



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
TUSCIA

DIPARTIMENTO
DI SCIENZE AGRARIE
E FORESTALI

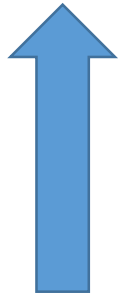


LA DIGITALIZZAZIONE NELLE PRODUZIONI ANIMALI PER LA SOSTENIBILITÀ E IL BENESSERE ANIMALE

Prof.ssa Loredana BASIRICO'
basiri@unitus.it

Viterbo, 2 Luglio 2025

SFIDE PRINCIPALI DEI SISTEMI ZOOTECCNICI MODERNI



Popolazione mondiale

Domanda di alimenti POA

Cambiamento climatico

Società

**ZOOTECCNIA
MODERNA**

1. Produttività



2. Sicurezza e qualità alimentare



Garantire

Sanità e benessere animale

Sostenibilità Ambientale

Come affrontare queste sfide attuali e future?

Zootecnia di precisione definita in inglese come Precision Livestock Farming (PLF) che costituisce l'insieme di soluzioni tecnologiche hardware e software utili alla gestione del bestiame.

**AUTOMATICO
CONTINUO
TEMPO REALE
NON INVASIVO**



- **Produzione/riproduzione**
- **Salute e Benessere**
- **Impatto ambientale**

Rispondere al meglio alle esigenze di gruppi o di singoli individui della mandria

TECNOLOGIE di PRECISIONE

Punti chiave della zootecnia di precisione:

RACCOLTA DATI

**REGISTRATI
DIGITALIZZATI**

ELABORATI
Statistica e Algoritmi

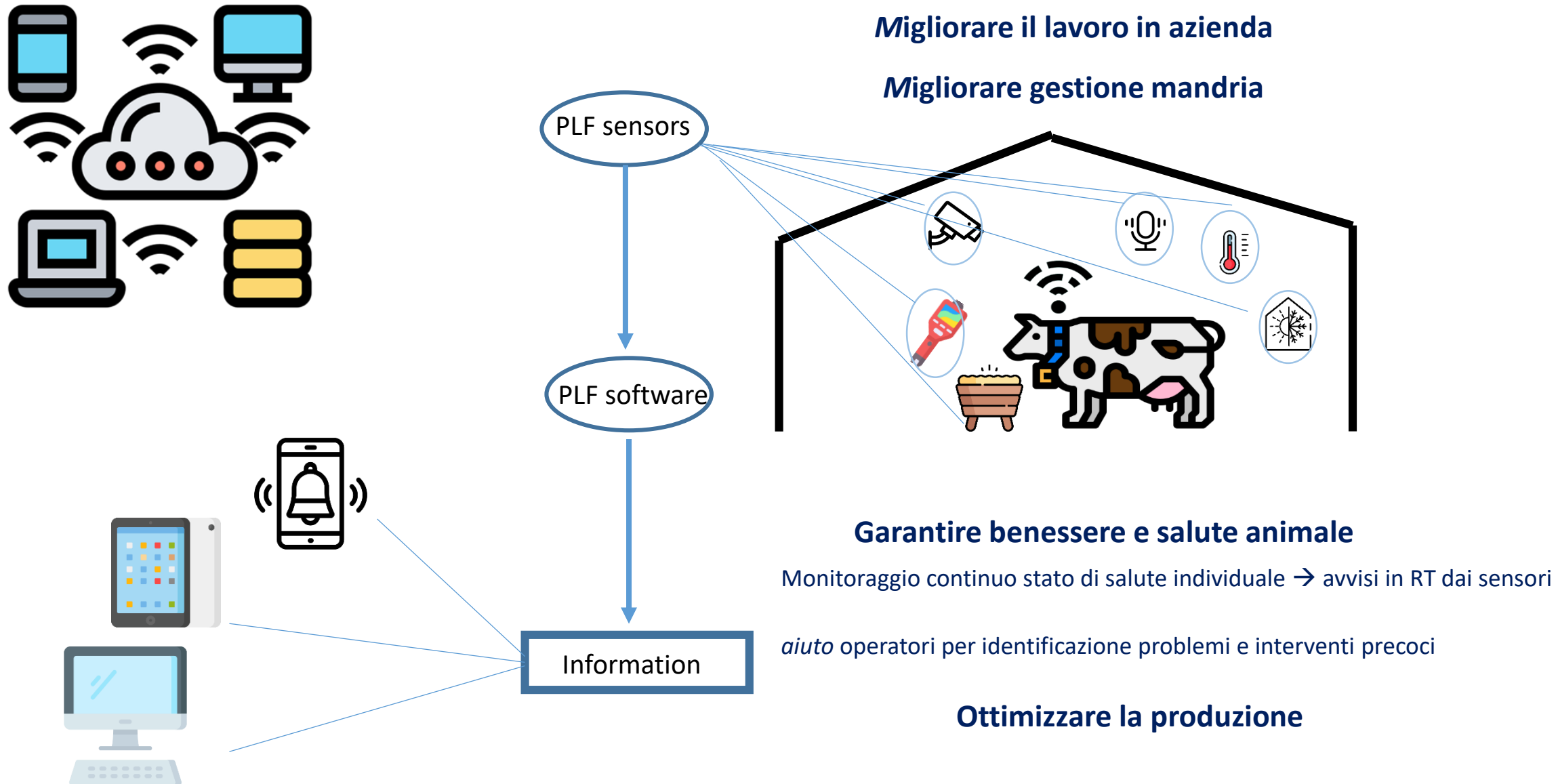
AZIONI CORRETIVE

SUPPORTO DECISIONALE



Gestione razionale dell'allevamento basata su raccolta e interpretazione dei dati misurati

RUOLO DELLE TECNOLOGIE PLF, DELLA DIGITALIZZAZIONE E DELL'AUTOMAZIONE



I benefici della adozione di sistemi PLF per l'azienda zootecnica

❖ Maggiore controllo degli animali, della loro salute e benessere;

Monitoraggio

❖ Aumento dell'efficienza e della produttività;

Sistemi di allerta

❖ Migliore gestione delle risorse;

Miglior qualità della vita

❖ Migliore gestione ambientale;

Migliore organizzazione del lavoro

❖ Migliore efficienza del lavoro;

Risparmio di tempo

❖ Rilevazione nuovi fenotipi per il miglioramento genetico;

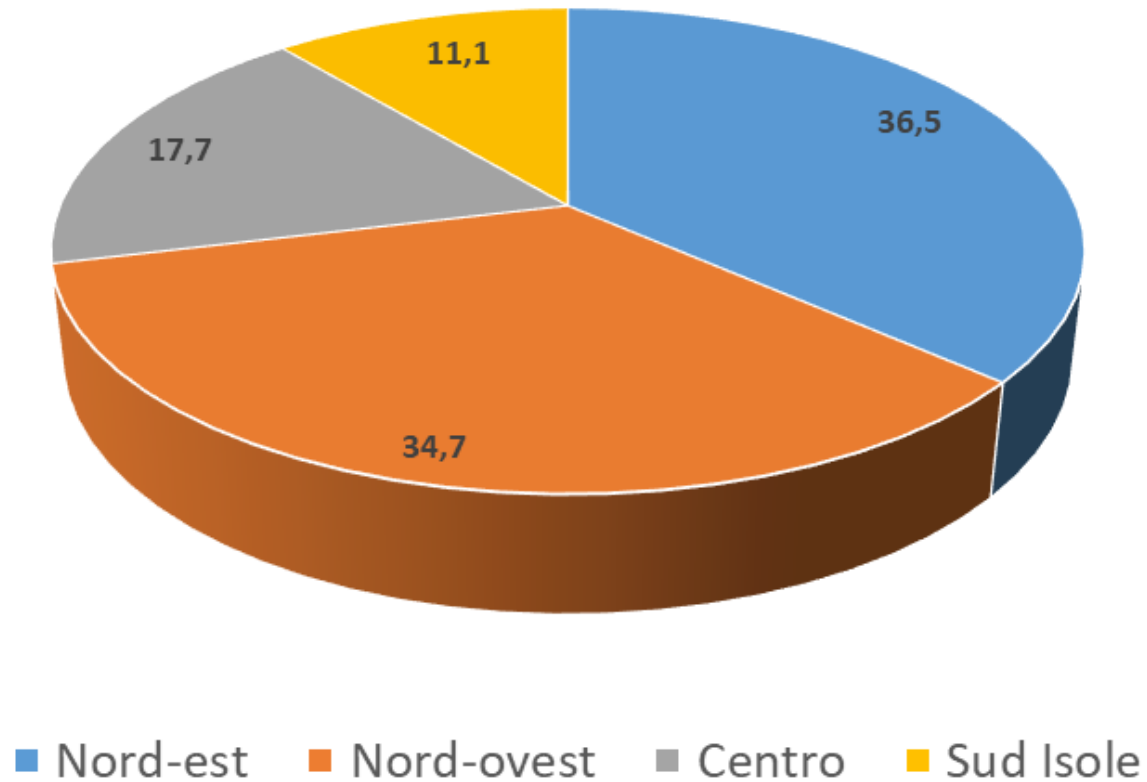
> Interesse delle giovani generazioni

❖ Maggiore tracciabilità e trasparenza dei prodotti.

