Finanziato dall'Unione europea

PSR LOMBARDIA L'INNOVAZIONE METTE RADICI

Regione Lombardia

Sviluppo Rurale

Lombardia

2023 - 2027



psr.regione.lombardia.it

Finanziato dall'Unione europea

PSR LOMBARDIA L'INNOVAZIONE METTE RADICI

Regione Lombardia

A.R.A. LOMBARDIA

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE E POLITICHE AMBIENTALI

DIVA
Tecnologia per il Benessere Animale

Enteropatie e tecnologia: come è intervenuto il Progetto DIVA?

Dott.ssa Federica Borgonovo

Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali
Università degli Studi di Milano

Email: federica.borgonovo@unimi.it

FAZI
98ª FIERA AGRICOLA ZOOTECNICA ITALIANA

23 ottobre 2026

Finanziato dall'Unione europea
PSR LOMBARDIA L'INNOVAZIONE METTE RADICI
Regione Lombardia
A.R.A. LOMBARDIA
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE E POLITICHE AMBIENTALI

COSA È STATO INSTALLATO



Nasi elettronici

Rilevamento delle enteriti nel pollo da carne



Microfoni intelligenti

Monitoraggio delle patologie respiratorie in allevamento suino



Sistemi gestionali

Controllo quotidiano della mandria di bovine da latte

DIVA
Tecnologia per il Benessere Animale

Migliorare le condizioni di allevamento, il benessere animale e la qualità dei prodotti di origine animale attraverso una gestione digitalizzata e innovativa dell'ambiente di allevamento

Finanziato dall'Unione europea
PSR LOMBARDIA L'INNOVAZIONE METTE RADICI
Regione Lombardia
A.R.A. LOMBARDIA
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE E POLITICHE AMBIENTALI

ALLEVAMENTO INTENSIVO - POLLI DA CARNE

Numeri elevati, diffusione rapida delle infezioni

60.000
capi per ciclo

40
giorni per raggiungere i 2,7kg

5-6
cicli produttivi all'anno

Fino a 360.000 polli allevati ogni anno

L'elevata densità di animali può favorire la rapida diffusione di patogeni.

(!) Conseguenze sanitarie e produttive
Mortalità, crescita rallentata, peggioramento dell'efficienza alimentare e maggiori costi veterinari.



La prevenzione ed il controllo delle malattie enteriche sono fondamentali per la produttività dell'allevamento

DIVA
Tecnologia per il Benessere Animale

Migliorare le condizioni di allevamento, il benessere animale e la qualità dei prodotti di origine animale attraverso una gestione digitalizzata e innovativa dell'ambiente di allevamento

Finanziato dall'Unione europea
PSR LOMBARDIA L'INNOVAZIONE METTE RADICI
Regione Lombardia
A.R.A. LOMBARDIA
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE E POLITICHE AMBIENTALI

CONSEGUENZE DELLA PRODUZIONE AVICOLA MODERNA

1 **PRODUZIONE MODERNA**

- Selezione genetica
- Nutrizione ottimizzata
- Intensificazione della produzione

