZIONE TOTAL	47,56	4.523	2.216.305	100,0
COSTO NETTO DI PRODUZIONE	42,95	4.085	2.001.690	
PROFITTO	25,47	2.423	1.187.109	
REDDITO FAMILIARE	29,91	2.845	1.393.979	
PUNTO DI PAREGGIO	39,06	3.715	1.820.241	

Tabella 6.2 – Costo di produzione del latte: Azienda B, stato di fatto

INDICATORE	Euro/100kg	Euro/capo	Euro	%
RICAVI				
Valore latte prodotto	75,00	6.405	1.312.950	86,2
Ricavi carne	2,57	220	45.000	3,0
Contributi (riconducibili all'allevame)	3,60	307	63.000	4,1
Altri ricavi latte	5,80	495	101.500	6,7
TOTALE RICAVI	86,97	7.427	1.522.450	100,0
ALTRI RICAVI				
Altri contributi e premi	0,00	-	-	
Altri ricavi	0,39	34	6.900	
TOTALE ALTRI RICAVI	0,39	34	6.900	100,0
COSTI DIRETTI				
Mangimi acquistati	23,74	2.027	415.596	38,5
Foraggi acquistati	0,00	-	-	0,0
Materie prime produzione foraggi (s	2,57	220	45.013	4,2
Acquisto animali	0,00	-	-	0,0
Veterinario + Medicinali + insemina	2,28	194	39.866	3,7
Energia (carburanti + elettricità)	2,34	200	41.000	3,8
Acqua (stalla + irrigazione foraggi)	0,50	43	8.772	0,8
Assicurazioni	0,91	78	16.000	1,5
Contoterzi	1,86	159	32.587	3,0
Manutenzione fabbricati	1,14	98	20.000	1,9
Manutenzione macchine	2,69	229	47.040	4,4
Imposte e tasse	0,51	44	9.000	0,8
Costo spandimento liquame	0,00	-	-	0,0
Costi specifici settore latte	0,00	-	-	0,0
Costi generali	1,87	160	32.700	3,0
TOTALE COSTI DIRETTI	40,42	3.452	707.574	65,6
COSTO FATTORI DI PRODUZIONE				
Ammortamento macchine	2,76	236	48.328	4,5
Ammortamento fabbricati	2,78	237	48.660	4,5
Costo terra in proprietà	3,28	280	57.500	5,3
Costo terra non in proprietà	2,98	255	52.230	4,8
Costo lavoro familiare + contributi	4,06	347	71.060	6,6
Costo lavoro dipendente	4,14	353	72.450	6,7
Interessi capitale agrario	0,84	72	14.767	1,4
Interessi capitale anticipazione	0,38	32	6.580	0,6
TOTALE COSTO FATTORI DI PR	21,23	1.813	371.575	34,4
COSTO DI PRODUZIONE TOTALI	61,64	5.264	1.079.149	100,0
COSTO NETTO DI PRODUZIONE	49,68	4.242	869.649	
PROFITTO	25,32	2.162	443.301	
REDDITO FAMILIARE	33,51	2.862	586.628	
PUNTO DI PAREGGIO	47,92	4.092	838.834	

Tabella 6.3 – Costo di produzione del latte: Azienda C, stato di fatto

INDICATORE	Euro/100kg	Euro/capo	Euro	%
RICAVI				
Valore latte prodotto	73,45	8.063	1.040.147	89,1
Ricavi carne	4,94	543	70.000	6,0
Contributi (riconducibili all'allevame)	2,96	325	41.936	3,6
Altri ricavi latte	1,05	115	14.843	1,3
TOTALE RICAVI	82,40	9.046	1.166.926	100,0
ALTRI RICAVI				
Altri contributi e premi	0,00	-	-	
Altri ricavi	19,17	2.105	271.500	
TOTALE ALTRI RICAVI	19,17	2.105	271.500	100,0
COSTI DIRETTI				
Mangimi acquistati	21,18	2.326	300.000	30,6
Foraggi acquistati	7,77	853	110.000	11,2
Materie prime produzione foraggi (s	0,89	98	12.638	1,3
Acquisto animali	0,00	-	-	0,0
Veterinario + Medicinali + insemina	3,00	329	42.500	4,3
Energia (carburanti + elettricità)	3,69	405	52.257	5,3
Acqua (stalla + irrigazione foraggi)	0,26	29	3.745	0,4
Assicurazioni	0,60	66	8.500	0,9
Contoterzi	0,00	-	-	0,0
Manutenzione fabbricati	0,18	19	2.500	0,3
Manutenzione macchine	0,35	39	5.000	0,5
Imposte e tasse	0,71	78	10.000	1,0
Costo spandimento liquame	0,00	-	-	0,0
Costi specifici settore latte	0,06	6	800	0,1
Costi generali	4,83	530	68.430	7,0
TOTALE COSTI DIRETTI	43,52	4.778	616.370	62,8
COSTO FATTORI DI PRODUZIONE				
Ammortamento macchine	5,68	623	80.396	8,2
Ammortamento fabbricati	5,22	573	73.936	7,5
Costo terra in proprietà	1,77	194	25.000	2,5
Costo terra non in proprietà	0,35	39	5.000	0,5
Costo lavoro familiare + contributi	5,01	550	71.000	7,2
Costo lavoro dipendente	5,72	628	81.000	8,3
Interessi capitale agrario	1,62	178	22.974	2,3
Interessi capitale anticipazione	0,40	44	5.732	0,6
TOTALE COSTO FATTORI DI PR	25,78	2.830	365.038	37,2
COSTO DI PRODUZIONE TOTAL	69,30	7.608	981.408	100,0
COSTO NETTO DI PRODUZIONE	60,35	6.625	854.629	
PROFITTO	13,10	1.438	185.518	
REDDITO FAMILIARE	21,50	2.360	304.492	
PUNTO DI PAREGGIO	50,00	5.489	708.102	