> Efficienza, benessere animale e sostenibilità (ambientale, sociale ed economica)

Diffusione delle tecnologie di precisione nelle aziende zootecniche

Adozione tecnologie di precisione per area geografica



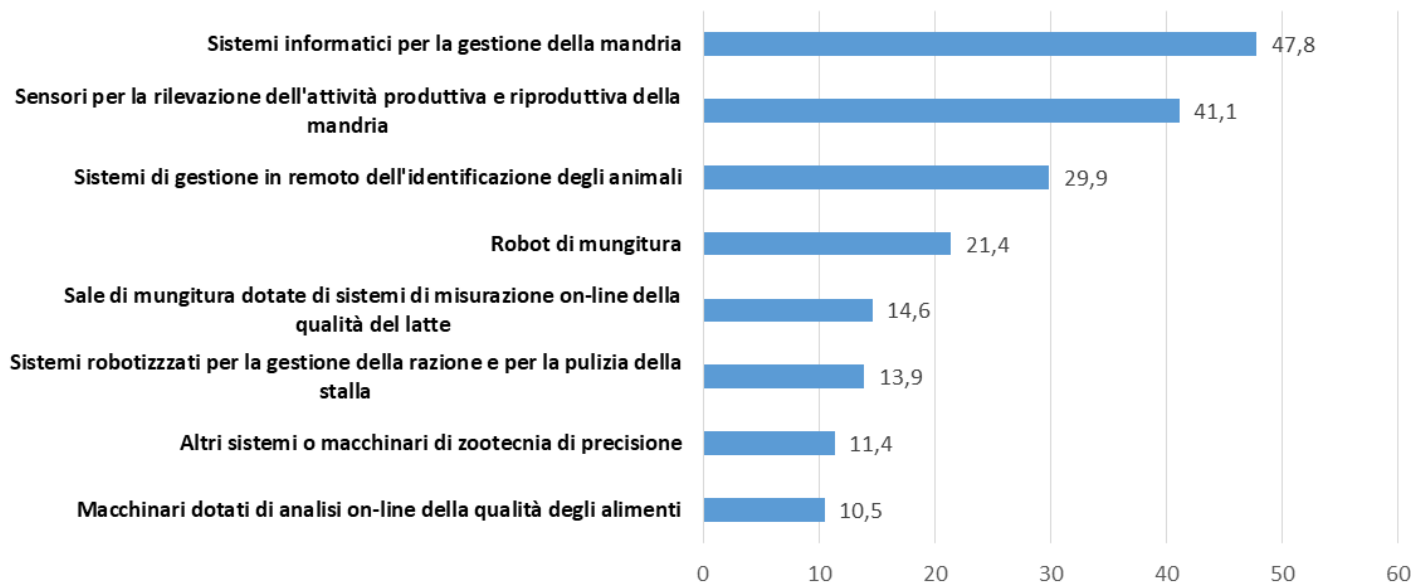
DIFFUSIONE DELLE TECNOLOGIE:

Area geografica
Dimensioni aziendali
Profilo del conduttore aziendale

Fonte: ISTAT, 2020

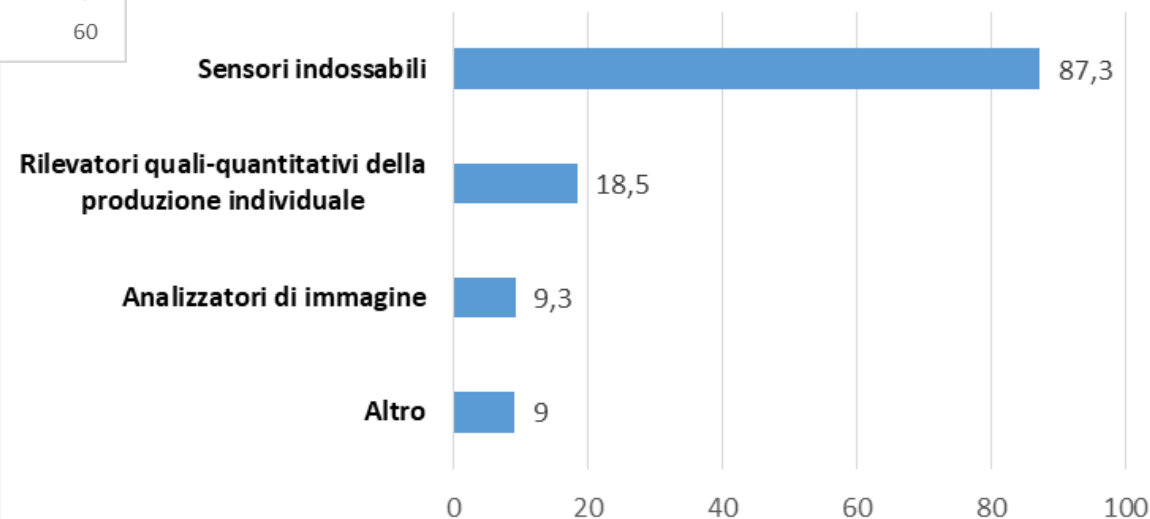
Diffusione delle tecnologie di precisione nelle aziende zootecniche

Sistemi o macchinari di zootecnia di precisione introdotti nelle aziende zootecniche



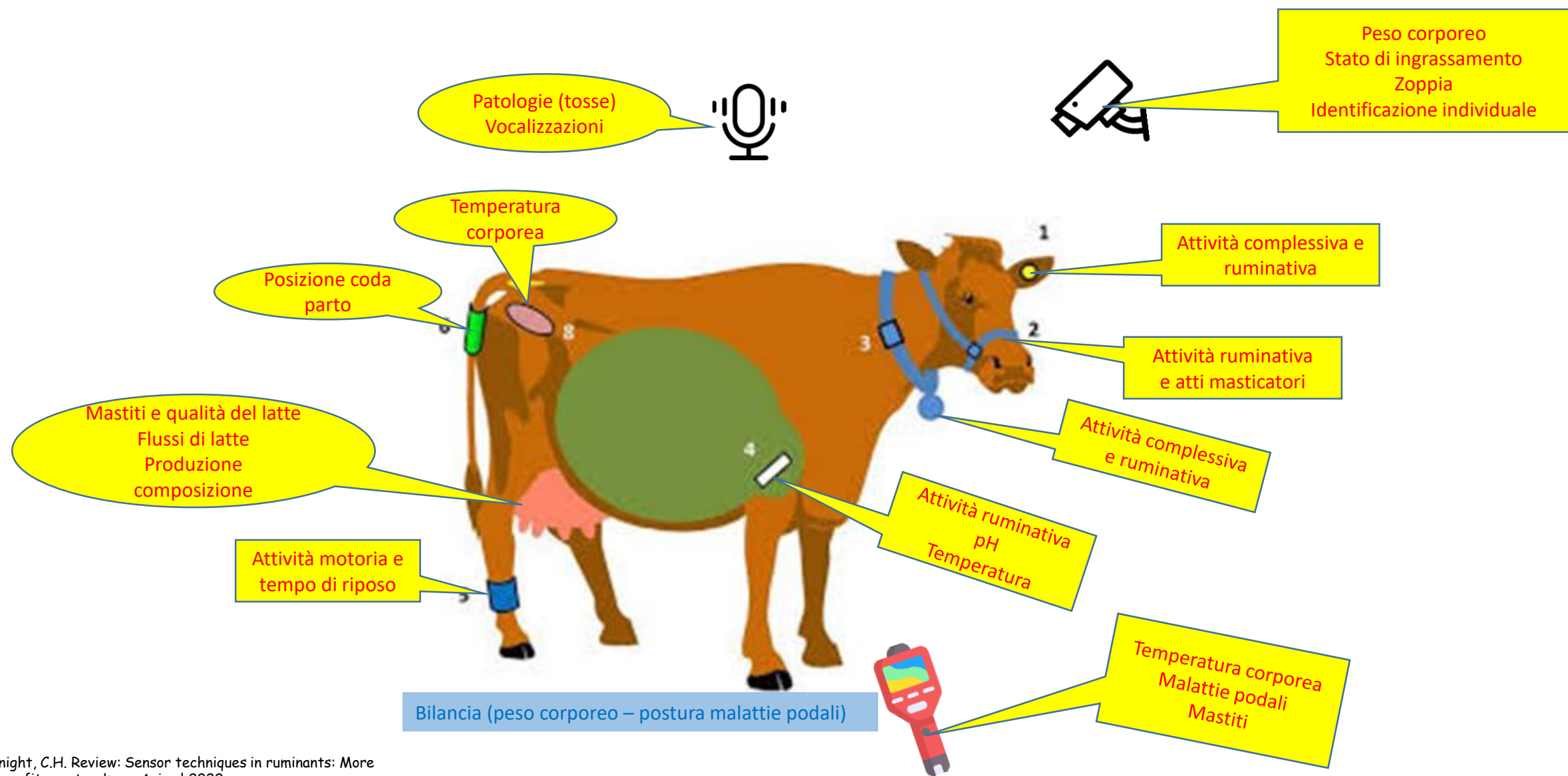
Fonte: ISTAT, 2020

Dispositivi di precisione adottati per il rilievo di dati zootecnici



Fonte: ISTAT, 2020

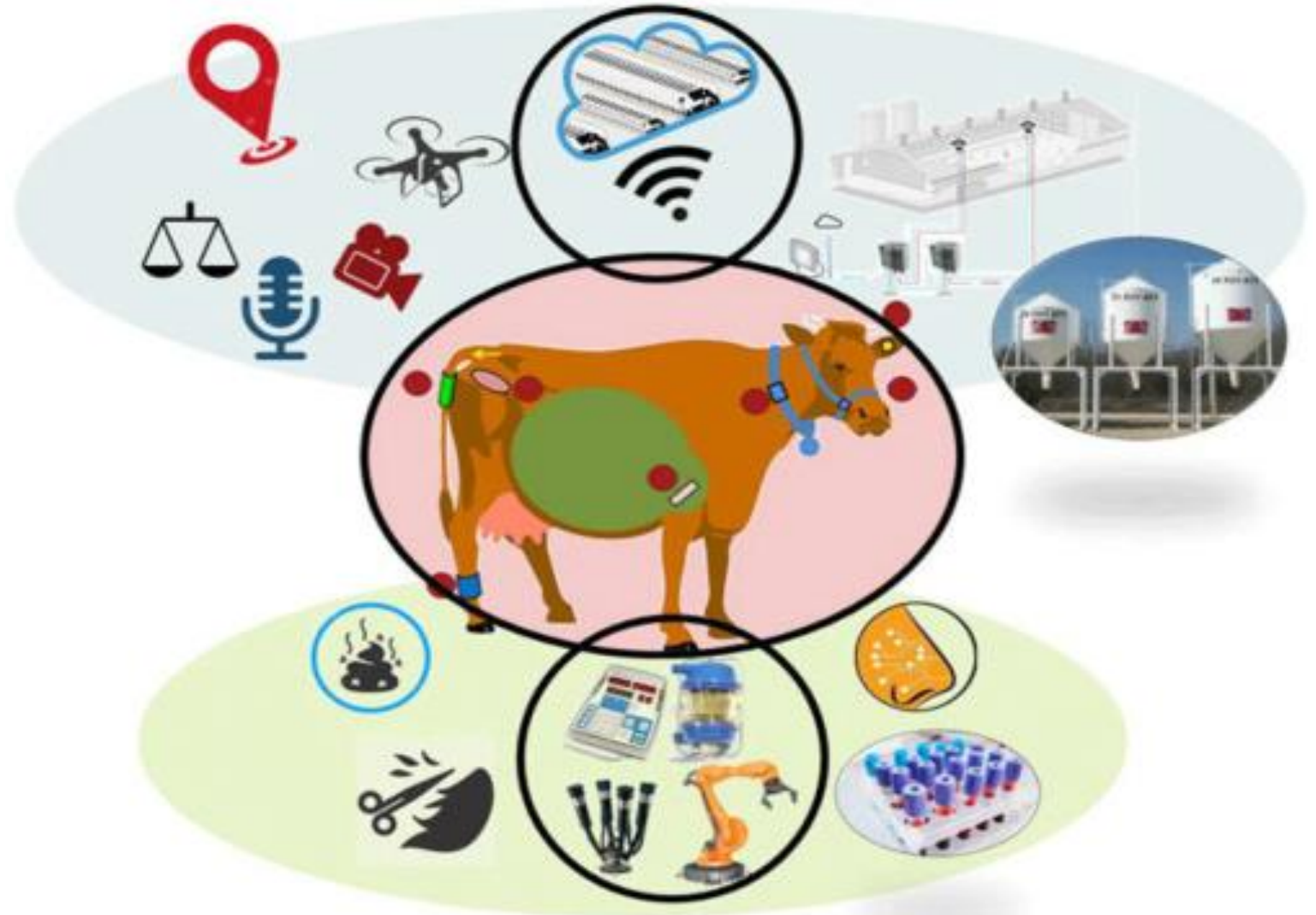
Principali dispositivi per monitorare lo stato di salute e di benessere degli animali



Knight, C.H. Review: Sensor techniques in ruminants: More than fitness trackers. Animal 2020.