2 Miglioramento della crescita e dell'efficienza alimentare

3 Possibile maggiore vulnerabilità dell'equilibrio intestinale

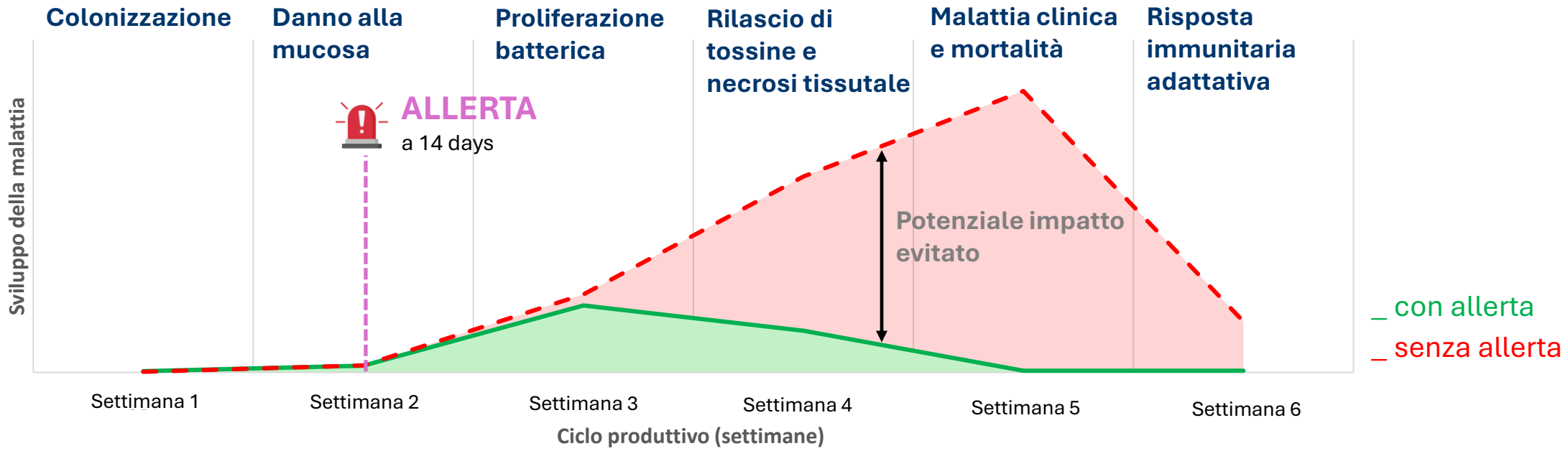
DIVA
Tecnologia per il Benessere Animale

Migliorare le condizioni di allevamento, il benessere animale e la qualità dei prodotti di origine animale attraverso una gestione digitalizzata e innovativa dell'ambiente di allevamento

Finanziato dall'Unione europea
PSR LOMBARDIA L'INNOVAZIONE METTE RADICI
Regione Lombardia
A.R.A. LOMBARDIA
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE E POLITICHE AMBIENTALI

L'IMPORTANZA DELLA DIAGNOSI PRECOCE

Le patologie enteriche possono essere subcliniche e causare danni prima della comparsa di segni clinici evidenti.



Senza un'allerta
Danno intestinale, calo delle prestazioni e maggiori costi.

Con allerta
Intervento tempestivo e mirato con potenziale contenimento delle perdite produttive ed economiche

DIVA
Tecnologia per il Benessere Animale

Migliorare le condizioni di allevamento, il benessere animale e la qualità dei prodotti di origine animale attraverso una gestione digitalizzata e innovativa dell'ambiente di allevamento

Finanziato dall'Unione europea

PSR LOMBARDIA L'INNOVAZIONE METTE RADICI

Regione Lombardia

A.R.A. LOMBARDIA

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE E POLITICHE AMBIENTALI

DALLA SFIDA ALLA SOLUZIONE: UN DISPOSITIVO PER IL MONITORAGGIO CONTINUO DELLE MALATTIE ENTERICHE



- Di cosa si tratta? Nuovo approccio alla zootecnia di precisione (PLF)
- A cosa serve? Rilevazione precoce della disbiosi enterica
- Cosa permette? Intervento tempestivo per prevenire la progressione della malattia senza l'utilizzo di antibiotico ma con l'uso mirato di prodotti e additivi naturali

IMPATTO ATTESO

Sostenere la salute intestinale

Preservare il benessere animale

Limitare le perdite produttive ed economiche

DIVA
Tecnologia per il Benessere Animale

Migliorare le condizioni di allevamento, il benessere animale e la qualità dei prodotti di origine animale attraverso una gestione digitalizzata e innovativa dell'ambiente di allevamento

Finanziato dall'Unione europea

PSR LOMBARDIA L'INNOVAZIONE METTE RADICI

Regione Lombardia

A.R.A. LOMBARDIA

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE E POLITICHE AMBIENTALI

DISPOSITIVI PER IL RILEVAMENTO PRECOCE DELLE PATOLOGIE ENTERICHE

Dove?