Tabella 6.4 – Costo di produzione del latte: Azienda A, stato di progetto

INDICATORE	Euro/100kg	Euro/capo	Euro	%
RICAVI				
Valore latte prodotto	68,43	6.508	3.188.799	93,7
Ricavi carne	3,73	354	173.615	5,1
Contributi (riconducibili all'allevame)	0,00	-	-	0,0
Altri ricavi latte	0,88	84	41.000	1,2
TOTALE RICAVI	73,03	6.946	3.403.414	100,0
ALTRI RICAVI			-	
Altri contributi e premi	0,00	-	-	
Altri ricavi	1,04	99	48.447	
TOTALE ALTRI RICAVI	1,04	99	48.447	100,0
COSTI DIRETTI			-	
Mangimi acquistati	16,03	2.707	747.151	33,6
Foraggi acquistati	0,00	-	-	0,0
Materie prime produzione foraggi (:	0,58	97	26.828	1,2
Acquisto animali	0,00	-	-	0,0
Veterinario + Medicinali + insemina	2,16	365	100.747	4,5
Energia (carburanti + elettricità)	3,56	601	165.969	7,5
Acqua (stalla + irrigazione foraggi)	0,09	16	4.395	0,2
Assicurazioni	0,64	109	30.000	1,3
Contoterzi	0,21	36	10.000	0,4
Manutenzione fabbricati	7,22	1.219	336.460	15,1
Manutenzione macchine	1,30	220	60.770	2,7
Imposte e tasse	0,78	131	36.231	1,6
Costo spandimento liquame	0,04	7	2.000	0,1
Costi specifici settore latte	0,15	26	7.084	0,3
Costi generali	1,36	229	63.247	2,8
TOTALE COSTI DIRETTI	34,14	5.764	1.590.882	71,5
COSTO FATTORI DI PRODUZIONE		-	-	
Ammortamento macchine	1,69	285	78.677	3,5
Ammortamento fabbricati	2,46	415	114.535	5,2
Costo terra in proprietà	1,65	279	76.902	3,5
Costo terra non in proprietà	2,15	362	100.000	4,5
Costo lavoro familiare + contributi	2,04	344	94.863	4,3
Costo lavoro dipendente	2,53	427	117.756	5,3
Interessi capitale agrario	0,75	127	35.106	1,6
Interessi capitale anticipazione	0,32	54	14.766	0,7
TOTALE COSTO FATTORI DI PR	13,57	2.292	632.605	28,5
COSTO DI PRODUZIONE TOTAL	47,71	8.056	2.223.487	100,0
COSTO NETTO DI PRODUZIONE	43,99	7.427	2.049.872	
PROFITTO	25,32	4.275	1.179.927	
REDDITO FAMILIARE	29,76	5.025	1.386.798	
		-	-	
PUNTO DI PAREGGIO	39,13	6.607	1.823.404	

Tabella 6.5 – Costo di produzione del latte: Azienda B, stato di progetto

INDICATORE	Euro/100kg	Euro/capo	Euro	%
RICAVI				
Valore latte prodotto	75,00	6.405	1.312.950	86,2
Ricavi carne	2,57	220	45.000	3,0
Contributi (riconducibili all'allevame)	3,60	307	63.000	4,1
Altri ricavi latte	5,80	495	101.500	6,7
TOTALE RICAVI	86,97	7.427	1.522.450	100,0
ALTRI RICAVI			-	
Altri contributi e premi	0,00	-	-	
Altri ricavi	0,39	34	6.900	
TOTALE ALTRI RICAVI	0,39	34	6.900	100,0
COSTI DIRETTI			-	
Mangimi acquistati	23,74	2.027	415.596	38,4
Foraggi acquistati	0,00	-	-	0,0
Materie prime produzione foraggi (s	2,57	220	45.013	4,2
Acquisto animali	0,00	-	-	0,0
Veterinario + Medicinali + insemina	2,28	194	39.866	3,7
Energia (carburanti + elettricità)	2,49	213	43.580	4,0
Acqua (stalla + irrigazione foraggi)	0,50	43	8.772	0,8
Assicurazioni	0,91	78	16.000	1,5
Contoterzi	1,86	159	32.587	3,0
Manutenzione fabbricati	1,14	98	20.000	1,8
Manutenzione macchine	2,69	229	47.040	4,3
Imposte e tasse	0,51	44	9.000	0,8
Costo spandimento liquame	0,00	-	-	0,0
Costi specifici settore latte	0,00	-	-	0,0
Costi generali	1,87	160	32.700	3,0
TOTALE COSTI DIRETTI	40,57	3.464	710.154	65,6
COSTO FATTORI DI PRODUZIONE		-	-	
Ammortamento macchine	2,76	236	48.328	4,5
Ammortamento fabbricati	2,87	245	50.167	4,6
Costo terra in proprietà	3,28	280	57.500	5,3
Costo terra non in proprietà	2,98	255	52.230	4,8
Costo lavoro familiare + contributi	4,06	347	71.060	6,6
Costo lavoro dipendente	4,14	353	72.450	6,7
Interessi capitale agrario	0,84	72	14.767	1,4
Interessi capitale anticipazione	0,38	32	6.580	0,6
TOTALE COSTO FATTORI DI PR	21,31	1.820	373.082	34,4
COSTO DI PRODUZIONE TOTALI	61,88	5.284	1.083.236	100,0
COSTO NETTO DI PRODUZIONE	55,71	4.757	975.236	
PROFITTO	25,09	2.143	439.214	
REDDITO FAMILIARE	33,28	2.842	582.541	
		-	-	
PUNTO DI PAREGGIO	48,06	4.104	841.414	

