

**REGIONE EMILIA-ROMAGNA**

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

**Operazione 16.2.01  
Focus Area 3A**

**Progetto di filiera: Caseificio del Milanello Terre di Canossa**

**Piano di innovazione:**

**L'impatto delle tecnologie innovative sulla caseificazione  
del Parmigiano Reggiano**

**RELAZIONE TECNICA FINALE  
AZIONI: PRELIMINARE, 1, 2 E 4  
(ALLEGATO 1 TICAS.PDF)**

A cura di:

**CRPA SpA**

*Reggio Emilia, febbraio 2021*

## Sommario

Studi necessari alla realizzazione del Piano.....	4
1. Indagini sulle tecnologie AMS.....	4
1.1. Indagine di mercato.....	4
1.1.1 Lely Italia .....	5
1.1.2 DeLaval Italia.....	6
1.1.3 Total Dairy Management.....	7
1.1.4 Gea Westfalia .....	8
1.1.5 Enneeffe – Boumatic Robotics .....	9
1.2. Indagine campionaria.....	10
2. Modelli progettuali e costi di costruzione.....	13
2.1. Definizione di modelli di stalle.....	13
2.1.1. Analisi Database IBA.....	13
2.1.2. Potenzialità della mungitura robotizzata.....	15
2.1.3. Dimensionamento della mungitura in sala.....	17
2.1.4. Dimensionamento della mandria .....	18
2.2. Progettazione delle stalle .....	19
2.2.1. Stalla C3R .....	22
2.2.2. Stalla C3S.....	24
2.2.3. Stalla C4R .....	27
2.2.4. Stalla C4S.....	29
2.3. Stima dei costi di costruzione delle stalle .....	32
3. Indagini presso allevatori dell'area Parmigiano-Reggiano .....	35
Azione 1: Analisi di casi reali di applicazione dell'AMS .....	37
4. Definizione dello stato di fatto.....	37
4.1. Azienda A .....	37
4.2. Azienda B.....	38
4.3. Costo di produzione del latte .....	39
5. Raccolta dati e monitoraggio ed elaborazione .....	39
Azione 2: Studio di fattibilità tecnico-economico su casi reali .....	40
6. Definizione dello stato di fatto (situazione ante) .....	40
7. Calcolo del costo di produzione del latte (situazione ante) .....	40
8. Definizione dello stato di progetto (situazione post) .....	40
9. Calcolo del costo di produzione del latte (situazione post) .....	41
10. Considerazioni conclusive e valutazione degli investimenti .....	41
Azione 4: Verifiche di campo nelle aziende.....	44
11. Azienda A.....	44
11.1. Tempi di occupazione della stazione.....	45

12. Azienda B.....	48
12.1. Tempi di occupazione .....	50
13. Osservazioni comportamentali nelle Aziende A e B.....	53
14. Analisi finale .....	55
TABELLE .....	57
FIGURE .....	63

## **Studi necessari alla realizzazione del Piano**

### **1. Indagini sulle tecnologie AMS**

#### **1.1. Indagine di mercato**

La Fase 1 del progetto è dedicata all'indagine di mercato sulle tecnologie AMS (*Automatic Milking System*). Questa fase ha previsto interviste mediante colloquio diretto con i responsabili tecnici di alcune ditte che operano nel settore. In primo luogo, è stata definita una traccia per la conduzione dell'intervista. Le finalità dell'indagine non sono volte solo a conoscere i sistemi automatici della mungitura, ma anche a capire quali sono le prospettive future degli AMS nella zootecnia italiana. Una volta definita la traccia, l'attività successiva ha previsto il contatto telefonico delle singole ditte, allo scopo di individuare la persona più idonea da coinvolgere nel colloquio tecnico. In totale le ditte contattate e i cui responsabili o tecnici o venditori si sono resi disponibili all'intervista sono state 5.

Di seguito si riportano le 15 domande inserite nella traccia di questionario:

- 1) Anagrafica ditta
- 2) Nome e ruolo della persona intervistata
- 3) Di che cosa si occupa la vostra ditta?
- 4) Qual è il vostro principale bacino d'utenza in Italia?
- 5) La vostra attività si svolge anche al di fuori dei confini nazionali? E se sì dove?
- 6) Quale tipologia di AMS proponete?
- 7) Quali ritenete possano essere i punti di forza della vostra proposta AMS? (anche sul versante dell'assistenza post-vendita)
- 8) Potete fornirci una valutazione di massima del prezzo di vendita e installazione di un vostro AMS?
- 9) Può indicare l'entità delle vendite in Italia (in termini di numero di impianti AMS)
- 10) In prospettiva futura (medio-lungo periodo) pensate che gli AMS possano assumere ancora maggiore rilevanza nel panorama degli allevamenti bovini?
- 11) Sempre in prospettiva futura, quale pensate possa essere lo sviluppo della tecnologia AMS negli allevamenti dell'area di produzione del formaggio Parmigiano Reggiano?
- 12) Dal punto di vista tecnico, quali sono gli aspetti più problematici per l'adattamento degli AMS agli allevamenti del Parmigiano Reggiano?
- 13) Ad oggi, quanti impianti AMS avete installato o state per installare in allevamenti del Parmigiano Reggiano?
- 14) Potete fornire alcuni nominativi di allevamenti, dentro e fuori dall'area del Parmigiano Reggiano, presso i quali avete installato i vostri AMS?

15) Quali sono i vostri maggiori concorrenti nel mercato degli AMS?

I numeri di riferimento delle domande sono riportati di seguito a identificare le risposte relative fornite da ogni ditta, in modo da evitare la ripetizione del quesito ogni volta.

### **1.1.1 Lely Italia**

1) Lely Italia, Strada Provinciale Cerca Km 2, 20060, Colturano (MI); Lely center MRS Emilia-Romagna Via g. Di Vittorio 11, Pavullo nel Frignano (MO)

2) Davide Arrigoni, venditore e tecnico commerciale; Francesco Casulli, sales manager per Emilia-Romagna.

3) Sistemi di automazione legati alla mungitura, all'alimentazione

4) Provincia di Mantova

5) Supervisione principalmente sull'operato in alcuni stati quali Croazia, Slovenia, Romania, Turchia e Grecia.

6) Sistema automatico di mungitura con le seguenti caratteristiche:

- aggancio laterale;
- ingresso posteriore (o laterale, su necessità) a seconda della struttura in cui verrà posizionato il robot;
- termocamera 3D che permette al braccio di localizzare la vacca all'interno del box in modo da seguirla quando si sposta in avanti o indietro
- box 3,32 m standard (possibilità di avere un box più piccolo per animali di razza diversa dalla da frisona, ad esempio la Jersey);
- riconoscimento del trasponder all'interno del collare può essere di due tipi:
  - ISO ID = permette la mera raccolta dei dati, che vengono inviati in un software che li analizza;
  - SCR RFID = permette la raccolta e contemporaneamente l'analisi del dato (questa tecnologia ha un costo superiore)
- distribuzione dell'alimento in base a:
  - fase della mungitura della singola vacca;
  - tempi di mungitura della singola vacca;
  - flusso del latte di ogni singola vacca;
- possibilità di avere linea con alimento liquido (questa opzione richiede l'aggiunta di un ulteriore canale di distribuzione);
- pulizia dei capezzoli per un periodo predefinito o scelto dall'utente;
- a fine mungitura il robot emette un suono che permette alle altre vacche di capire quando la postazione si libera;

- ideato per il traffico libero.

7) I punti di forza sono:

- punto di vista tecnico: il prendi-capezzolo molto vicino al capezzolo e lo segue facilitando l'aggancio, può essere di due tipi: di silicone o di gomma;
- assistenza: l'azienda offre due pacchetti, in uno qualsiasi intervento che deve essere eseguito sulla macchina è compreso; nell'altro sono concesse alcune sconti sui pezzi di ricambio e le ore di lavoro necessarie per la riparazione. La garanzia è di un anno, ma se viene stipulato un contratto di manutenzione c'è un'estensione di garanzia per alcuni componenti;
- punto di vista non tecnico: il personale e l'approccio all'automazione; viene posto al centro il beneficio dell'investimento.

8) Costo medio: 150.000 €; si parte da un minimo di 120.000 € fino a raggiungere i 170.000. C'è la possibilità di accedere a uno sconto in caso vengano acquistate due stazioni.

9) In Italia sono stati installati circa 1000 robot.

10) Sì.

11) Aumenteranno sempre di più, in quanto la difficoltà più grande è quella di trovare manodopera specializzata a cui affidare la mungitura. Inoltre, la nuova generazione di allevatori, molto più vicini alla tecnologia e più abili nell'utilizzare i software, è più propensa all'installazione di robot di mungitura.

12) Le limitazioni di orario e le due mungiture.

13) Nell'area di produzione del Parmigiano-Reggiano sono state installate circa 40 stazioni.

14) Sì.

15) Domanda senza risposta.

### **1.1.2 DeLaval Italia**

1) DeLaval Italia, via XXV Aprile, 2, 20097, San Donato Milanese (MI)

2) Dott. Gabriele Marchesi, Market Solution Manager

3) Mungitura, alimentazione e gestione della mandria.

4) Nord Italia.

5) Sì. Grecia, Malta, Cipro, Israele

6) Robot di mungitura attacco laterale

7) I punti di forza sono:

- riconoscimento automatico della mammella, senza mappatura del capezzolo (no teaching) ciò vuol dire minor stress per l'animale e minor perdita di tempo;
- 4 prendi-capezzoli indipendenti in modo da rilevare per ogni capezzolo la conducibilità e il

flusso del latte, in modo da poter staccare al momento giusto.

- possibilità di mungere fino a 70 - 75 animali per macchina, eccezione fatta per gli allevamenti in area Parmigiano-Reggiano dove le limitazioni orarie consentono di mungere un numero inferiore di animali;
- PureFlow: lavaggio con aria, acqua e vuoto. Le prime gocce di latte vengono separate dal latte della mungitura.

8) In media 130.000 – 140.000.

9) In Italia sono stati installati circa 400 stazioni AMS.

10) Sì, il numero di robot installati è in continuo aumento.

11) Nell'area del Parmigiano Reggiano, date le limitazioni orarie, può avere futuro il sistema Batch milking che prevede il posizionamento in batteria di due o più robot, preceduti da una zona di attesa.

12) Il disciplinare di produzione del Parmigiano Reggiano e la paura dell'allevatore di essere schiavo della macchina.

13) In allevamenti del Parmigiano Reggiano ne sono stati installati circa 30.

14) Sì.

15) Lely.

### **1.1.3 Total Dairy Management**

1) Nutriservice srl – Total Dairy Management, Via dello Strone, 8/A San Paolo (BS) importatore esclusivo del robot di mungitura Merlin, prodotto dalla ditta inglese Fullwood.

2) Alberto Castelnovo, Robot Product Manager

3) Tutto ciò che riguarda la mungitura e l'allevamento delle bovine da latte – Afimilk (tecnologie quali o pedometri) – ventilazione e AFS

4) Nord-Italia, in particolare province di Bergamo, Lodi e Mantova, nel Veneto e nel Nord dell'Emilia-Romagna)

5) Sì. Giappone, Cina, Russia, Olanda, Francia, Algeria, Romania, Indonesia.

6) Merlin, attacco laterale.

7) I punti di forza sono:

- affidabilità della macchina;
- la silenziosità;
- la facilità di addestramento;
- la qualità della mungitura e la preparazione della mammella;
- efficienza in termini di risparmio energetico;

- post-vendita: l'allevatore che acquista il robot può stipulare un contratto con TDM per la manutenzione e i pezzi di ricambio. La manutenzione programmata viene fatta ogni 3 mesi.
- 8) Il costo può variare da 130.000 a 150.000 a seconda della configurazione del robot.
  - 9) In Italia sono stati installati circa 110 robot.
  - 10) Sì, un incremento esponenziale. Nel caso di TDM si è passati da 35 robot nel 2017, a 50 nel 2018, a 110 nel 2019.
  - 11) Sì. Il sistema TDM risulta più efficiente in stalle da Parmigiano. Grazie alla possibilità del fermo macchina, l'allevatore ha la possibilità di fare manutenzione senza disturbare la mungitura e le vacche in mungitura.
  - 12) Le limitazioni d'orario
  - 13) Nell'area di produzione del Parmigiano Reggiano sono stati installati circa 10 robot.
  - 14) Sì.
  - 15) Parlando dell'Italia, tutti sono concorrenti. TDM lavora per migliorarsi e fornire un supporto utile e personalizzato agli allevatori.

#### **1.1.4 Gea Westfalia**

- 1) Gea Westfalia – Bellucci Modena rivenditore.
- 2) Imer Ruini, Tecnico.
- 3) Mungitura, robotica della stalla, dispositivi raffrescamento latte, dispositivi per il benessere animale, avvicinatori, e ventilatori.
- 4) Principalmente il Nord Italia e il Centro Italia.
- 5) La persona intervistata ha lavorato in Turchia.
- 6) Robot con attacco laterale.
- 7) I punti di forza sono:
  - macchina compatta;
  - è possibile installare il robot facilmente anche in strutture preesistenti;
  - quando avviene l'incontro con l'allevatore sono presenti un commerciale e un tecnico, così da rispondere a domande di diverso genere;
  - buona assistenza e consulenza prima, durante e dopo l'installazione: uno studio tecnico propone più alternative sul posizionamento della stazione e dei frigo; confronto con l'allevatore che evidenzia la presenza di problemi; dialogo, scambio di idee. Solo dopo questa fase si procede all'installazione.
- 8) Indicativamente 105.000-110.000 €, comprensivo dell'installazione.
- 9) In Italia sono stati installati circa 150 robot di mungitura.

10) Sì, soprattutto in vista dell'avvento delle nuove generazioni. E' quasi necessaria la presenza della tecnologia per far sì che i giovani non scappino dal mondo agricolo e garantire uno stile di vita migliore.

11) Nel contesto del Parmigiano-Reggiano probabilmente chi dice che il robot non va bene, sbaglia. In alcune persone sono radicate le radici della tradizione ed è difficile scostarsi da queste. Lo è stato a suo tempo con l'introduzione dei tubi di convogliamento del latte e successivamente con l'avvento dei frigoriferi. Mungendo capezzolo per capezzolo si evita sovra-mungitura e di conseguenza si evitano eccessive stimolazioni della mammella che possono causare l'insorgenza di patologie. Sono poi i casari a dover capire come gestire il latte derivante da queste tecnologie.

12) Il disciplinare di produzione.

13) In area Parmigiano-Reggiano sono stati installati circa 40 stazioni di robot.

14) Sì.

15) C'è molta competizione.

### **1.1.5 Enneffe – Boumatic Robotics**

1) Enne Effe srl – Boumatic, Via Seminario, 1, 26100, Cremona.

2) Emanuele Rebottini, project manager.

3) Impianti di mungitura (installazione, vendita e assistenza), sistemi di automazione, servizi complementari per la gestione della mandria.

4) Nord-Italia.

5) Prevalentemente in Italia.

6) Robot Boumatic con attacco posteriore, simmetrico e bilanciato, MR-S1 e MR-D1.

7) I punti di forza sono:

- attacco posteriore, minor rischio nell'attacco;
- poche opere murarie, poco impatto all'interno della stalla;
- sistema di movimentazione oleodinamico;
- visibilità laterale;
- tutte le componenti sono di proprietà di Boumatic, il che garantisce una maggior facilità di comunicazione e di integrazione tra le componenti.

8) In linea di massima il modello base si aggira intorno ai 100.000 -110.000

9) Domanda senza risposta.

10) Sì.

11) Le limitazioni di orario non consentono di garantire il traffico libero; se cambiassero le regole, potrebbe esserci più possibilità di inserire all'interno delle aziende soluzioni di mungitura come il robot.

12) Il disciplinare di produzione e le limitazioni di orario

13) Nessuno.

14) Sì, ma in area Grana Padano in quanto non sono stati installati robot di mungitura in area Parmigiano-Reggiano.

15) Domanda senza risposta.

In generale i sistemi AMS presentati dai rappresentanti e/o dai tecnici intervistati presentano caratteristiche comuni quali:

- un sistema robotizzato di attacco del gruppo mungitore, laterale o posteriore.
- un sistema computerizzato di controllo;
- un sistema di distribuzione del mangime, presentato sia in forma solida, solitamente pellettato, sia in forma liquida, a seconda della quantità e della tipologia delle linee di distribuzione;
- strumenti complementari per il lavaggio della mammella, la disinfezione del gruppo mungitore, lo scarto dei primi getti di latte e la separazione di latte proveniente dalla mungitura di bovine sottoposte a terapie con antibiotici.

Ogni allevatore, in fase di acquisto può decidere come configurare il proprio robot aggiungendo elementi come sistemi di pesatura, sistema per la rilevazione del BCS, sistemi per l'analisi del latte che possono fornire ulteriori informazioni sul singolo animale e sulla mandria.

Per differenziarsi sul mercato, ogni azienda ha sviluppato soluzioni diverse per il sistema di attacco del gruppo mungitore: in particolare, ciò che le distingue è il principio su cui si basa la localizzazione dei capezzoli che può essere a infrarossi, laser, ultrasuoni, visione, mediante l'utilizzo di una telecamera. Discorso analogo per il braccio che movimentava il gruppo di mungitura, differente dal punto di vista ingegneristico.

Per poter valutare correttamente gli AMS occorre prendere in considerazione diversi aspetti: quantità e qualità del latte prodotto, salute e comportamento degli animali, necessaria riprogettazione della stalla, tipologia d'impianto, costi di investimento e di gestione, vincoli derivanti dalla destinazione del latte.

Dalle interviste svolte, nonostante le potenzialità dei sistemi automatici di mungitura, sono emerse limitazioni all'adozione di tali sistemi nella realtà produttiva del Parmigiano-Reggiano: da un lato il costo di installazione, dall'altro i limiti di impiego all'interno del disciplinare di tutela della produzione tipica.

## **1.2. Indagine campionaria**

L'indagine campionaria presso aziende del Nord-Italia che hanno adottato sistemi di mungitura automatica ha coinvolto 15 allevatori.

Ad ogni allevatore sono state poste le stesse domande, riportate nell'*Allegato 2 – Indagine allevatori*, finalizzate a comprendere i motivi della scelta operata, conoscere le caratteristiche essenziali degli impianti installati, le modalità operative adottate e i loro giudizi sulla nuova tecnologia.

Si tratta di aziende con una consistenza media di circa 140 vacche in lattazione e una produzione media annuale di circa 1.500 t di latte; il latte viene destinato nel 93,3% dei casi alla trasformazione (Parmigiano-Reggiano, Grana Padano, altri formaggi), mentre la restante parte è destinata ad uso alimentare.

La razza allevata in tutti gli allevamenti è la Frisona.

Il 40% degli allevatori munge solo con il robot, il 47% con robot e sala di mungitura e i rimanenti con lattodotto (stalla fissa) e robot di mungitura.

