



# LIFE THE TOUGH GET GOING PROJECT

## LIFE TTGG

Con il supporto finanziario del programma LIFE della UE

### Azione B4

### Report di sitesi

## "Descrizione delle misure di mitigazione"

DIPARTIMENTO DI ENERGIA – POLITECNICO DI MILANO

Corrdinatore beneficiario:

---

Dipartimento di Energia – Politecnico di Milano



**POLITECNICO**  
MILANO 1863

Beneficiari associati:

---



Questo documento è stato redatto da:

Dipartimento di Energia - Politecnico di Milano



**POLITECNICO**  
MILANO 1863

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Alimentari per una filiera agro-alimentare Sostenibile (DiSTAS) e Dipartimento di Scienze animali, della nutrizione e degli alimenti (DiANA) - Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza



**UNIVERSITÀ**  
**CATTOLICA**  
del Sacro Cuore

ENERSEM S.r.l.



**ENERSEM**

## INTRODUZIONE

Per limitare il riscaldamento globale nei prossimi decenni, la riduzione delle emissioni di gas serra (GHG) dovrà essere sostanziale e riguardare tutti i settori produttivi. Non solo il settore energetico, che detiene la principale responsabilità delle emissioni globali dirette, ma anche il settore agricolo, che oggi è fonte di circa il 10-12% delle emissioni totali a livello mondiale. Sulla base dei dati attuali e delle previsioni di aumento del consumo di cibo, le proiezioni indicano che se non verranno previste azioni correttive, le emissioni di gas ad effetto serra del settore agricolo aumenteranno.

Il settore lattiero-caseario europeo rappresenta uno dei principali *player* a livello mondiale sia in termini di importazioni che di esportazioni. Oltre a creare benessere e lavoro nel territorio dell'Unione non vanno sottovalutati gli impatti ambientali generati dal settore, in relazione al surriscaldamento globale, al consumo di acqua, uso del suolo, etc.

Al fine di migliorare l'efficienza dei processi produttivi dei formaggi, analizzare e ridurre la loro impronta ambientale e ottenere una produzione e un consumo più sostenibili, sono necessarie soluzioni da mettere in atto nell'intera catena produttiva, senza dimenticare le fasi di consumo e la gestione dei rifiuti (lo spreco di prodotti alimentari per consumo umano sfiora percentuali molto alte, secondo alcuni studi fino ad un terzo della produzione). A questo proposito, la Commissione europea ha fissato degli obiettivi ambiziosi per ridurre le emissioni di gas serra e il degrado ambientale, come parte del Green Deal europeo. In linea con la strategia Farm to Fork, cuore del Green Deal europeo, il progetto LIFE 16 ENV/IT/000225 - LIFE The Tough Get Going (intendendo per "duri" i formaggi duri e semiduri oggetto del progetto) nasce dalla collaborazione di università, start-up, aziende di produzione, formazione italiana e francese, ed enti di ricerca. Tale sinergia è il mezzo per migliorare l'efficienza dei processi produttivi del formaggio Grana Padano e Comté, trasferire i risultati in Europa, ridurre l'impatto ambientale e raggiungere così una produzione e un consumo più sostenibili. L'Italia e la Francia sono grandi produttori europei di formaggio (la Francia detiene il secondo posto dopo la Germania, mentre l'Italia detiene il sesto posto dopo Germania, Francia, Regno Unito, Polonia e Paesi Bassi) ed il Grana Padano ed il Comté sono senza alcun dubbio rappresentativi delle produzioni di Denominazione di Origine Protetta (DOP) dei due paesi.

Come noto, la valutazione del ciclo di vita (LCA) è sempre più richiesta: rappresentando uno dei metodi di riferimento per le politiche ambientali europee, aiuta nell'analisi delle catene di fornitura per raggiungere obiettivi di sostenibilità ambientale. Consiste in un'analisi completa che tiene conto degli input e delle emissioni di materiali ed energia associati ad ogni fase del ciclo di vita di un prodotto, dall'estrazione delle

risorse alla lavorazione, fino all'utilizzo finale e allo smaltimento, per la valutazione del carico ambientale quantificato su specifiche categorie di impatto. La Commissione Europea a partire dal 2013 ha sviluppato il suo metodo LCA chiamato Environmental Footprint.