Tabella 6.6 – Costo di produzione del latte: Azienda C, stato di progetto

INDICATORE	Euro/100kg	Euro/capo	Euro	%
RICAVI				
Valore latte prodotto	73,45	8.063	1.040.147	89,1
Ricavi carne	4,94	543	70.000	6,0
Contributi (riconducibili all'allevame)	2,96	325	41.936	3,6
Altri ricavi latte	1,05	115	14.843	1,3
TOTALE RICAVI	82,40	9.046	1.166.926	100,0
ALTRI RICAVI				
Altri contributi e premi	0,00	-	-	
Altri ricavi	19,17	2.105	271.500	
TOTALE ALTRI RICAVI	19,17	2.105	271.500	100,0
COSTI DIRETTI			-	
Mangimi acquistati	21,18	2.326	300.000	30,5
Foraggi acquistati	7,77	853	110.000	11,2
Materie prime produzione foraggi (s	0,89	98	12.638	1,3
Acquisto animali	0,00	-	-	0,0
Veterinario + Medicinali + insemina	3,00	329	42.500	4,3
Energia (carburanti + elettricità)	3,84	422	54.433	5,5
Acqua (stalla + irrigazione foraggi)	0,26	29	3.745	0,4
Assicurazioni	0,60	66	8.500	0,9
Contoterzi	0,00	-	-	0,0
Manutenzione fabbricati	0,18	19	2.500	0,3
Manutenzione macchine	0,35	39	5.000	0,5
Imposte e tasse	0,71	78	10.000	1,0
Costo spandimento liquame	0,00	-	-	0,0
Costi specifici settore latte	0,06	6	800	0,1
Costi generali	4,83	530	68.430	6,9
TOTALE COSTI DIRETTI	43,68	4.795	618.546	62,8
COSTO FATTORI DI PRODUZIONE		-	-	
Ammortamento macchine	5,68	623	80.396	8,2
Ammortamento fabbricati	5,33	585	75.438	7,7
Costo terra in proprietà	1,77	194	25.000	2,5
Costo terra non in proprietà	0,35	39	5.000	0,5
Costo lavoro familiare + contributi	5,01	550	71.000	7,2
Costo lavoro dipendente	5,72	628	81.000	8,2
Interessi capitale agrario	1,62	178	22.974	2,3
Interessi capitale anticipazione	0,40	44	5.732	0,6
TOTALE COSTO FATTORI DI PR	25,88	2.841	366.540	37,2
COSTO DI PRODUZIONE TOTAL	69,56	7.636	985.086	100,0
COSTO NETTO DI PRODUZIONE	61,65	6.769	873.150	
PROFITTO	12,84	1.410	181.840	
REDDITO FAMILIARE	21,24	2.332	300.814	
		-	-	
PUNTO DI PAREGGIO	50,15	5.506	710.278	

Tabella 9.1 – Stima delle emissioni annue totali di ammoniaca per l'allevamento medio nei 3 assetti degli allevamenti tipo e nello stato di progetto (situazione post-interventi)

Tipo di emissione	NH3 (kg/a)		
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Da ricoveri	2.111	1.983	1.973
Da stoccaggi	1.508	1.530	1.545
Da distribuzione	5.037	3.424	3.439
Totale	8.656	6.937	6.957

Tabella 9.2 – Stima delle emissioni annue unitarie di ammoniaca per l'allevamento medio nei 3 assetti degli allevamenti tipo e nello stato di progetto (situazione post-interventi)

Descrizione	NH3 (kg/capo a)		
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Da ricoveri	11,41	10,72	10,66
Da stoccaggi	8,15	8,27	8,35
Da distribuzione	27,23	18,51	18,59
Emissioni (kg/capo a)	46,79	37,50	37,61

Tabella 9.3 – Stima delle emissioni annue di ammoniaca per il comparto bovino da latte regionale nello stato di progetto: scenario 1

Tipo di emissione	NH3 (t/a)			Totale
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	
Da ricoveri	966	520	4.299	5.784
Da stoccaggi	866	571	5.194	6.631
Da distribuzione	2.791	1.284	11.644	15.719
Totale	4.623	2.374	21.137	28.134

Tabella 9.4 – Stima delle emissioni annue di ammoniaca per il comparto bovino da latte regionale nello stato di progetto: scenario 2

Tipo di emissione	NH3 (t/a)			Totale
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	
Da ricoveri	920	482	4.135	5.536
Da stoccaggi	767	457	4.152	5.375
Da distribuzione	2.498	1.025	9.283	12.806
Totale	4.185	1.963	17.570	23.718

Tabella 9.5 – Stima delle emissioni annue di ammoniaca per il comparto bovino da latte regionale nello stato di progetto: scenario 3

<i>Tipo di emissione</i>	<i>NH3 (t/a)</i>			<i>Totale</i>
	<i>Tipo 1</i>	<i>Tipo 2</i>	<i>Tipo 3</i>	
Da ricoveri	842	444	3.971	5.257
Da stoccaggi	602	342	3.110	4.054
Da distribuzione	2.010	766	6.922	9.698
Totale	3.455	1.551	14.003	19.010