L'età media degli allevatori intervistati è di 40 anni: in particolare il 54% degli intervistati ha tra i 30 e i 49 anni. Nessun allevatore ha meno di 30 anni mentre 1 allevatore ha più di 60 anni.

Gli addetti alla cura della mandria sono in media 3; alcune aziende non hanno manodopera salariata, ma solo familiare.

Dopo aver raccolto le informazioni generali degli allevamenti e degli allevatori, sono stati chiesti i motivi che li hanno portati a installare uno o più sistemi AMS in allevamento. Questi sono essenzialmente 3:

1. la possibilità di ridurre la manodopera;
2. lo svincolo dalla mungitura giornaliera (in particolar modo quando è l'allevatore stesso o un familiare a occuparsene);
3. il miglioramento della salute e del benessere animale.

Gli impianti AMS sono stati installati negli ultimi 5 anni (dal 2015 al 2019); il 20% delle aziende ha installato 4 robot, il 57% ne ha installati 2, mentre il 27% solo 1. Dalle interviste, però, è emerso che di queste ultime alcune hanno già in progetto di installarne un secondo.

Il tempo occorso per l'installazione dell'impianto e per l'avvio della prima mungitura è molto variabile: si passa da un minimo di 15 giorni a un massimo di 7 mesi. Questa variabilità dipende dal fatto che il progetto preveda o meno la costruzione ex novo dell'edificio destinato alla mungitura. In media si parla di circa 2,5 mesi.

Il costo medio della singola stazione di mungitura è stato di 121.000 €, mentre il costo di costruzione o ristrutturazione della parte edile è molto variabile, a seconda della tipologia di intervento effettuato. Escludendo il caso in cui il progetto preveda la costruzione ex novo di edifici, il costo varia da un minimo di 20.000 € a un massimo di 100.000 €.

La maggioranza degli allevatori ha optato per il traffico libero delle vacche, in quanto garantisce la volontarietà della mungitura, che è alla base di questo sistema. Nell'area del Parmigiano Reggiano vengono stabiliti gli orari delle due mungiture giornaliere ammesse, perchè gli allevatori devono rispettare quanto stabilito dal disciplinare di produzione (7+7 h/d compreso il trasporto del latte al

caseificio).

In media negli allevamenti del Parmigiano Reggiano vengono munte 45 vacche per stazione, mentre per quelli del Grana Padano si raggiungono i 50-55 capi. In generale, il traffico degli animali, gli accessi nella stazione e i tempi di occupazione, da cui dipende la potenzialità operativa dell'AMS, sono molto legati ai tempi di mungitura delle singole bovine e a quanto gli animali sono abituati alla presenza della macchina.

Un aspetto da non trascurare è l'addestramento iniziale degli animali all'uso della postazione di mungitura. Nella maggior parte degli allevamenti l'addestramento si è svolto in due fasi: 1) accesso libero al robot, senza mungitura, con distribuzione del mangime (e mungitura nella sala di mungitura esistente); 2) avvio della mungitura automatica. In soli 3 allevamenti le due fasi sono state simultanee. In media, il periodo di training è durato 35 giorni, con un minimo di 7 d e un massimo di 90 d.

In alcuni allevamenti è stato necessario scartare 2-3 animali per morfologia della mammella non adeguata (soprattutto per collocazione e conformazione dei capezzoli). Negli allevamenti in cui la sala di mungitura era ancora presente e funzionante è stato possibile recuperare questi animali, come anche animali restii ad entrare nella posta di mungitura del robot.

In generale, gli allevatori intervistati sono soddisfatti della scelta operata. I motivi di tale soddisfazione e le relative percentuali sono riportati in [tabella 1.1](#). Gli aspetti che prevalgono sono il benessere animale e la salute della mammella.

Tutti gli allevatori intervistati hanno sottolineato quanto sia cambiata la loro routine giornaliera di lavoro, sia per quelli che si occupavano personalmente della mungitura, in quanto ora hanno più tempo da dedicare ad altre attività e un maggior controllo della mandria; sia per coloro che affidavano la mungitura a manodopera salariata: il robot fornisce loro una grande quantità di informazioni che, per essere di reale supporto, devono essere costantemente monitorate. Per questo motivo parte del tempo deve essere dedicato al computer e al software di gestione.

In ultima analisi, i principali vantaggi che gli allevatori ascrivono alla mungitura robotizzata ([tabella 1.2](#)) sono il miglioramento del benessere animale (67% degli intervistati), la migliore gestione della mandria (60%), il maggior tempo disponibile per svolgere attività importanti di gestione e controllo (53%) e, infine, la migliore qualità della mungitura, con benefici sulla salute della mammella (53%).

Anche se con percentuali minori, gli allevatori hanno segnalato anche alcuni svantaggi ([tabella 1.3](#)), primo fra tutti il fatto che con impianti di questo tipo è necessaria la reperibilità 24 ore su 24 (33%), per poter affrontare con rapidità gli eventuali problemi legati a malfunzionamenti o alla gestione di singoli capi. Altri aspetti valutati come potenziali problemi sono il costo elevato dell'investimento e i costi annui di manutenzione (27%) e la difficoltà nel trovare manodopera specializzata nella gestione di questi impianti (20%).

Nonostante gli svantaggi riscontrati, tutti gli allevatori intervistati si sentono di consigliare l'adozione di questa tecnologia, ma sottolineano il fatto che la scelta deve essere ponderata e basata su un'analisi dei pro e dei contro, in relazione alla singola realtà aziendale, non trascurando gli

aspetti economici quali investimenti, manutenzioni e costo della manodopera, che nel caso di AMS deve essere specializzata.

## **2. Modelli progettuali e costi di costruzione**

### **2.1. Definizione di modelli di stalle**

La prima attività prevista in questa fase è la definizione di 4 modelli di stalla a stabulazione libera per vacche da latte.

Allo scopo di identificare le tipologie di stalla prevalenti nell'area del P-R, si fa riferimento al Database IBA di CRPA relativo agli allevamenti bovini da latte, in modo da estrapolare le informazioni utili alla definizione degli schemi progettuali di riferimento.

#### **2.1.1. Analisi Database IBA**

Nel Database in questione sono inserite 521 aziende emiliano-romagnole e per ciascuna sono disponibili i dati essenziali raccolti con la *checklist* IBA – Indice di Benessere dell'Allevamento (*Rossi e Gastaldo, 2006; CRPA, 2008; Gastaldo e Rossi, 2011*), ovvero i dati generali dell'azienda e i dati relativi alle strutture d'allevamento (tipo di edificio, tipologia di stabulazione, capienza, caratteristiche della zona di riposo, mangiatoie, abbeveratoi ecc.).

Il campione rappresenta il 12,4% dell'universo di aziende con bovini da latte della regione, così come risulta dall'ultimo Censimento dell'agricoltura 2010, ma oltre il 30% dei bovini allevati, a significare che nel campione IBA sono presenti allevamenti medi e medio-grandi, cioè quelli più rilevanti, anche in prospettiva futura, per la zootecnia da latte dell'Emilia-Romagna.

Essendo il Piano riferito all'area di produzione del P-R, una prima selezione del campione ha escluso tutte le aziende delle province non interessate da questa produzione Dop; un secondo livello selettivo ha escluso le aziende delle province rimaste che producono latte destinato all'alimentazione.

Peraltro, sempre con riferimento ai dati del Censimento, bisogna considerare che le province del P-R sono anche quelle nettamente predominanti per il comparto bovino da latte regionale; infatti, le province che si collocano ai primi posti in termini di numero di aziende sono, nell'ordine, Parma (1.251), Reggio (1.145) e Modena (888), che insieme rappresentano il 77% del totale aziende della regione. Non molto diversa la situazione dei capi allevati: Parma (82.140), Reggio (71.795) e Modena (43.466) insieme hanno l'80% del patrimonio bovino da latte regionale.

Il campione selezionato annovera quindi 410 aziende che producono latte destinato alla trasformazione in P-R. La distribuzione per provincia è la seguente:

– Parma	142
– Reggio Emilia	154
– Modena	99
– <u>Bologna</u>	<u>15</u>

– Totale 410

La capienza media delle 410 aziende è pari a 80 vacche da latte (delle quali 67 mediamente in mungitura) e a 60 bovini da rimonta di tutte le categorie (dal vitello alla manza gravida).

Per quanto riguarda il sistema di stabulazione delle vacche, il campione è praticamente diviso a metà: 206 aziende hanno stalle a stabulazione fissa (legata), mentre 204 aziende hanno stalle a stabulazione libera.

Un terzo livello di selezione, quindi, è proprio rappresentato dalla stabulazione libera, essendo il progetto riferito a un sistema di mungitura innovativo attuabile nelle stalle libere.

Con riferimento alle sole aziende che hanno stalle libere per vacche da latte, si possono ricalcolare le medie dei parametri sopra esposti, per verificare come questi cambino al modificarsi del campione di riferimento.

Il nuovo campione di 204 aziende ha la seguente distribuzione per provincia:

– Parma	92
– Reggio Emilia	54
– Modena	46
– <u>Bologna</u>	<u>12</u>
– Totale	204

La capienza media delle 204 aziende, com'era lecito attendersi, si modifica in aumento, con quasi 120 vacche da latte e 89 bovini da rimonta delle diverse categorie.

Il database IBA suddivide le stalle libere in 3 categorie:

1. con lettiera integrale (estesa a tutta la superficie di stabulazione)
2. con lettiera solo in zona di riposo
3. con cuccette

La stragrande maggioranza delle aziende ha stalle libere a cuccette per le vacche (83,3%), a conferma del trend evolutivo che ha interessato questo comparto negli ultimi 40 anni, che ha visto le lettiere sempre meno interessanti per gli allevatori e le cuccette diventare l'assoluto riferimento progettuale, benché in numerose varianti e tipologie (2 file, 3 file, 4 file, 6 file, groppa a groppa, testa a testa ecc.).

Fra le stalle a cuccette, quasi il 60% ha cuccette del tipo a buca con lettiera. Il materiale da lettiera più utilizzato dalle aziende che hanno stalle a cuccette è la paglia (oltre l'86%), in alcuni casi in abbinamento con la segatura; scarsamente impiegati gli altri materiali, quali trucioli e separato solido da liquami.

Passando alla tipologia di pavimenti delle aree di stabulazione, prevale nettamente il pavimento pieno rigato di calcestruzzo, sia in zona di alimentazione (59,6%) che in corsia di smistamento

(66%); al secondo posto in entrambe le aree si colloca il pavimento pieno senza rigatura antiscivolo. I pavimenti fessurati o forati, con o senza tappetini di gomma, sono scarsamente diffusi nelle stalle da P-R (12,8% nelle corsie di alimentazione e 11,5% nelle corsie di smistamento).

Strettamente collegato al tipo di pavimento è il sistema di asportazione degli effluenti dalla stalla; nelle aziende del campione prevale in modo netto l'impianto automatico a raschiatori meccanici, presente nell'81% dei casi, sia in zona di alimentazione, sia in corsia di smistamento. Al secondo posto, ma con percentuali modeste (9-9,6%), si piazza l'asportazione con mezzo meccanico portato da trattore (lama raschiante).

Per quanto riguarda il sistema di mungitura, quasi il 70% delle aziende è dotato di sala di mungitura del tipo a spina tradizionale; seguono le sale a pettine (11,4%), quelle autotandem (5,9%) e quelle a spina con uscita rapida (5,4%), infine le giostre (4%) e i tandem manuali (3,5%). Nessuna azienda è dotata di robot di mungitura.

Tali dati, non essendo recentissimi, non fotografano correttamente l'attuale situazione delle stalle da latte del P-R; infatti, negli ultimi 5-6 anni l'interesse per gli AMS è cresciuto ed oggi si possono riscontrare circa 60 aziende che hanno adottato il robot per la mungitura di tutte o di parte delle vacche dell'allevamento. Per la mungitura in sala, invece, le tipologie più gettonate risultano le spine a uscita rapida e i pettini.

E' interessante valutare il rapporto fra numero totale di vacche e numero di poste della sala: considerando tutte le aziende con sala di mungitura, si ottiene un valore di 9,1 vacche/posta, ma ovviamente ha più senso estrapolare i dati per tipo di sala. Il maggior numero di vacche per posta si registra con le sale autotandem (13,9) e tandem (13,2) e la cosa appare abbastanza logica pensando alla notevole efficienza di queste tipologie di sala a trattamento individuale; seguono le sale a giostra, con 12,6 vacche/posta, e le sale a spina (8,9 e 8,6 rispettivamente per le uscite rapide e le tradizionali); in ultima posizione le sale a pettine o parallele, con 7,4 vacche/posta.

### **2.1.2. Potenzialità della mungitura robotizzata**

In base ai dati esposti nel paragrafo precedente, si potrebbe fissare una dimensione della mandria di 120 vacche da latte, ma dovendo progettare stalle nelle quali si possa applicare la mungitura robotizzata, è più corretto dapprima verificare la potenzialità degli AMS per la realtà del P-R. Inoltre, dovendo le stesse stalle adattarsi anche alla mungitura in sala, è bene che il modulo delle vacche in latte si adatti al numero di poste previsto.

La stima della potenzialità dei sistemi di mungitura viene attuato con specifici software di CRPA.

Per gli AMS si deve partire dalle norme stabilite dal disciplinare di produzione del P-R, che pone vincoli nello svolgimento della mungitura degli animali; in particolare, viene stabilito un tempo complessivo di 7 h per ogni mungitura, comprensivo del tempo di trasporto del latte, e un numero massimo di 2 mungiture per giorno per ogni bovina. Per aziende che hanno il caseificio vicino (**Ipotesi A**), con tempi di trasporto ridotti, ciò significa avere a disposizione un tempo totale di mungitura di 13-13,5 h/d; si fissa un tempo di **13,3 h/d**.

Il programma di calcolo prevede l'input di alcuni dati tecnico-produttivi che consentono di stimare

il flusso medio di latte, in base alla metodologia indicata da *Reneau & Chastain (Dairy Update Issue 119, August 1995)*, che utilizza alcune equazioni fissate da diversi autori; questo elemento, unitamente alla produzione media, è fondamentale nel determinare i tempi di occupazione della stazione di mungitura.

Si fissano una produzione media giornaliera cautelativa (cioè tendenzialmente alta) di **34 kg/vacca** e un intervallo fra inizio preparazione e attacco del gruppo mungitore di 50 s/vacca, dai quali derivano un flusso medio di latte di 2,907 kg/min e un tempo di lavoro del gruppo di 5,85 min/vacca.

Il calcolo viene svolto per la tipologia “Robot a posta singola”, cioè con un braccio robotizzato per ogni stazione di mungitura.

Nell'apposita scheda si deve innanzitutto stabilire il tempo medio per l'entrata e l'uscita della vacca, che in base ai numerosi rilievi effettuati, può essere compreso fra 30 e 60 secondi, comprendendo già i tempi morti “operativi” dovuti alla lentezza o titubanza della bovina. A scopo cautelativo, si fissa un tempo medio di 60 secondi (1 min/vacca). Gli altri dati necessari al calcolo della durata media della singola visita vengono riportati automaticamente dal foglio precedente relativo al flusso di latte: in questo caso si ottiene un tempo di 7,68 min/vacca.

Un dato molto importante che deve essere inserito è la percentuale di impiego del robot, che ovviamente dipende dal tipo di produzione; nel caso di latte per P-R, in considerazione dei vincoli del disciplinare e ipotizzando un tempo di trasporto del latte dalla stalla al caseificio di 15 min, si può fissare una percentuale d'impiego del 55,82%, corrispondente a un tempo totale operativo di 13,4 h/d e a un tempo totale di trasporto di 0,6 h/d (36 min). Infine, si deve indicare il numero delle stazioni di mungitura, che in questo caso è pari a 2.

A questo punto il programma restituisce tutti i dati relativi alle prestazioni di progetto dell'impianto, inserendo in automatico alcuni valori calcolati partendo da specifiche formule, come i tempi morti “funzionali” dovuti a rifiuti e insuccessi.

Di seguito si riportano i principali dati:

- tempo effettivo robot in funzione = 12,81 h/d
- numero massimo teorico mungiture/d per stazione = 100
- numero medio mungiture/d per vacca = 2
- numero vacche in mungitura per stazione = 50
- produzione latte per stazione = 1.700 kg/d
- numero totale vacche in mungitura = 100
- produzione totale latte = 1.241.000 kg/anno

Nella situazione di progetto, l'impianto ipotizzato permette la gestione di un gruppo di **100 vacche** in lattazione. Quindi, il dimensionamento della mandria viene fatto a partire da questo dato, non considerando gli altri bovini dell'allevamento (vitelli e capi da rimonta), in quanto per le finalità di

questo lavoro non hanno rilevanza.

E' però importante verificare che cosa accade in presenza di aziende che hanno il caseificio lontano, con tempi di trasporto lunghi (**Ipotesi B**).

Considerando un tempo di trasporto del latte dalla stalla al caseificio di 90 min, si può fissare una percentuale d'impiego del 45,82%, corrispondente a un tempo totale operativo di 11 h/d.

Si lasciano invariati gli altri parametri già illustrati per l'Ipotesi A.

Il programma restituisce i seguenti dati:

- tempo effettivo robot in funzione = 10,52 h/d
- numero massimo teorico mungiture/d per stazione = 82
- numero medio mungiture/d per vacca = 2
- numero vacche in mungitura per stazione = 41
- produzione latte per stazione = 1.394 kg/d
- numero totale vacche in mungitura = 82
- produzione totale latte = 1.017.620 kg/anno

Nell'ipotesi B lo stesso impianto permette la gestione di un gruppo di **82** vacche in lattazione, quindi il 18% in meno rispetto all'ipotesi A.

### **2.1.3. Dimensionamento della mungitura in sala**

Anche in questo caso il dimensionamento è fatto con l'ausilio di uno specifico programma di CRPA. Il dato di partenza, ovviamente, è il numero medio di vacche in mungitura, pari a 100.

Per la stima preliminare del numero di poste (P) si adotta la classica formula:

$$P = V / (M \times t)$$

dove:

*V* è il numero di vacche in lattazione

*M* è il numero di vacche munte in un'ora in una posta, che per sale a spina si fissa in 3,5

*t* è il tempo entro il quale si vuole completare la mungitura della mandria, che si fissa in 2 h.

Con 100 vacche in mungitura *P* risulta pari a 14,3; si sceglie una sala a spina 8+8 poste a uscita rapida.

Si adottano i medesimi parametri di base utilizzati per la mungitura robotizzata: latte 17 kg/vacca per mungitura, tempo medio emissione latte 5,85 min/vacca.

In prima ipotesi si dimensiona la sala con un solo operatore in buca, considerando che 16 gruppi sono il numero massimo gestibile da un addetto; si ottiene un tempo per completare la mungitura di circa 145 min, piuttosto lungo, e un rendimento massimo addetto di 41,4 vacche/h.