I partner del progetto LIFE TTGG attraverso questo documento presentano alcune delle soluzioni individuate relative alla fase di produzione del latte crudo e di trasformazione del latte, applicando la metodologia *Environmental Footprint* alla filiera del Grana Padano DOP. Il documento presenta una prima sezione in cui vengono mostrati i fattori che caratterizzano il profilo ambientale del formaggio Grana Padano DOP e successivamente vengono presentate e discusse le soluzioni individuate.

## **DA DOVE PROVENGONO I POTENZIALI IMPATTI AMBIENTALI PER LA PRODUZIONE DI FORMAGGIO?**

In questa sezione vengono presentati in sintesi i risultati ambientali ottenuti grazie al progetto LIFE TTGG. I risultati hanno evidenziato che la fase di produzione del latte crudo contribuisce per il 90-92% al profilo ambientale del formaggio Grana Padano DOP, le fasi di caseificazione e confezionamento pari al 6-7%, mentre le fasi di distribuzione e fine vita per il restante 2-3%. A questo proposito sono stati verificati 68 allevamenti, 20 stabilimenti lattiero-caseari, 20 stagionatori e 20 confezionatori. Come già evidenziato i risultati sono stati valutati applicando l'approccio a ciclo di vita attraverso la metodologia Product Environmental Footprint, sviluppata dalla Commissione Europea.

La Figura 1 mostra i più importanti contributori per (a) fase di produzione del latte crudo e (b) fase di trasformazione lattiero-casearia (esclusa la produzione di latte crudo, l'imballaggio e la distribuzione del prodotto finale). Per la fase aziendale gli *hotspots*, come mostrato, sono stati l'acquisto di alimenti (34%), la produzione propria di alimenti (25%), le emissioni legate alla gestione degli effluenti di allevamento (16%) e le emissioni legate alla fermentazione enterica (12%).

Per la fase di lavorazione del latte, i risultati sottolineano come i fattori più impattanti siano stati il consumo di calore (34%) e di elettricità (26%). Dunque, la maggior parte dello sforzo è stato destinato alla stima del consumo di energia e alla definizione dei potenziali risparmi energetici.

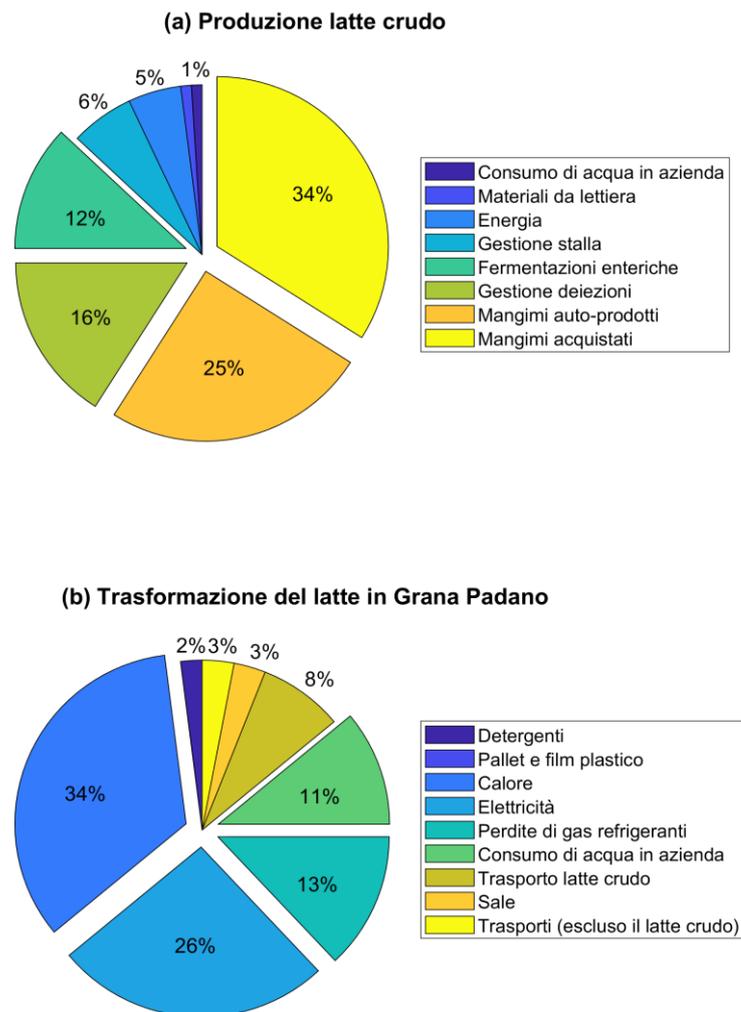


Figura 1. Contributo in termini di potenziali impatti ambientali per materiali, emissioni dirette ed energia, nelle fasi (a) produzione di latte crudo - (b) trasformazione del latte crudo in Grana Padano DOP.