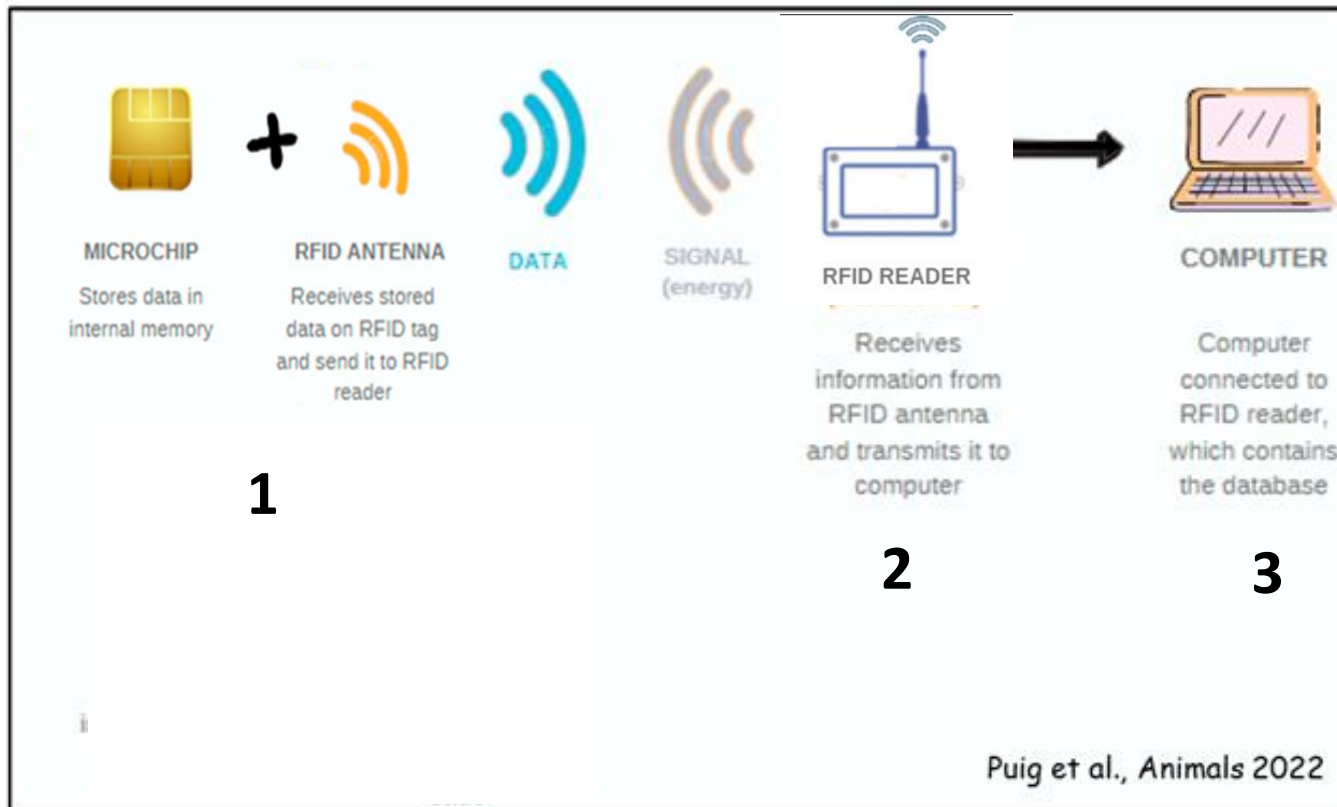
Tecnologie di precisione per monitorare stato di salute e benessere degli animali

- “At Cow” → red zone
- “Near Cow” → blue zone
- “From Cow” → green zone



IDENTIFICAZIONE DEGLI ANIMALI

La **tecnologia RFID** (acronimo inglese di identificazione a radio frequenza) prevede lo scambio di informazioni all'interno di un sistema wireless a radiofrequenza, permettendo l'identificazione e la memorizzazione automatica dei dati rilevati sul singolo individuo, attraverso etichette elettroniche, chiamate Tag (o transponder).



- 1) Tag (passivi o attivi)
- 2) L'antenna e il lettore
- 3) Sistema di gestione delle informazioni

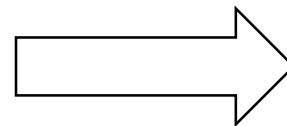
IDENTIFICAZIONE DEGLI ANIMALI



Milkline, 2023.

Principali sistemi di identificazione a radio frequenza:

- 1) Marche auricolari
- 2) Boli ruminali
- 3) Trasponder sottocutanei



**identificazione
localizzazione
monitoraggio**

IDENTIFICAZIONE DEGLI ANIMALI

Identificazione biometrica

Analisi automatica delle immagini (CSV) ed elaborazione mediante tecniche di IA basata su caratteristiche fisiologiche distintive, peculiari e misurabili dell'individuo.

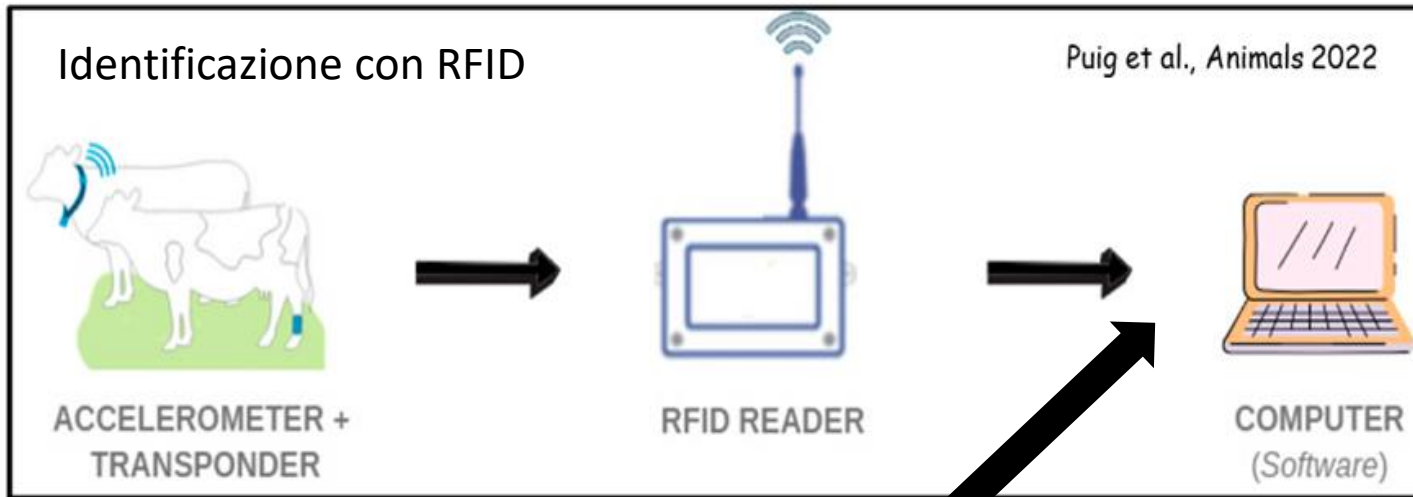
Riconoscimento individuale (bovini, ovini, suini) basato sulle immagini:

1. Musello (distribuzione peli e colore pelle)
2. Retina (pattern vascolare)
3. Iride
4. Testa e naso

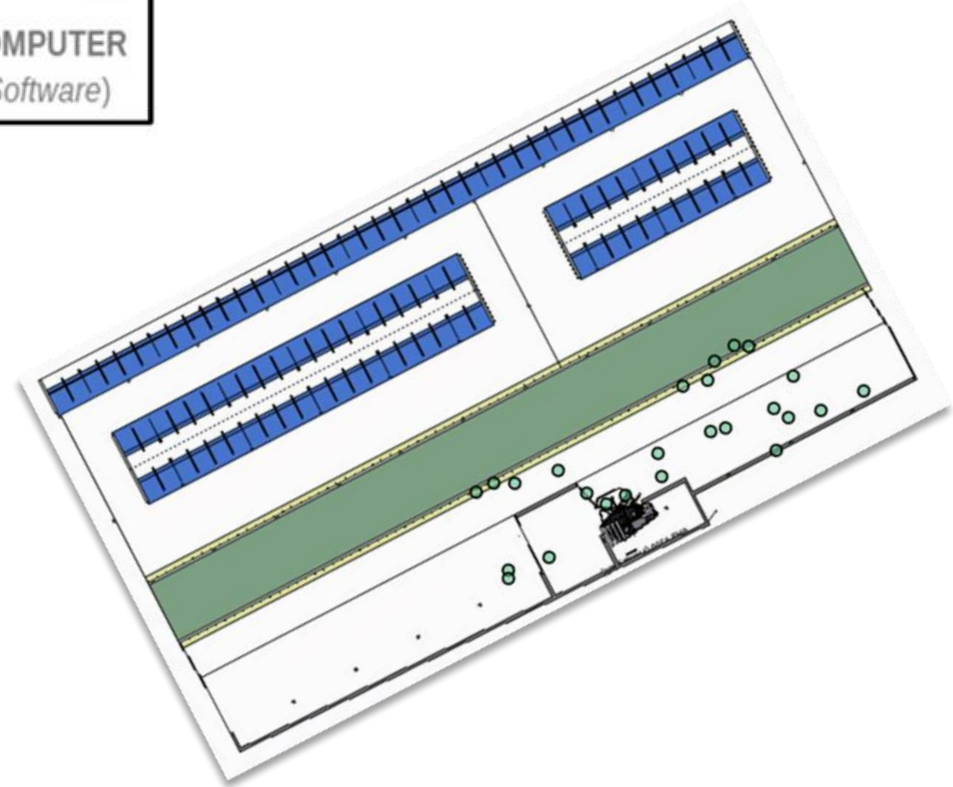
In fase di sviluppo, i vantaggi sono:

- Economicità
- Elevata sicurezza di tracciabilità individuo

TRACCIAMENTO E LOCALIZZAZIONE INDOOR



Associazione con
registro di stalla



TRACCIAMENTO E LOCALIZZAZIONE OUTDOOR

localizzazione ... Animali al pascolo



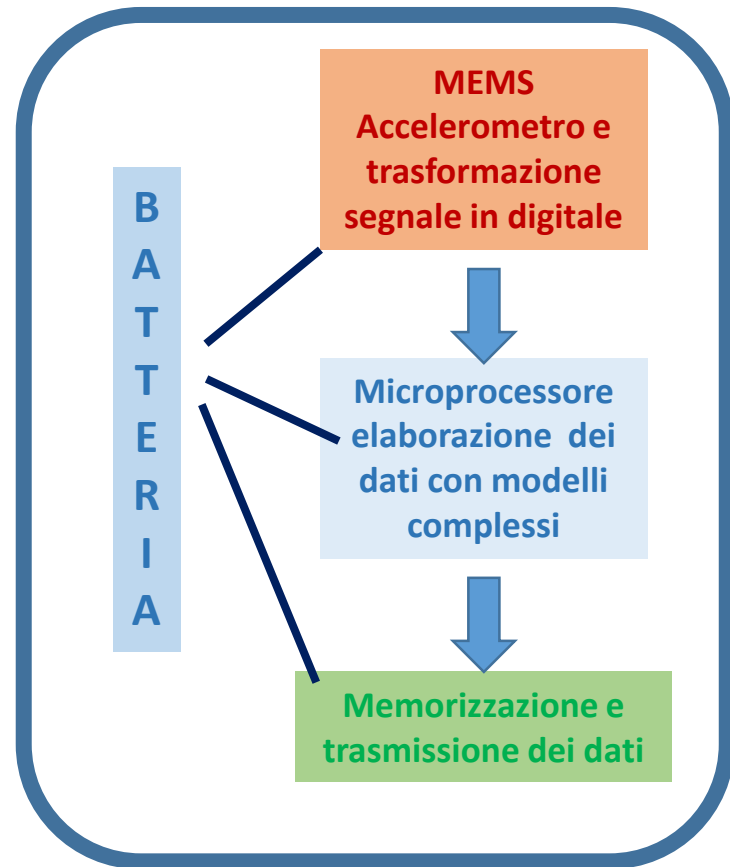
<https://psiborg.in/iot-case-studies/cattle-health-monitoring-system-for-smart-ranching/>

Sistemi di Posizionamento Globale (GPS):

Collari con Tecnologia GPS

- ✓ Spostamenti in tempo reale (30min-2h)
- ✓ Notifiche all'allevatore
- ✓ Collari comunicano con il software tramite una scheda SIM integrata per collegamento GSM
- ✓ Dati raccolti trasmessi a intervalli prestabiliti
- ✓ Copertura GSM non stabile

Principali dispositivi per monitorare lo stato di salute e di benessere della bovina



Sensore di accelerazione

I **sensori di accelerazione** sono dei dispositivi che consentono di misurare i movimenti di un corpo nello spazio, registrano i movimenti sui tre assi (x,y,z) degli animali, quantificandoli come una sommatoria di movimenti o minuti di attività e rilevando l'intensità e la tipologia di movimenti.

Principali dispositivi per monitorare lo stato di salute e di benessere della bovina

La maggior parte delle applicazioni commerciali prevede l'utilizzo di accelerometri montati su:

Collare/Marca auricolare



- Attività motoria (n° movimenti collo/testa verso l'alto durante la deambulazione o minuti di attività)
- Assunzione alimenti/ruminazione
- Riposo
- *Temperatura auricolare*

Podometro



- Attività motoria (n° passi)
- Posizione (in piedi /sdraiata)
- Cambi di posizione

Bolo reticolo-ruminale



- Attività
- Ruminazione
- *Temperatura*
- *pH ruminale*

Sensori accelerometrici per il monitoraggio attività degli animali

Activity	Time spend on activity (h/day)
Eating	5 to 6
Ruminating ¹	9 to 10
Lying down	12 to 13
Steps	2,500-3,500 (number/day)
Lying bouts	9-11 (number/day)

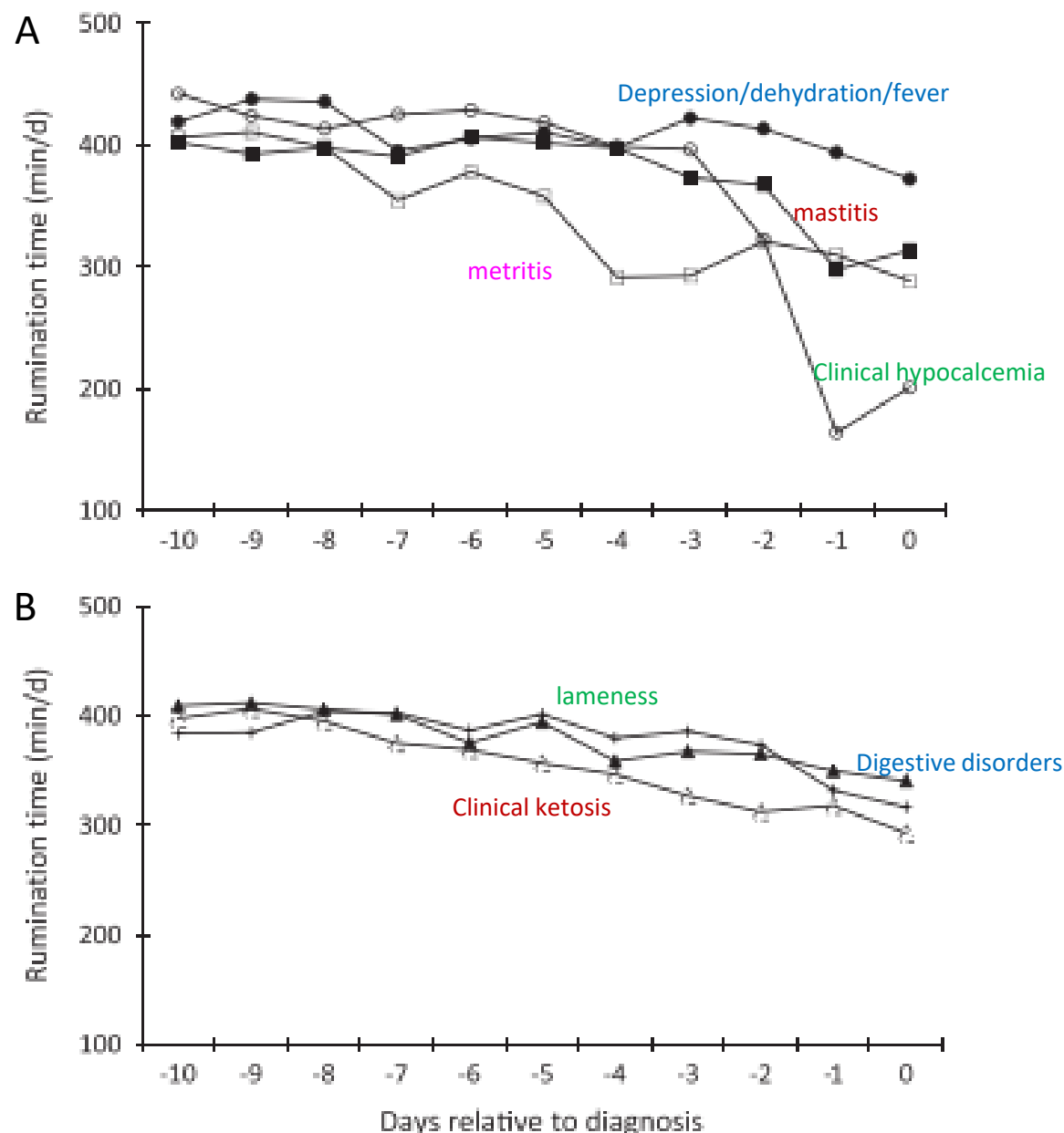
¹ A cow ruminates mostly while lying down, so the hours spent lying down and ruminating are overlapping.

Precision technology and sensor application, 2021

Variazioni importanti dei tempi medi che una bovina dedica giornalmente ad alimentarsi, riposare, muoversi aiutano ad individuare precocemente stati patologici

TEMPO di RUMINAZIONE

Animal (2018), 12:7, pp 1484–1492 © The Animal Consortium 2017
doi:10.1017/S1751731117002932



Rumination time and monitoring of health disorders during early lactation

S. Paudyal¹, F. P. Maunsell², J. T. Richeson¹, C. A. Risco², D. A. Donovan² and P. J. Pinedo^{3†}

¹Department of Agricultural Sciences, West Texas A&M University, Canyon, TX 79016, USA; ²Department of Large Animal Clinical Sciences, College of Veterinary Medicine, University of Florida, Gainesville, FL 32610, USA; ³Department of Animal Sciences, Colorado State University, Fort Collins, CO 80523, USA

La diagnosi precoce delle malattie:

- più alti livelli di benessere
- ridurre gli interventi terapeutici
- produzioni di latte più sostenibili e di qualità

Figure 1 Average daily rumination time (min) from –10 day to the day of disease diagnosis (d0). (a) Mastitis (■), metritis (□), clinical hypocalcemia (○), depression/dehydration/fever (●). (b) Digestive disorders (▲), lameness (+) and clinical ketosis (△). A total of 43, 32, 7, 32, 64, 25 and 45 cows were diagnosed with mastitis, metritis, clinical hypocalcemia, depression/dehydration/fever, digestive conditions, lameness and clinical ketosis.

TEMPO DI RIPOSO E DEAMBULAZIONE

	Hypocalcaemia	Ketosis	Metritis	Mastitis	Lameness
Standing	↑	↑↓		↑	
Lying	↑		↑	↑↓	↑
Feeding	↓	↓	↓	↓	↓
Ruminating		↓	↓	↓	↓
Physical activity		↓	↓	↑↓	↓

¹ ↑ = an increase in duration is found in research; ↓ = a decrease in duration is found in research.