Passando a 2 addetti in buca, il tempo per completare la mungitura si riduce drasticamente a 75 min, a fronte di un rendimento massimo dell'addetto che rimane quasi uguale (40 vacche addetto).

Quindi, la scelta ricade sui 2 addetti, perché il tempo di lavoro complessivo è quasi uguale (150 min per 2 e 145 per 1), ma si riduce di molto il tempo in piedi delle vacche, con evidenti benefici sui tempi di riposo e sulla sanità dei piedi.

#### **2.1.4. Dimensionamento della mandria**

Il dimensionamento è fatto con riferimento all'ipotesi A precedentemente illustrata.

La mandria viene suddivisa in 2 gruppi:

- gruppo vacche in lattazione,
- gruppo vacche asciutte.

Mediante apposito programma di calcolo messo a punto da CRPA si procede al dimensionamento analitico della mandria tipo, con solo riferimento alla componente vacche, partendo dalle seguenti assunzioni relative ai principali parametri riproduttivi e produttivi:

- interparto medio d'allevamento (IMA) = 400 d
- media parti/vacca per carriera = 2,5
- durata media fase asciutta = 70 d
- produzione unitaria media di picco = 41,2 kg/d vacca
- mortalità vacche = 5%.

Con questi dati di base il programma restituisce i seguenti altri parametri:

- quota di rimonta = 36,4%
- numero medio parti/anno per vacca = 0,91
- durata media lattazioni (esclusa l'ultima) = 328 d
- durata media ultima lattazione = 190 d
- durata totale periodo di produzione per vacca = 792 d
- durata totale periodo di lattazione per vacca (giornilatte) = 682 d
- durata totale periodo di asciutta per vacca = 105 d
- durata totale fase colostro per vacca = 5 d
- produzione unitaria annua = 9.781 kg/vacca.

Il numero di vacche mediamente presenti è il seguente:

- vacche in mungitura = 100
- vacche in asciutta = 15.

## 2.2. Progettazione delle stalle

Il numero di posti da prevedersi, maggiore della presenza media allo scopo di limitare il sovraffollamento (*overstocking*) in certi periodi dell'anno e comprensivo anche di box parto e box infermeria, è di seguito indicato:

- gruppo vacche in mungitura = 102
- gruppo vacche in asciutta = 18
- in box parto = 4
- in box infermeria-isolamento = 5

Ogni stalla in progetto è costituita dal corpo stalla e dal corpo mungitura, che nell'insieme costituiscono l'edificio completo; il primo corpo è quello principale, che ospita le aree di stabulazione degli animali e la corsia di foraggiamento, mentre il secondo, di minori dimensioni, ospita l'area di mungitura e i locali di servizio.

In verità, i due corpi non sono nettamente distinti, perché in tutti i modelli ci sono parziali sovrapposizioni, dovute al collocamento della sala di mungitura e delle stazioni AMS o alla presenza delle aree di attesa; per questo motivo, nella computazione dei costi di costruzione, sarà necessario fare delle attribuzioni specifiche, allo scopo di avere la suddivisione dei costi per il lotto 1 (stalla) e per il lotto 2 (mungitura); ad esempio, la struttura portante e la copertura del capannone principale saranno sempre attribuite al lotto 1, indipendentemente dalle aree sottostanti, mentre le opere specifiche per le diverse aree saranno attribuite ai lotti di pertinenza.

Inoltre, è previsto il lotto 3 che comprende i lavori per la costruzione delle opere esterne per lo stoccaggio degli effluenti zootecnici; questi ultimi sono dimensionati con riferimento agli effluenti prodotti dalle vacche e ai reflui dell'area di mungitura.

Sia il corpo stalla, sia il corpo mungitura sono allestiti in 2 diverse configurazioni, in modo che, combinando queste, si possono ottenere i seguenti 4 modelli di stalla in progetto:

- **C3R**: stalla a cuccette su 3 file con robot di mungitura (2 stazioni);
- **C3S**: stalla a cuccette su 3 file con sala di mungitura a spina uscita rapida 8+8;
- **C4R**: stalla a cuccette su 4 file con robot di mungitura (2 stazioni);
- **C4S**: stalla a cuccette su 4 file con sala di mungitura a spina uscita rapida 8+8.

Nella progettazione delle stalle ci sono differenze imputabili alla necessità di adattare uno stesso modulo a tipologie di mungitura differenti, quindi con diverse esigenze in termini spaziali e di *layout*; il tentativo è stato quello di inserire il minor numero possibile di differenze.

Ovviamente, non vengono considerati i posti stalla necessari per tutte le altre categorie bovine (vitelle, manzette e manze).

Per esigenze di confrontabilità, si assume una definita tipologia di capannone, con struttura d'acciaio zincato del tipo a portali a due falde, con pilastri IPE incastrati alla base e in sommità, travi IPE, orditura longitudinale in profili Omega, sistema di controvento in parete e in falda e

fondazioni a plinti con travi di collegamento. Si mantengono inalterate le caratteristiche di base, ma variando le dimensioni e le luci in accordo con gli schemi progettuali proposti.

Il corpo mungitura, invece, è realizzato con muri portanti e fondazioni continue ed è organizzato su 2 piani, con scala di collegamento interna o esterna.

Il dimensionamento delle strutture portanti e delle fondazioni non è fatto in modo analitico, ma in modo semplificato e parametrico, considerando un elevato numero di progetti esecutivi disponibili presso CRPA.

In generale, si mantengono le seguenti caratteristiche di base comuni a tutte le strutture:

- stalle molto aperte, con tamponamenti fissi in muratura limitati alle testate e utilizzo di reti frangivento mobili o fisse;
- ampie superfici di stabulazione e *layout* interno finalizzati a favorire il benessere animale e il normale comportamento sociale delle bovine;
- cuccette del tipo a buca da utilizzarsi con lettiera di paglia;
- rispetto del rapporto 1:1 fra numero di vacche e numero di posti in rastrelliera di alimentazione;
- attribuzione di almeno 8 cm di fronte abbeveratoio per vacca in lattazione;
- pavimenti della zona di alimentazione e della corsia di smistamento di tipo pieno in calcestruzzo armato con rigatura antiscivolo, in doppia pendenza verso l'asse centrale, dove è posto il canale guida per il raschiatore meccanico a fune, e in leggera pendenza longitudinale verso lo scarico degli effluenti;
- cunetta trasversale posta all'esterno della stalla, per la raccolta degli effluenti trasportati dai raschiatori, è impianto a idrogetto (ricircolo liquame) per il trasferimento del materiale alla pre-vasca;
- pre-vasca interrata a pianta quadrata, dotata di pompa trituratrice sommersa e di miscelatore. La pompa trasferisce il liquame al separatore meccanico a vite pressa posto sopra alla concimaia; inoltre, con apposita valvola a 2 vie, la stessa pompa può eseguire il lavaggio della cunetta (idrogetto). E' anche possibile il carico diretto del liquame dal pozzetto alla prima vasca, bypassando il separatore;
- concimaia a platea con muri perimetrali su 3 lati per lo stoccaggio del letame e del separato solido;
- vasche parzialmente interrate in calcestruzzo armato gettato in opera per lo stoccaggio del liquame (separato liquido).

Nei progetti allestiti, come detto, vengono anche dimensionate le strutture esterne per lo stoccaggio degli effluenti zootecnici, compresi i reflui della zona di mungitura, in base ai parametri indicati dal *Regolamento n.3/2017* della Regione Emilia-Romagna in materia di utilizzazione agronomica degli effluenti d'allevamento.

Il dimensionamento è fatto con riferimento ai minimi di legge, che corrispondono alla produzione di liquame per 120 d e alla produzione di letame per 90 d, utilizzando i valori unitari della tabella 1 dell'Allegato I del Regolamento citato. La potenzialità massima dell'allevamento è posta pari al numero di posti previsti per le vacche in lattazione e per le vacche in asciutta, quindi maggiore dell'effettiva presenza media; ovviamente, non si considerano i posti previsti per parto e infermeria, perché si tratta di posti aggiuntivi occupati dalle stesse vacche della mandria in determinati momenti.

Per la stabulazione con zona di riposo a lettiera, adottata per le vacche asciutte in 3 dei 4 schemi proposti, si considera un'asportazione frequente del letame, quindi non si valuta lo stoccaggio dello stesso letame all'interno dell'area di riposo, che sarebbe possibile in base alla normativa regionale.

Per i reflui di mungitura viene svolto un calcolo analitico, mediante una metodologia di CRPA basata sull'applicazione di valori unitari di riferimento dedotti dalle numerose ricerche svolte in questo campo, dalla bibliografia disponibile e dalle indicazioni delle ditte produttrici e installatrici di impianti di mungitura; peraltro, la normativa vigente in regione non riporta le produzioni tipiche per la mungitura robotizzata e quindi, in questo caso, il calcolo analitico è d'obbligo.

Per gli schemi con sala di mungitura convenzionale, comunque, si adotta anche il calcolo con metodologia semplificata da normativa, facendo poi il confronto fra i valori scaturiti dai due metodi di calcolo.

In tutte le stalle progettate si prevede l'installazione di un separatore per liquami del tipo a compressione elicoidale (vite-pressa), con capacità di lavoro stimata in  $8 \text{ m}^3/\text{h}$  di liquame trattato. La frazione solida separata viene valutata in 250 kg per  $1 \text{ m}^3$  di liquame trattato.

Per quanto riguarda i reflui del locale spogliatoio e WC, si prevede un loro invio alla fossa Imhoff prevista esternamente al corpo mungitura. La fossa, del tipo ad elementi componibili di calcestruzzo armato del diametro interno di 1 m, è alta 1,5 m, per un volume di circa 900 l, ed è dotata di coperchio portante (carrabile) con 2 chiusini in ghisa. Il volume è sufficiente per 5 abitanti equivalenti (volume unitario di 180 l per abitante equivalente), adeguato alle esigenze dell'allevamento.

Per l'affinamento dell'effluente della fossa Imhoff si prevede poi lo smaltimento nel terreno per subirrigazione, mediante rete disperdente in tubi di PVC, sistema adatto in presenza di terreno a medio impasto tendente all'argilloso e di falda profonda.

Le condotte di PVC, del diametro di 100 mm, sono alloggiare in una trincea della sezione di  $0,7 \times 0,7$  m, riempita di pietrisco nella metà inferiore e di terreno di scavo nella metà superiore. I tratti non giuntati fra i diversi elementi tubolari sono protetti in modo opportuno, onde evitare la loro occlusione. La rete disperdente è posata con pendenza dello  $0,3 \div 0,4\%$  e il suo sviluppo complessivo ( $Sc$ ) è pari a:

$$Sc = 8 \text{ m} \times 5 \text{ abitanti} = 40 \text{ m}$$

Per migliorare l'affidabilità di funzionamento del sistema disperdente si prevedono due tubazioni gemelle poste sul medesimo asse e facenti capo ad un pozzetto ripartitore con saracinesca di

regolazione; ogni tubazione funzionerà per circa 8÷10 mesi, per essere poi messa in riposo per un periodo di tempo analogo.

La stima della raccolta di acqua piovana nelle opere di stoccaggio degli effluenti (concimaia e vasche) è fatta con riferimento al valore unitario di  $0,05 \text{ m}^3/\text{m}^2$  mese, equivalente a una piovosità media di 50 mm/mese, al netto dell'evaporazione.

Gli schemi di progetto sono stati realizzati con l'ausilio del programma *Autocad MAP 3D 2015*, già in dotazione ai tecnici ricercatori di CRPA. Tutti i progetti delle stalle in formato *pdf*, completi di pianta e di sezioni tipo, sono riportati nell'*Allegato 3 – Archivio Tavole*.

### **2.2.1. Stalla C3R**

Lo schema di stalla prevede una zona di riposo a cuccette su 3 file per le vacche in mungitura e una zona di riposo a lettiera per le vacche asciutte, il box parto e il box isolamento-infermeria.

La zona di alimentazione si sviluppa per l'intera lunghezza del fabbricato ed è suddivisa nelle 4 sezioni (una per ogni gruppo di animali); presenta una rastrelliera della mangiatoia del tipo auto-catturante che mette a disposizione 100 posti per le bovine in latte, 6 posti per l'infermeria, 6 posti per il box parto e 23 posti per le vacche asciutte.

Le stazioni di mungitura sono collocate nella parte centrale della stalla, nell'area di collegamento fra zona delle vacche in lattazione e aree a lettiera; in questo modo risulta agevole la separazione delle bovine in uscita dalla stazione, grazie al cancello a due vie e al corridoio di collegamento. Ogni stazione prevede, sul lato del braccio robotizzato, un locale AMS per la manutenzione e il controllo dell'impianto, per l'installazione dell'unità centrale che controlla le due macchine e per l'alloggiamento dei bidoni di raccolta del latte separato.

Per la mungitura delle bovine temporaneamente isolate è presente un corridoio di ritorno posto in zona di alimentazione (con divisorio sospeso, per non intralciare il moto del raschiatore), che conduce al robot n.2, con possibilità di utilizzare un cancello a passaggio regolato o un semplice cancello a spinta.

Nella zona di attesa sono presenti 2 cancelli a “ghigliottina” che permettono di isolare eventuali animali che devono essere addestrati all'accesso alla stazione AMS o che devono essere mandati alla mungitura perché segnalati in ritardo.

I locali di servizio sono inseriti nel corpo stalla e sono distribuiti su 2 piani. Al piano terra sono previsti:

- locale AMS per robot 1;
- locale AMS per robot 2;
- sala latte con tank per la raccolta temporanea.

Al primo piano sono previsti:

- balconata area macchine;
- locale quadri elettrici;

- locale PC;
- spogliatoio e WC;
- ufficio;
- deposito.

I principali valori di superficie sono riportati in *tabella 2.1*. Rapportando tali superfici al numero di capi allevati, si ottengono valori unitari di 11,3 m<sup>2</sup> per la stabulazione, di 17,52 m<sup>2</sup> per il corpo stalla, di 2,42 m<sup>2</sup> per il corpo mungitura e di 22,22 m<sup>2</sup> per il tetto.

La produzione annuale di **effluenti di stalla** in base alla normativa attualmente in vigore è la seguente:

- liquame = 1.248 m<sup>3</sup>
- letame = 1.789 m<sup>3</sup>

La produzione annuale di **reflui di mungitura**, come detto in precedenza, viene calcolata in modo analitico; il calcolo viene effettuato moltiplicando talune entità dimensionali della zona di mungitura in progetto (superfici, numero robot di mungitura e capi) con valori medi di consumo d'acqua di lavaggio derivanti dalle prove sperimentali condotte dal CRPA e dalle indicazioni tecniche fornite dalle ditte installatrici di AMS.

Nel caso in esame risulta un totale di 1.781 l/d, pari a una produzione annua di **651 m<sup>3</sup>**. Tutti i reflui di mungitura (stazioni robot, locali AMS, sala latte, impianto di mungitura) sono avviati a un pozzetto di prima raccolta e poi, con pompa di rilancio, alla pre-vasca mediante tubazione fognaria in pressione.

La gestione in miscela di tutti gli effluenti e la presenza del separatore solido/liquido modificano le quantità in gioco, come di seguito descritto.

Si sottopongono a trattamento di separazione gli effluenti (*Es*) che insieme vengono recapitati nella pre-vasca, quindi tutti ad eccezione del letame della lettiera permanente; essi ammontano a:

$$Es = (1.789 - 486) + 1.248 + 651 = 3.202 \text{ m}^3/\text{anno}$$

per una produzione media giornaliera di 8,77 m<sup>3</sup>.

Il trattamento porta alla produzione annua di 800.500 kg di solido separato, con un peso di volume di 754 kg/m<sup>3</sup>. La produzione potenziale annua di solido separato risulta quindi pari a circa **1.061 m<sup>3</sup>**.

Il trattamento di separazione porta anche alla diminuzione della quantità di liquame prodotta annualmente; infatti, 3.202 m<sup>3</sup>/anno corrispondono a 2.941.000 kg/anno di effluenti (peso di volume medio della miscela di 919 kg/m<sup>3</sup>), da cui, sottraendo il solido separato, rimangono 2.140.900 kg/anno di liquame, pari a circa **2.141 m<sup>3</sup>/anno** (peso di volume della frazione liquida di circa 1.000 kg/m<sup>3</sup>). La produzione giornaliera di liquame chiarificato è quindi pari a circa 5,87 m<sup>3</sup>.

La produzione di riferimento per il dimensionamento degli stoccaggi è la seguente:

- liquido separato per 120 d = 704 m<sup>3</sup>
- solido separato per 90 d = 262 m<sup>3</sup>
- letame tal quale per 90 d = 120 m<sup>3</sup>

Il materiale palabile da stoccare ammonta quindi a 382 m<sup>3</sup>, per una superficie utile interna della concimaia di 195 m<sup>2</sup> e un volume massimo di stoccaggio di 390 m<sup>3</sup>.

L'acqua piovana raccolta dalla concimaia, per il tempo di stoccaggio del liquame (4 mesi), è così calcolata: 195 x 0,05 x 4 = 39 m<sup>3</sup>.

Il totale degli effluenti non palabili da stoccare ammonta quindi a 743 m<sup>3</sup>.

Si prevede una vasca liquami seminterrata a pianta rettangolare, suddivisa in due serbatoi uguali; il volume totale, considerando la raccolta di acqua piovana della stessa vasca, ammonta a 865 m<sup>3</sup>, per un volume utile di 750,8 m<sup>3</sup>.

La pre-vasca interrata posta alla fine della cunetta esterna è dimensionata sulla produzione di effluenti non palabili di 4 d. Si fissano un'altezza delle pareti di 4 m, una profondità di 3,8 m dal piano di campagna e un livello massimo del liquame nel pozzetto a -1,5 m dal piano di campagna; la pre-vasca, a pianta quadrata, ha un volume totale di 64 m<sup>3</sup> e un volume utile di 36,8 m<sup>3</sup>.

Nella [tabella 2.2](#) sono riassunti i volumi totali delle opere di stoccaggio, distinti fra materiali palabili e materiali non palabili.

### **2.2.2. Stalla C3S**

Il corpo stalla risulta quasi identico a quello dello schema precedente.

La differenza essenziale è la presenza di un corpo mungitura con sala a spina a uscita rapida (frontali ribaltabili) con 8+8 poste, che sostituisce il corpo mungitura con AMS. Si tratta di una soluzione a mungitura convenzionale, ma con tipologia innovativa e moderna, altamente performante.

L'ampia area di attesa posta in adiacenza alla sala di mungitura consente, con un gioco di cancelli, di ospitare tutte le vacche in lattazione in unico gruppo; le bovine, una volta munte, escono dalla corsia di ritorno posta fra sala e box infermeria, in modo da rendere possibile, grazie a un cancello selezionatore automatico, la separazione nel box di isolamento delle vacche bisognose di trattamenti o di quelle asciugate.