## COME OTTIMIZZARE LA CATENA DI APPROVVIGIONAMENTO?

Questa sezione elenca alcune soluzioni per rendere più efficiente la produzione di latte crudo e la fase di lavorazione del latte. Per ogni intervento proposto, sono stati evidenziati sia gli effetti ambientali che il loro potenziale di riduzione. In Figura 2 è stata fornita una sintesi delle soluzioni individuate sottolineandone l'efficienza in termini di fattibilità e potenziali riduzioni (a) di impatto e (b) di consumo di energia primaria non rinnovabile (nren) .

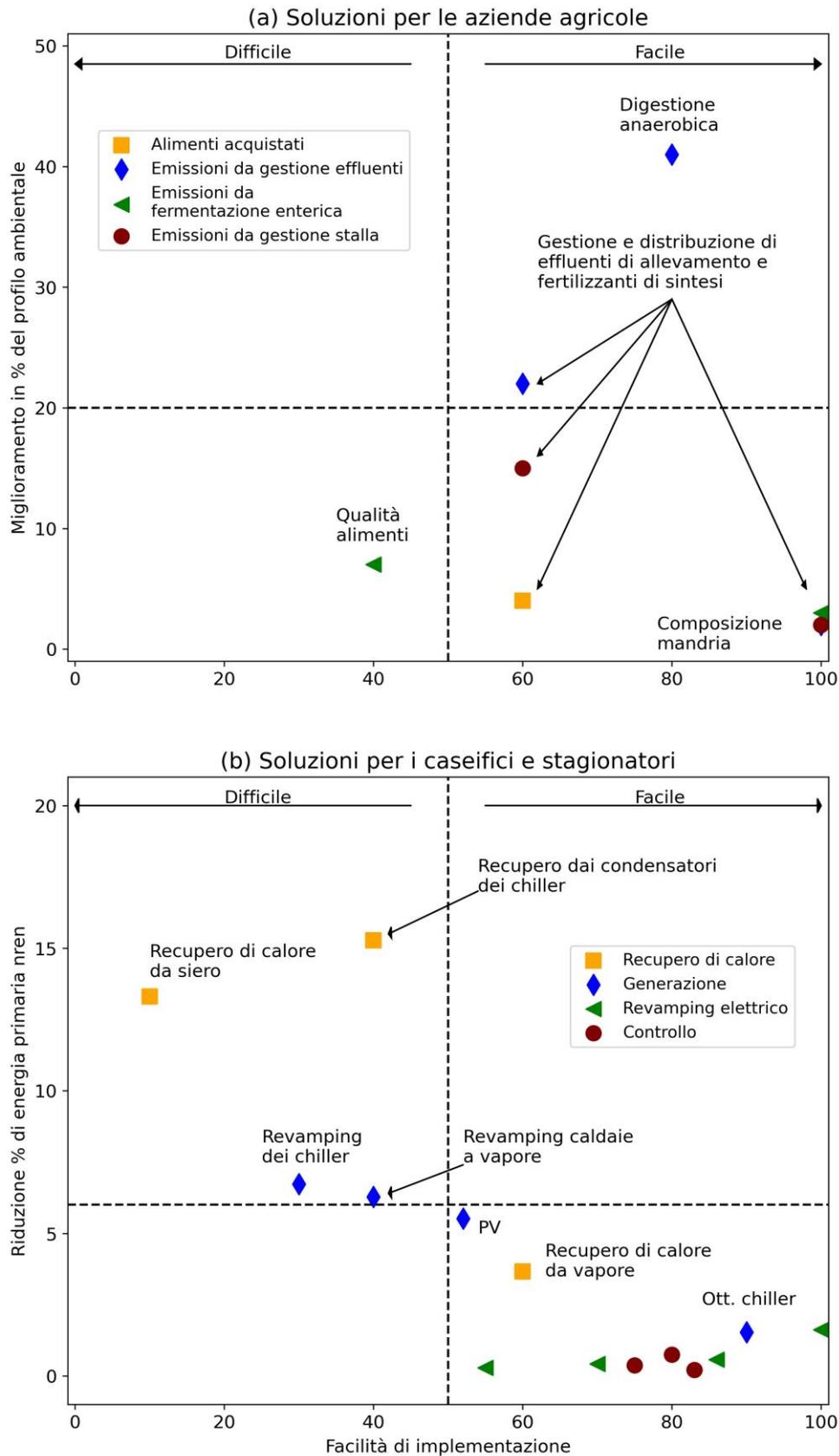


Figura 2. Soluzioni per (a) aziende agricole, (b) caseifici e stagionatori

## COME MIGLIORARE IL PROFILO AMBIENTALE DELLA TUA AZIENDA AGRICOLA?

Gli autori in questa sezione spiegano gli interventi di Figura 2 (a) con maggiore potenziale di riduzione dell'impatto ambientale e di facile attuazione.

### 1) Gestione e applicazione degli effluenti zootecnici ed applicazione di fertilizzanti di sintesi

Lo stoccaggio degli effluenti e la successiva distribuzione al campo sono questioni centrali per molti impatti ambientali relativi alla qualità dell'aria e dell'acqua. Una corretta gestione e distribuzione degli effluenti di allevamento e l'uso corretto dei fertilizzanti di sintesi comportano una riduzione delle emissioni di ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ), diossido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) e ossido di azoto ( $\text{NO}_x$ ), con effetti positivi sulle categorie di impatto del cambiamento climatico, del particolato, dell'eutrofizzazione e dell'acidificazione.

#### Come l'impatto ambientale viene influenzato?

Se gli effluenti di allevamento sono gestiti in modo improprio, l'azoto (N) potrebbe essere facilmente perso tramite emissioni gassose sotto forma  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  e  $\text{NO}_x$ . L' $\text{NH}_3$  emesso è una minaccia per la salute umana attraverso la formazione di particolato ( $\text{PM}_{2.5}$ ), mentre l'ammoniaca-N depositata sul terreno o nelle acque porta all'acidificazione e all'eutrofizzazione degli ecosistemi naturali.

#### Quali soluzioni possono essere implementate?

In questa sezione vengono presentate alcune soluzioni per la gestione degli effluenti di allevamento e la distribuzione dei fertilizzanti che possono portare a una potenziale riduzione dell'impatto ambientale del 3 e 7% del profilo ambientale del latte crudo.