FIGURE

Figura 1.1 – Stalla per vacche da latte in costruzione, con tetto in pannelli sandwich



Figura 1.2 – Zona di alimentazione di una stalla a cuccette groppa a groppa



Figura 1.3 – Corsia di smistamento fra le cuccette

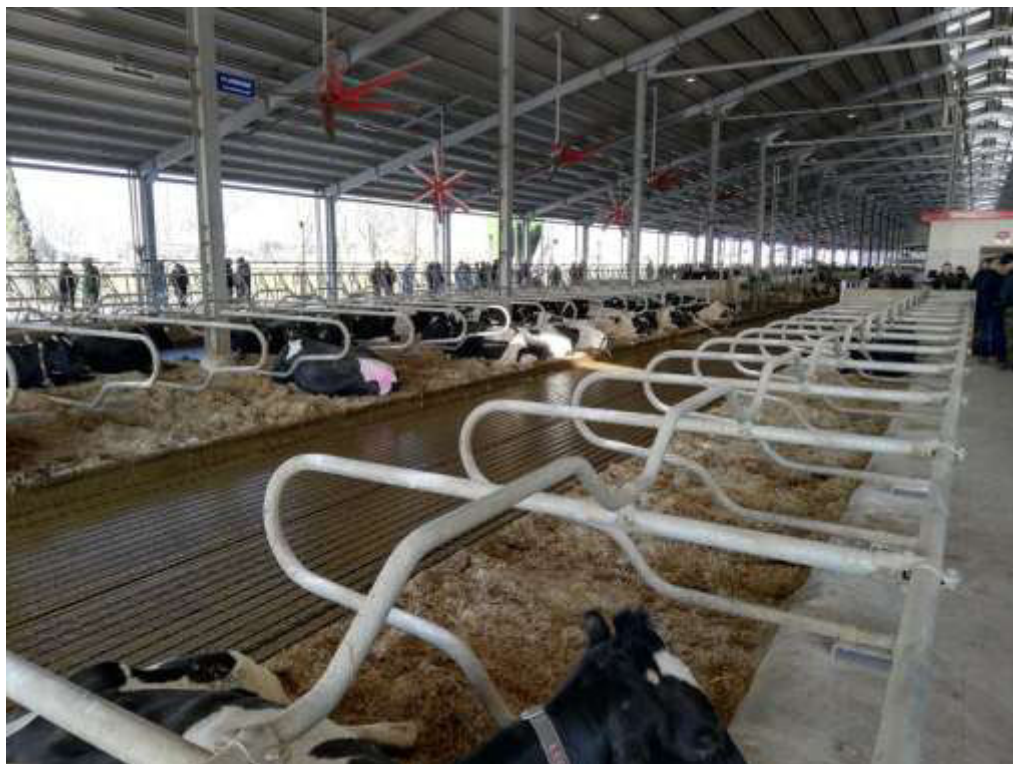


Figura 1.4 – Paddock pavimentato

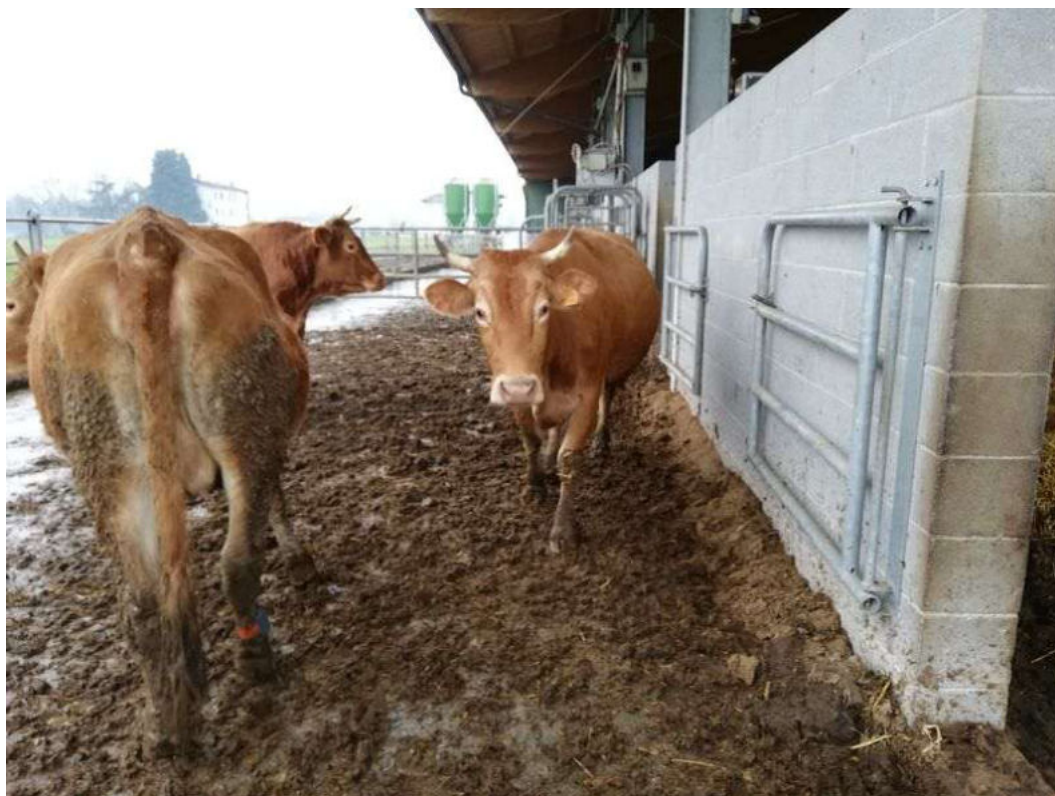


Figura 4.1 – Azienda A: la stalla per le vacche in lattazione (testata Sud)