I locali di servizio sono posti alla testata del corpo mungitura e sono distribuiti su 2 piani. Al piano terra sono previsti:

- sala latte con tank per la raccolta temporanea;
- sala macchine;
- locale quadri elettrici.

Al primo piano sono previsti:

- ufficio e PC;
- spogliatoio e WC;
- deposito.

I principali valori di superficie sono riportati in *tabella 2.1*. Rapportando tali superfici al numero di capi allevati, si ottengono valori unitari di 11,62 m<sup>2</sup> per la stabulazione, di 17,74 m<sup>2</sup> per il corpo stalla, di 3,37 m<sup>2</sup> per il corpo mungitura e di 24,03 m<sup>2</sup> per il tetto.

La produzione annuale di **effluenti di stalla** in base alla normativa attualmente in vigore è la seguente:

- liquame = 1.256 m<sup>3</sup>
- letame = 1.781 m<sup>3</sup>

La produzione annuale di **reflui di mungitura** viene calcolata in modo analitico, moltiplicando talune entità dimensionali della zona di mungitura in progetto (superfici, numero di poste di mungitura e capi) con valori medi di consumo d'acqua di lavaggio derivanti dalle prove sperimentali condotte dal CRPA e dalle indicazioni tecniche fornite dalle ditte installatrici di impianti di mungitura.

Al fine di limitare i consumi di acqua per il lavaggio delle superfici della zona di mungitura, nonché per ridurre il volume di stoccaggio dei liquami, si prevede la separazione dei reflui più inquinati provenienti dalle aree frequentate dagli animali (reflui “sporchi”) da quelli derivanti dal lavaggio dell'impianto di mungitura, della buca del mungitore e della sala latte (reflui “puliti”). I primi sono inviati direttamente agli stoccaggi, mentre i secondi vengono indirizzati ad un apposito pozzetto di raccolta di piccole dimensioni posto all'esterno della sala di mungitura. I reflui “puliti” saranno riciccolati alla fine di ogni mungitura, mediante idonea pompa e relativa tubazione flessibile, per il primo lavaggio della zona di attesa.

Per la stalla C3S si ottengono i seguenti valori:

- reflui “puliti”                    1.428 l/d
- reflui “sporchi”                    2.713 l/d
- totale reflui                        4.141 l/d

I reflui riciccolati sono tutti quelli “puliti”, quindi la quantità annua di reflui effettivamente avviati alla pre-vasca risulta pari a **991 m<sup>3</sup>**, contro i 1.512 m<sup>3</sup> che si avrebbero se non si adottasse la tecnica del ricircolo. La produzione unitaria è di 9,91 m<sup>3</sup>/anno per vacca in lattazione

La produzione annuale di reflui di mungitura calcolata con riferimento alla tabella 4 dell'Allegato I del *Reg. n. 3/2017*, adottando l'interpolazione a potenza dei dati riportati per 100 vacche in mungitura, porta a un valore di 9,92 m<sup>3</sup>/anno per vacca, quindi praticamente uguale a quello calcolato in modo analitico, ma adottando la tecnica del ricircolo.

Il pozzetto interrato e coperto per il temporaneo deposito dei reflui “puliti” di mungitura è dimensionato sulla produzione di 2 giorni, anche se, di fatto, a ogni mungitura viene svuotato;

questo consente di far fronte all'eventuale guasto della pompa di ricircolo:

$$\text{volume utile} = (1.428 \times 2) / 1.000 = 2,86 \text{ m}^3$$

Le dimensioni utili in pianta sono di 1,2 x 1,2 m, per un'altezza delle pareti di 3 m e un'altezza utile di 2 m.

I reflui "sporchi" della sala di mungitura sono avviati alla pre-vasca mediante tubazione fognaria, mentre quelli della zona di attesa si riversano nella corsia di alimentazione e da qui raggiungono la cunetta esterna grazie alla pendenza longitudinale della stalla e all'azione del raschiatore.

La gestione in miscela di tutti gli effluenti e la presenza del separatore solido/liquido modificano tali quantità, come di seguito descritto.

Si sottopongono a trattamento di separazione gli effluenti ( $E_s$ ) che insieme vengono recapitati nella pre-vasca, quindi tutti ad eccezione del letame della lettiera permanente; essi ammontano a:

$$E_s = (1.781 - 486) + 1.256 + 991 = 3.542 \text{ m}^3/\text{anno}$$

per una produzione media giornaliera di 9,7 m<sup>3</sup>.

Il trattamento porta alla produzione annua di 885.500 kg di solido separato, con un peso di volume di 774 kg/m<sup>3</sup>. La produzione potenziale annua di solido separato risulta quindi pari a circa **1.144 m<sup>3</sup>**.

Il trattamento di separazione porta anche alla diminuzione della quantità di liquame prodotta annualmente; infatti, 3.542 m<sup>3</sup>/anno corrispondono a 3.283.000 kg/anno di effluenti (peso di volume medio della miscela di 927 kg/m<sup>3</sup>), da cui, sottraendo il solido separato, rimangono 2.397.500 kg/anno di liquame, pari a **2.398 m<sup>3</sup>/anno** (peso di volume della frazione liquida di circa 1.000 kg/m<sup>3</sup>). La produzione giornaliera di liquame chiarificato è quindi pari a circa 6,57 m<sup>3</sup>.

La produzione di riferimento per il dimensionamento degli stoccaggi è la seguente:

- liquido separato per 120 d = 789 m<sup>3</sup>
- solido separato per 90 d = 283 m<sup>3</sup>
- letame tal quale per 90 d = 120 m<sup>3</sup>

Il materiale palabile da stoccare ammonta quindi a 403 m<sup>3</sup>, per una superficie utile interna della concimaia di **202 m<sup>2</sup>**.

L'acqua piovana raccolta dalla concimaia, per il tempo di stoccaggio del liquame (4 mesi), è così calcolata: 202 x 0,05 x 4 = 41 m<sup>3</sup>.

Il totale degli effluenti non palabili da stoccare ammonta quindi a 830 m<sup>3</sup>.

Si prevede una vasca liquami seminterrata a pianta rettangolare, suddivisa in due serbatoi uguali; il volume totale, considerando la raccolta di acqua piovana della stessa vasca, ammonta a **960,4 m<sup>3</sup>**, per un volume utile di 833,6 m<sup>3</sup>.

La pre-vasca interrata posta alla fine della cunetta esterna è dimensionata sulla produzione di effluenti non palabili di 4 d. Si fissano un'altezza delle pareti di 4,3 m, una profondità di 4,1 m dal piano di campagna e un livello massimo del liquame nel pozzetto a -1,5 m dal piano di campagna; la pre-vasca, a pianta quadrata, ha un volume totale di **68,8 m<sup>3</sup>** e un volume utile di 41,6 m<sup>3</sup>.

Nella [tabella 2.2](#) sono riassunti i volumi totali delle opere di stoccaggio, distinti fra materiali palabili e materiali non palabili.

### **2.2.3. Stalla C4R**

Questo schema di stalla è di tipo speculare, con asse di simmetria posto in corrispondenza dell'asse centrale e longitudinale del fabbricato; su ognuna delle due parti è prevista zona di riposo a cuccette su 2 file groppa-groppa per le vacche in mungitura e una zona di riposo a lettiera per le vacche asciutte, il box parto e il box isolamento-infermeria. In questa stalla, quindi, le vacche in mungitura sono suddivise in due gruppi uguali, ciascuno con la sua stazione di mungitura; questo fatto differenzia nettamente la stalla C4R dalla stalla C3R.

Le due zone di alimentazione si sviluppano per l'intera lunghezza del fabbricato e ciascuna è suddivisa nelle 4 sezioni (una per ogni gruppo di animali); le rastrelliere delle 2 mangiatoie, del tipo auto-catturante, mettono a disposizione in totale 116 posti per le bovine in latte, 8 posti per l'infermeria, 6 posti per il box parto e 24 posti per le vacche asciutte.

Le stazioni di mungitura sono collocate nella parte centrale della stalla, nell'area di collegamento fra zona delle vacche in lattazione e aree a lettiera; in questo modo risulta agevole la separazione delle bovine in uscita dalla stazione, grazie al cancello a due vie e al breve corridoio di collegamento. Le stazioni prevedono, sul lato del braccio robotizzato, un locale AMS per la manutenzione e il controllo dell'impianto e per l'alloggiamento dei bidoni di raccolta del latte separato, mentre in un terzo locale centrale è installata l'unità centrale che controlla le due macchine. Per rendere più comodo l'accesso all'impianto, è stata prevista una buca di servizio per ogni stazione.

Per la mungitura delle bovine temporaneamente isolate sono presenti due corridoi di ritorno che attraversano il locale di servizio (con opportuni passaggi per gli addetti) e che permettono il ritorno delle vacche nelle stazioni, con cancello a passaggio regolato.

In ogni zona di attesa sono presenti un cancello ad anta e un cancello a "ghigliottina", allo scopo di isolare eventuali animali che devono essere addestrati all'accesso alla stazione AMS o che devono essere mandati alla mungitura perché segnalati in ritardo.

Per la particolare collocazione delle zone di attesa, in area ampia che non prevede passaggio di raschiatori, è stata scelta una soluzione a pavimento totalmente fessurato, con sottostanti canali di evacuazione a tracimazione continua.

I locali di servizio sono inseriti in parte nel corpo stalla (distribuiti su 2 piani) e in parte in un corpo aggiunto sul lato Nord, oltre la corsia di foraggiamento, ma in asse con il corpo centrale, allo scopo di ridurre lo sviluppo delle tubazioni e dei collegamenti. Al piano terra sono previsti:

- locale AMS per robot 1;

- locale AMS per robot 2;
- locale AMS unità centrale;
- sala latte con tank per la raccolta temporanea;
- ufficio;
- spogliatoio e WC.

Al primo piano sono previsti:

- locale PC;
- locale quadri elettrici;
- balconata area macchine;
- deposito.

I principali valori di superficie sono riportati in [tabella 2.1](#). Rapportando tali superfici al numero di capi allevati, si ottengono valori unitari di 11,6 m<sup>2</sup> per la stabulazione, di 19,28 m<sup>2</sup> per il corpo stalla, di 2,82 m<sup>2</sup> per il corpo mungitura e di 21,27 m<sup>2</sup> per il tetto.

La produzione annuale di **effluenti di stalla** in base alla normativa attualmente in vigore è la seguente:

- liquame = 1.382 m<sup>3</sup>
- letame = 1.649 m<sup>3</sup>

La produzione annuale di **reflui di mungitura** è pari 659 m<sup>3</sup>, leggermente maggiore rispetto a quella calcolata per C3R a causa della maggiore lunghezza delle tubazioni di trasporto del latte. I reflui di mungitura si raccolgono nel pozzetto posto sotto al pavimento fessurato della zona di attesa, alla testata delle fosse di raccolta, dove è collocata una pompa sommersa che rilancia il liquame alla pre-vasca esterna.

La gestione in miscela di tutti gli effluenti e la presenza del separatore solido/liquido modificano le quantità prodotte, come di seguito descritto.

Si sottopongono a trattamento di separazione gli effluenti (*Es*) che insieme vengono recapitati nella pre-vasca, quindi tutti ad eccezione del letame della lettiera permanente; essi ammontano a:

$$Es = (1.649 - 486) + 1.382 + 659 = 3.204 \text{ m}^3/\text{anno}$$

per una produzione media giornaliera di 8,78 m<sup>3</sup>.

Il trattamento porta alla produzione annua di 801.000 kg di solido separato, con un peso di volume di 775 kg/m<sup>3</sup>. La produzione potenziale annua di solido separato risulta quindi pari a circa **1.034 m<sup>3</sup>**.

Il trattamento di separazione porta anche alla diminuzione della quantità di liquame prodotta annualmente; infatti, 3.204 m<sup>3</sup>/anno corrispondono a 2.971.400 kg/anno di effluenti (peso di volume

medio della miscela di  $927 \text{ kg/m}^3$ ), da cui, sottraendo il solido separato, rimangono  $2.170.400 \text{ kg/anno}$  di liquame, pari a circa  $2.170 \text{ m}^3/\text{anno}$  (peso di volume della frazione liquida di circa  $1.000 \text{ kg/m}^3$ ). La produzione giornaliera di liquame chiarificato è quindi pari a circa  $5,95 \text{ m}^3$ .

La produzione di riferimento per il dimensionamento degli stoccaggi è la seguente:

- liquido separato per 120 d =  $714 \text{ m}^3$
- solido separato per 90 d =  $255 \text{ m}^3$
- letame tal quale per 90 d =  $120 \text{ m}^3$

Il materiale palabile da stoccare ammonta quindi a  $375 \text{ m}^3$ , per una superficie utile interna della concimaia di  $188 \text{ m}^2$ .

L'acqua piovana raccolta dalla concimaia, per il tempo di stoccaggio del liquame (4 mesi), è così calcolata:  $188 \times 0,05 \times 4 = 38 \text{ m}^3$ .

Il totale degli effluenti non palabili da stoccare ammonta quindi a  $752 \text{ m}^3$ .

Si prevede una vasca liquami seminterrata a pianta rettangolare, suddivisa in due serbatoi uguali; il volume totale, considerando la raccolta di acqua piovana della stessa vasca, ammonta a  $874,2 \text{ m}^3$ , per un volume utile di  $758,8 \text{ m}^3$ .

La pre-vasca interrata posta alla fine della cunetta esterna è dimensionata sulla produzione di effluenti non palabili di 4 d. Si fissano un'altezza delle pareti di 4 m, una profondità di 3,8 m dal piano di campagna e un livello massimo del liquame nel pozzetto a  $-1,5 \text{ m}$  dal piano di campagna; la pre-vasca, a pianta quadrata, ha un volume totale di  $64 \text{ m}^3$  e un volume utile di  $36,8 \text{ m}^3$ .

Nella [tabella 2.2](#) sono riassunti i volumi totali delle opere di stoccaggio, distinti fra materiali palabili e materiali non palabili.

#### **2.2.4. Stalla C4S**

Il corpo stalla risulta simile a quello dello schema precedente, ma sono presenti differenze importanti. Innanzitutto, è presente un corpo mungitura con sala a spina a uscita rapida (frontali ribaltabili) con 8+8 poste, che sostituisce il corpo mungitura con AMS. Come per lo schema C3S, si tratta di una soluzione a mungitura convenzionale, ma con tipologia innovativa e moderna, altamente performante; a differenza di C3S, però, la sala è del tipo a poste sopraelevate e a piano della buca allo stesso livello degli altri locali del piano terra, allo scopo di agevolare il passaggio dei mungitori dalla buca ai locali di servizio. Per questo sono necessari due corridoi di ritorno in stalla.

Inoltre, proprio per la particolare collocazione della zona di mungitura all'interno del fabbricato principale, è stato modificato il collocamento dei box per le vacche asciutte, che si trovano alla testata Ovest e sono allestiti con zona di riposo a cuccette e non a lettiera, come negli schemi precedenti.

L'area di attesa posta centralmente e in adiacenza alla sala di mungitura consente, con un gioco di cancelli, di ospitare prima uno e poi l'altro gruppo delle vacche in lattazione; queste, una volta munte, escono dalle 2 corsie di ritorno poste lateralmente, fra zona di mungitura e box infermeria;

in questo modo è possibile, grazie a cancelli selezionatori automatici, separare nei box di isolamento le vacche bisognose di trattamenti o quelle asciugate.

I box di isolamento-infermeria e quelli per il parto hanno una zona di alimentazione ristretta rispetto a quella delle vacche in latte, allo scopo di fornire maggiore superficie per l'area di riposo a lettiera. L'utilizzo di raschiatori del tipo a farfalla consente di superare il problema delle due diverse larghezze della zona di alimentazione.

Le due zone di alimentazione si sviluppano per l'intera lunghezza del fabbricato e ciascuna è suddivisa nelle 4 sezioni (una per ogni gruppo di animali); le rastrelliere delle 2 mangiatoie, del tipo auto-catturante, mettono a disposizione 18 posti per le vacche asciutte, 110 posti per le bovine in latte, 8 posti per l'infermeria e 6 posti per il box parto.

I locali di servizio sono posti alla testata del corpo mungitura e sono distribuiti su 2 piani. Al piano terra sono previsti:

- sala latte con tank per la raccolta temporanea e fosse dei gruppi terminali;
- sala macchine;
- locale quadri elettrici.

Al primo piano sono previsti:

- ufficio e PC;
- spogliatoio e WC;
- deposito.

I principali valori di superficie sono riportati in *tabella 2.1*. Rapportando tali superfici al numero di capi allevati, si ottengono valori unitari di 10,7 m<sup>2</sup> per la stabulazione, di 18,42 m<sup>2</sup> per il corpo stalla, di 3,48 m<sup>2</sup> per il corpo mungitura e di 22,11 m<sup>2</sup> per il tetto.

La produzione annuale di **effluenti di stalla** in base alla normativa attualmente in vigore è la seguente:

- liquame = 1.440 m<sup>3</sup>
- letame = 1.368 m<sup>3</sup>

La produzione annuale di **reflui di mungitura** è identica a quella calcolata per C3S, ovvero 991 m<sup>3</sup>/anno, essendo il numero di vacche in mungitura e il tipo di gestione i medesimi.

Il pozzetto interrato e coperto per il temporaneo deposito dei reflui “puliti” di mungitura è dimensionato sulla produzione di 2 giorni, anche se, di fatto, a ogni mungitura viene svuotato; questo consente di far fronte all'eventuale guasto della pompa di ricircolo:

$$\text{volume utile} = (1.428 \times 2) / 1.000 = 2,86 \text{ m}^3$$

Le dimensioni utili in pianta sono di 1,2 x 1,2 m, per un'altezza delle pareti di 3 m e un'altezza utile di 2 m.

I reflui “sporchi” della sala di mungitura e della zona di attesa, raccolti da una cunetta terminale

grigliata, sono avviati alla pre-vasca mediante tubazione fognaria.

La gestione in miscela di tutti gli effluenti e la presenza del separatore solido/liquido modificano tali quantità, come di seguito descritto.

Si sottopongono a trattamento di separazione tutti gli effluenti ( $E_s$ ), che insieme vengono recapitati nella pre-vasca e che ammontano a:

$$E_s = 1.368 + 1.440 + 991 = 3.799 \text{ m}^3/\text{anno}$$

per una produzione media giornaliera di  $10,41 \text{ m}^3$ .

Il trattamento porta alla produzione annua di  $949.750 \text{ kg}$  di solido separato, con un peso di volume di  $775 \text{ kg/m}^3$ . La produzione potenziale annua di solido separato risulta quindi pari a circa  **$1.226 \text{ m}^3$** .

