



**PSR**  
2014 2020  
**LOMBARDIA**  
L'INNOVAZIONE  
METTE RADICI



**Regione  
Lombardia**

Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale: l'Europa investe nelle zone rurali

## **MISURA 16 – “COOPERAZIONE” - SOTTOMISURA 16.1**

**“Sostegno per la costituzione e la gestione dei Gruppi Operativi del PEI in materia di produttività e sostenibilità dell'agricoltura”**

### **OPERAZIONE 16.1.01 – “Gruppi Operativi PEI”**

**Focus area - 2A**



Sistema di **G**estione integrata dell'**A**mbiente nelle stalle da **L**atte per migliorare il benessere e la produttività delle bovine – **GALA**

# Fabbisogno e obiettivi

- Per mantenere competitivi gli allevamenti da latte è importante migliorare la gestione anche della zona di stabulazione
- Sono disponibili sul mercato diversi sensori per monitorare lo stato delle bovine, ma con poca integrazione e limitato «sfruttamento» delle informazioni
- Obiettivo: sviluppare un sistema integrato di monitoraggio e controllo della zona di stabulazione integrando le diverse informazioni (microclimatiche, non climatiche, comportamentali, produttive, alimentari, gestionali).



# Utilizzo dei dati

- Migliorare la gestione dei singoli animali, individuando precocemente situazione anomale
- Migliorare le gestione della mandria, evidenziando le esigenze del gruppo di animali
- Valutare gli interventi su attrezzature e strutture che possono essere effettuati e la loro efficacia
- Valutare l'andamento delle emissioni di gas (ammoniaca, metano) dalla stabulazione



# Il Gruppo Operativo



SOCIETA' AGRICOLA  
EREDI MERIGO  
Capralba (CR)



CEKFARM S.S. AGRICOLA  
Camisano (CR)



SOCIETA' AGRICOLA  
BERTICELLI LUIGI S.S.  
Vailate (CR)



Durata del Progetto: 36 mesi dal 1 settembre 2019  
Valore totale del Progetto: 632,825.34 euro (contributo: 521,946.13)

# Sub contractors

- Appalto per la realizzazione dei prototipi (Procedura negoziata)

Gara vinta da:

The logo for ibtsystems features a green checkmark above the letters 'ibtsystems', where 'ibt' is in grey and 'systems' is in green.