Figura 4.2 – Azienda A: la corsia di foraggiamento e la rastrelliera lato Ovest



Figura 4.3 – Azienda A: ventilatori tipo elicottero



Figura 4.4 – Azienda A: raschiatore a doppia asta rigida

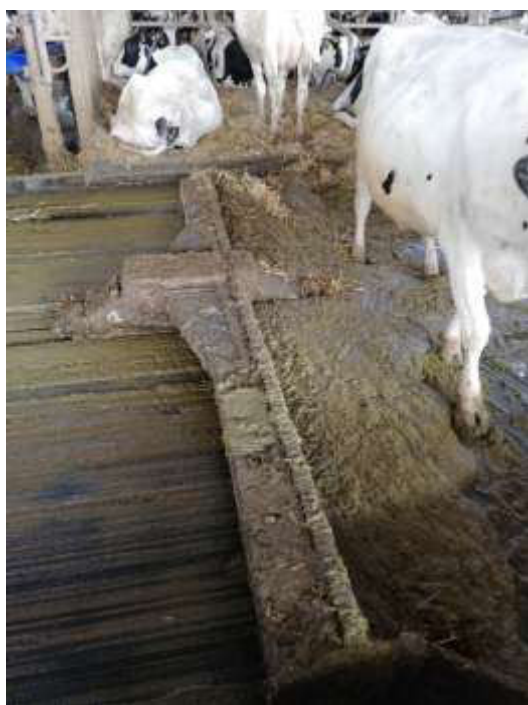


Figura 4.5 – Azienda A: vasche di stoccaggio degli effluenti



Figura 4.6 – Azienda B: la stalla delle vacche in lattazione



Figura 4.7 – Azienda B: le stazioni per la mungitura robotizzata



Figura 4.8 – Azienda B: ventilatore tipo elicottero



Figura 4.9 – Azienda B: raschiatore a fune



Figura 4.10 – Azienda B: concimaia con separatore e vasche per liquame



Figura 4.11 – Azienda C: la stalla per l'intera mandria



Figura 4.12 – Azienda C: ventilatori tipo elicottero



Figura 4.13 – Azienda C: raschiatore a farfalla con traino ad asta rigida



Figura 4.14 – Azienda C: opere per lo stoccaggio degli effluenti



Figura 4.15 – Rilievo delle emissioni dalle superfici delle corsie della stalla, applicando la tecnica della “Static Chamber” con analizzatore Fotoacustico Multigas



Figura 4.16 – Rilievo delle emissioni dalla superficie delle cuccette, applicando la tecnica della “Static Chamber” con analizzatore Fotoacustico Multigas (INNOVA 1412).



Figura 4.17 – Emissioni gassose medie rilevate dalle corsie di alimentazione delle 3 stalle (A, B e C): in rosso situazione con gli elicotteri attivi, in giallo con elicotteri spenti (la barra tratteggiata esprime la deviazione standard)