Il trattamento di separazione porta anche alla diminuzione della quantità di liquame prodotta annualmente; infatti,  $3.799 \text{ m}^3/\text{anno}$  corrispondono a  $3.525.400 \text{ kg/anno}$  di effluenti (peso di volume medio della miscela di  $928 \text{ kg/m}^3$ ), da cui, sottraendo il solido separato, rimangono  $2.575.650 \text{ kg/anno}$  di liquame, pari a  **$2.576 \text{ m}^3/\text{anno}$**  (peso di volume della frazione liquida di circa  $1.000 \text{ kg/m}^3$ ). La produzione giornaliera di liquame chiarificato è quindi pari a circa  $7,06 \text{ m}^3$ .

La produzione di riferimento per il dimensionamento degli stoccaggi è la seguente:

- liquido separato per  $120 \text{ d} = 847 \text{ m}^3$
- solido separato per  $90 \text{ d} = 303 \text{ m}^3$

Il materiale palabile da stoccare ammonta quindi a  $303 \text{ m}^3$ , per una superficie utile interna della concimaia di  **$154 \text{ m}^2$** .

L'acqua piovana raccolta dalla concimaia, per il tempo di stoccaggio del liquame (4 mesi), è così calcolata:  $154 \times 0,05 \times 4 = 31 \text{ m}^3$ .

Il totale degli effluenti non palabili da stoccare ammonta quindi a  $878 \text{ m}^3$ .

Si prevede una vasca liquami seminterrata a pianta rettangolare, suddivisa in due serbatoi uguali; il volume totale, considerando la raccolta di acqua piovana della stessa vasca, ammonta a  **$1.020,2 \text{ m}^3$** , per un volume utile di  $885,4 \text{ m}^3$ .

La pre-vasca interrata posta alla fine della cunetta esterna è dimensionata sulla produzione di effluenti non palabili di 4 d. Si fissano un'altezza delle pareti di  $4,4 \text{ m}$ , una profondità di  $4,2 \text{ m}$  dal piano di campagna e un livello massimo del liquame nel pozzetto a  $-1,5 \text{ m}$  dal piano di campagna; la pre-vasca, a pianta quadrata, ha un volume totale di  $70,4 \text{ m}^3$  e un volume utile di  $43,2 \text{ m}^3$ .

Nella [tabella 2.2](#) sono riassunti i volumi totali delle opere di stoccaggio, distinti fra materiali palabili e materiali non palabili.

## 2.3. Stima dei costi di costruzione delle stalle

Per la computazione dei costi di costruzione delle stalle è stato utilizzato un programma informatico già disponibile presso il CRPA, quindi già noto al personale incaricato allo svolgimento di questa fase del lavoro; il software in questione è STR Vision CPM nella sua versione più recente (V.9.2.40731.1), un software di cantieristica fra i più noti e apprezzati a livello nazionale, prodotto dalla ditta STR di Pegognaga (MN), in grado di gestire listini e di creare elenchi prezzi, analisi dei prezzi e preventivi analitici.

Il primo passo per la computazione dei costi di costruzione delle stalle è stata la creazione dell'Elenco Prezzi Unitari (EPU), ovvero l'insieme delle voci di costo da utilizzare nella redazione dei computi. L'EPU altro non è che il listino specifico per un determinato lavoro o per un insieme di lavori simili (come nel nostro caso) e la sua creazione, in genere, prende le mosse proprio da uno o più prezzi di riferimento. Nel caso specifico la scelta non poteva che cadere sul Prezzario regionale per opere e interventi in agricoltura, realizzato dal CRPA per la Regione Emilia-Romagna, nella sua ultima versione aggiornata al 2019 (non ancora pubblicata), e sull'Elenco regionale dei prezzi delle opere pubbliche della stessa Regione, perché questo sarà il nuovo riferimento anche per l'agricoltura, per le voci relative alle opere edili e agli impianti tecnologici comuni.

Come detto, il calcolo analitico dei costi di costruzione di un fabbricato è stato eseguito mediante computo metrico estimativo (CME); questa metodologia consiste nella moltiplicazione delle quantità delle singole lavorazioni o opere per i relativi prezzi unitari desunti dall'EPU, e nella sommatoria di tutti i sub-totali ottenuti. Risulta evidente la comodità di una computazione mediante elaboratore elettronico, sia per la ripetitività delle operazioni da eseguire, sia per la precisione di calcolo necessaria. Ma l'utilizzo di uno specifico software di cantieristica consente anche la suddivisione del costo totale di costruzione in singole sezioni della struttura o in singole categorie di lavori. Per questo è stato necessario attribuire i diversi lavori da computare, cioè le diverse voci di EPU, a un certo numero di lotti, mappali e opere, con lo scopo di poter scorporare il costo complessivo in tanti sub-totali.

La classificazione dei lavori per la computazione delle stalle è di seguito riportata.

LOTTI (primo livello di suddivisione)

01. Stalla

02: Mungitura e servizi

03. Opere per effluenti

MAPPALI (secondo livello di suddivisione)

01. Opere edili stalla

02. Impianti e attrezzature stalla

03. Opere edili mungitura

04. Impianti e attrezzature mungitura

05. Opere edili effluenti

06. Impianti e attrezzature effluenti

OPERE (terzo livello di suddivisione, per grandi categorie di lavori)

01. Scavi e rinterrì

02. Fondazioni, struttura portante e copertura

03. Pavimenti e sistemazione orizzontale

04. Tamponamenti e sistemazione verticale

05. Serramenti

06. Lattoneria, fognature e canalizzazioni

07. Impianto idrico e di riscaldamento

08. Impianto elettrico

09. Impianti movimentazione effluenti

10. Impianto di mungitura

11. Attrezzature.

Per ognuna delle 4 stalle progettate è stato redatto il relativo CME, a partire dai disegni di progetto e dall'EPU specifico. Il programma svolge in automatico i calcoli e restituisce il costo complessivo e i sub-totali dei diversi gruppi e sottogruppi di lavori.

Tutti i preventivi analitici in formato pdf, corredati dalle descrizioni brevi delle singole voci, sono riportati nell'*Allegato 4–Archivio CME*. La pagina finale di ogni computo restituisce i costi totali e sub-totali per lotti, mappali e opere: è questa la scheda riassuntiva per ogni modello di stalla.

Dall'importo complessivo sono sempre escluse le spese tecniche di progettazione e direzione lavori, le spese per allacciamenti idrici ed elettrici e l'IVA di legge.

In media, le stalle con AMS costano il 5,7% in più rispetto a quelle con sala di mungitura.

I valori di costo della tabella finale riassuntiva di ciascun computo sono stati trascritti in una tabella di foglio elettronico, con lo scopo di calcolare in automatico i costi a parametro, ovvero i costi unitari riferiti a singoli parametri significativi (come il capo e il metroquadro di superficie). Le tabelle di costo così create sono riportate nel file *TabelleCosti-CB.xls* inserito nell'*Allegato 4–Archivio CME*. I parametri di superficie ai quali si è fatto riferimento in queste tabelle, in parte sovrapponibili a quelli già illustrati nella *tabella 2.1*, sono i seguenti:

- superficie di stabulazione (STA), quella calpestabile a disposizione degli animali per le diverse attività, data dalla somma di zona di riposo e zona di alimentazione, comprese aree di parto e di infermeria;
- superficie totale del corpo stalla (TOT1), data dalla somma di STA e corsia di foraggiamento;

- superficie totale del corpo mungitura (TOT2), data dalla sommatoria di tutte le aree della zona di mungitura e dei locali annessi, comprese le superfici dei locali al primo piano;
- superficie totale del tetto (TET) in proiezione orizzontale;
- superficie dell'insediamento (INS), quella occupata dall'intero insediamento, comprese pavimentazioni esterne e opere di stoccaggio degli effluenti.

I valori di superficie coperta per capo hanno grande influenza sul costo a capo e sul costo a metroquadro delle stalle, vista la nota relazione fra costo di costruzione di un edificio e superficie coperta dell'edificio stesso. In linea generale, le stalle che presentano il più basso valore di SC per capo sono anche quelle che hanno il più basso costo per capo e il più alto costo per 1 m<sup>2</sup> di SC.

Il costo del corpo stalla, riferito alla capienza, varia da un minimo di 6.190 €/capo per la C3R a un massimo di 6.436 €/vacca per la C4R (*tabella 2.3*); in media, il costo è pari a 6.271 €/capo.

Se si riferisce il costo al numero di posti i costi unitari diminuiscono, ovviamente, passando a una media di 5.590 €/posto, con un minimo di 5.518 per C3R e un massimo di 5.738 per C4R.

Il corpo stalla costa in media 344 €/m<sup>2</sup> di superficie totale dello stesso corpo stalla.

Passando al corpo di mungitura, il costo per unità di superficie si colloca in media sui 1.200 €/m<sup>2</sup>, ma la variabilità è elevata, andando dagli 889 €/m<sup>2</sup> di C4S ai 1.524 €/m<sup>2</sup> di C3R; naturalmente questi valori sono strettamente connessi alle relative superfici delle aree di mungitura e infatti il costo più basso è quello della stalla che ha la massima superficie del corpo mungitura.

Con riferimento al numero di posti in stalla, il corpo mungitura costa da un minimo di circa 2.760 €/posto (C4S) a un massimo di circa 3.470 €/posto (C4R).

Le opere esterne per effluenti costano in media 1.691 €/capo o 1.507 €/posto, con una variabilità piuttosto modesta. Interessante il costo riferito al volume massimo delle opere (volume totale delle vasche e volume massimo teorico della concimaia) che si attesta in media sui 142 €/m<sup>3</sup>.

Il costo totale della stalla e della mungitura riferito alla superficie del tetto in proiezione piana (TET) registra una media di 437 €/m<sup>2</sup>, con un minimo di 398 €/m<sup>2</sup> per la stalla C3S e un massimo di 485 €/m<sup>2</sup> per la stalla C4R.

Infine, il costo totale (corpo stalla + corpo mungitura + opere esterne) riferito al parametro INS fa registrare un valore medio di 395 €/m<sup>2</sup>, con un massimo di 421 €/m<sup>2</sup> per C3R e un minimo di 372 €/m<sup>2</sup> per C4S.

In media, le stalle con AMS costano poco di più per il corpo stalla (+1,3%) e decisamente di più per il corpo mungitura (+17,8%), mentre per le opere esterne effluenti i costi sono di poco più bassi (-1,3%) rispetto alle stalle con sala.

Nella *tabella 2.4* vengono mostrate le incidenze percentuali delle diverse opere sul costo totale di costruzione (Totale generale). In tutte le stalle la voce più rilevante è ovviamente “Fondazioni, struttura portante e copertura” che si attesta in media sul 30,5%.

Al secondo posto, come dato medio, si piazza “Pavimenti e sistemazione orizzontale”, con il 17,2%,

ma in questo caso solo le stalle CS hanno questa opera al secondo posto, mentre nelle stalle CR il secondo posto è occupato dall'opera "Impianto di mungitura", con il 19,4% medio; ciò si spiega con la notevole incidenza della voce Robot di mungitura.

Per questo stesso motivo, risulta evidente come incidano maggiormente gli "Impianti e attrezzature" nelle stalle con AMS (39%) rispetto alle stalle con sala (31,6%), mentre ovviamente le "Opere edili" hanno andamento contrario (61% per le CR, 68,4% per le CS).

### **3. Indagini presso allevatori dell'area Parmigiano-Reggiano**

Obiettivo di questa fase è conoscere le opinioni degli allevatori dell'area Parmigiano Reggiano in merito ai sistemi di mungitura automatizzata. A questo scopo sono stati intervistati 15 allevatori che mungono con sistemi di mungitura tradizionali.

Ad ogni allevatore sono state poste le stesse domande, riportate nell'[Allegato 5 – Indagine presso allevatori\\_area\\_PR](#).

Si tratta di aziende con una consistenza media di circa 97 vacche in lattazione e una produzione media annuale di circa 880 t di latte destinato nella totalità alla trasformazione in Parmigiano-Reggiano.

La razza prevalentemente allevata è la frisona italiana presente in 9 allevamenti su 15; a seguire la razza Reggiana presente in 4 e la Bruna presente in 1. Il restante alleva bovine di razza Pezzata rossa.

La maggior parte degli allevatori intervistati ha età compresa tra i 40 e i 59 anni: in particolare, un allevatore ha meno di 30 anni; 3 allevatori hanno tra i 30 e i 39 anni; 5 allevatori hanno tra i 40 e i 49 anni; 5 allevatori hanno tra i 50 e i 59 anni; un allevatore ha più di 60 anni.

Le vacche in lattazione vengono munte prevalentemente in sala di mungitura: il 73% delle sale presenta file parallele e il 13% file disposte a spina di pesce tradizionale. In alcuni allevamenti gli animali vengono munti con sistema lattodotto in stalla fissa. In media sono presenti 14 posti in mungitura per sala.

Dopo aver raccolto le informazioni generali degli allevamenti e degli allevatori, è stato chiesto agli intervistati quale fosse il loro parere sui sistemi automatici di mungitura. Gli allevatori hanno avuto la possibilità di scegliere una delle seguenti opzioni:

- 1) positivo;
- 2) parzialmente positivo;
- 3) negativo;
- 4) indifferente.

Il 53% degli allevatori ha espresso un parere "parzialmente positivo", seguito da coloro che hanno un'opinione negativa (20%). I principali aspetti che portano ad avere un'opinione parzialmente negativa dei sistemi automatici di mungitura sono riportati in [tabella 3.1](#), primi fra tutti gli eventuali

problemi tecnici quali manutenzioni straordinarie e blocchi dell'impianto (60% degli intervistati), seguiti dalle limitazioni di orario definita dal disciplinare di produzione del Parmigiano Reggiano (47%) e dal minor controllo degli animali (40%).

In termini di manodopera, secondo il 40% degli intervistati il numero di addetti non si riduce, anzi aumenta in quanto è necessaria manodopera specializzata, che oltretutto ha un costo maggiore per le aziende. Il restante 60% crede che l'introduzione di un AMS possa portare a una riduzione delle unità lavorative.

In generale, il 73% degli allevatori non adotterebbe un sistema automatico di mungitura; gli unici motivi che potrebbero spingerli a investire in questa tecnologia sono riportati in [tabella 3.2](#) e [tabella 3.3](#). Prevalgono il miglioramento del benessere animale (53%) e l'interesse alla tecnologia (33%).

## **Azione 1: Analisi di casi reali di applicazione dell'AMS**

### **4. Definizione dello stato di fatto**

Di seguito si descrivono le principali caratteristiche delle Aziende A e B coinvolte nel progetto.

Maggiori dati possono essere desunti dalle schede di compilazione di Milk Money che sono allegate (dir: *Allegato 8 MM*).

#### **4.1. Azienda A**

L'azienda A è posta a pochi chilometri a Nord della città di Reggio Emilia, in area di pianura, e svolge attività d'allevamento di vacche da latte; il prodotto è destinato alla caseificazione in formaggio P-R. Vengono allevate circa 200 vacche di razza Frisona e un centinaio di capi da rimonta delle diverse età. La produzione media annuale è di 1.750 t e il latte viene conferito alla Latteria Sociale Centro posta a non più di 200 m dall'azienda.

Recentemente l'azienda ha fatto un importante investimento in strutture zootecniche, andando ad affiancare alla vecchia stalla a stabulazione libera, con sala di mungitura, una nuova stalla a cuccette (*figura 4.1*), del tipo doppio (2 doppie file "groppa-groppa") con corsia centrale di foraggiamento.

Il progetto iniziale, redatto da un tecnico di fiducia e poi revisionato dal CRPA, prevedeva una nuova sala di mungitura, ma dopo la costruzione delle strutture i titolari hanno cominciato ad interessarsi della mungitura robotizzata, fermando l'allestimento della nuova zona di mungitura.

In occasione di incontri con i tecnici CRPA si sono messe sulla carta le prime ipotesi di inserimento di un AMS.

In un precedente progetto, era stato possibile monitorare tutta la fase preliminare di progettazione dell'impianto e delle necessarie strutture, di realizzazione e di avvio del funzionamento, con tutta la delicata fase di addestramento della mandria.

L'impianto installato, della ditta Lely, prevede 2 stazioni AMS poste sulla testata Est della nuova stalla (*figura 4.2*), nella sezione Nord dell'edificio. I robot sono alloggiati in una nuova struttura appositamente realizzata, al fine di proteggere l'area di mungitura ma anche la zona di servizio, ove sono collocate le macchine.

Il modello Lely è l'Astronaut A4, dotato del braccio robotizzato di ultima generazione; la stazione prevede un cancello posteriore di entrata ad anta e un cancello anteriore, con mangiatoia incorporata, del tipo a scomparsa, per agevolare l'uscita rettilinea dell'animale.

Ogni robot è dotato di bilancia per il controllo in continuo della massa corporea degli animali.

L'unità centrale che controlla il funzionamento dei due robot è collocata nella zona di servizio, unitamente alle batterie di secchi per la separazione del latte non idoneo.

Ogni stazione è dotata, sul lato rivolto verso la zona di servizio, di un pannello di controllo del tipo *touchscreen*, per la verifica dei dati o l'input di comandi.

La Lely ha sposato la filosofia del traffico libero, che prevede la possibilità per l'animale di accedere alla stazione in qualsiasi momento (se il robot è in fase di attività); se la bovina deve essere munta rimarrà chiusa all'interno della gabbia e si avvieranno le procedure di lavaggio e attacco, mentre se la vacca non deve essere munta, si aprirà immediatamente il cancello di uscita.

L'alimento distribuito nella mangiatoia della stazione è elemento decisivo per il buon funzionamento del sistema, perché consente di attirare la bovina nella posta di mungitura.

L'installazione dei due robot in linea ha consentito la creazione di un'area di attesa abbastanza ampia, utile anche nella iniziale fase di addestramento, durante la quale si devono spesso intrappolare, con l'aiuto di cancelli a sali-scendi, animali restii ad accedere alla stazione.

Per la buona movimentazione degli animali, è stato necessario adattare la parte finale della stalla, demolendo alcuni muretti ed eliminando le ultime due cuccette della fila esterna.

A metà del 2014 sono stati completati i lavori edili di adeguamento e successivamente sono stati installati i due robot.

La fase iniziale di addestramento delle vacche è iniziata alla fine del mese di luglio 2014.

## **4.2. Azienda B**

L'azienda lavora 350 ha di terreno, sommando quelli della Basso F.lli e della Basso Daniele (che fa lavorazioni conto terzi e lavorazioni per cantieri edili).

L'allevamento di Frisone ha 280 vacche in lattazione, più le asciutte e la rimonta, con una produzione annuale di circa 2.280 t. Il latte viene conferito al Caseificio Milanello Terre di Canossa.

L'azienda ha iniziato un programma d'incroci fra la Frisone (razza allevata) e la Montbeliard, allo scopo di migliorare la longevità, dove sono carenti (2,5 parti carriera). Producono latte per P-R.

L'azienda è biologica per le coltivazioni (pomodoro, cereali) e vorrebbero convertire anche l'allevamento.

Il primo robot di mungitura per 50 vacche è stato installato nel 2017 dalla TDM (*figura 4.3*), per un costo di circa 150.000 €; la scelta della ditta è stata condizionata dal fatto che la sala di mungitura esistente è della TDM, quindi volevano un sistema di gestione unico e già conosciuto.