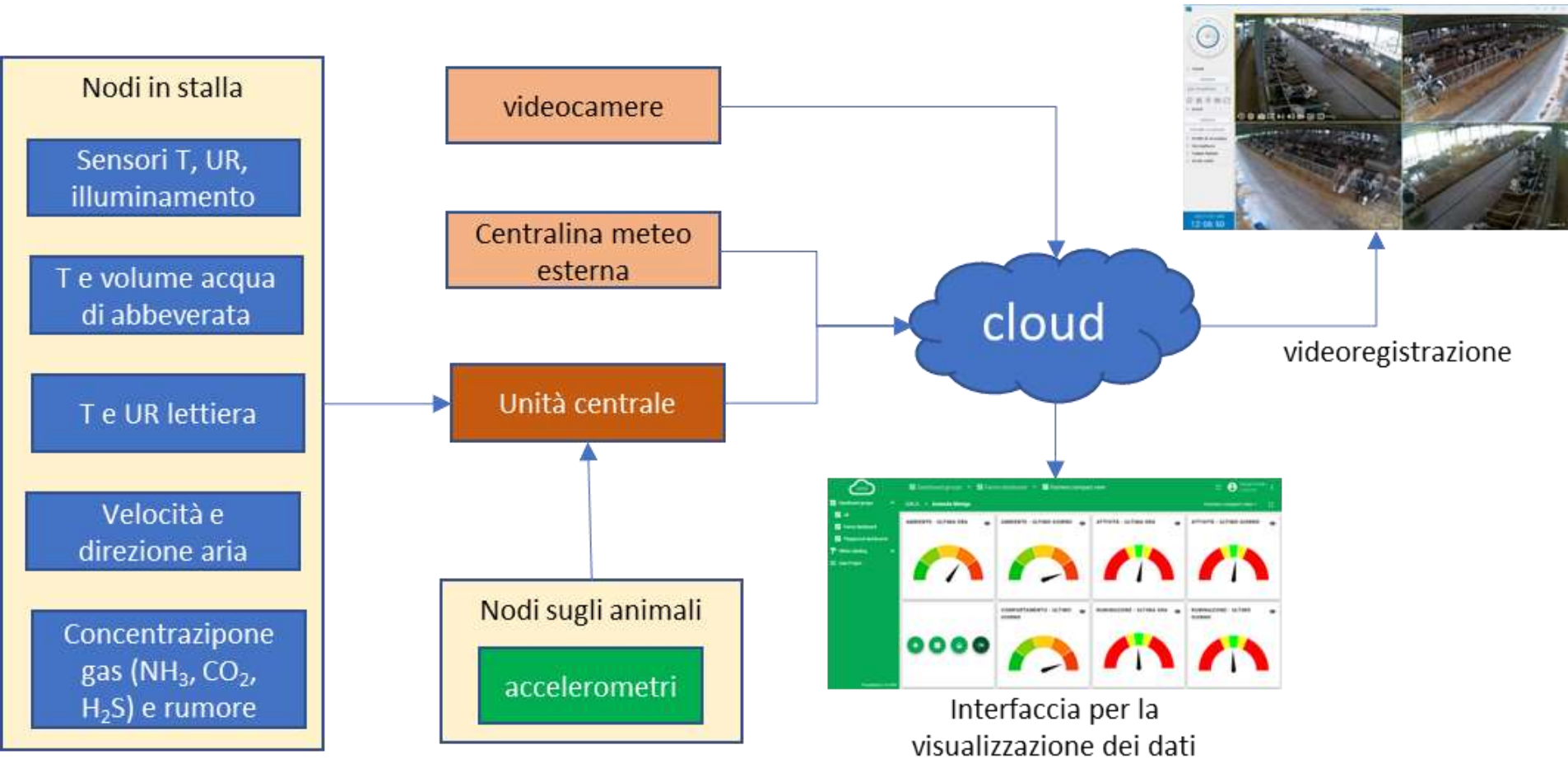
- Contratto di collaborazione con

The logo for Agriter consists of the word 'Agriter' in a stylized font, with 'Agr' in green and 'iter' in brown, underlined with a blue brushstroke.

dottori agronomi associati



# Schema del sistema integrato



# Attuale installazione

3 stalle equipaggiate ognuna con

- 60 accelerometri per stalla
- 8 sensori T+UR+illuminamento per stalla
- 3 sensori velocità e direzione aria
- 2 sensori gas
- Sensori T e UR lettiera
- Sensori volumi e T acqua abbeverata
- videoregistrazione



# Architettura del sistema

Si compone di 4 elementi principali:

- Sensore
  - Elemento di trasduzione delle grandezze fisiche
  - Può essere standard (COTS) oppure realizzato ad-hoc
  - È connesso fisicamente ad un nodo
- Nodo
  - Esegue le specifiche misure ed eventuali elaborazioni locali
  - È fisicamente connesso ad uno o più sensori
  - Comunica in maniera wireless (wired) con il Gateway
- Gateway
  - Raccoglie i dati provenienti dai nodi in campo
  - Fornisce connettività verso l'infrastruttura cloud
- Back-end
  - Raccoglie, memorizza ed elabora i dati provenienti dai gateway
  - Fornisce accesso ai dati mediante una dashboards





# Architettura – Sistema

Backend



3G / 4G / LTE

Gateway



Outdoor Gateway



Indoor Gateway

Nodo

Wired

Nodo con sensori esterni



Nodo con sensori integrati



Wireless

Ethernet

Sensore

Sensori Esterni (COTS)