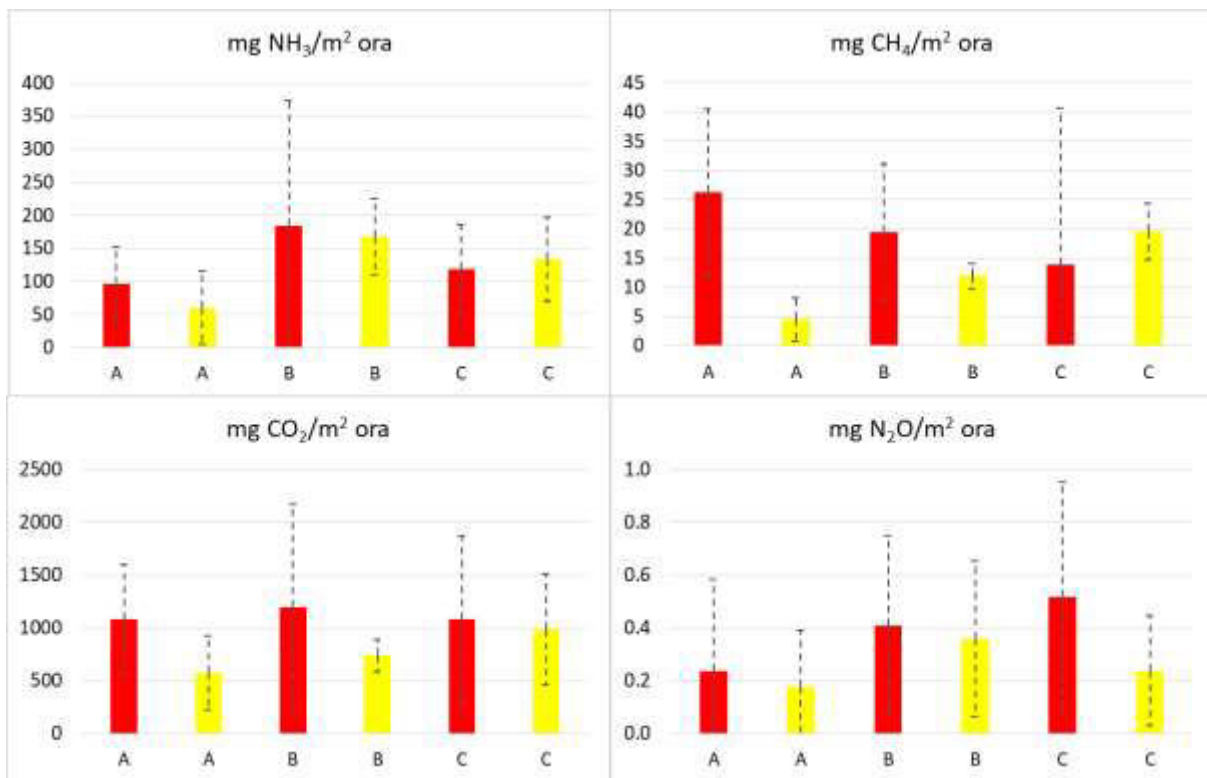


Figura 4.18 – Emissioni gassose medie rilevate dalle cuccette delle 3 stalle partner (A, B e C): in rosso situazione con gli elicotteri attivi, in giallo con elicotteri spenti (la barra tratteggiata esprime la deviazione standard)

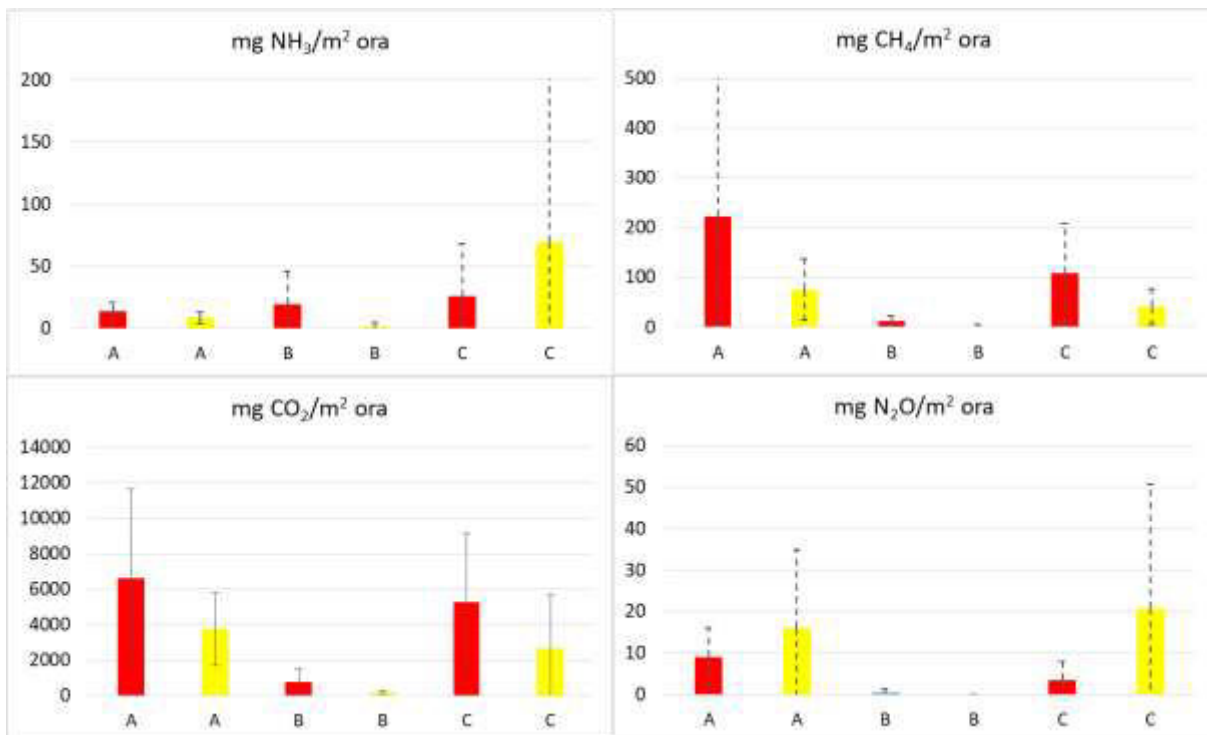


Figura 4.19 – Esempio di corsia di alimentazione soggetta al ristagno delle urine e/o delle acque di raffreddamento estive non drenate



Figura 4.20 – Emissioni di ammoniaca, metano, protossido d’azoto e anidride carbonica rilevate per m² di superficie e per ora dai diversi punti della cuccetta (in marrone) e dalle diverse posizioni della corsia (in giallo); valori medi delle 9 sessioni di monitoraggio