Precision technology and sensor application, 2021

ACCELEROMETRI PER RILEVAMENTO STATO ESTRALE



- > attività (irrequietezza e aumento del camminamento e dei movimenti)
< ingestione e ruminazione

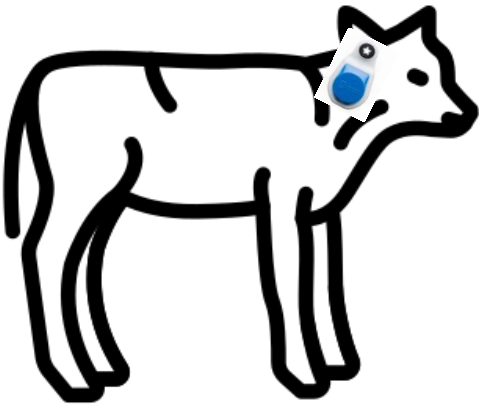
- l'algoritmo del software la confronta con l'attività attesa per quella specifica bovina

- supera attività basale standard, elenchi, grafici ed allerta estro sono generati

- conoscere l'ora di inizio del calore

- sensibilità > 80% per stabilire quando intervenire con IS.

ACCELEROMETRI PER monitoraggio dello stato di salute e di benessere dei VITELLI



- Accelerometri collocati in dispositivi auricolari

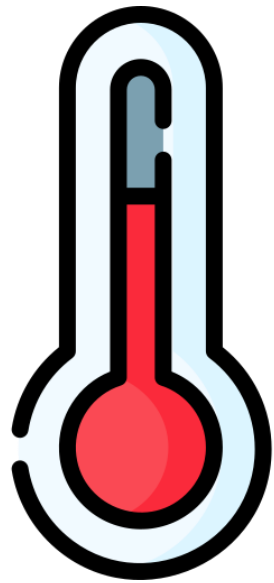
- Comportamento alimentare e movimento, variabilità intra-giornaliera o inter-giornaliera

- Anomalie aiutano a identificare tempestivamente eventuali problemi di salute

- Comportamento alimentare indicatore di salute e benessere

- Riduzione morbidità e mortalità periodo postnatale

TEMPERATURA CORPOREA: indicatore di benessere e stato salute



Sensori di TEMPERATURA

TEMPERATURA

INTERNA

SENSORE NEL RETTO
SENSORE NELLA VAGINA
SENSORE NEI PRESTOMACI
SENSORE SOTTOCUTE
SENSORE TIMPANO

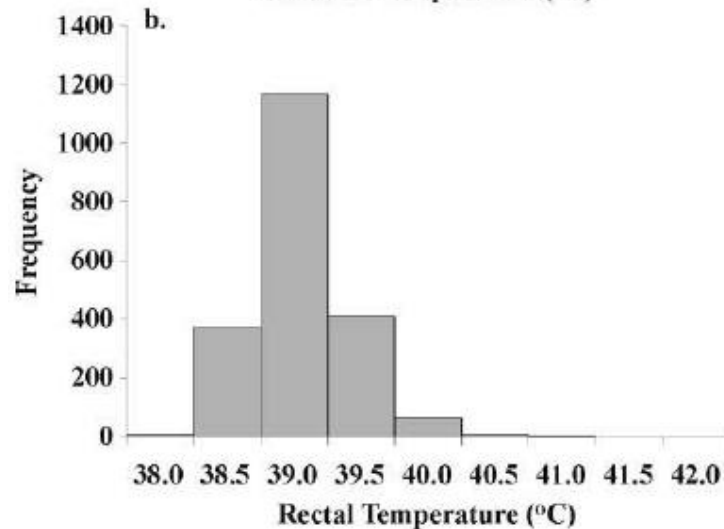
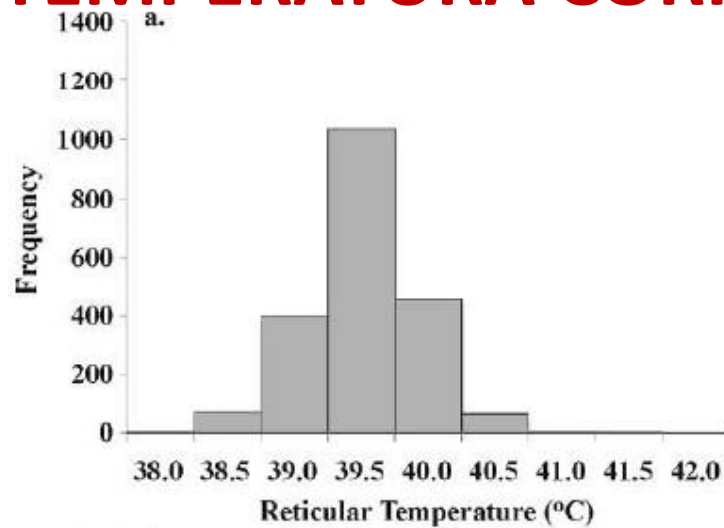
SUPERFICIALE

TERMOCAMERE

Indicatore di:

1. eventi patologici
2. momenti fisiologici
 - momento del parto
 - Estro
 - Stress da caldo

TEMPERATURA CORPOREA: indicatore di benessere e stato salute

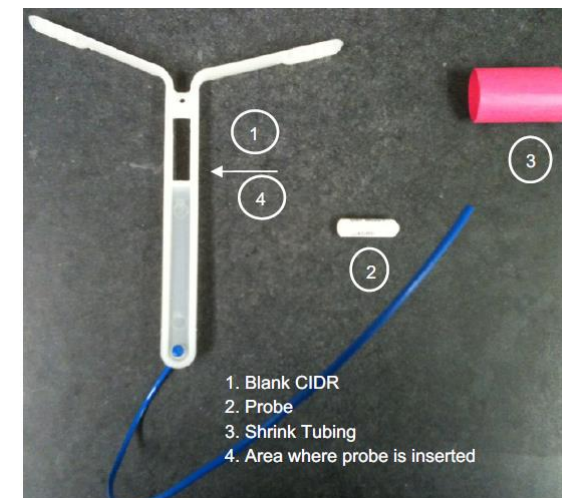
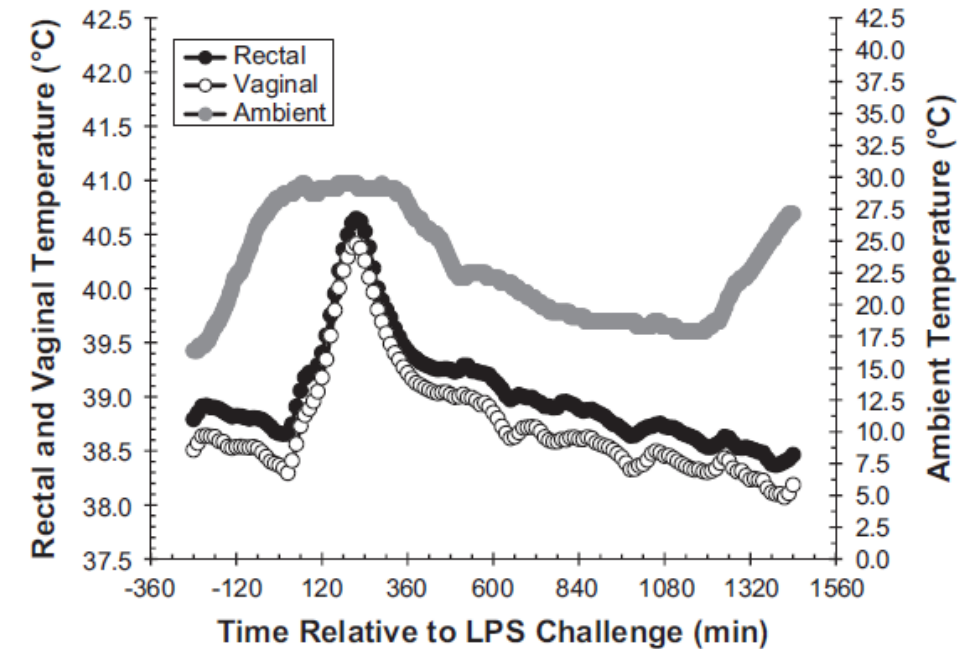


Bewley et al. (2008) J. Dairy Sci. 91:4661-4672

T° rettale vs. T° reticolo: ben correlate

(T°ret + bassa di 0,5-1,0°C).

T° reticolo molto condizionata da abbeverata



Thermocron® iButton (Maxim, Sunnyvale, CA)

TEMPERATURA : indicatore di benessere e stato salute

TERMOGRAFIA a INFRAROSSI

- ✓ Termografia usata per monitorare **temperatura superficiale** di un corpo
- ✓ Si tratta di rilevazione “remota” della T° , che non interferisce con le reazioni comportamentali dell’animale.

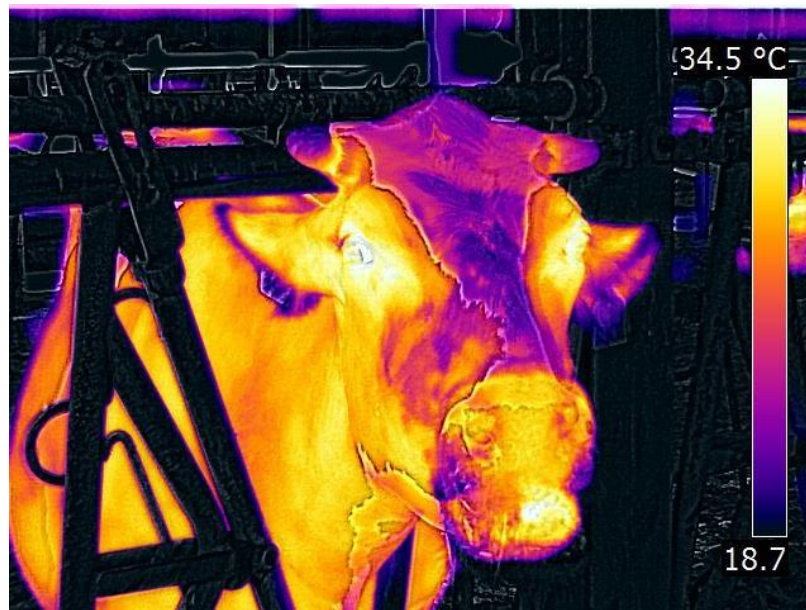
Attuabile con:

× installazione **termocamere** fisse in punti strategici (es. sala di mungitura, posta, mangiatoia) per controllo continuo e routinario