Wired



Sensori Esterni (COTS)



PoE Camera (COTS)



# Architettura – Connettività

## ▪ Locale

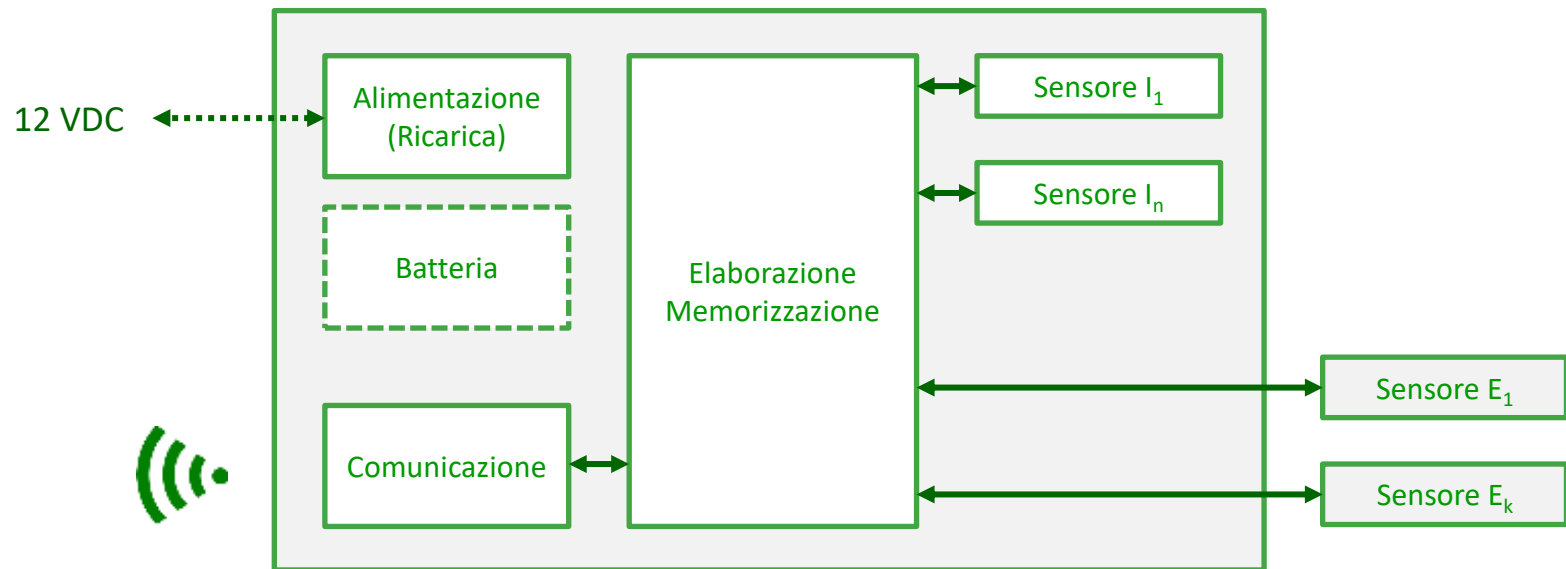
- Ethernet
  - Utilizzato per la raccolta dei flussi video dalle telecamere
- WiFi
  - Utilizzato per l'accesso locale alla centralina di raccolta video
- Wireless 868 MHz
  - Utilizzato nella normale attività operativa
  - Protocollo proprietario a basso consumo di energia e banda limitata
- Bluetooth Low Energy
  - Utilizzato per la configurazione e la diagnostica dei nodi sensore
  - Utilizzato per la raccolta dati nella fase sperimentale e di ricerca

## ▪ Remota

- Rete cellulare 4G / LTE
  - Utilizzata per la connessione al cloud
  - Ogni gateway richiede una SIM dati