##### a) Soluzioni per la gestione degli effluenti di allevamento (riduzione delle emissioni di $\text{NH}_3$ )

L'implementazione di sistemi di stoccaggio degli effluenti a basse emissioni crea una barriera fisica con l'aria.

##### Affidabilità (Alta), costo (Alto) e miglioramento del profilo ambientale (Alto)

- **Copertura rigida - impermeabile:** sistema che prevede una copertura rigida molto affidabile;
- **Copertura flessibile - impermeabile:** sistema che comprende una copertura a tenda o a cupola (flessibile) installata con l'uso di componenti in acciaio e giunti imbullonati;
- **Sostituzione delle lagune presenti con cisterne - aperte o coperte, permeabili o impermeabili:** le lagune esistenti dovrebbero essere gradualmente sostituite da cisterne che abbiano una maggior profondità per ridurre la superficie per unità di volume.

##### Affidabilità (Medio), costo (Medio) e miglioramento del profilo ambientale (Alto)

- **Corpi di plastica galleggianti/membrane - impermeabili:** le coperture galleggianti impermeabili possono includere sia membrane galleggianti che corpi sospesi. Lo stoccaggio degli effluenti può essere coperto con una membrana (di solito flessibile, rinforzata, in polietilene ad alta densità) o con corpi di plastica geometrici galleggianti in cui le nervature verticali nei corpi impediscono agli elementi di essere spinti uno sopra l'altro.
- **Sacco di stoccaggio degli effluenti:** consiste in un sacco fuori terra, di materiale plastico resistente, solitamente adatto a piccoli allevamenti.

#### Affidabilità (Basso), costo (Basso) e miglioramento del profilo ambientale (Alto)

- **Crosta naturale - permeabile:** la crosta naturale si forma grazie alla presenza di materiale fibroso contenuto nell'effluente. È possibile favorire la formazione di una crosta naturale riducendo al minimo il rimescolamento dell'effluente stoccato o introducendo nuovo effluente sotto la superficie. La crosta superficiale può inoltre essere realizzata con l'introduzione di paglia. Tale sistema di copertura naturale può essere adatta alle aziende agricole che non necessitano di omogeneizzare gli effluenti per il loro spandimento.