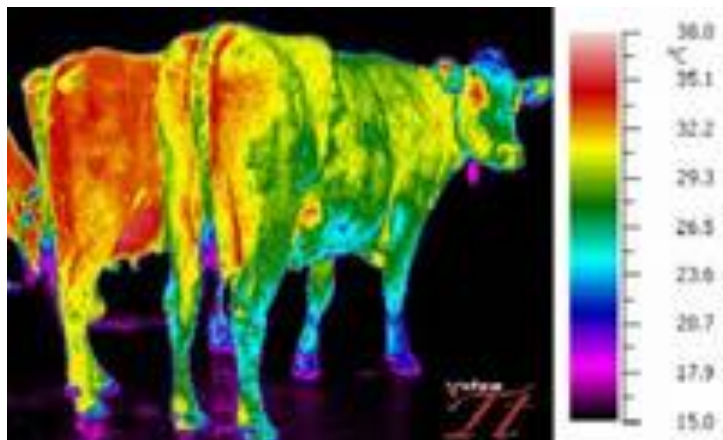
× **termocamere** portatili, per controlli istantanei

Fattori influenti rilevamento T:

Temperatura dell’ambiente, umidità relativa, velocità dell’aria, radiazione solare
Presenza di peli, di acqua o sporcizia sulla superficie,
Vasocostrizione/vasodilatazione periferica (regione anatomica)
Grasso sottocutaneo, condizioni metaboliche, attività fisica



<http://latermografia.blogspot.it/2013/02/.html>



<http://www.dsa.unimi.it/ricerca/termografia>

RILIEVO DEL PESO CORPOREO

Il peso corporeo è un indicatore chiave per monitorare:

- Benessere e salute degli animali
- Produzione
- Riproduzione
- Accrescimento
- Nutrizione e regolazione ingestione

Rilievo ponderale
diretto (GS)



Peso statico



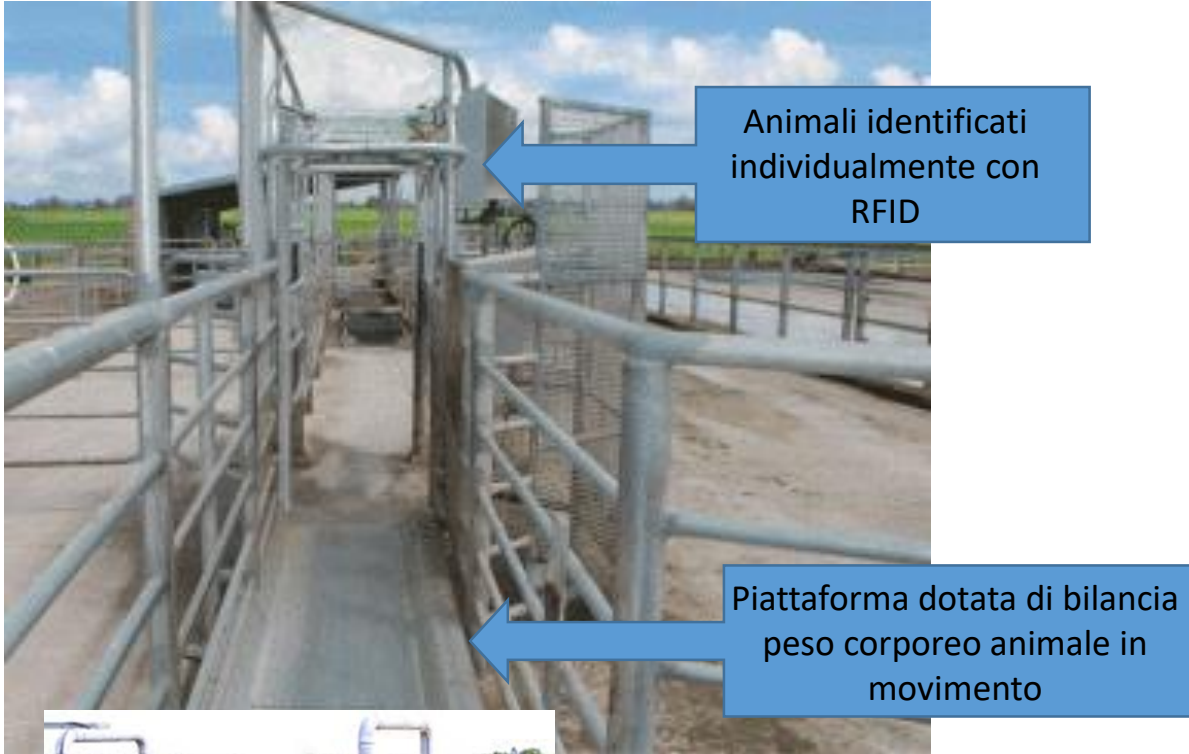
Risultati accurati
Dispendioso tempo
Dispendioso manodopera
Stress lesioni animali

https://www.metro.it/marketplace/product/c905ef86-fe41-4f88-a97a-d58369c8c490?mfeed_oid=db378b5e-2711-4ba3-94d1-519a4a24f31e&mfeed_bm=1&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=it_mm_ag_pmax_all_dynamic_all_b2c_feed_high&gad_source=1&gad_campaignid=20871832995&gbraid=0AAAAAonmHuHBbHnj36_az3qophNRXEs1T&gclid=Cj0KCQjwss3DBhC3ARIsALdgYxN2yaVP4gxPZuXo4hXS29J-7M81z0vW27PslejUq1MoSgs4ISccLWlaAoOpEALw_wcB

Diverse soluzioni PLF disponibili per monitorare il peso dell'animale, **automaticamente, in continuo, senza contatto diretto.**

Monitoraggio Peso Corporeo

Sistemi automatici di pesatura WALK-over-Weighing (WOW)



<https://technipharm.co.nz/dairy-walk-over-weigh-system-312>

<https://www.vansunmilking.com/auto-sorting-weighing/>

Le informazioni ricavate dall'utilizzo dei sistemi automatici di pesatura possono:

- ✓ Indicare lo stato di salute degli animali, disturbi che portano a riduzione appetito e calo di ingestione
- ✓ Impostare piani alimentari corretti in funzione del fabbisogno energetico
- ✓ Identificare le femmine gravide e non, monitorandone il peso
- ✓ Identificare se il peso del tuo animale è giusto, per l'accoppiamento o per la vendita.
- ✓ Valutare le differenze genetiche tra i vari animali, per produrre stime del potenziale genetico.

Monitoraggio Peso Corporeo

Sistemi automatici di pesatura WALK-over-Weighing (WOW) al pascolo

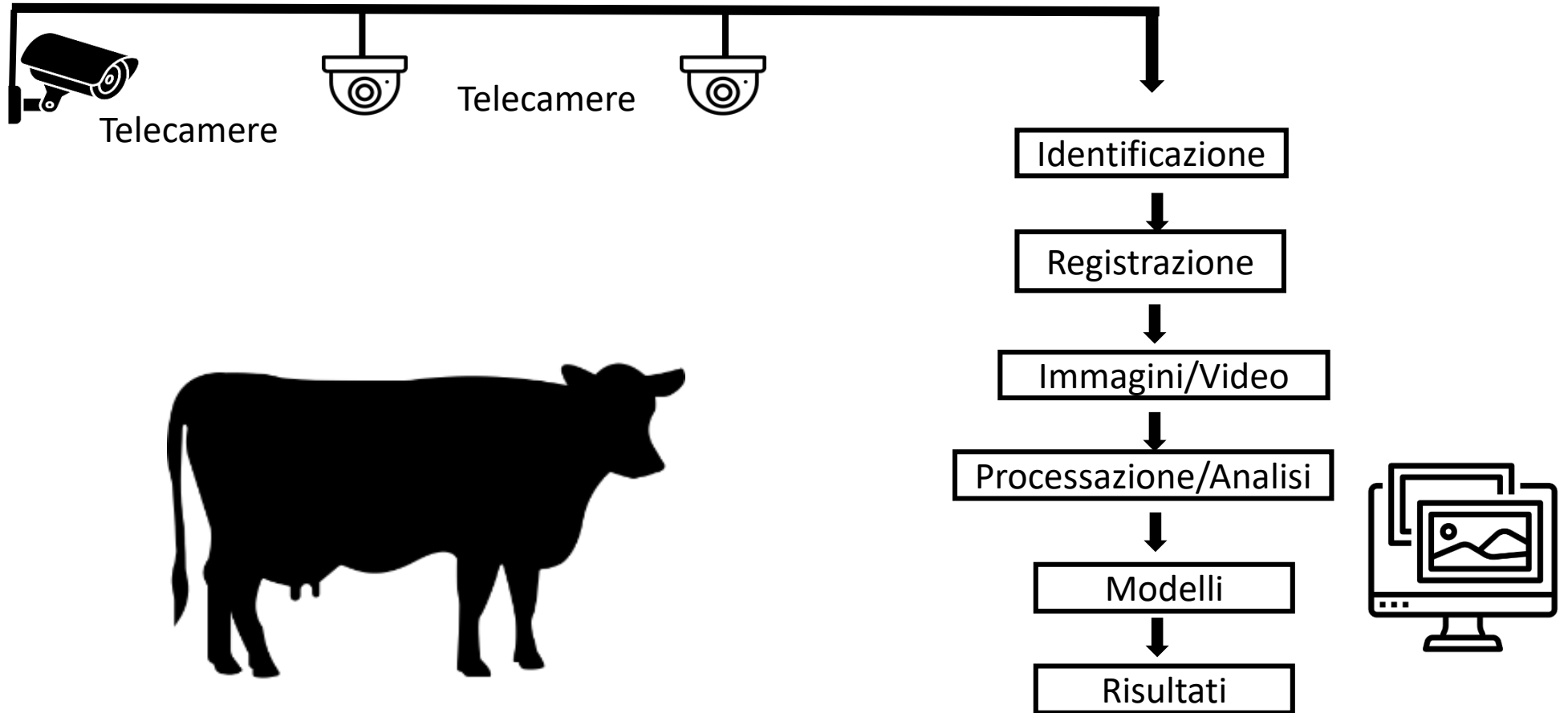


- (1) Gli animali entrano volontariamente nell'unità WoW,
- (2) l'antenna legge il tag di identificazione elettronica (ID) dell'animale, e registra il tag ID in un file
- (3) Il file viene inviato direttamente all'indicatore della bilancia di pesatura per registrare il peso corporeo individuale dell'animale e altre informazioni, es. il giorno e l'ora evento pesatura.
- (4) I dati sono trasferiti al computer per ulteriori elaborazioni e interpretazioni.