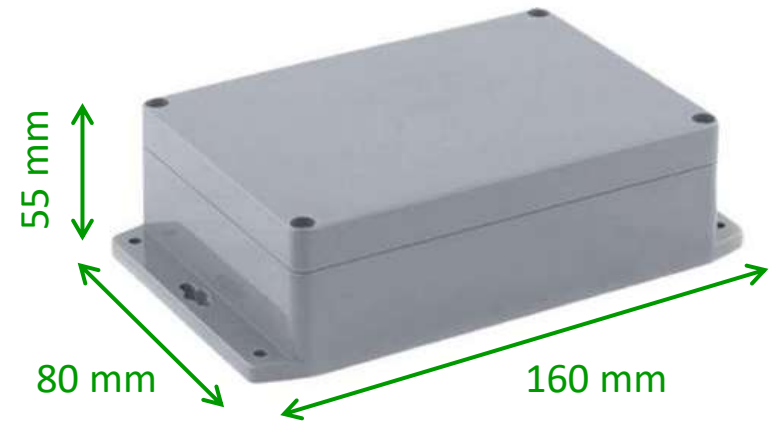
# Architettura – Nodi

- **Ogni nodo si compone di 3 elementi essenziali**
  - Unità di alimentazione con/senza batteria
  - Unità di elaborazione e memorizzazione
  - Unità di comunicazione
  
- **Ad ogni nodo possono essere connessi**
  - Sensori «interni»
  - Sensori «esterni»



# Nodo GALA-NX

- **Nodo sensore ambientale multifunzione**
- **Alimentazione**
  - +12V
  - Batteria
- **Sensori supportati**
  - Temperatura ambiente
  - Umidità relativa ambiente
  - Luminosità
  - Portata idrica
  - Temperatura dell'acqua
  - Temperatura della lettiera
  - Contenuto idrico della lettiera
  - Velocità dell'aria
  - Direzione dell'aria



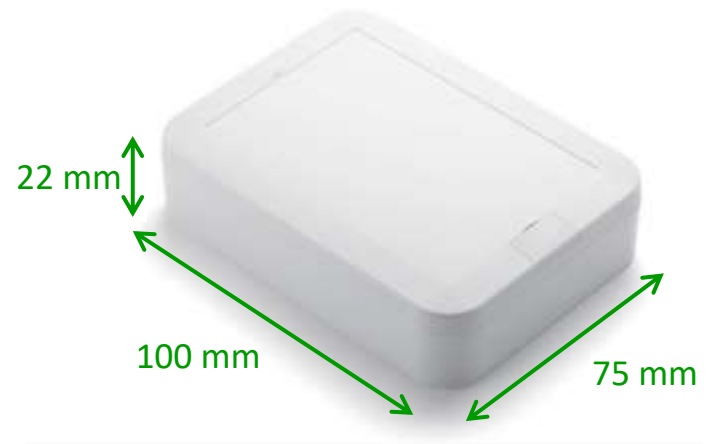
# Nodo GALA-N5

- Monitoraggio della qualità dell'aria
- Alimentazione
  - +12 VDC
- Sensori
  - Temperatura ambiente
  - Umidità relativa ambiente
  - Ammoniaca ( $\text{NH}_3$ )
  - Acido solfidrico ( $\text{H}_2\text{S}$ )
  - Anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ )
  - Metano ( $\text{CH}_4$ )
  - Pressione sonora ambiente