In 3 allevamenti di polli da carne, per l'intero ciclo produttivo, dall'accasamento fino al carico









DIVA
Tecnologia per il Benessere Animale

Migliorare le condizioni di allevamento, il benessere animale e la qualità dei prodotti di origine animale attraverso una gestione digitalizzata e innovativa dell'ambiente di allevamento

Finanziato dall'Unione europea

PSR LOMBARDIA L'INNOVAZIONE METTE RADICI

Regione Lombardia

A.R.A. LOMBARDIA

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE E POLITICHE AMBIENTALI

Da cosa è composto?

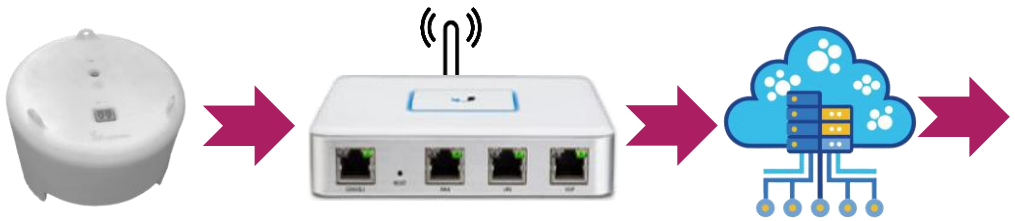
Dispositivo

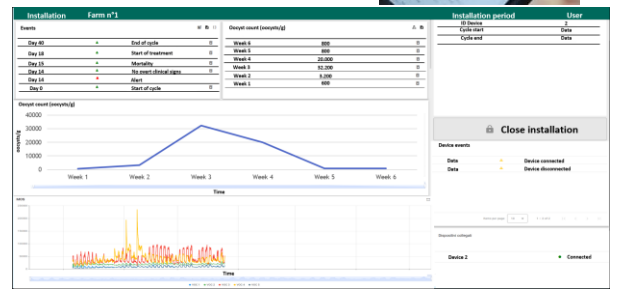


- **Sensori**
- **Raccolta e trasmissione dei dati**
- **Alimentazione esterna**
- **Custodia protettiva**

Sistema completo

Dispositivo **Gateway** **Server / Cloud** **Dashboard**





Acquisizione

Trasferimento

Ricezione dei dati ed elaborazione algoritmica

- Piattaforma software per la visualizzazione dei dati da remoto
- Monitoraggio e avvisi in tempo reale

Una tecnologia integrata che trasforma i dati dei sensori in informazioni operative

DIVA
Tecnologia per il Benessere Animale

Migliorare le condizioni di allevamento, il benessere animale e la qualità dei prodotti di origine animale attraverso una gestione digitalizzata e innovativa dell'ambiente di allevamento

Finanziato dall'Unione europea
PSR LOMBARDIA L'INNOVAZIONE METTE RADICI
Regione Lombardia
A.R.A. LOMBARDIA
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE E POLITICHE AMBIENTALI

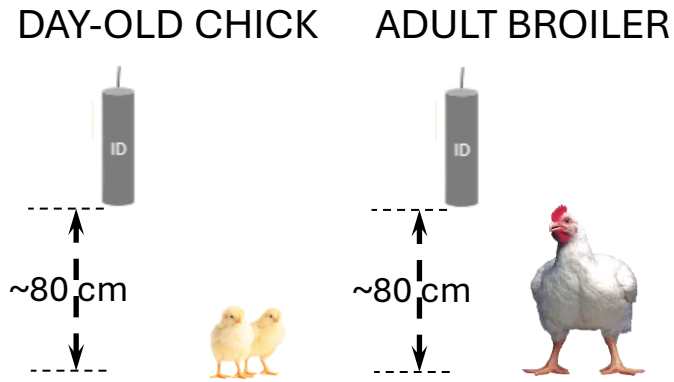
Come viene installato?