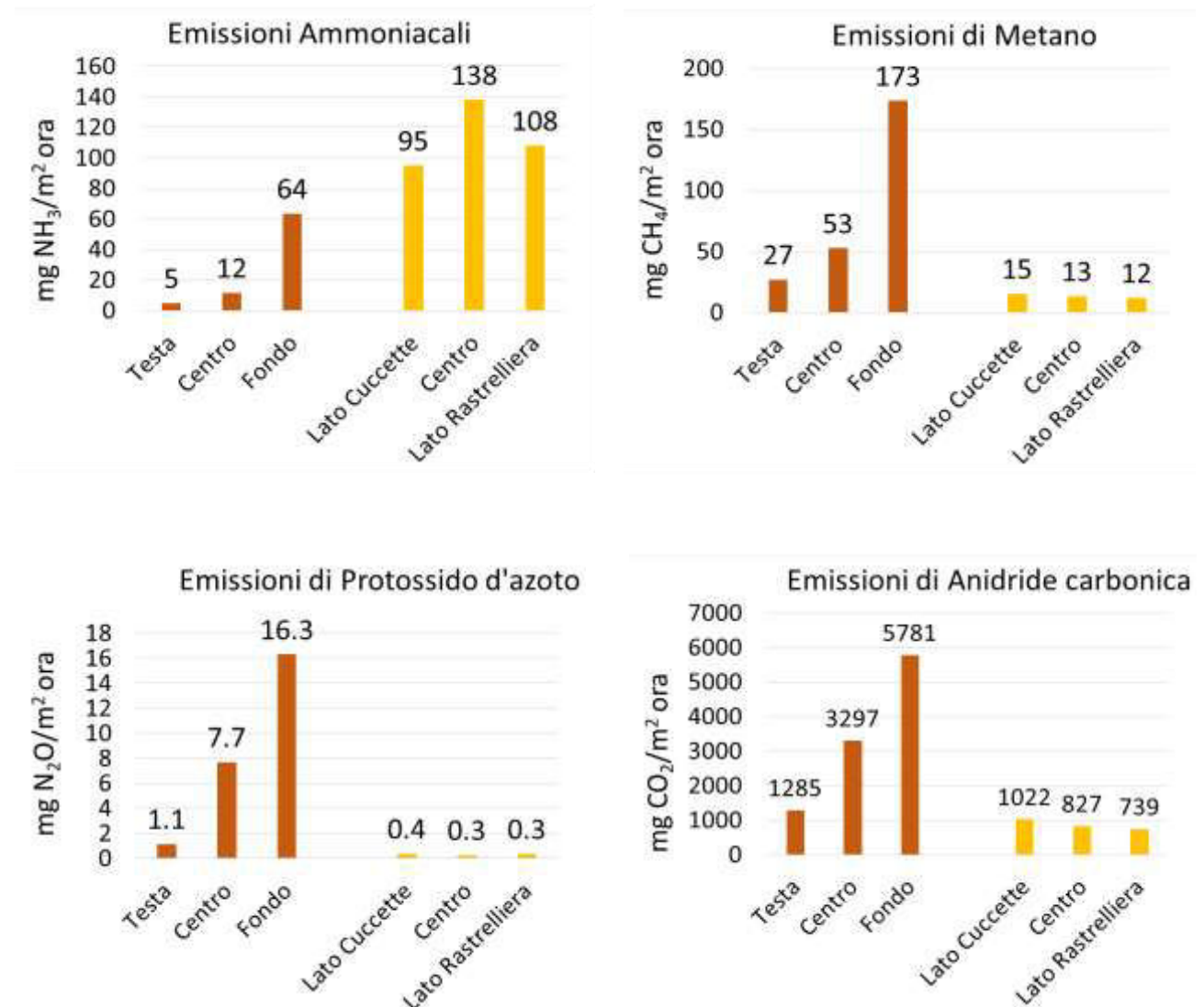


Figura 4.21 – Emissioni di ammoniaca, metano, protossido d’azoto e anidride carbonica rilevate per m² di superficie e per ora, in occasione dei monitoraggi condotti con diverse frequenze di passaggio dei raschiatori (la barra tratteggiata rappresenta la deviazione standard)