Monitoraggio Peso Corporeo

COMPUTER VISION SYSTEMS (CSV)

Sistemi di visione artificiale



Coefficiente di determinazione tra
peso reale e stimato è 0,80-0,97

CONDIZIONE CORPOREA (BCS)

Videocamera per la valutazione dello stato di ingrassamento: utilizzando l'analisi d'immagine computerizzata (CVS).


- Acquisizione di immagini delle protuberanze ossee e depressioni della superficie corporea, che sono correlate alle riserve di grasso sottocutaneo
- Assegnazione un punteggio di condizione corporea da 1 (vacca magra) a 5 (vacca troppo grassa)
- Eliminazione soggettività del valutatore e inesattezze della valutazione manuale
- Consente misurazioni multiple del BCS
- Variazioni condizioni corporee prima che siano visibili.

Body Condition Scoring

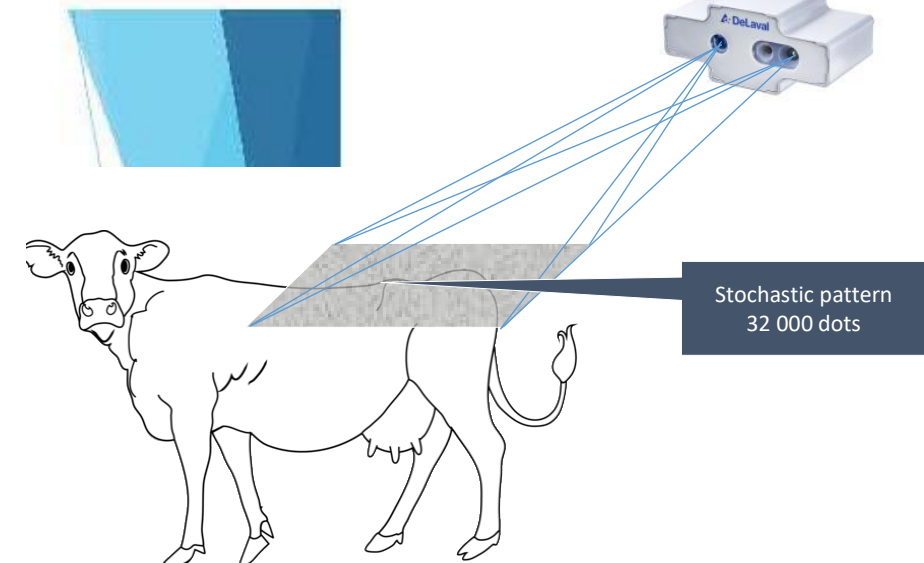
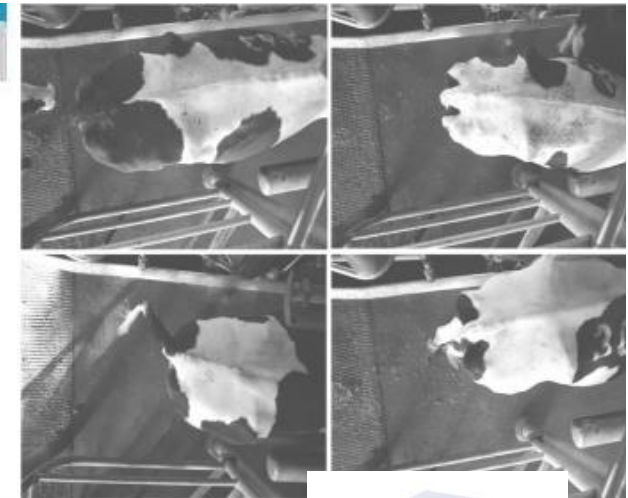
► **Body condition scoring (BCS)** estimates energy reserves (fatness) of cows

► **Important management tool**

- health issues
- Optimal time for 1st insemination
- feed management



Thin ----- Fat



Stochastic pattern
32 000 dots

Analisi di immagine per la diagnosi di Zoppia

La zoppia è un problema di salute comune nei bovini, causato da diverse cause, tra cui infezioni, lesioni e problemi strutturali degli zoccoli. La zoppia può essere lieve o grave, e può avere un impatto significativo sul benessere dell'animale e sulla produzione.

I sistemi di video (CSV) possono essere usati per l'analisi della camminata della bovina e per misurare cambiamenti della linea dorsale e altre caratteristiche che possono indicare la zoppia. Caratteristiche analizzate dal software sono:

- ✓ l'andatura
- ✓ la lunghezza del passo
- ✓ la durata del passo
- ✓ la velocità media
- ✓ l'altezza del passo
- ✓ la postura e la curvatura della colonna
- ✓ i movimenti della spina dorsale e degli arti posteriori



SENSORI ASSOCIATI AI SISTEMI DI MUNGITURA



Robot di mungitura Merlin2

<https://www.tdm.it/project/robot-di-mungitura-merlin/>



Lely Astronaut a5



<https://www.delaval.com/it/le-nostre-soluzioni/mungitura/delaval-vmstm-series/>
DeLaval VMS™ V300



GEA DairyRobot R9500

<https://www.gea.com/it/products/milking-farming-barn/milking-solutions/automatic-milking/dairyrobot-r9500/>

Perché AMS negli allevamenti???

**MIGLIORARE BENESSERE
AUMENTARE PRODUZIONE
RIDURRE LAVORO MANUALE**

https://www.lely.com/it/soluzioni/mungitura/astronaut/?gad_source=1&gad_campaignid=22398760287&gbraid=0AAAAADi5FthIci2DBI_xn6kC_wlvXpbUE&gclid=Cj0KCQjw8jDBhD1ARIsACRV2Tte1w4Oy_g7JLQomD0Zs09CaKALvrpeX7whqz_6GzAdL6jySr8bKV4aAqo2EALw_wcB

PRINCIPALI DIFFERENZE TRA I SISTEMI DI MUNGITURA AUTOMATIZZATA

1. Individuazione posizione capezzoli:
telecamere 3D a tempo di volo (TOF), scanner laser



3. Disinfezione post mungitura:
✓ nella tettarella
✓ spray



2. Fasi di pre-mungitura -mungitura

- ✓ tutte le operazioni nelle **4 tettarelle**;
- ✓ 1 **tettarella dedicata** per preparazione, poi attacco delle 4 tettarelle e mungitura;
- ✓ pulizia con **spazzole**; attacco 4 tettarelle, eliminazione primi getti e poi mungitura.



4. Sensoristica di serie + opzionale?

https://www.lely.com/it/soluzioni/mungitura/astronaut/?gad_source=1&gad_campaignid=22398760287&gbraid=0AAAAADi5FthIci2DBI_xn6kC_wlvXpbUE&gclid=Cj0KCQjw8jDBhD1ARIsACRV2Tte1w4Oy_g7JLQomD0Zs09CaKALvrpeX7whqz_6GzAdL6jySr8bKV4aAqo2EALw_wcB

<https://www.delaval.com/it/le-nostre-soluzioni/mungitura/delaval-vmstm-series/>

<https://www.tdm.it/project/robot-di-mungitura-merlin/>

<https://www.gea.com/it/products/milking-farming-barn/milking-solutions/automatic-milking/dairyrobot-r9500/>

SENSORI ASSOCIATI AI SISTEMI DI MUNGITURA

Sensori per monitorare prestazioni e condizioni degli animali

ANALISI IN-LINE

Analisi automatiche senza campionare
Ogni mungitura
Analisi in tempo reale
Senza reagenti
Elaborazione dati

ANALISI ON-LINE

Raccolta automatica campione di latte
Opzionale
Analisi in mini laboratorio
Uso di reagenti
Elaborazione dati

- **Produzione**
- **Indicatori stato di salute**
- **Indicatori stato nutrizionale**
- **Indicatori stato riproduttivo**
- **indicatori sanità della mammella**

Analisi IN-LINE e ON-LINE del Latte



<https://www.milkline.com/it/lattometri-e-indicatori-di-flusso/30-sensore-di-flusso-ffs30.html>



<https://www.tdm.it/project/afimilk/>

Livello produttivo

Quantità di latte prodotto
(lattometro)

Flussi di emissione latte
(flussimetro)

Qualità latte Stato di salute

Indicazioni contenuto
grasso, proteine e lattosio:
(NIR spettroscopia vicino infrarosso)

Parametri di composizione del latte
Variazioni: stati patologici
< lattosio: indicatore di mastite;
> grasso/proteine: chetosi
< grasso/proteine: acidosi ruminale
o errori di razionamento



https://www.lely.com/it/soluzioni/mungitura/?gad_source=1&gad_campaignid=22398760290&gbraid=

Informazioni su razione e stato riproduttivo

Urea
Beta-idrossibutirrato (BHB)
Progesterone
(Biosensori)



<https://www.delaval.com/it/le-nostre-soluzioni/gestione-aziendale/delaval-delpro/la-precisione-in-delpro/delaval-herd-navigator/>

Analisi ON-LINE del latte per stato riproduttivo e salute delle bovine



<https://www.delaval.com/it/le-nostre-soluzioni/gestione-aziendale/delaval-delpro/la-precisione-in-delpro/delaval-herd-navigator/>

Biosensori

Si analizzano micro-campioni raccolti in mungitura e si determinano automaticamente marcatori che indicano:

1. BHB: Bilancio energetico della razione

Beta-idrossibutirrato (corpo chetonico) per rilievo precoce della chetosi subclinica

2. Urea – Qualità della Razione

Monitoraggio del bilancio tra energia e proteine della razione

3. Progesterone : Stato riproduttivo

Rilievo calori (silenti), prob. gravidanza/non gravidanza, aborto, cisti follicolari o luteiniche, anaestro post-parto prolungato

Analisi ON-LINE del latte per stato riproduttivo



Monitoraggio continuo del progesterone nel latte



Tecnica gold standard per rilevamento dell'estro



Sensibilità rilevamento estro tra il 94 ed il 99%



Individua precisamente la finestra per eseguire l'IS



Informazioni gravidanza, perdita embrione, strutture ovariche anormali

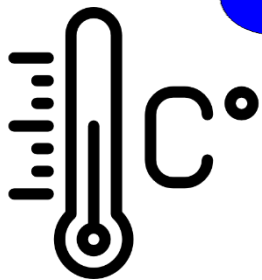
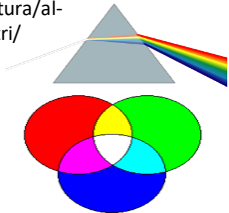


<https://www.delaval.com/it/le-nostre-soluzioni/gestione-aziendale/delaval-delpro/la-precisione-in-delpro/delaval-herd-navigator/>