GATEWAY
Zona filtro del capannone

ALTEZZA DI INSTALLAZIONE DEL DISPOSITIVO



L'altezza di installazione rimane la stessa per tutto il ciclo produttivo

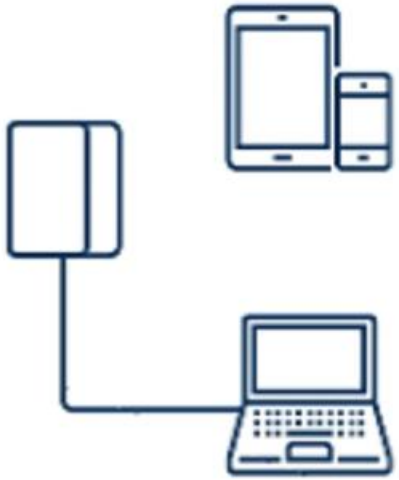
DIVA
Tecnologia per il Benessere Animale

Migliorare le condizioni di allevamento, il benessere animale e la qualità dei prodotti di origine animale attraverso una gestione digitalizzata e innovativa dell'ambiente di allevamento

Finanziato dall'Unione europea
PSR LOMBARDIA L'INNOVAZIONE METTE RADICI
Regione Lombardia
A.R.A. LOMBARDIA
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE E POLITICHE AMBIENTALI

Come funziona?





1. **Monitoraggio continuo (24/7)** dei composti organici volatili (COV) mediante sensori a ossido metallico, che rilevano i gas attraverso variazioni della conducibilità elettrica indotte dal loro adsorbimento sulla superficie del sensore.
2. **Identificazione precoce** di alterazioni del profilo dei COV potenzialmente associate a patologie enteriche.
2. **Elaborazione in cloud** dei segnali e invio automatico di un'allerta all'allevatore in caso di anomalie.

DIVA
Tecnologia per il Benessere Animale

Migliorare le condizioni di allevamento, il benessere animale e la qualità dei prodotti di origine animale attraverso una gestione digitalizzata e innovativa dell'ambiente di allevamento

Finanziato dall'Unione europea
PSR LOMBARDIA L'INNOVAZIONE METTE RADICI
Regione Lombardia
A.R.A. LOMBARDIA
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE E POLITICHE AMBIENTALI

SVILUPPO DEL MODELLO PREDITTIVO ED ELABORAZIONE DEI DATI

1 Punti chiave

- Classificazione binaria (<1.000 vs ≥1.000 OPG)(GOLD STANDARD)
- 22.286 osservazioni totali
- Divisione 80%/20% tra set di addestramento e set di test
- 98% varianza spiegata con l'analisi delle componenti principali (PCA)

2 Dai dati grezzi sui composti organici volatili (VOC) all'identificazione precoce delle malattie attraverso un flusso di lavoro automatizzato

Sensori → Pre-elaborazione dei dati → Estrazione dei parametri descrittivi (36 per finestra di analisi) → Analisi delle componenti Principali (PCA, 98% varianza spiegata) → Classificatore KNN (k-nearest neighbors) → Allerta precoce (Interfaccia di monitoraggio/ Email /SMS)

DIVA
Tecnologia per il Benessere Animale

Migliorare le condizioni di allevamento, il benessere animale e la qualità dei prodotti di origine animale attraverso una gestione digitalizzata e innovativa dell'ambiente di allevamento

Finanziato dall'Unione europea
PSR LOMBARDIA L'INNOVAZIONE METTE RADICI
Regione Lombardia
A.R.A. LOMBARDIA
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE E POLITICHE AMBIENTALI

CAPACITÀ PREDITTIVA DEL MODELLO

Matrice di confusione sul set di test

Classe predetta dal modello

	Probabile presenza	Probabile assenza
Presenza di malattia Classe reale	**28,9%** Veri positivi	**12,3%** Falsi negativi
Assenza di malattia Classe reale	**5,0%** Falsi positivi	**53,8%** Veri negativi

Classificazione corretta
Classificazione errata

Accuratezza complessiva del modello

82,7%

Somma delle classificazioni corrette: 28,9% + 53,8%

Falsi positivi (FPR)

8,5%

Falsi negativi (FNR)