La stalla delle vacche in lattazione è del tipo doppio con corsia centrale di foraggiamento (*figura 4.4*); ogni metà è allestita a cuccette su 3 file.

Sul lato Ovest hanno ventilatori elicottero su 2 file, mentre sul lato Est hanno una fila di ventilatori Vertigo della CMP installati a circa 45°. Su entrambi i lati c'è impianto di raffrescamento a doccia (goccia grande) con centralina THI.

Hanno sala a spina 8+8, sottodimensionata per l'attuale allevamento (ci mettono 3,5 h per mungitura).

Il carro unifeed viene preparato con materie prime stoccate in una batteria di sili verticali posti nella zona preparazione alimenti.

### **4.3. Costo di produzione del latte**

Il calcolo dei costi di produzione del latte nello stato di fatto delle 2 aziende è riportato nell'*Allegato 8*.

## **5. Raccolta dati e monitoraggio ed elaborazione**

I dati di questi rilievi sono riportati insieme ai dati rilevati nell'Azione 4, in quanto entrambe le aziende avevano già il sistema di mungitura robotizzato e le nuove installazioni hanno solo aumentato il numero delle stazioni, con passaggio da 2 a 4 stazioni per l'Azienda A e da 1 a 3 stazioni nell'Azienda B.

## **Azione 2: Studio di fattibilità tecnico-economico su casi reali**

### **6. Definizione dello stato di fatto (situazione ante)**

Valgono le considerazioni già fatte nell’Azione 1.

### **7. Calcolo del costo di produzione del latte (situazione ante)**

Valgono le considerazioni già fatte nell’Azione 1 relativamente al calcolo del costo di produzione con MilkMoney per lo stato di fatto.

### **8. Definizione dello stato di progetto (situazione post)**

Lo stato di progetto per entrambe le aziende ha previsto l’installazione di nuove stazioni di mungitura robotizzata.

L’Azienda A ha previsto l’installazione di 2 nuove stazioni, collocate in modo simmetrico rispetto alle 2 già presenti; in pratica, è stata convertita alla mungitura automatica anche la metà della stalla che ancora utilizzava la mungitura in sala.

Nello stato di progetto il numero totale di vacche munte con AMS risulta compreso fra 180 e 200 e i gruppi in mungitura sono 2, ciascuno con 2 stazioni a disposizione.

La sala di mungitura viene utilizzata solo per vacche che hanno problemi di conformazione dei capezzoli o che rifiutano la mungitura automatica.

Gli impianti nuovi, ovviamente, sono della stessa ditta che aveva già installato i precedenti; la collocazione è del tutto analoga a quella dei robot già installati.

In questa azienda non è stata prevista la possibilità di separare in automatico le vacche in uscita dalla stazione, mentre sono presenti cancelli a ghigliottina per poter intrappolare in area di attesa le vacche da addestrare o quelle in ritardo di mungitura.

Anche l’Azienda B ha installato 2 nuove stazioni della stessa ditta che aveva montato il precedente; in questo caso la collocazione è diversificata, in quanto la scelta di questa azienda è stata quella di mantenere la logica di una stazione AMS per singolo gruppo di bovine, quindi i nuovi robot sono stati installati sul lato Est della stalla, a poca distanza l’uno dall’altro, e servono 2 gruppi separati di vacche. In totale, abbiamo quindi 3 gruppi di bovine in mungitura, ciascuno di circa 50 vacche, serviti da altrettanti robot. L’installazione delle nuove macchine è avvenuta fra il 2019 e il 2020.

In questa azienda è possibile la separazione automatica solo per il primo robot, collocato alla testata Nord, con passaggio delle vacche in un box di isolamento-infermeria e con possibilità per questi stessi animali di rientrare nella stazione di mungitura; per i 2 nuovi robot, invece, non è possibile alcuna separazione.

L’Azienda B, quindi, munge circa 150 vacche con AMS e circa 130 vacche in sala di mungitura; di norma, le vacche munte in sala sono quelle stanche (parte finale della lattazione) o quelle che mal si adattano alla mungitura robotizzata.

Ovviamente, le diverse tipologie di installazione comportano differenze nella gestione e nel comportamento degli animali.

## **9. Calcolo del costo di produzione del latte (situazione post)**

Il primo dato rilevante è il costo di acquisto e installazione del AMS; in entrambe le aziende sono stati installati 2 nuovi robot (2 stazioni) che hanno comportato un investimento complessivo per la parte impiantistica (impianto di mungitura e relative attrezzature) di circa 250.000 € IVA esclusa, al quale vanno aggiunti gli oneri per l'allestimento delle aree destinate a ospitare le nuove stazioni robotizzate e tutta la componentistica di sistema, oltre a modesti interventi di adeguamento delle stalle esistenti, il tutto stimato in complessivi 40.000 € IVA esclusa per ogni azienda.

Si considera un piano di ammortamento di 10 anni per l'impianto AMS e di 20 anni per le altre componenti dell'investimento, al tasso d'interesse del 4%. Per gli oneri annui di manutenzione si ipotizza un 4% per l'impianto di mungitura e un 2% per gli altri costi.

Il calcolo del costo di produzione del latte nella situazione di progetto per le 2 aziende è riportato nell'*Allegato 8*.

## **10. Considerazioni conclusive e valutazione degli investimenti**

L'analisi economica finale riprende i dati dalle azioni precedenti; in particolare, vengono analizzati i dati relativi ai costi di costruzione dei modelli di stalle progettati e si analizzano i costi di gestione, che derivano anche dai rilievi fatti nelle 2 aziende pilota.

Detta analisi finale è illustrata nella presentazione di Paolo Rossi illustrata durante il convegno finale di TICAS, del 16/12/2020, che viene riportata integralmente nell'*Allegato 6 – Robot di mungitura per Parmigiano Reggiano: aspetti economici*.

L'analisi dei costi di costruzione ha permesso di evidenziare che le stalle con AMS costano il 2,7% in più di quelle con sala di mungitura, con differenze nelle percentuali dei diversi lotti (corpo mungitura +11,2%).

Per la stima del costo annuo di gestione sono state considerate le seguenti voci:

- Quote di ammortamento, manutenzione e assicurazione per strutture, impianti e attrezzature;
- Manodopera per la mungitura e il controllo dei software gestionali;
- Consumi idrici per lavaggio impianto e locali di mungitura;
- Consumi elettrici per l'illuminazione dei locali di mungitura.

La tabella riassuntiva riportata nell'*Allegato 6* evidenzia un costo totale annuo per vacca di 1.187 € per le stalle CS e di 1.151 € per le stalle CR, quindi con una riduzione a favore di CR del 3,2%.

Ciò che incide maggiormente in questo risultato è la riduzione della manodopera, che riesce a compensare l'aumento delle quote dovuto al maggior costo di costruzione.

Quindi, a differenza dell'opinione diffusa, l'adozione di un impianto di mungitura robotizzato, benché più impegnativo come investimento, non comporta un aumento del costo di gestione annuo

riferito alle operazioni di mungitura, e questo rappresenta uno dei risultati più importanti di questo progetto.

Ovviamente, tale confronto rimane valido nelle condizioni di calcolo impostate; se ad esempio il caseificio è più lontano di quanto ipotizzato nell'analisi, è necessario rifare la valutazione, perché una singola stazione AMS potrà gestire un numero minore di capi.

Infine, bisogna ricordare che in questa analisi non sono stati considerati i possibili vantaggi dell'introduzione di un sistema di mungitura robotizzato, come ad esempio le minori mastiti per assenza di sovrampungitura e la maggiore longevità e maggiore produzione per livello di benessere più alto); questi aspetti, ovviamente, possono determinare anche benefici economici.

Questi aspetti, invece, vengono stimati nelle successive analisi del VAN e del costo di produzione del latte.

La valutazione della redditività dell'investimento è stata attuata con le metodologie del valore attuale netto (VAN). Il VAN rappresenta la sommatoria attualizzata dei futuri flussi di cassa positivi e negativi generati dal progetto, al netto del costo dell'investimento; in pratica, esso rappresenta l'ammontare della ricchezza generata dall'investimento, riferita al momento zero, cioè al momento dell'ipotetico investimento. Un VAN positivo indica la validità del progetto, perché i ricavi futuri derivanti dall'investimento superano l'ammontare dell'investimento stesso e delle eventuali nuove spese. Nel caso di più investimenti alternativi posti a confronto, sarà conveniente optare per quello che presenta il VAN maggiore, ma per il raffronto diretto è necessario che la durata presunta sia uguale. Ovviamente, i ricavi possono essere rappresentati anche da mancati esborsi, per economie di processo e/o riduzione dei costi di produzione.

L'aspetto più delicato di questa procedura è l'individuazione del tasso di attualizzazione, cioè il tasso necessario per scontare al momento zero gli importi futuri, che dovrebbe fare riferimento al costo medio del capitale o al tasso di un investimento in BOT di analoga durata; spesso si fa riferimento a tassi ufficiali disponibili per investimenti a lungo termine (*Eurirs*), aumentati del costo bancario (*spread*). Come tasso *Eurirs* è stata considerato quello a 20 anni (valore medio per il 2019), pari a 1,5%, al quale è stato aggiunto lo *spread* bancario fissato nel 2,5%, ottenendo un tasso di sconto del 4%.

La metodologia ha previsto la stima dei maggiori/minori ricavi e dei maggiori/minori costi risultanti dal confronto fra il sistema AMS e la sala di mungitura tradizionale, così come descritti in precedenza.

La quota di ammortamento, che rappresenta il costo annuo imputabile alle strutture e agli impianti, è calcolata per i 20 anni e questo periodo di tempo è il medesimo utilizzato per il calcolo del VAN. I maggiori costi sono calcolati al lordo del capitale iniziale, perché in questo caso nella metodologia VAN viene messa in detrazione la sola differenza di costo fra le due soluzioni; si ottiene un maggiore costo a carico di AMS, per un importo calcolato in 11.000 €/anno.

Anche per la manutenzione degli impianti e delle strutture si ottiene un maggior costo di 10.000 € per la soluzione AMS.

Una voce rilevante dell'analisi economica è la manodopera per la mungitura: come si è detto, la differenza a favore della soluzione AMS è pari a 16.000 €/anno. Si ricorda che è stata valutata la manodopera necessaria per la gestione delle vacche poco inclini a frequentare le stazioni robotizzate, oltre a quella per la verifica e l'analisi dei dati dei software gestionali.

Altro elemento considerato è la minore incidenza delle mastiti causate da sovrampungitura finale; infatti, lo stacco per singolo quarto, tipico del AMS, elimina completamente questo problema, mentre in un impianto tradizionale lo stacco avviene per l'intero gruppo di mungitura. Tale aspetto è stato valutato mediante una riduzione percentuale delle spese annue di tipo sanitario, non essendo disponibili dati sperimentali attendibili; il riferimento, come per tutte le altre analisi economiche successive, è il costo di produzione del latte in area Parmigiano Reggiano calcolato dal CRPA (Menghi, 2016) e riferito all'anno 2014.

Il costo totale medio è pari a 57,73 €/100 kg di latte prodotto e la voce “Veterinario, medicinali e inseminazioni” vale per 2,10 € (3,6% del costo totale). Si stima una riduzione del 5% di questa voce di costo, equivalente a un minor costo annuo di circa 1.000 €.

Infine, si valuta un aumento di produzione come conseguenza del maggior livello di benessere delle bovine (libertà relativa nella scelta del momento di mungitura, assenza del raggruppamento nella zona di attesa, riduzione dei tempi trascorsi in piedi dalle vacche, ecc.). Ovviamente, non si valuta una maggiore produzione conseguente all'aumento del numero medio di mungiture per giorno e per capo, perché in area Parmigiano Reggiano il disciplinare impone le due mungiture giornaliere. Ciò, ovviamente, rappresenta una limitazione della tecnologia applicata agli allevamenti della DOP, ma bisogna anche dire che in questo modo la singola stazione di mungitura riesce a gestire un numero maggiore di vacche.

Si stima un aumento del 3% annuo rispetto alla produzione media, pari a circa 30.000 kg; il latte viene valorizzato al prezzo medio di 54 €/100 kg, come da costo di produzione del latte in area Parmigiano Reggiano; quindi, il maggior ricavo dalla vendita del latte ammonta a circa 16.200 €.

Il calcolo del VAN restituisce un valore piuttosto interessante, pari a circa 125.000 €, che indica la validità dell'investimento attuato, ovviamente nelle situazioni definite.

## **Azione 4: Verifiche di campo nelle aziende**

Obiettivo di questa azione è verificare le condizioni operative della nuova situazione aziendale con particolare riferimento alle fasi di installazione degli AMS, avviamento e adattamento della mandria e alle fasi successive degli allevamenti a regime.

### **11. Azienda A**

Nell'ambito del progetto l'Azienda A ha installato due stazioni di mungitura nel mese di agosto 2019.

Per abituare le vacche in modo graduale alla nuova tecnologia, le stazioni AMS sono state utilizzate per alcune settimane solo come poste di auto-alimentazione: durante questo periodo le bovine entravano nella stazione e consumavano la quota di mangime distribuita, senza che il braccio robotizzato procedesse all'attacco del gruppo mungitore. Questa fase è molto importante, perché consente alle singole vacche di imparare che nella stazione AMS è possibile consumare l'alimento; l'attrattiva del cibo sarà poi fondamentale nella fase operativa di mungitura, perché è il principale stimolo per incentivare la vacca a entrare da sola nella stazione.

L'addestramento della mandria alla mungitura è stato avviato ad agosto 2019. Al mattino due operatori iniziavano a spostare gruppi di 3 vacche per volta nell'area d'attesa chiusa con i cancelli e adiacente al primo dei due robot poi, una alla volta, le vacche venivano fatte entrare nella stazione, che quando è vuota presenta il cancello posteriore aperto. Una volta che la vacca è entrata e si è chiuso il cancello posteriore, l'impianto versa il mangime nell'apposita mangiatoia inserita sul cancello anteriore; quindi, parte il braccio che simula solo l'attacco, in modo che l'animale si abitui al rumore e al movimento. Finito l'addestramento, venivano sollevati i cancelli a sali-scendi e i due robot rimanevano liberamente accessibili alle vacche. In questa fase l'impianto di mungitura non era in funzione e queste vacche venivano ancora munte nella vecchia sala di mungitura. L'allevatore ogni sera controllava, attraverso il software di gestione la frequentazione delle stazioni e si annotava le vacche che non erano entrate nella stazione liberamente. La fase iniziale di addestramento è terminata quando il numero di vacche che non entravano nel robot autonomamente era pari a zero, dando così inizio il 20 agosto 2019 alla mungitura in stazione. I maggiori problemi si sono evidenziati con le vacche più anziane, abituate da più tempo alla routine di mungitura tradizionale in sala, mentre con le primipare ci sono stati meno problemi.

L'osservazione regolare dei dati restituiti dal software di gestione Lely è fondamentale per individuare le vacche problema che non si recano con regolarità all'AMS; il software controlla i robot e rileva tutti i dati produttivi, quelli dei pedometri e l'alimentazione nelle stazioni.

Le vacche che non vengono munte da più di 12 ore (cioè l'intervallo ottimale per 2 mungiture/d e anche quello che gli animali avevano prima con la mungitura in sala) vengono poste in allarme. Il sistema è impostato per un tempo di attesa minimo di 6 h fra due mungiture successive dello stesso animale; quindi, se la vacca si ripresenta nella stazione prima che tale intervallo sia passato, il cancello anteriore si apre immediatamente e la bovina è invitata a uscire.

Durante la mungitura il video del terminale riporta in tempo reale la produzione totale e i tempi di

mungitura suddivisi per i 4 quarti: questi stessi dati vengono inviati al computer e possono essere analizzati mediante il software di gestione.

Alla fine di ogni mungitura si avvia la procedura di lavaggio e disinfezione del gruppo prendi-capezzoli, mediante vapore ad alta pressione. L'acqua che si raccoglie dentro alle tettarelle viene allontanata tramite due tubi appositi che la scaricano sul pavimento della buca e quindi, poi, nella fossa liquami sotto fessurato.

Nell'arco delle 24 h vengono effettuati 2 fermi macchina per i lavaggi accurati dell'impianto; il primo lavaggio avviene fra le 11 e le 12, mentre il secondo fra le 23 e le 24. Inoltre, vengono fatti 2 risciacqui al giorno, della durata di circa 10 min ciascuno, il primo alle 16 e il secondo alle 4.

Il latte non idoneo viene automaticamente separato e raccolto in una serie di secchi posti in fila sulla parete della sala robot; il tutto è controllato dal sistema di gestione, per cui si può sapere il numero della vacca il cui latte è stato separato e il numero del secchio dove è stato inviato il rispettivo latte.

Le operazioni di manutenzione sono sostanzialmente di due tipi: quelle ordinarie che possono essere eseguite dal personale di stalla, come ad esempio il lavaggio esterno dei prendi-capezzoli e di tutta la parte terminale del braccio, e quelle da contratto, che esegue il personale Lely secondo uno specifico calendario prestabilito.

Avendo già installato nel luglio 2014 due robot di mungitura, l'azienda ha rispettato fin sa subito la fase di limitazione del periodo di mungitura, nel rispetto di quanto stabilito dal regolamento di produzione del latte per Parmigiano-Reggiano. Sono stati previsti due periodi di chiusura dei robot, uno alla mattina e uno alla sera.

### **11.1. Tempi di occupazione della stazione**

In occasione dei sopralluoghi aziendali effettuati nel periodo maggio 2020 – novembre 2020, è stato predisposto un monitoraggio a campione dei tempi di occupazione delle stazioni AMS.

Un operatore ha eseguito un rilievo durante l'orario di mungitura, per almeno 3 ore ogni volta.

Tale monitoraggio, eseguito con l'ausilio di un cronometro, ha consentito di fare un quadro abbastanza rappresentativo della modalità di funzionamento dell'AMS in fase di mungitura, andando a verificare in tempo reale la durata delle diverse fasi, evidenziando problemi e annotando dati fisiologici direttamente restituiti dallo schermo di ogni box di mungitura (produzione di latte e peso della bovina).