Analisi IN-LINE e ON-LINE Sanità della mammella



<https://www.delaval.com/it/le-nostre-soluzioni/essenziali-in-mungitura/al-punto-di-mungitura/lattometri/>



Sanità della mammella

Conducibilità elettrica
(Elettrodi)

Colore/presenza di sangue
(sensore ottico)

Temperatura del latte
(sonda)

Lattato deidrogenasi (LDH)
(biosensori)

Cellule somatiche
(ottico, CMT automatizzato)



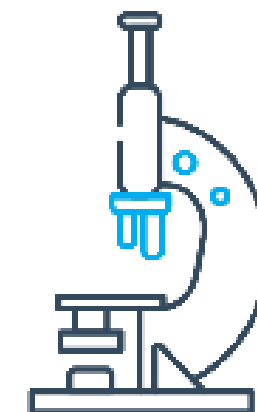
https://www.lely.com/it/soluzioni/mungitura/?gad_source=1&gad_campaignid=22398760290&gbraid=



<https://www.gea.com/it/products/milking-farming-barn/milking-solutions/automatic-milking/dairyrobot-r9500/>



<https://www.delaval.com/en-gb/learn/news/delaval-enhances-milk-quality-with-breakthrough-sensor/>



1. LDH: Sanità mammella

Attività dell'enzima lattato-deidrogenasi- rilievo precoce mastite subclinica e clinica

Analisi ON-LINE delle cellule del latte (CCS) sanità della mammella



<https://www.delaval.com/it/le-nostre-soluzioni/mungitura/delaval-vmstm-series/>

CONTACELLULE AUTOMATICO

- Campione di latte + reagenti (colorante specifico per DNA)
- analisi mediante fotocamera digitale > conta nuclei cellulari colorati
- **INDICAZIONE CCS/ml** (range: 50.000-3.000.000)



<https://www.fullwoodjoz.com/uk/solutions/robotic-milking/merlin/>

Cell count class	Cell count range (1,000 cells)
0	<250
I	250-500
II	500-1,000
III	1,000-2,000
IV	>2,000

International Dairy Topics • Volume 18 Number 6



<https://www.lely.com/solutions/milking/astronaut/#video>

METODO California Mastitis Test (CMT) AUTOMATIZZATO

Campione di latte + reagente > miscela > gel > misurazione viscosità gel > curva di calibrazione =>

INDICAZIONE CCS in classi (valore n. o indicazione-semaforo)

Tecniche di Alimentazione per migliorare stato di salute e benessere animale

Alimentazione di Precisione che utilizza vari dispositivi digitali quali **sensori in apparecchiature portatili o montati su macchine operatrici** per il monitoraggio della qualità degli alimenti e **sistemi automatici di preparazione e distribuzione della razione** per migliorare accuratezza e precisione delle diete somministrate.

1. **Migliorare lo stato di salute e benessere degli animali**
2. **Aumentare l'efficienza alimentare**
3. **Migliorare l'impatto ambientale ridurre sprechi, costi, emissioni**
4. **Migliorare la produzione in termini quantitativi e qualitativi**
5. **Semplificare le operazioni manuali, ridurre il carico di lavoro ed aumentare la flessibilità**

Adeguatezza della razione somministrata

- Sensori per controllo qualità alimenti e razione montati su carri trincia-miscelatori

Tecnologia *Computer Vision* e Strumenti NIR

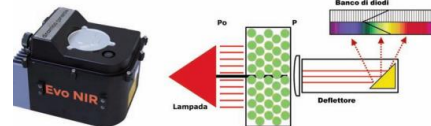


Video-camere/telecamere che attraverso l'analisi d'immagine permettono di misurare l'omogeneità e la lunghezza della fibra della razione in fase di miscelazione.

Sensore costituito da analizzatore NIR, software di gestione alimentazione e indicatore di peso che permette TR di aggiustare il peso degli ingredienti caricati nel carro in funzione della SS dell'alimento.



<https://www.faresin.com/carri-miscelatori/>



Dispositivo NIRS valuta la corretta composizione chimico-fisica e l'omogeneità della razione, permette interruzione della miscelazione quando l'omogeneità è adeguata.

Adeguatezza della razione somministrata

➤ Spettrofotometri NIR (nel vicino infrarosso) portatili

Analisi chimica e fisica degli alimenti e della razione direttamente in azienda



Vantaggi:
Metodo veloce
Economico
Multianalitico
Sostenibile

Limiti:
Curve di calibrazione
Non quantifica i minerali
Accurati campionamenti
Frequenti tarature



<https://www.optoprim.it/prodotti/spettrometri-e-camere-iperspettrali/spettrometri-uv-vis-nir-ftir-raman/neospectra-scanner-scanner-ft-nir-mems-portatile/>

<https://www.scionir.com/sensors-network/scio-cup/>

Distribuzione automatica degli alimenti concentrati

Autoalimentatori per mangimi concentrati



<https://www.agriexpo.online/it/prod/dairymaster/product-171455-60779.html>

Riconoscimento degli animali

Erogazioni concentrato adeguate alla produzione

Distribuzione numero pasti/g

Registro consumo di concentrato

Allarmi bassi consumi

Attrazione per accesso robot



<https://www.tdm.it/project/robot-di-mungitura-merlin/>

Distribuzione automatica degli alimenti concentrati

Autoalimentatori per mangimi concentrati vitelli



<https://www.gea.com/it/products/milking-farming-barn/dairyfeed-feeding-systems/concentrate-feeder/for-calves-dairyfeed-f4220/>

Riconoscimento degli animali

Registro consumo di concentrato/residui

Razioni di concentrato adeguate all'età/curva di crescita

Svezzamento specifico per l'animale

SISTEMI AUTOMATICI DI PREPARAZIONE E DISTRIBUZIONE DEL LATTE VITELLI

Allattamento automatico vitelli in stabulazione gruppo **Lupe elettroniche**



Funzionamento Lely Calm

https://www.youtube.com/watch?v=1_Np2XH2OV8

Riconoscimento degli animali

Latte ricostituito, omogeneamente miscelato e T controllata

Precisione quantità, n pasti/g ed intervalli distribuzione

Quantità latte adeguate all'età/peso/curva di crescita

Allattamento automatico vitelli in stabulazione individuale **Calf Rail**



Registro quantità latte assunto, n. accessi, velocità di suzione

Deviazioni da normale routine di ingestione

Svezzamento graduale per l'animale

<https://agrisystemsrl.com/vitellaia/allattatrice-per-vitelli/calf-rail-alimentazione-automatica-vitelli/?srsltid=AfmBOorTLGr6I5k6WSYHI7VoVxQTzH9ub-1p8r9cXw10WbY6sbp>

SISTEMI AUTOMATICI DI PREPARAZIONE E DISTRIBUZIONE RAZIONE UNICA

Sistema di alimentazione automatizzato: memorizza la ricetta giornaliera dell'alimentazione, pesa e carica alimenti, miscela e distribuisce. Necessità di un nuovo pasto, procede con una distribuzione di alimento fresco, registra tutte le operazioni, quantità e orari di distribuzione.



Vantaggi

1. Riduzione variabilità nella preparazione della razione
2. Ottimizzazione della formulazione delle diete
3. Aumento del numero delle somministrazioni nelle 24h
4. Riduzione degli sprechi
5. Riduzione manodopera
6. Migliore salute animali

SISTEMI AUTOMATICI DI PREPARAZIONE E DISTRIBUZIONE RAZIONE UNICA

Robot automatici semoventi

Gestiscono in totale autonomia la preparazione e distribuzione della razione in stalla.

- Spostandosi per l'allevamento
- Sostituiscono l'intervento dell'uomo
- Soddisfacimento appetito 24h
- > freschezza miscelata

Distribuzione frequente dell'alimento:

- > Salute del ruminante
- < selezione
- < competizione alla rastrelliera
- > produzione di latte



https://www.lely.com/it/soluzioni/alimentazione/vector/?gad_source=1&gad_campaignid=22398760287&gbraid=0AAAAADi5FthIci2DBI_xn6kC_wlvXpbUE&gclid=Cj0KCQjwj8jDBhD1ARIsACRV2Tv9vR4FWJn



<https://www.gea.com/en/products/milking-farming-barn/dairyfeed-feeding-systems/feeding-robot-dairyfeed-f4500/>



Shuttle ECO Wasserbauer

<https://wasserbauer.at/it/prodotti/shuttle-eco>

SISTEMI AUTOMATICI DI AVVICINAMENTO DELLA RAZIONE

Sistemi robotizzati “**SPINGIFORAGGIO**” che eseguono solamente le operazioni di avvicinamento automatico degli alimenti alla mangiatoia, aspetto importante per la gestione della mangiatoia dopo la distribuzione degli alimenti.



https://www.lely.com/it/soluzioni/alimentazione/juno/?gad_source=1&gad_campaignid=22398760287&gbraid=0AAAAADi5FthIci2DBI_xn6kC_wlvXpbUE&gclid=Cj0KCQjwj8jDBhD1ARIsACRV2TvqyAW5nWD94esvpAEEFM3QfXr2xcRAV5FNECs2xMT9EIXaviTQQLcaAtWvEALw_wcB

- Riavvicinamento e rimescolamento costante (10/12)
- Stimolo assunzione degli alimenti
- Riduzione selezione degli animali
- Riduzione residuo in mangiatoia
- Maggiore produzione



<https://www.delaval.com/it/le-nostre-soluzioni/alimentazione/delaval-optiduo/>

Prospettive future:

- ✓ Sviluppo/implementazione di nuovi sensori per identificare altri caratteri legati al benessere animale e migliorare l'efficienza alimentare, contribuendo così a una riduzione delle emissioni climalteranti
- ✓ Sviluppo/implementazione di sensori e altri sistemi informativi anche per altre categorie di animali ed altre specie
- ✓ Ridurre costi, aumentare assistenza tecnica e fare formazione per fare crescere sempre più l'adozione di sensori, robot e tecniche di intelligenza artificiale in allevamento
- ✓ Maggiore interoperabilità dei dati tra sistemi diversi all'interno della azienda o tra aziende per consentire l'integrazione dei dati e l'aumento delle informazioni utili per un più efficace supporto decisionale agli allevatori



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
TUSCIA

DIPARTIMENTO
DI SCIENZE AGRARIE
E FORESTALI



LA DIGITALIZZAZIONE NELLE PRODUZIONI ANIMALI PER LA SOSTENIBILITÀ E IL
BENESSERE ANIMALE

GRAZIE PER L'ATTENZIONE



Prof.ssa Loredana BASIRICO'
basiri@unitus.it

Viterbo, 2 Luglio 2025