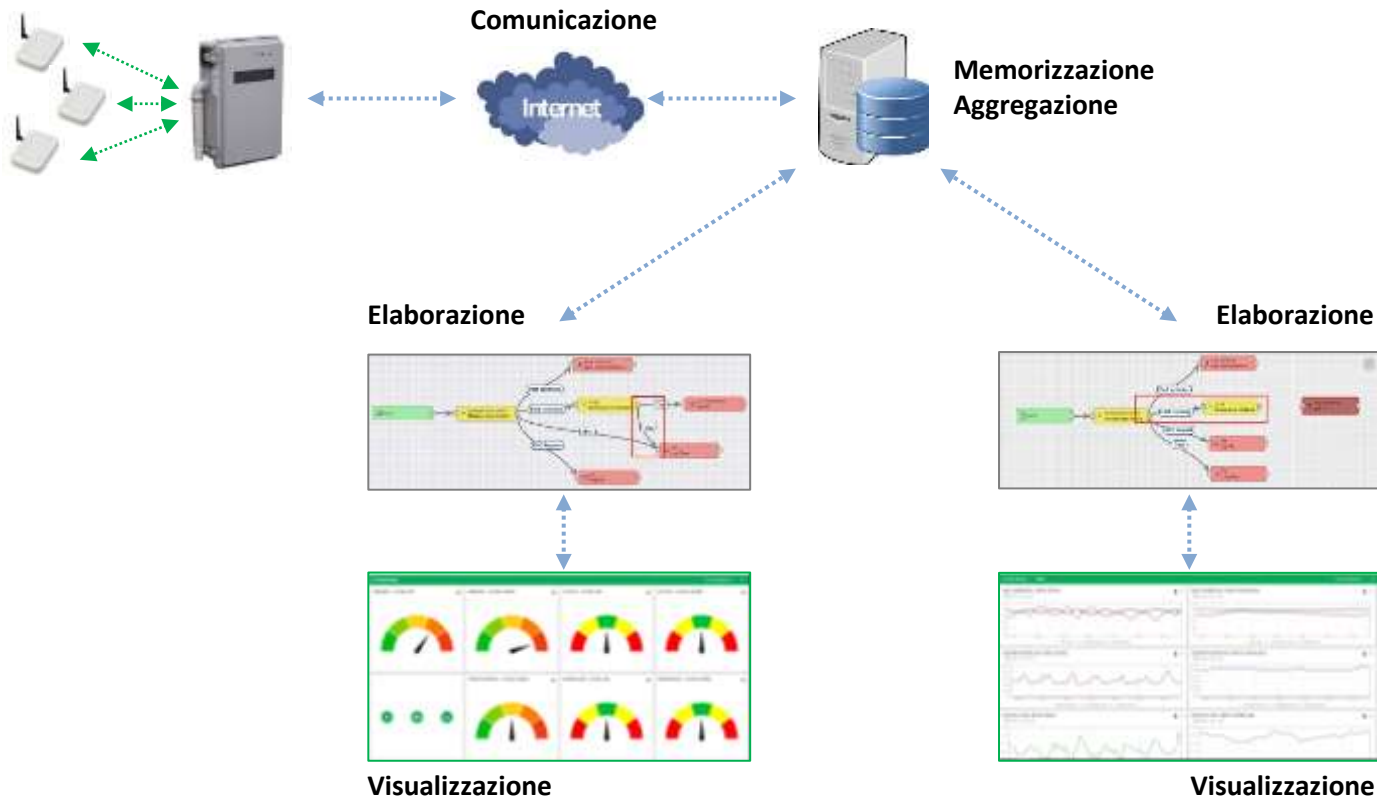
# Nodo GALA-N2

- Rilevamento del comportamento delle bovine
- Alimentazione
  - Batteria
- Sensori
  - Accelerometro triassiale
  - Beacon per localizzazione



# Cloud e Dashboard

- **I dati provenienti dai sensori**
  - Vengono raccolti e memorizzati nel cloud
  - Vengono aggregati in base all'azienda agricola
  - Attraversano diversi flussi di elaborazione
  - Vengono visualizzati su diverse dashboard



# Sviluppi futuri

## ▪ Meccanica

- Progettazione e produzione di nuovi contenitori per i nodi sensore
- In particolare per i nodi indossati dalle bovine
  - Miglioramento della tenuta stagna e della resistenza meccanica
  - Miglioramento della modalità di montaggio sul collare