Di seguito si riporta la successione di fasi di lavoro della stazione, nel caso di una mungitura regolare senza intoppi:

- 0) stazione vuota, cancello posteriore aperto, cancello anteriore chiuso;
- 1) la bovina impegna il cancello ed entra, il cancello si chiude, viene distribuito il mangime nella tramoggia agganciata al cancello anteriore e l'animale inizia l'alimentazione;
- 2) il braccio robotizzato inizia la procedura di pulizia dei capezzoli e di stimolazione, mediante apposite spazzole controrotanti, e al termine il braccetto che sostiene le spazzole si ritrae e

porta le spazzole nel loro alloggiamento di sosta, ove avviene il lavaggio;

- 3) il braccio robotizzato inizia la fase di attacco del gruppo mungitore; viene attaccato un quarto per volta, grazie al sistema di rilevamento della mammella; appena una tettarella è attaccata, inizia la fase preliminare di mungitura (eliminazione dei primi getti di latte) e quindi la mungitura vera e propria;
- 4) durante la mungitura lo schermo mostra la progressione di mungitura di ogni quarto, indicando anche la stima del tempo totale di mungitura di quella vacca e la produzione progressiva di latte;
- 5) inizia la fase di stacco delle tettarelle, in modo autonomo per quarti (in questo modo si evitano i rischi della mungitura a vuoto); la singola tettarella viene richiamata nell'alloggiamento di sosta mediante una corda che ne evita la caduta a terra;
- 6) al termine della mungitura (stacco dell'ultimo quarto) il gruppo mungitore viene portato dal braccio nella zona del lavaggio a vapore con risciacquo finale ad acqua;
- 7) contemporaneamente alla fase 6, si apre il cancello anteriore e la vacca può uscire; quando l'animale è completamente fuori dal box, il cancello anteriore si chiude, il cancello posteriore si apre e può iniziare un nuovo ciclo di mungitura (siamo tornati alla fase 0).

Il rilievo dei dati è stato condotto con riferimento alle seguenti fasi salienti:

- 0) avvio cronometro alla chiusura del cancello posteriore (vacca nel box);
- 1) parziale a termine lavaggio/stimolazione mammella (spazzole nell'alloggiamento);
- 2) parziale a fine attacco gruppo (inizio mungitura dell'ultima tettarella attaccata);
- 3) parziale allo stacco primo quarto;
- 4) parziale allo stacco secondo quarto;
- 5) parziale allo stacco terzo quarto;
- 6) parziale allo stacco quarto quarto;
- 7) finale alla richiusura cancello anteriore (dopo l'uscita completa della vacca) e apertura cancello posteriore.

Di seguito si riportano, a titolo di esempio, i dati rilevati in alcune mungiture monitorate; i tempi sono progressivi ed espressi in minuti e secondi a partire dal momento 0 (chiusura del cancello posteriore).

Mungitura 1, veloce, alta produzione (27,8 kg di latte):

- 1) 57" fine lavaggio
- 2) 1'22" fine attacco e inizio mungitura
- 3) 6'05" stacco primo quarto
- 4) 6'30" stacco secondo quarto (stacco simultaneo con terzo quarto)

- 5) 8'10" stacco terzo quarto (stacco simultaneo con secondo quarto)
- 6) 9'09" stacco quarto quarto
- 7) 9'44" uscita vacca e richiusura cancello anteriore.

Mungitura 2, regolare, alta produzione (23,4 kg di latte):

- 1) 56" fine lavaggio
- 2) 1'25" fine attacco e inizio mungitura
- 3) 6'23" stacco primo quarto
- 4) 7'11" stacco secondo quarto
- 5) 8'50" stacco terzo quarto
- 6) 9'48" stacco quarto quarto
- 7) 10'09" uscita vacca e richiusura cancello anteriore.

Mungitura 3, regolare, bassa produzione (8,5 kg di latte):

- 1) 1'08" fine lavaggio
- 2) 1'30" fine attacco e inizio mungitura
- 3) 4'41" stacco primo quarto
- 4) 5'16" stacco secondo quarto (stacco contemporaneo con terzo quarto)
- 5) 5'16" stacco terzo quarto (stacco contemporaneo con secondo quarto)
- 6) 5'42" stacco quarto quarto
- 7) 6'11" uscita vacca e richiusura cancello anteriore.

Mungitura 4, lenta, bassa produzione (9,9 kg di latte):

- 1) 1'12" fine lavaggio
- 2) 1'31" fine attacco e inizio mungitura
- 3) 4'46" stacco primo quarto
- 4) 6'01" stacco secondo quarto
- 5) 8'31" stacco terzo quarto
- 6) 9'50" stacco quarto quarto
- 7) 10'12" uscita vacca e richiusura cancello anteriore.

Questi rilievi hanno consentito di definire un quadro abbastanza preciso sull'impiego delle stazioni, in allevamenti nell'area Parmigiano Reggiano.

Le medie calcolate della durata delle principali fasi portano ai seguenti risultati:

- da ingresso vacca a fine preparazione mammella = 1 min

- da fine preparazione mammella a inizio mungitura = 52 s
- da inizio mungitura<sup>1</sup> a fine mungitura = 5 min
- da fine mungitura a box libero (riapertura cancello posteriore) = 27 s.

Quindi, in media, ogni vacca occupa la stazione per un tempo di circa 7 min e in questo tempo sono già compresi i tempi morti “operativi” per i seguenti possibili eventi:

- la vacca impegna il cancello di entrata ma non entra del tutto, quindi il cancello non può chiudersi e la mungitura non può iniziare;
- la vacca già attaccata scalcia (per fastidio o dolore) e stacca una o più tettarelle, quindi il braccio provvede al riattacco (in taluni casi ciò può capitare più volte in una stessa mungitura);
- la mungitura è finita e il cancello anteriore si è aperto, ma la vacca non esce.

Non sono compresi, invece, i tempi morti “funzionali” derivanti dai **rifiuti**, cioè dal fatto che la vacca entra e occupa il box ma non deve essere munta (perché è già stata munta), per cui il cancello anteriore si apre subito e la vacca può uscire. Si è potuto notare che una volta che le vacche sono abituate al robot, l'uscita di quelle rifiutate è piuttosto rapida (mentre nelle prime fasi di adattamento la vacca può rimanere nel box per più tempo, prima di decidersi a uscire).

Altro tempo morto da considerare è quello dell'**insuccesso**, cioè del non riuscito attacco regolare di una vacca che deve essere munta; ciò può capitare per problemi di lettura della posizione dei capezzoli da parte del braccio robotizzato o per irrequietezza dell'animale, che non sta fermo e/o scalcia. Dopo alcuni tentativi andati a vuoto, il braccio si ritira e il cancello anteriore si apre facendo uscire la vacca. Durante i rilievi, l'operatore ha assistito a 2 insuccessi con un tempo medio di occupazioni pari a 4 min e 23 sec.

I tempi medi di mungitura prima riportati permettono il calcolo del flusso medio di latte (MFR = *Milk flow rate*) per la sola fase di estrazione; infatti, è nota la produzione media delle mungiture, pari a 13,91 kg di latte:

$$F1 = 13,91 / 5 = 2,78 \text{ kg/min}$$

## 12. Azienda B

Nell'ambito del progetto l'Azienda B ha installato tre robot di mungitura: il primo a fine 2017, il secondo a fine 2019 e il terzo e ultimo a inizio 2020.

Come per l'Azienda A, nell'Azienda B le stazioni AMS sono state utilizzate per alcune settimane solo come poste di auto-alimentazione, in modo che le vacche potessero abituarsi alla nuova tecnologia: durante questo periodo le bovine entravano nella stazione e consumavano la quota di mangime distribuita, senza che il braccio robotizzato procedesse all'attacco del gruppo mungitore.

---

<sup>1</sup>Si intende l'inizio della mungitura dell'ultimo quarto attaccato, in quanto per gli altri quarti la mungitura è già iniziata, essendo l'attacco per singolo capezzolo.

Questa fase è molto importante, perché consente alle singole vacche di imparare che nella stazione AMS è possibile consumare l'alimento; l'attrattiva del cibo sarà poi fondamentale nella fase operativa di mungitura, perché è il principale stimolo per incentivare la vacca a entrare da sola nella stazione.

L'addestramento della mandria alla mungitura è stato avviato alla fine del mese di febbraio 2018., inizialmente prevedendo solo un gruppo di 15 vacche e spostando piccoli gruppi di animali o singoli animali verso la zona adiacente al robot. A differenza dell'Azienda A, in questa azienda non è stata prevista una vera e propria area di attesa: le vacche accedono al robot direttamente dalla corsia di smistamento. Una alla volta, le vacche venivano fatte entrare nella stazione, che quando è vuota presenta il cancello posteriore aperto. Anche in questa azienda, le vacche pluripare si sono meglio adattate alla nuova condizione di mungitura. Una volta che la vacca è entrata e si è chiuso il cancello posteriore, l'impianto versa il mangime nell'apposita mangiatoia inserita sul cancello anteriore; quindi, parte il braccio che simula solo l'attacco, in modo che l'animale si abitui al rumore e al movimento.

Il periodo di addestramento è durato circa 15 giorni, passati i quali l'allevatore ha iniziato a mungere l'intero gruppo, circa 45 animali.

A differenza dell'Azienda A, nell'Azienda B non sono stati riscontrati particolari problemi con le vacche più anziane all'inizio della mungitura con AMS. In alcuni casi a seguito di mancato attacco del gruppo e quindi della mancata mungitura, l'operatore ha dovuto recuperare le vacche non munte e portarle all'interno della stazione di mungitura.

L'osservazione regolare dei dati restituiti dal software di gestione TDM è fondamentale per individuare le vacche problema che non si recano con regolarità all'AMS; il software controlla i robot e rileva tutti i dati produttivi, e quelli dei pedometri.

Le vacche che non vengono munte da più di 12 ore (cioè l'intervallo ottimale per 2 mungiture/d e anche quello che gli animali avevano prima con la mungitura in sala) vengono poste in allarme. Di routine dopo 4-5 ore dall'allarme, questi animali vengono recuperati e indirizzati verso il robot dagli operatori.

Il sistema è impostato per un tempo di attesa minimo di 6 h fra due mungiture successive dello stesso animale; quindi, se la vacca si ripresenta nella stazione prima che tale intervallo sia passato, il cancello anteriore si apre immediatamente e la bovina è invitata a uscire.

Durante la mungitura il video del terminale riporta in tempo reale la produzione totale e i tempi di mungitura suddivisi per i 4 quarti: questi stessi dati vengono inviati al computer e possono essere analizzati mediante il software di gestione.

Alla fine di ogni mungitura si avvia la procedura di lavaggio e disinfezione del gruppo prendi-capozzoli, mediante vapore ad alta pressione. L'acqua che si raccoglie dentro alle tettarelle viene allontanata tramite due tubi appositi che la scaricano sul pavimento della buca e quindi, poi, nella fossa liquami sotto fessurato.

Nell'arco delle 24 h vengono effettuati 2 fermi macchina per i lavaggi accurati dell'impianto in

concomitanza della fine della prima mungitura e la fine della seconda mungitura

Il latte non idoneo viene automaticamente separato e raccolto in una serie di secchi posti in fila sulla parete adiacente robot; il tutto è controllato dal sistema di gestione, per cui si può sapere il numero della vacca il cui latte è stato separato e il numero del secchio dove è stato inviato il rispettivo latte.

Le operazioni di manutenzione sono sostanzialmente di due tipi: quelle ordinarie che possono essere eseguite dal personale di stalla, e quelle da contratto, che esegue il personale TDM.

## 12.1. Tempi di occupazione

In occasione dei sopralluoghi aziendali effettuati nel periodo maggio 2020 – novembre 2020, è stato predisposto un monitoraggio a campione dei tempi di occupazione delle stazioni AMS.

Un operatore ha eseguito un rilievo durante l'orario di mungitura di almeno 3 ore per ciascuna sessione. I dati sono stati raccolti su apposite schede di rilevamento, elaborate in modo da permettere una rapida registrazione dei tempi. Le schede sono riportate nell'[Allegato 7 – Scheda\\_rilievo\\_tempi\\_mungitura\\_AMS](#).

Tale monitoraggio, eseguito con l'ausilio di un cronometro, ha consentito di fare un quadro abbastanza rappresentativo della modalità di funzionamento dell'AMS in fase di mungitura, andando a verificare in tempo reale la durata delle diverse fasi, evidenziando problemi e annotando dati fisiologici direttamente restituiti dallo schermo di ogni box di mungitura.

Di seguito si riporta la successione di fasi di lavoro della stazione, nel caso di una mungitura regolare senza intoppi:

- 0) stazione vuota, cancello posteriore aperto, cancello anteriore chiuso;
- 1) la bovina impegna il cancello ed entra, il cancello si chiude, viene distribuito il mangime nella tramoggia agganciata al cancello anteriore e l'animale inizia l'alimentazione;
- 2) il braccio robotizzato inizia la procedura di pulizia dei capezzoli e di stimolazione, mediante apposite spazzole controrotanti, e al termine il braccetto che sostiene le spazzole si ritrae e porta le spazzole nel loro alloggiamento di sosta, ove avviene il lavaggio;
- 3) il braccio robotizzato inizia la fase di attacco del gruppo mungitore; viene attaccato un quarto per volta, grazie al sistema di rilevamento della mammella; appena una tettarella è attaccata, inizia la fase preliminare di mungitura (eliminazione dei primi getti di latte) e quindi la mungitura vera e propria;
- 4) durante la mungitura lo schermo mostra la progressione di mungitura di ogni quarto, indicando anche la stima del tempo totale di mungitura di quella vacca e la produzione progressiva di latte;
- 5) inizia la fase di stacco delle tettarelle, in modo autonomo per quarti (in questo modo si evitano i rischi della mungitura a vuoto); la singola tettarella viene richiamata nell'alloggiamento di sosta mediante una corda che ne evita la caduta a terra;
- 6) al termine della mungitura (stacco dell'ultimo quarto) il gruppo mungitore viene portato dal

braccio nella zona del lavaggio a vapore con risciacquo finale ad acqua;

- 7) contemporaneamente alla fase 6, si apre il cancello anteriore e la vacca può uscire; quando l'animale è completamente fuori dal box, il cancello anteriore si chiude, il cancello posteriore si apre e può iniziare un nuovo ciclo di mungitura (siamo tornati alla fase 0).

Il rilievo dei dati è stato condotto con riferimento alle seguenti fasi salienti:

- 0) avvio cronometro alla chiusura del cancello posteriore (vacca nel box);
- 1) parziale a termine lavaggio/stimolazione mammella (spazzole nell'alloggiamento);
- 2) parziale a fine attacco gruppo (inizio mungitura dell'ultima tettarella attaccata);
- 3) parziale allo stacco primo quarto;
- 4) parziale allo stacco secondo quarto;
- 5) parziale allo stacco terzo quarto;
- 6) parziale allo stacco quarto quarto;
- 7) finale alla richiusura cancello anteriore (dopo l'uscita completa della vacca) e apertura cancello posteriore.

Di seguito si riportano, a titolo di esempio, i dati rilevati in alcune mungiture monitorate; i tempi sono progressivi ed espressi in minuti e secondi a partire dal momento 0 (chiusura del cancello posteriore).

Mungitura 1, regolare, alta produzione (22,9 kg di latte):

- 1) 35" fine lavaggio
- 2) 1'10" fine attacco e inizio mungitura
- 3) 5'01" stacco primo quarto
- 4) 6'28" stacco secondo quarto
- 5) 7'11" stacco terzo quarto
- 6) 8'20" stacco quarto quarto
- 7) 9'16" uscita vacca e richiusura cancello anteriore.

Mungitura 2, molto veloce, alta produzione (23,2 kg di latte):

- 1) 47" fine lavaggio
- 2) 1'07" fine attacco e inizio mungitura
- 3) 5'16" stacco primo quarto
- 4) 5'20" stacco secondo quarto (stacco simultaneo con terzo quarto)
- 5) 5'20" stacco terzo quarto (stacco simultaneo con secondo quarto)
- 6) 6'28" stacco quarto quarto

7) 6'57" uscita vacca e richiusura cancello anteriore.

Mungitura 3, regolare, bassa produzione (9 kg di latte):

- 2) 32" fine lavaggio
- 8) 1'01" fine attacco e inizio mungitura
- 9) 2'56" stacco primo quarto
- 10) 3'55" stacco secondo quarto
- 11) 4'42" stacco terzo quarto
- 12) 6'02" stacco quarto quarto
- 13) 6'29" uscita vacca e richiusura cancello anteriore.

Mungitura 4, molto lenta, bassa produzione (8,2 kg di latte):

- 2) 43" fine lavaggio
- 8) 4'14" fine attacco e inizio mungitura
- 9) 9'53" stacco primo quarto
- 10) 10'11" stacco secondo quarto
- 11) 10'21" stacco terzo quarto
- 12) 10'57" stacco quarto quarto
- 13) 11'20" uscita vacca e richiusura cancello anteriore.

Questi rilievi hanno consentito di definire un quadro abbastanza preciso sull'impiego delle stazioni in allevamenti nell'area Parmigiano Reggiano.

Le medie calcolate della durata delle principali fasi portano ai seguenti risultati:

- da ingresso vacca a fine preparazione mammella = 36 s
- da fine preparazione mammella a inizio mungitura = 45 s
- da inizio mungitura<sup>2</sup> a fine mungitura = 5 min
- da fine mungitura a box libero (riapertura cancello posteriore) = 32 s.

Quindi, in media, ogni vacca occupa la stazione per un tempo di circa 7 min e in questo tempo sono già compresi i tempi morti "operativi" per i seguenti possibili eventi:

- la vacca impegna il cancello di entrata ma non entra del tutto, quindi il cancello non può chiudersi e la mungitura non può iniziare;
- la vacca già attaccata scalcia (per fastidio o dolore) e stacca una o più tette, quindi il braccio provvede al riattacco (in taluni casi ciò può capitare più volte in una stessa

---

<sup>2</sup>Si intende l'inizio della mungitura dell'ultimo quarto attaccato, in quanto per gli altri quarti la mungitura è già iniziata, essendo l'attacco per singolo capezzolo.

mungitura);

- la mungitura è finita e il cancello anteriore si è aperto, ma la vacca non esce.

Non sono compresi, invece, i tempi morti “funzionali” derivanti dai **rifiuti**, cioè dal fatto che la vacca entra e occupa il box ma non deve essere munta (perché è già stata munta), per cui il cancello anteriore si apre subito e la vacca può uscire. Si è potuto notare che una volta che le vacche sono abituate al robot, l'uscita di quelle rifiutate è piuttosto rapida (mentre nelle prime fasi di adattamento la vacca può rimanere nel box per più tempo, prima di decidersi a uscire). La durata di un rifiuto è pari a circa 30 s. In alcuni casi la vacca “rifiutata” ha sostato qualche secondo in più in uscita, arrivando anche a occupare la stazione per circa 1 min.

Altro tempo morto da considerare è quello dell'**insuccesso**, cioè del non riuscito attacco regolare di una vacca che deve essere munta; ciò può capitare per problemi di lettura della posizione dei capezzoli da parte del braccio robotizzato o per irrequietezza dell'animale, che non sta fermo e/o scalcia. Dopo alcuni tentativi andati a vuoto, il braccio si ritira e il cancello anteriore si apre facendo uscire la vacca. Durante i rilievi, l'operatore ha assistito a 3 insuccessi, il tempo medio di occupazioni della stazione è pari a poco più di 6 min.