#### b) Tecniche di spandimento degli effluenti (riduzione delle emissioni di NH<sub>3</sub> e N<sub>2</sub>O)

Il metodo di applicazione degli effluenti influisce notevolmente sulle perdite potenziali di NH<sub>3</sub>, migliorando l'infiltrazione e l'incorporazione nel suolo e riducendo il contatto con l'aria.



#### Affidabilità (Alta), costo (Basso) e miglioramento del profilo ambientale (Alto)

- **Spandimento a bande:** questo metodo riduce la superficie del liquame esposto all'aria, abbassando le emissioni di ammoniaca e le perdite di nutrienti
- **Iniezione:** può essere descritta come iniezione poco profonda (fessura chiusa) o profonda.

#### c) Tecniche di spandimento dei fertilizzanti azotati (riduzione delle emissioni di NH<sub>3</sub> e N<sub>2</sub>O)

Le emissioni di NH<sub>3</sub> generate dall'applicazione di fertilizzanti dipendono dal tipo di fertilizzante, dal tempo e dalle condizioni del suolo. Le migliori pratiche agricole per la distribuzione dei fertilizzanti azotati si basano sul rallentamento dell'idrolisi dell'urea o sull'interramento del fertilizzante nel suolo.

#### Affidabilità (Media), costo (Bassa) e miglioramento del profilo ambientale (Medio/Alto)

- **Incorporazione superficiale nel suolo:** tecnica di distribuzione di fertilizzanti seguita da rapida incorporazione superficiale nel suolo.

- **Iniezione nel suolo:** più efficace dell'incorporazione superficiale. Questa tecnica di spandimento deve essere adottata con attenzione poiché una chiusura impropria della fessura potrebbe portare a emissioni molto elevate a causa di un aumento del pH all'interno del suolo quando l'urea si idrolizza.
- **Inibitori dell'ureasi:** impiego di composti chimici che bloccano l'attività dell'enzima ureasi riducendo e rallentando il tasso di idrolisi dell'urea. Strumenti utili per controllare le perdite gassose di ammoniaca.
- **Irrigazione del terreno dopo l'applicazione di fertilizzanti:** l'irrigazione con tempi e volumi appropriati (almeno 5 mm di acqua) può mitigare le emissioni di  $\text{NH}_3$ . Questa è un'azione di mitigazione da considerare solo dove si necessita di acqua per l'irrigazione, viceversa il rischio è di aumentare la lisciviazione dei nitrati.

**d) Fertilizzanti a base di urea a lento rilascio (riduzione delle emissioni di  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  e  $\text{N}_2\text{O}$ )**

I fertilizzanti azotati a lento rilascio sono caratterizzati dal rilascio di sostanze nutritive ad un ritmo più lento che estende il tempo di disponibilità di N per l'assorbimento delle piante. Di conseguenza, le rese delle colture possono essere efficacemente migliorate con un una riduzione del 20% di acquisto ed utilizzo di fertilizzante di sintesi.

## 2) **Trattamento anaerobico degli effluenti zootecnici**

Le emissioni generate dallo stoccaggio degli effluenti zootecnici risultano essere significative rispetto al cambiamento climatico, essendo un'importante fonte di metano, come conseguenza della decomposizione della materia organica. Il metano ha un importante potenziale di riscaldamento globale e quindi un alto impatto sul cambiamento climatico.

### **Quanto grande può essere il miglioramento del profilo ambientale?**

Il trattamento anaerobico degli effluenti zootecnici permetterebbe una riduzione delle emissioni relative alla produzione di latte crudo dal 3% al 9%.

### **Affidabilità (Alta), costo (Alto) e miglioramento del profilo ambientale (Alto)**

La digestione anaerobica fornisce una pratica promettente per mitigare le emissioni di gas serra da effluenti di allevamenti raccolti, stabilizzando il carbonio organico attraverso la riduzione del carbonio facilmente degradabile negli effluenti, aumentando anche la disponibilità vegetale di azoto quando il digestato viene distribuito come fertilizzante al suolo.

### 3) Composizione della mandria

Si adottano strategie legate alla composizione dell'allevamento per ridurre al minimo il numero di animali improduttivi nella mandria e, di conseguenza, aumentare l'efficienza della gestione dell'azienda. Questo aiuta ad un uso efficiente delle risorse disponibili dell'azienda e contribuisce all'abbattimento delle emissioni di metano.