29,9%

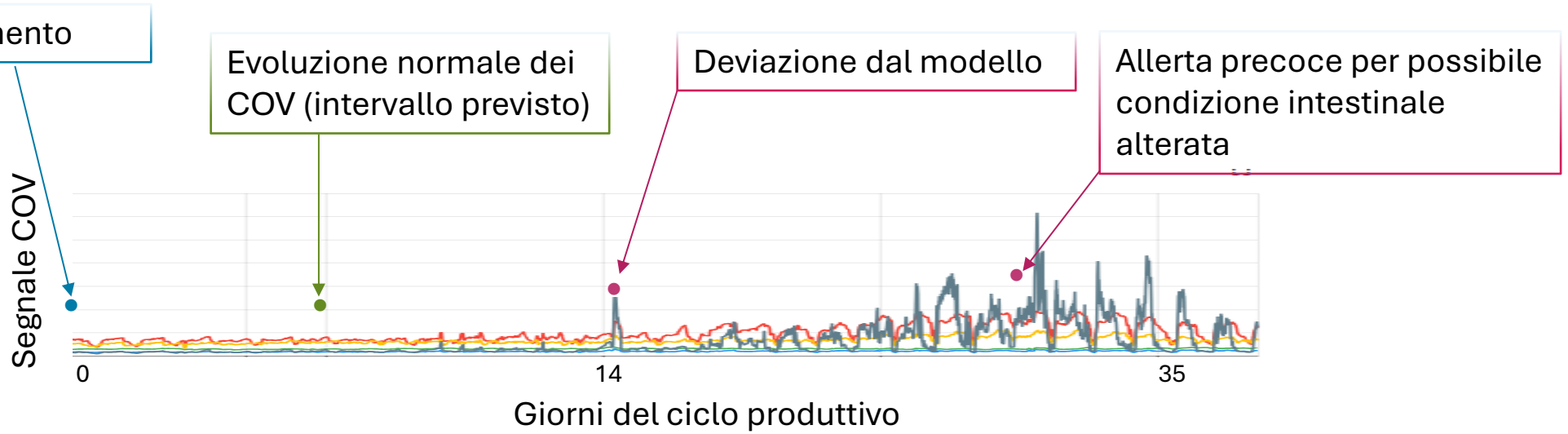
Falsi allarmi contenuti (~8,5%), a fronte di possibili ritardi nel rilevamento dovuti alla richiesta di previsioni critiche persistenti.

DIVA
Tecnologia per il Benessere Animale

Migliorare le condizioni di allevamento, il benessere animale e la qualità dei prodotti di origine animale attraverso una gestione digitalizzata e innovativa dell'ambiente di allevamento

Finanziato dall'Unione europea
PSR LOMBARDIA L'INNOVAZIONE METTE RADICI
Regione Lombardia
A.R.A. LOMBARDIA
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE E POLITICHE AMBIENTALI

SEGNALE DI UNA POSSIBILE MALATTIA O RUMORE AMBIENTALE?



- Definizione del valore di riferimento: ogni gruppo parte con il proprio valore di riferimento per i COV
- Evoluzione normale dei COV: età, lettiera e ambiente → andamento previsto
- Rilevamento di una deviazione: l'apprendimento automatico identifica variazioni che superano la variabilità prevista
- Allerta precoce: possibile condizione enterica anomala

Rilevamento delle anomalie nei COV rispetto ai valori di riferimento e all'andamento previsto, senza soglie fisse

DIVA
Tecnologia per il Benessere Animale

Migliorare le condizioni di allevamento, il benessere animale e la qualità dei prodotti di origine animale attraverso una gestione digitalizzata e innovativa dell'ambiente di allevamento