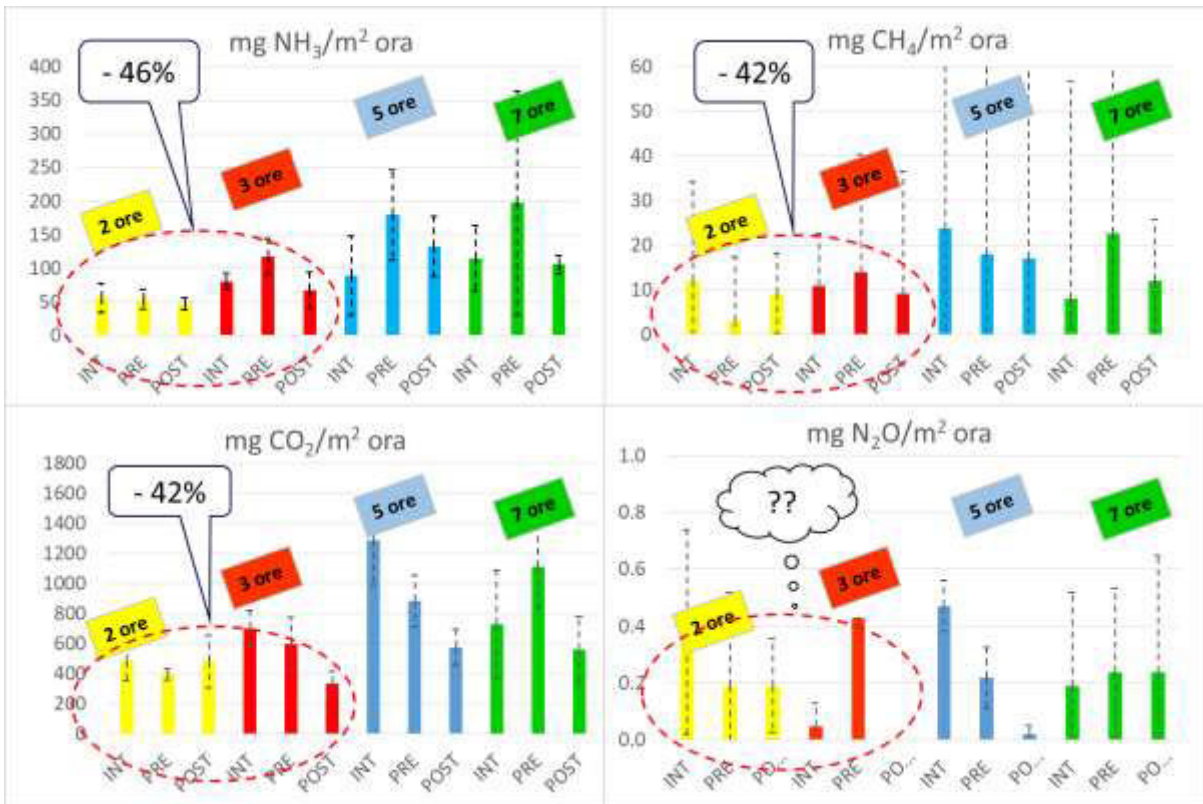


Figura 4.22 – Relazione tra emissioni ammoniacali e frequenza di passaggio del raschiatore (valore medio in rosso, minimo e massimo in nero, l’istogramma in giallo illustra l’intervallo dei valori rilevati)

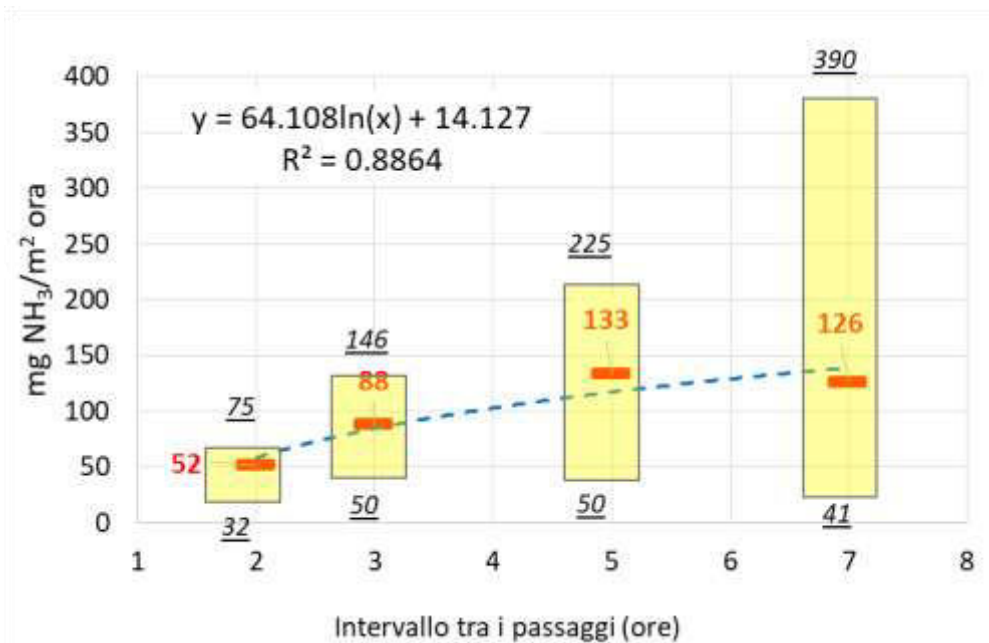


Figura 4.23 – Aspetto importante è l'efficacia dell'azione dei raschiatori



BIBLIOGRAFIA

- Anderson N.J., Strader R., Davidson C.I. (2003) Airborne reduced nitrogen: ammonia emission from agriculture and other sources. *Environ. Int.* 29, 277-286.
- Brewer S.K., Costello T.A. (1999) In situ measurement of ammonia volatilization from broiler litter using an enclosed air chamber. *Transactions of the ASAE.* 42 (5): 1415-1422.
- Demmers T.G.M., Burgess L.R., Short J.L., Phuillips V.R., Clark J.A., Wathers J.A. (1998) First experience with methods to measure ammonia emissions from naturally ventilated cattle building in the UK. *Atmospheric environment.* 32: 285-294.
- Gottardo F. (2018) Interventi nutrizionali e gestionali finalizzati a ridurre le emission negli allevamenti. *Presentazione Veneto Agricoltura: Emissioni in atmosfera degli allevamenti: novità amministrative e tecniche*, 5 ottobre 2018.
- Gourley C.J.P., Aarons S.R., Powell J.M. (2012) Nitrogen use efficiency and manure management practices in contrasting dairy. *Agric. Ecosyst. Environ.* 147, 73-81.
- Horning G., Turk M., Wanka U. (1999) Slurry covers to reduce ammonia emission and odor nuisance. *J. Agric. Eng. Res.* 73, 151-157.
- ISPRA (2019) Greenhouse Gas Inventory 1990-2017: National Inventory Report 2019. *Rapporti* 307/2019, aprile.
- Pedersen A.R., Petersen S.O., Vinther F.P. (2001) Stochastic diffusion model for estimating trace gas emissions with static chamber. *Soil. Science Soc. Am.:* 49-58.
- Place S.E., Mitloehner F.M. (2010) Contemporary environmental issues: a review of the dairy industry's role in climate change and air quality and the potential of mitigation through improved production efficiency. *J. Dairy Sci.* 93, 3407-3416.
- Rotz C.A. (2004) Management to reduce nitrogen losses in animal production. *J. Anim. Sci.* 82, 119-137.
- Snell H.G.J., Seipelt F., Van de Weghe H.F.A. (2003) Ventilation rates and gaseous emission from naturally ventilated dairy houses. *Biosyst. Eng.* 86, 67-73.
- VanderZaag A.C., Gordon R.J., Jamieson R.C., Burton D.L., Stratton G.W. (2010) Permeable synthetic covers for controlling emission from liquid dairy manure. *Appl. Eng. Agric.* 26, 287-297.