#### Quanto grande può essere il miglioramento del profilo ambientale?

##### Affidabilità (Media), costo (Basso) e miglioramento del profilo ambientale (Medio)

Combinazione di diverse strategie che aumentano l'efficienza dell'uso dell'acqua nelle aziende agricole, gli alimenti prodotti in azienda; le emissioni della gestione degli effluenti, le emissioni derivanti dalla fermentazione enterica e le emissioni della gestione della stalla.

- **Periodo di asciutta:** è meglio interrompere la mungitura a 220 giorni di gravidanza per garantire all'animale un periodo di riposo di 60 giorni.
- **Età al primo parto:** la scelta ottimale quando si pianifica il primo parto di una manza, per quanto riguarda la razza Holstein, è 24 mesi di età. Il primo parto a 24 mesi massimizzerebbe la produzione di latte e minimizzerebbe i costi di allevamento della manza.
- **Numero medio di lattazioni per vacca:** il numero ottimale di lattazioni per carriera di una vacca in produzione dovrebbe essere almeno 2,8. Conseguentemente una vacca dovrebbe completare almeno 2,8 lattazioni durante la sua vita produttiva in azienda.
- **Intervallo tra i parti:** rappresenta l'intervallo tra due parti successivi. L'intervallo ottimale dovrebbe essere di circa 376 giorni ed è influenzato dal rilevamento dell'estro, dal tasso di concepimento e dal tempo di attesa volontario tra il parto e quando l'allevatore decide di inseminare l'animale per la prima volta dopo il parto.
- **Numero medio di parti all'anno:** nell'allevamento di bovini da latte il numero ottimale di parti all'anno dovrebbe essere di 0,97, permettendo una migliore gestione della fertilità della mandria.
- **Percentuale di vitelli nati femmina all'anno:** supponendo che il numero di vacche in lattazione rimanga costante, ogni anno devono entrare in produzione tante femmine quante vengono riformate per vari motivi quali: la ridotta produttività o fertilità, l'invecchiamento, le malattie, gli incidenti, al fine di mantenere un numero di animali in equilibrio nel tempo.

L'ottimizzazione della composizione della mandria allevata potenzialmente, porta ad una riduzione dell'impatto medio totale dell'azienda lattiero-casearia tra lo 0,09 e il 5%.

## COME MIGLIORARE IL PROFILO AMBIENTALE DEL TUO CASEIFICIO/STAGIONATORE?

In questa sezione vengono descritte le soluzioni mostrate in Figura 2 (b) caratterizzate dal potenziale di riduzione dei consumi energetici più interessante. Tutte le soluzioni spiegate in questa sezione sono quindi significative nel ridurre il consumo di energia primaria e gli impatti ad esso associati, i.e. cambiamento climatico, acidificazione, etc. in relazione al vettore energetico utilizzato dalle macchine per la generazione dell'effetto utile (calore, freddo, etc.).

### 1) Recupero di calore dal siero di latte

Il recupero di calore dal siero di latte è legato al recupero ottenibile dal processo di raffreddamento. Il siero di latte, rappresentando l'80-90% della massa di latte in ingresso ed essendo comunemente raffreddato (sia che destinato alla vendita che concentrato) risulta essere una importante fonte di recupero di calore. Il processo di raffreddamento può essere effettuato tramite: i) torre di raffreddamento, ii) acqua di pozzo e iii) acqua gelida. Questo processo rappresenta uno dei più significativi in termini di fabbisogno energetico (elettrico) e idrico del caseificio.

Per la realizzazione, il sistema di recupero di calore ha bisogno di due serbatoi per l'accumulo di acqua tecnica, e di scambiatori di calore supplementari. Il numero di nuovi scambiatori di calore dipende dal numero di utenze del calore recuperato, in quanto generalmente viene installato uno scambiatore di calore per ogni utenza prevista.

Le utenze potenzialmente interessate dal calore di recupero dal siero sono le seguenti:

- preriscaldamento del latte in ingresso ai doppi fondi;
- preriscaldamento dell'acqua di lavaggio del concentratore del siero;
- preriscaldamento dei fluidi di lavaggio degli impianti CIP (*Clean In Place*);
- preriscaldamento acqua calda per sanificazione ambienti;
- riscaldamento del latte in attivazione.