Finanziato dall'Unione europea

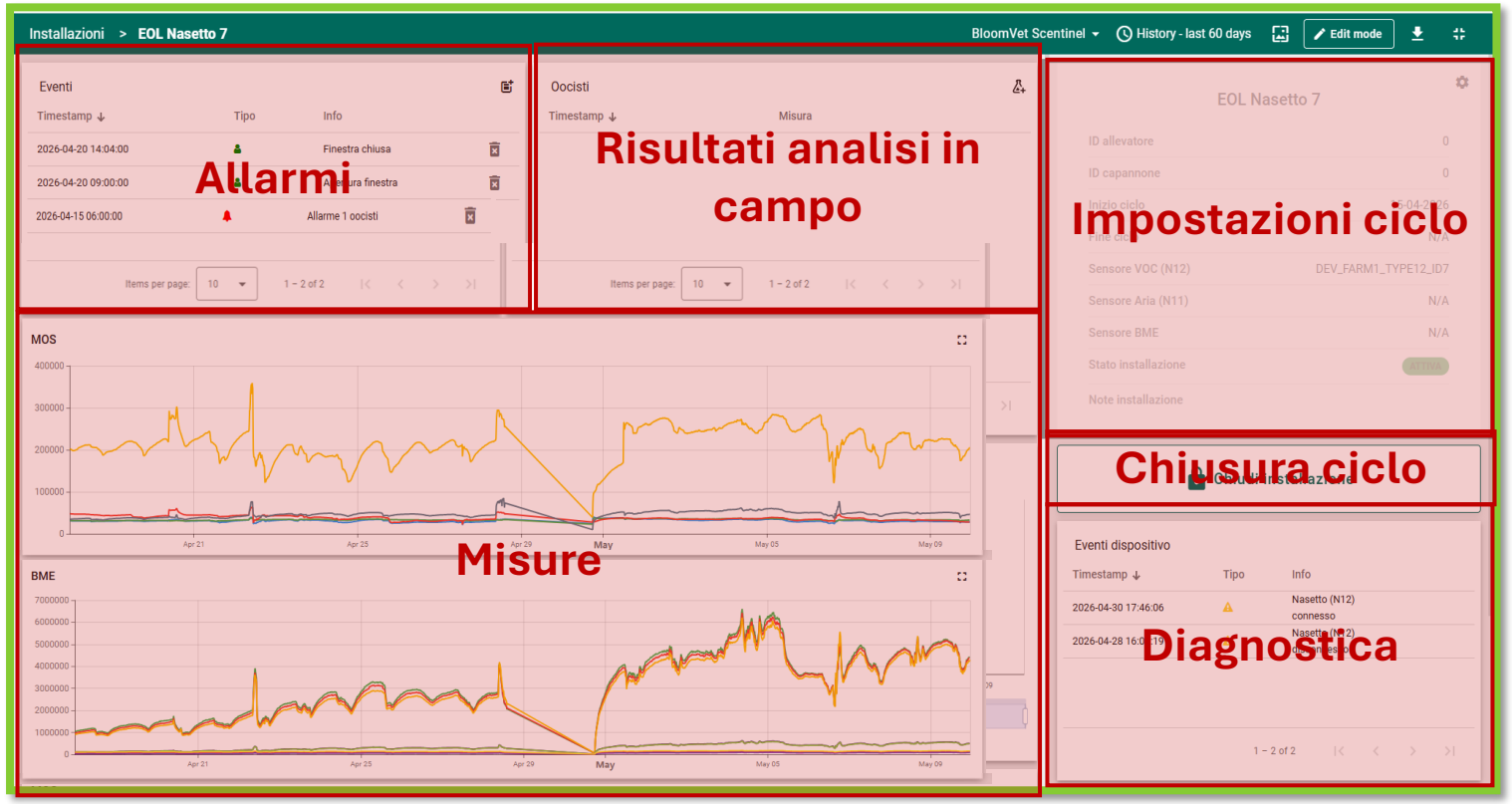
PSR LOMBARDIA L'INNOVAZIONE METTE RADICI

Regione Lombardia

A.R.A. LOMBARDIA

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE E POLITICHE AMBIENTALI

Cosa mostra la dashboard o interfaccia di monitoraggio?