I tempi medi di mungitura prima riportati permettono il calcolo del flusso medio di latte (MFR = *Milk flow rate*) per la sola fase di estrazione; infatti, è nota la produzione media delle mungiture, pari a 14,12 kg di latte:

$$F1 = 14,12 / 5 = 2,82 \text{ kg/min}$$

### **13. Osservazioni comportamentali nelle Aziende A e B**

La valutazione del benessere animale considera una serie di indicatori tra questi quelli comportamentali che utilizzano parametri come l'etogramma, ovvero il comportamento naturale di una specie e il manifestarsi di comportamenti anomali. Conoscere il comportamento normale di una specie è molto importante nella valutazione del benessere animale, in quanto il comportamento è il primo segnale di cambiamento quando l'animale non è più in uno stato ottimale di benessere. Esso ci permette di comprendere le strategie adottate dagli animali per ottimizzare il proprio benessere sia in condizioni naturali sia in allevamento, valutando come e in che misura l'animale esprima le diverse categorie di comportamento classificate nell'etogramma.

I bovini sono animali sociali e vivono in gruppo, questo comporta l'istaurarsi di una gerarchia che può portare alla manifestazione di comportamenti aggressivi o intimidatori da parte di animali dominanti verso animali più deboli. Un possibile esempio è il momento in cui gli animali accedono all'alimento: una vacca sottomessa tenderà a mangiare più rapidamente per compensare l'eventualità di essere allontanata dalla mangiatoia da una vacca dominante. Lo spazio libero e la gestione dello spazio nella stalla sono componenti importanti per controllare e limitare fenomeni di dominanza all'interno della mandria.

L'ingresso nella stazione del robot di mungitura può risultare un momento stressante per vacche che occupano le posizioni più basse nella scala gerarchica della mandria. Per questo motivo all'interno

del progetto si è voluto valutare, attraverso osservazioni dirette, il comportamento delle vacche nella zona antistante e all'ingresso alla stazione.

Rispetto quanto atteso dal progetto che prevedeva riprese video, i rilievi comportamentale sono stati effettuati mediante osservazioni dirette per praticità di esecuzione in quanto l'operatore era già presente in azienda per il monitoraggio dei tempi di occupazione della stazione di mungitura. I rilievi si sono svolti nel periodo giugno 2020 – novembre 2020, prevedendo una sessione al mese della durata di tre ore ciascuna.

Sono state effettuate osservazioni comportamentali dirette mediante:

1. scan sampling, ovvero la registrazione istantanea ad intervalli di tempo fissi (uno scan, ogni 10 minuti) (Martin e Bateson, 2007). Con questo metodo è stato possibile registrare il numero di vacche in attesa di essere munte. Il periodo tra uno scan e l'altro è stato definito in base al tempo medio di occupazione di una stazione di mungitura pari a circa 8 minuti;
2. in continuo per la registrazione di comportamenti conflittuali, aggressivi e intimidatori.

I dati sono stati raccolti su apposite schede di rilevamento, elaborate in modo da permettere una rapida registrazione dei comportamenti. Le schede sono riportate nell'[Allegato 9 – Scheda\\_rilievo\\_comportamento\\_AMS](#).

I comportamenti conflittuali rilevati, elaborati e modificati sulla base del sistema validato *Welfare Quality® (2009)*, sono:

- *Head Butt*: interazione che prevede contatto fisico, un soggetto spinge e/o colpisce con forza con la fronte, le corna o la base delle corna un altro soggetto, ma quest'ultimo non lascia la sua posizione;
- *Displacement* (spostamento): interazione che prevede contatto fisico, un soggetto spinge e/o colpisce con forza con la fronte, le corna, la base delle corna o qualunque altra parte del corpo un altro soggetto, il quale si sposta lasciando la sua posizione.
- *Chasing* (fuga): un soggetto fa fuggire un altro soggetto seguendolo o correndogli dietro, in alcuni casi si manifesta anche sottoforma di minaccia con movimenti a scatti della testa. Questo comportamento può essere registrato solo se preceduto da contatto fisico tra i soggetti coinvolti.
- *Fighting* (lotta): due soggetti si spingono e colpiscono vigorosamente con la testa l'uno contro l'altro, mantenendo la rispettiva posizione; i movimenti laterali non sono registrati come Head Butt ma come Fighting in quanto fanno parte della sequenza del combattimento.

Per quanto riguarda l'Azienda A, non sono stati registrati comportamenti aggressivi e/o intimidatori ad eccezione di 2 rilievi: nel mese di luglio durante la seconda ora di osservazione dove l'operatore ha registrato due Displacement; nel mese di agosto durante la prima ora di osservazione dove è stato registrato un Head Butt e nella seconda un Displacement.

Nell'Aziende B invece la situazione è risultata differente: i comportamenti aggressivi e/o intimidatori sono stati manifestati in tutte le giornate di osservazioni. In particolare, nel grafico di

*figura 4.5* vengono rappresentati i comportamenti conflittuali delle vacche rilevati nell'area di attesa pre-mungitura. Si evidenzia una situazione abbastanza variabile, da un solo comportamento conflittuale registrato in agosto a 9 nel mese di luglio, tra questi ultimi il maggiormente manifestato è stato il Fighting. Questo risultato può essere spiegato dalle alte temperature registrate nel mese di luglio 2020 che potrebbe aver reso le vacche più nervose.

Anche nel mese di novembre l'osservatore ha registrato 8 comportamenti conflittuali; il giorno prima della sessione di osservazione l'impianto di mungitura ha avuto un problema tecnico che ha portato al blocco della macchina per qualche ora. Le vacche che non hanno potuto accedere in quelle ore hanno posticipato la loro visita al robot, incrociandosi con altre.

Altro aspetto che potrebbe aver influenzato la manifestazione di comportamenti conflittuali nell'Azienda B è il sovraffollamento nella zona adiacente al robot: in media, in luglio e in novembre le vacche in attesa della mungitura sono state rispettivamente 7 e 6. Nell'Azienda A, invece, le vacche in stazione nell'area di attesa pre-mungitura in media sono state 2,

In generale, comunque, i comportamenti più aggressivi quali Head Butt e Fighting si sono manifestati in modo modesto: massimo di 3 Head Butt e assenza di Fighting in 3 mesi su 5.

Per comprendere meglio il comportamento delle vacche e limitare il manifestarsi di comportamenti conflittuali, andrebbe ulteriormente indagato l'effetto della tipologia di area di attesa pre-mungitura e delle superfici libere a disposizione degli animali, valutando un campione più numero di animali per un periodo di tempo maggiore.

## **14. Analisi finale**

L'insieme delle attività svolte ha permesso di definire molti aspetti che incidono sulle modalità di mungitura delle vacche negli allevamenti del Parmigiano Reggiano.

L'analisi dei costi di costruzione ha evidenziato come le stalle con AMS costino il 2,7% in più di quelle con sala di mungitura, ma che i costi annui di gestione relativi alla mungitura siano molto simili, con un leggero vantaggio per la mungitura robotizzata.

Si è potuto evidenziare come i fattori che sono determinanti nella scelta di un impianto di mungitura robotizzato da parte delle aziende siano:

- l'esigenza di svincolarsi dalla manodopera salariata, non sempre affidabile e preparata, per un lavoro così delicato come la mungitura;
- il desiderio di migliorare la vita ai famigliari che si occupano della mungitura;
- l'obiettivo di migliorare il benessere e la salute delle vacche allevate.

Inoltre, le importanti verifiche svolte sui prodotti (latte e formaggio) hanno potuto evidenziare come la mungitura con AMS non porti a un peggioramento della qualità, analizzata da diversi punti di vista (analisi del latte, caseificazione, analisi del formaggio).

In conclusione, quindi, è possibile affermare che l'adozione della mungitura robotizzata negli

allevamenti dell'area del P-R è un'azione assolutamente possibile e sostenibile, sia dal punto di vista tecnico e tecnologico, sia da quello economico.

Ovviamente, l'inserimento di tali sistemi in azienda deve essere preceduto da un'attenta analisi che consideri anche i tempi necessari per la consegna del latte al caseificio, la tipologia di manodopera disponibile, la confidenza del personale dell'azienda con le nuove tecnologie e con l'informatica, la capacità di sostenere l'investimento iniziale e, non ultima, la propensione dell'allevatore alla modifica del suo lavoro, con aumento delle attività di controllo e di monitoraggio dei dati.

## TABELLE

*Tabella 1.1* – Motivi di soddisfazione della scelta AMS

<i>Motivo di soddisfazione</i>	<i>%</i>
Benessere animale	73
Salute della mammella (riduzione mastiti)	53
Migliore gestione della mandria e del singolo animale	47
Raccolta di maggiori e più dettagliate informazioni	40
Riduzione dell'uso antibiotici	40
Riduzione della manodopera salariata	33
Tempo libero da dedicare ad altre attività	33
Aumento della produzione	27
Aumento della fertilità	13

*Tabella 1.2* – Principali vantaggi dei sistemi automatici di mungitura esposti dagli allevatori intervistati

<i>Vantaggi</i>
Benessere animale
Gestione più attenta della mandria
Maggior tempo da dedicare ad altre attività
Miglior qualità della mungitura e maggior salute degli animali
Riduzione della manodopera salariata
Riduzione uso antibiotici
Aumento della produzione

*Tabella 1.3* – Principali svantaggi dei sistemi automatici di mungitura esposti dagli allevatori intervistati

<i>Svantaggi</i>
Reperibilità 24/24
Costo investimento e manutenzione
Difficoltà nel reperire manodopera specializzata e/o collaboratori esterni
Limitazione orari e difficoltà nella gestione dei ritardi
Eventuali blocchi della macchina durante le ore della mungitura
Eventuale selezione genetica

**Tabella 2.1** – Superfici di progetto (m<sup>2</sup>) delle 4 stalle

<i>Superficie</i>	<i>C3R</i>	<i>C3S</i>	<i>C4R</i>	<i>C4S</i>
1) Stabulazione	1.299	1.336	1.334	1.230
2) Parto e infermeria	171	159	248	253
3) Foraggiamento	545	545	635	635
4) Totale corpo stalla	2.015	2.040	2.217	2.118
5) Totale corpo mungitura	278	388	324	400
6) Totale edificio	2.293	2.428	2.541	2.518
7) Tetto in proiezione piana	2.555	2.763	2.446	2.543
7) Insediamento	3.144	3.382	3.401	3.425

1) Superficie totale a disposizione degli animali per le diverse attività (riposare, mangiare, bere, camminare ecc.), con esclusione delle aree di parto e infermeria.

2) Superficie delle aree di parto e di infermeria-isolamento.

3) Superficie della corsia di foraggiamento, compresi mangiatoia e muretto della rastrelliera.

4) Superficie totale del corpo stalla, data dalla somma delle superfici 1, 2 e 3.

5) Superficie totale dell'area di mungitura e dei locali di servizio annessi (sempre distribuita su 2 piani).

6) Superficie totale dell'edificio, data dalla somma delle superfici 4 e 5.

7) Superficie totale del tetto in proiezione orizzontale.

8) Superficie totale occupata dall'insediamento, comprese pavimentazioni esterne e opere di stoccaggio degli effluenti.

**Tabella 2.2** – Volume totale massimo (m<sup>3</sup>) delle opere di stoccaggio degli effluenti delle 4 stalle

<i>Volume</i>	<i>C3R</i>	<i>C3S</i>	<i>C4R</i>	<i>C4S</i>
Per materiale palabile	390	404		308
Per materiale non palabile	929	1.029	938	1.090
Totale	1.319	1.433		1.398

Il volume massimo per il materiale palabile è dato dalla superficie utile della concimaia moltiplicata per un'altezza media di 2 m.

**Tabella 2.3** – Prospetto riassuntivo dei costi di costruzione parametrici delle 4 stalle

<i>Costo a parametro</i>	<i>C3S</i>	<i>C3R</i>	<i>C4S</i>	<i>C4R</i>	<i>Medie</i>
<b>TOTALE (€/capo)</b>	11.228	11.501	11.065	12.058	11.463
<i>Costo corpo stalla (€/capo)</i>	6.220	6.190	6.238	6.436	6.271
<i>Costo corpo mungitura (€/capo)</i>	3.340	3.685	3.092	3.890	3.502
<i>Costo opere effluenti (€/capo)</i>	1.669	1.626	1.735	1.733	1.691
<b>TOTALE (€/posto)</b>	10.010	10.253	9.864	10.750	10.219
<i>Costo corpo stalla (€/posto)</i>	5.545	5.518	5.561	5.738	5.590
<i>Costo corpo mungitura (€/posto)</i>	2.977	3.285	2.757	3.468	3.122
<i>Costo opere effluenti (€/posto)</i>	1.488	1.449	1.547	1.545	1.507
<i>Costo corpo stalla per STA (€/m2)</i>	478	484	484	468	479
<i>Costo corpo stalla per TOT1 (€/m2)</i>	351	353	339	334	344
<i>Costo corpo mungitura per TOT2 (€/m2)</i>	990	1.524	889	1.381	1.196
<i>Costo corpi stalla e mungitura per TET (€/m2)</i>	398	444	422	485	437
<i>Costo opere effluenti per EFF (€/m3)</i>	134	142	143	152	142
<i>Totale per INS (€/m2)</i>	382	421	372	408	395

**Tabella 2.4** – Prospetto riassuntivo dell'incidenza percentuale dei costi di costruzione delle 4 stalle

<i>Costo a parametro</i>	<i>C3S</i>	<i>C3R</i>	<i>C4S</i>	<i>C4R</i>	<i>Medie</i>
Scavi e rinterrì	1,98	1,83	1,86	1,74	1,85
Fondazioni, struttura portante e copertura	33,60	29,76	30,53	28,12	30,50
Pavimenti e sistemazione orizzontale	17,76	15,26	18,98	16,91	17,23
Tamponamenti e sistemazione verticale	10,62	9,67	12,10	10,50	10,72
Serramenti	2,81	2,50	1,04	1,28	1,91
Lattoneria, fognature e canalizzazioni	2,73	2,35	2,67	2,14	2,47
<b>Totale opere edili</b>	<b>69,51</b>	<b>61,36</b>	<b>67,18</b>	<b>60,68</b>	<b>64,68</b>
Impianto idrico	3,83	3,51	3,87	3,46	3,67
Impianto elettrico	6,57	6,12	6,76	6,16	6,40
Impianti movimentazione effluenti	4,80	4,69	5,63	5,16	5,07
Impianto di mungitura	10,88	19,87	11,04	18,95	15,18
Attrezzature	4,41	4,44	5,51	5,58	4,99
<b>Totale impianti e attrezzature</b>	<b>30,49</b>	<b>38,64</b>	<b>32,82</b>	<b>39,32</b>	<b>35,32</b>
<b>TOTALE GENERALE</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

*Tabella 3.1* – Principali svantaggi dei sistemi automatici di mungitura esposti dagli allevatori intervistati.

<i>Svantaggi</i>	<i>%</i>
Maggior problemi tecnici	60
Limitazioni orari di mungitura	47
Minor controllo degli animali	40
Manodopera specializzata	40
Mancata differenziazione tra PR e GP	20
Difficoltà nella movimentazione della mandria	13
Investimento elevato	7
Peggioramento della qualità del latte	0
Minor benessere animale	0

*Tabella 3.2* – Principali ragioni che spingerebbero un allevatore ad adottare un AMS.

<i>Ragioni</i>	<i>%</i>
Sociali (miglioramento delle condizioni di vita e di lavoro per minor impegno nelle operazioni di mungitura con più tempo da dedicare ad altre attività aziendali e/o extraaziendali, etc.)	20
Economiche (miglioramento delle prestazioni produttive degli animali, migliore salute dell'animale e della mammella, migliore gestione della mandria, riduzione della manodopera, etc.)	33
Entrambe	40
Nessuna	7

*Tabella 3.3* – Principali motivazioni che spingerebbero gli allevatori intervistati a adottare un AMS

<i>Motivazione</i>	<i>%</i>
Incremento benessere animale	53
Interesse per l'innovazione	33
Riduzione della manodopera salariata	27
Difficoltà di reperimento di manodopera	27
Incremento parametri tecnici-produttivi-sanitari	20
Maggior flessibilità del lavoro	13
Minor lavoro	7
Tempo per altre attività, tempo libero	0

## FIGURE

*Figura 4.1* – Stalla dell’Azienda A



*Figura 4.2* – AMS dell’Azienda A



*Figura 4.3* – AMS dell’Azienda B



*Figura 4.4* – Stalla dell’Azienda B

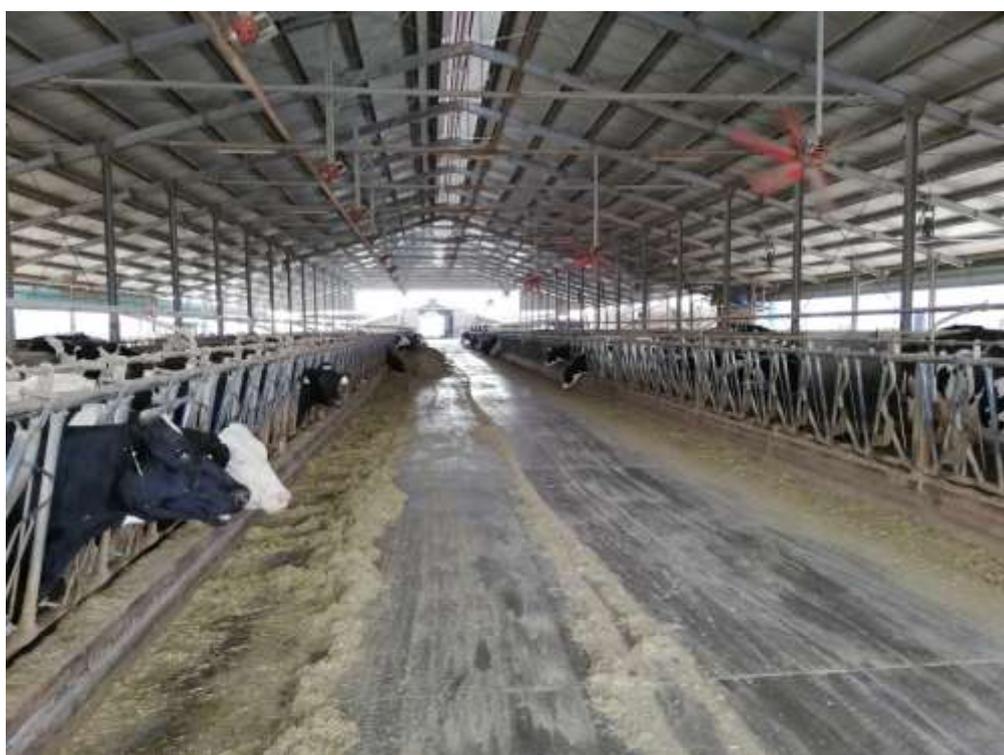


Figura 4.5 – Osservazioni comportamentali delle vacche nell'area di attesa pre-mungitura