### Quanto grande può essere il miglioramento del profilo ambientale?

#### Affidabilità (Alta), costo (Alta) e miglioramento del profilo ambientale (Alta)

Il recupero di calore dal siero di latte permette sia un risparmio di energia termica che di energia elettrica. Il risparmio di energia termica dipende strettamente dal numero e dall'entità delle utenze del calore di recupero disponibili in caseificio e compatibili con il sistema di recupero. In media il risparmio si attesta tra un minimo di 7% e un massimo del 28% del consumo termico totale del caseificio. Il risparmio di energia elettrica dipende invece dalla combinazione delle fonti utilizzate per il raffreddamento del siero. In termini

generali, maggiore è la quota di utilizzo di acqua gelida, maggiore sarà il risparmio conseguibile, che si attesta in media tra l'1% e il 5% della bolletta elettrica.

## 2) **Recupero di calore dai condensatori dei chiller**

I gruppi frigoriferi (chiller) sono generalmente condensati ad aria o ad acqua (tramite torre di raffreddamento). L'intervento proposto consiste nel recuperare il calore di condensazione dal ciclo a compressione di vapore. Il livello di temperatura del calore recuperato risulta piuttosto basso (25-35°C); quindi compatibile con utenze caratterizzate dal medesimo livello termico. Un'utenza particolarmente indicata per lo sfruttamento del calore di recupero così ottenuto è l'Unità di Trattamento dell'Aria (UTA) a servizio dei magazzini di stagionatura. La domanda di calore dei magazzini è continua durante l'anno a causa dell'alto fabbisogno di deumidificazione, e la temperatura necessaria è compatibile con quella ottenibile dal condensatore del chiller, a patto che le batterie di scambio della UTA siano adeguatamente dimensionate. Questa soluzione risulta essere particolarmente efficace se è presente un sistema di produzione di raffreddamento centralizzato.

### **Quanto grande può essere il miglioramento del profilo ambientale?**

**Affidabilità (Alta), costo (Alto) e miglioramento del profilo ambientale (Alto)**

Il recupero di calore dal condensatore del chiller permette un considerevole risparmio di energia termica, in quanto è potenzialmente in grado di coprire interamente il fabbisogno di calore dei magazzini di stagionatura. Tale risparmio, che dipende strettamente dalle dimensioni dei magazzini di stagionatura presenti in caseificio, si attesta tra il 9% e il 43% del consumo termico totale di caseificio.

## 3) **Revamping del sistema di produzione del freddo**

Qualora vi sia la necessità di aggiornare il sistema di produzione del freddo (per obsolescenza o per capacità frigorifera insufficiente), sono possibili due approcci:

- sostituzione del gruppo frigorifero e collegamento del nuovo sistema alla vasca del ghiaccio già presente;
- sostituzione del gruppo frigorifero ed eliminazione della vasca del ghiaccio, con produzione in diretta dell'acqua gelida.

Il primo approccio comporta costi d'investimento inferiori, a svantaggio di una minore efficienza complessiva, rispetto al secondo approccio. In questo caso il miglioramento dell'efficienza è dovuto solo all'incremento di EER (Energy Efficiency Ratio) del nuovo chiller rispetto al vecchio. Al contrario il secondo approccio richiede sì costi d'investimento più alti, ma porta a risparmi più elevati. I risparmi sono dovuti non solo al maggiore

EER del nuovo chiller (alle stesse condizioni operative di quello vecchio) ma anche alla possibilità di incrementare la temperatura di produzione del freddo, fattore che concorre all'ulteriore aumento dell'EER e implica inoltre minori perdite termiche.

### Quanto grande può essere il miglioramento del profilo ambientale?



#### **Affidabilità (Alta), costo (Medio/Basso) e miglioramento del profilo ambientale (Alto)**

In termini generali, i risparmi dipendono da quanto è inefficiente il sistema di generazione attuale e dall'entità dei fabbisogni frigoriferi del caseificio.

La sostituzione del gruppo frigorifero con mantenimento della vasca del ghiaccio (primo approccio) può portare ad un incremento dell'efficienza globale di produzione del freddo del 60% (es., EER da 2,75 a 4,40); ovvero un risparmio di energia elettrica tra 5% e 27% del consumo elettrico totale di caseificio.

La sostituzione del gruppo frigorifero con eliminazione della vasca del ghiaccio (secondo approccio) permette di migliorare le performance di un ulteriore 30% rispetto al primo approccio, il che porta a risparmi compresi tra 7% e 37% della bolletta elettrica.