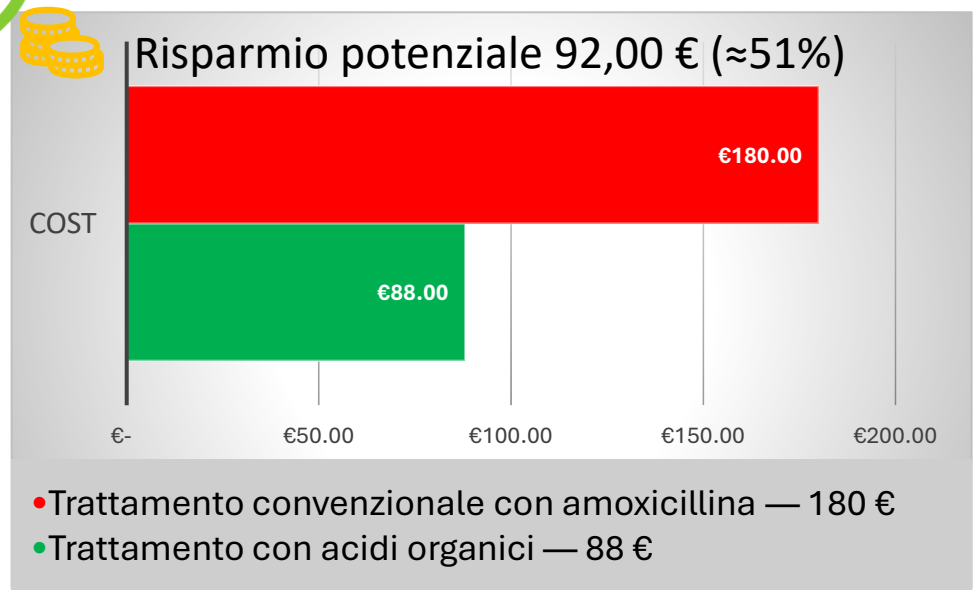


DIVA
Tecnologia per il Benessere Animale

Migliorare le condizioni di allevamento, il benessere animale e la qualità dei prodotti di origine animale attraverso una gestione digitalizzata e innovativa dell'ambiente di allevamento

Finanziato dall'Unione europea
PSR LOMBARDIA L'INNOVAZIONE METTE RADICI
Regione Lombardia
A.R.A. LOMBARDIA
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE E POLITICHE AMBIENTALI

POTENZIALI BENEFICI ECONOMICI E AMBIENTALI



Riduzione dei costi
Minori costi di trattamento e contenimento delle perdite produttive.

Contrasto all'antimicrobico-resistenza (AMR)
Minore ricorso agli antibiotici nella produzione avicola.

Minore impatto ambientale
Riduzione della diffusione di residui antimicrobici, batteri resistenti e geni di resistenza attraverso il letame avicolo.

La diagnosi precoce basata sui COV potrebbe favorire interventi tempestivi senza antibiotici, riducendo i costi e promuovendo la sostenibilità della produzione avicola. Sono necessarie ulteriori validazioni sul campo

CONCLUDENDO SULLA SPECIFICA TECNOLOGIA

Condizioni per l'utilizzo

- Necessità di una connessione dati
- Adeguamento dell'impianto elettrico
- Personale formato
- Addetti pronti all'intervento in caso di allarme
- Costi di installazione e di gestione



DIVA
Tecnologia per il Benessere Animale

Migliorare le condizioni di allevamento, il benessere animale e la qualità dei prodotti di origine animale attraverso una gestione digitalizzata e innovativa dell'ambiente di allevamento

CONCLUDENDO SULLA SPECIFICA TECNOLOGIA

1) Monitoraggio continuo e potenziale predittivo: il monitoraggio dei COV 24/7 permette di rilevare precocemente alterazioni potenzialmente associate a patologie enteriche, anche prima della comparsa dei sintomi.

2) Intervento tempestivo e supporto decisionale: l'identificazione precoce delle anomalie può supportare le decisioni tecniche dell'allevatore, contribuendo a limitare la progressione della malattia.

3) Riduzione dell'impiego di antibiotici: interventi precoci e mirati potrebbero ridurre il ricorso agli antimicrobici e limitare le perdite produttive ed economiche.

4) Salute, benessere e sostenibilità: un approccio innovativo che può contribuire a migliorare la salute e il benessere animale, preservare le performance produttive e favorire una produzione avicola più sostenibile.

Finanziato dall'Unione europea

PSR LOMBARDIA L'INNOVAZIONE METTE RADICI

Regione Lombardia

A.R.A. LOMBARDIA

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE E POLITICHE AMBIENTALI

Sviluppo Rurale
Lombardia
2023 - 2027



DIVA
Tecnologia per il Benessere Animale

psr.regione.lombardia.it