## ▪ Localizzazione

- Integrazione della funzione di posizionamento nella dashboard GALA
- Lo sviluppo di metodi di analisi dei dati specifici per la funzione

## ▪ Identificazione in sala di mungitura

- Aggiunta di un tag RFID al nodo sensore indossato dalle bovine
- Supporto e integrazione della nuova funzionalità
- Possibilità di integrazione dei dati di GALA con i dati di mungitura

## ▪ Nuovi sensori

- Nuovi sensori per allevamenti cunicoli e ovini sono attualmente in sviluppo
- La tecnologia di base del progetto GALA è molto aperta ed estendibile





Sistema di Gestione integrata dell'Ambiente nelle stalle da  
LAtte per migliorare il benessere e la produttività delle bovine

## Giornata dimostrativa GALA:

Le informazioni sull'ambiente di stalla e il  
comportamento degli animali

Dr. Lisette Leliveld e Dr. Daniela Lovarelli

[lisette.leliveld@unimi.it](mailto:lisette.leliveld@unimi.it) ; [daniela.lovarelli@unimi.it](mailto:daniela.lovarelli@unimi.it)

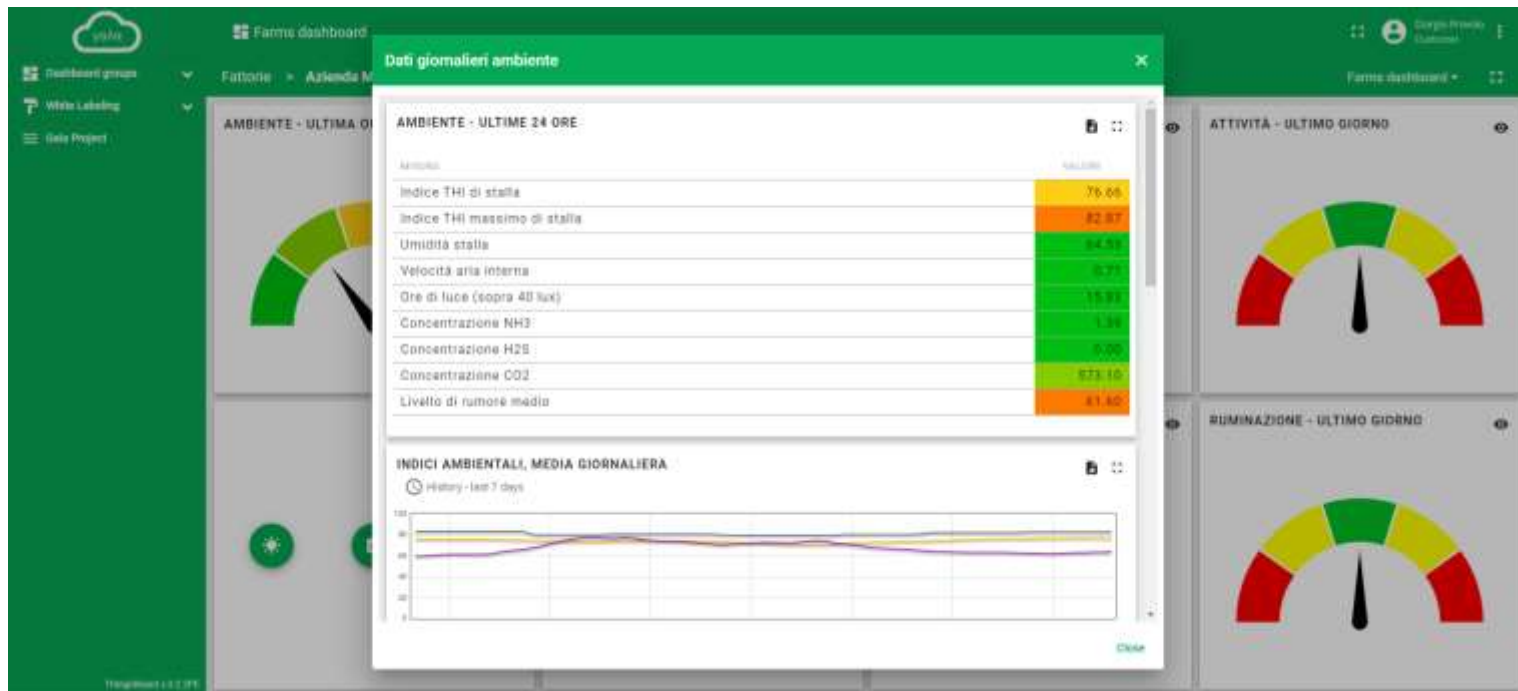
Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università degli Studi di Milano  
Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali, Università degli Studi di Milano



# Come si presenta la dashboard



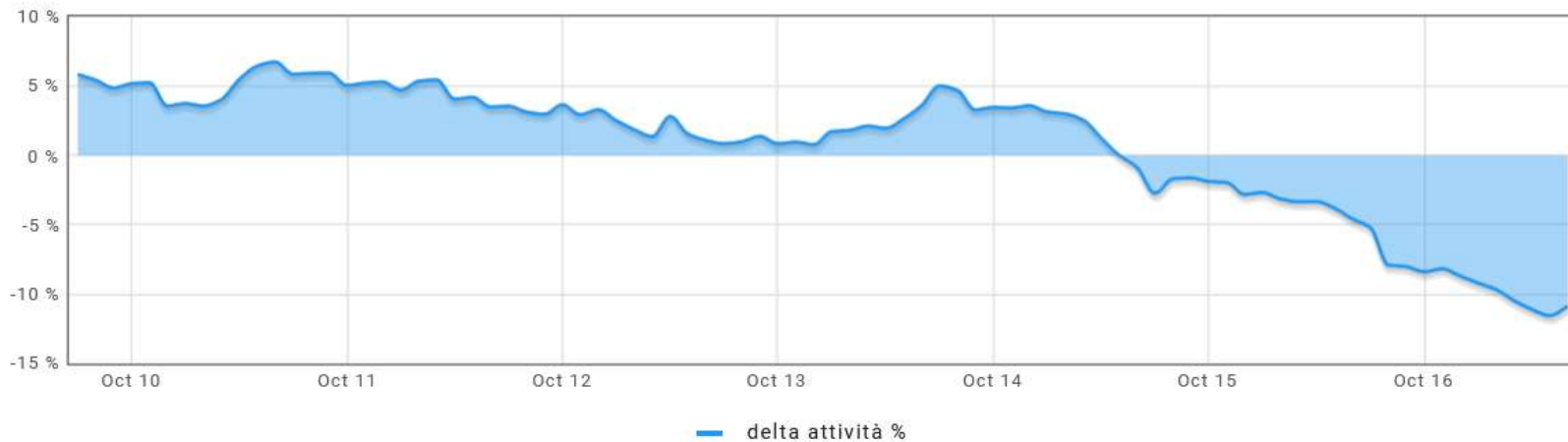
# Come si presenta la dashboard: dati ambientali dell'ultimo giorno





## VARIAZIONE INDICI ATTIVITÀ

🕒 History - last 7 days



## AMBIENTE - ULTIME 24 ORE



MISURA	VALORE
Indice THI di stalla	67.37
Indice THI massimo di stalla	73.52
Umidità stalla	76.61
Velocità aria interna	0.07
Ore di luce (sopra 40 lux)	9.83
Concentrazione NH3	0.72
Concentrazione H2S	0.00
Concentrazione CO2	684.83
Livello di rumore medio	58.05

## RICIRCOLO ARIA, MEDIA GIORNALIERA



🕒 History - from 2022-09-01 17:03:00 to 2022-10-16 17:03:15



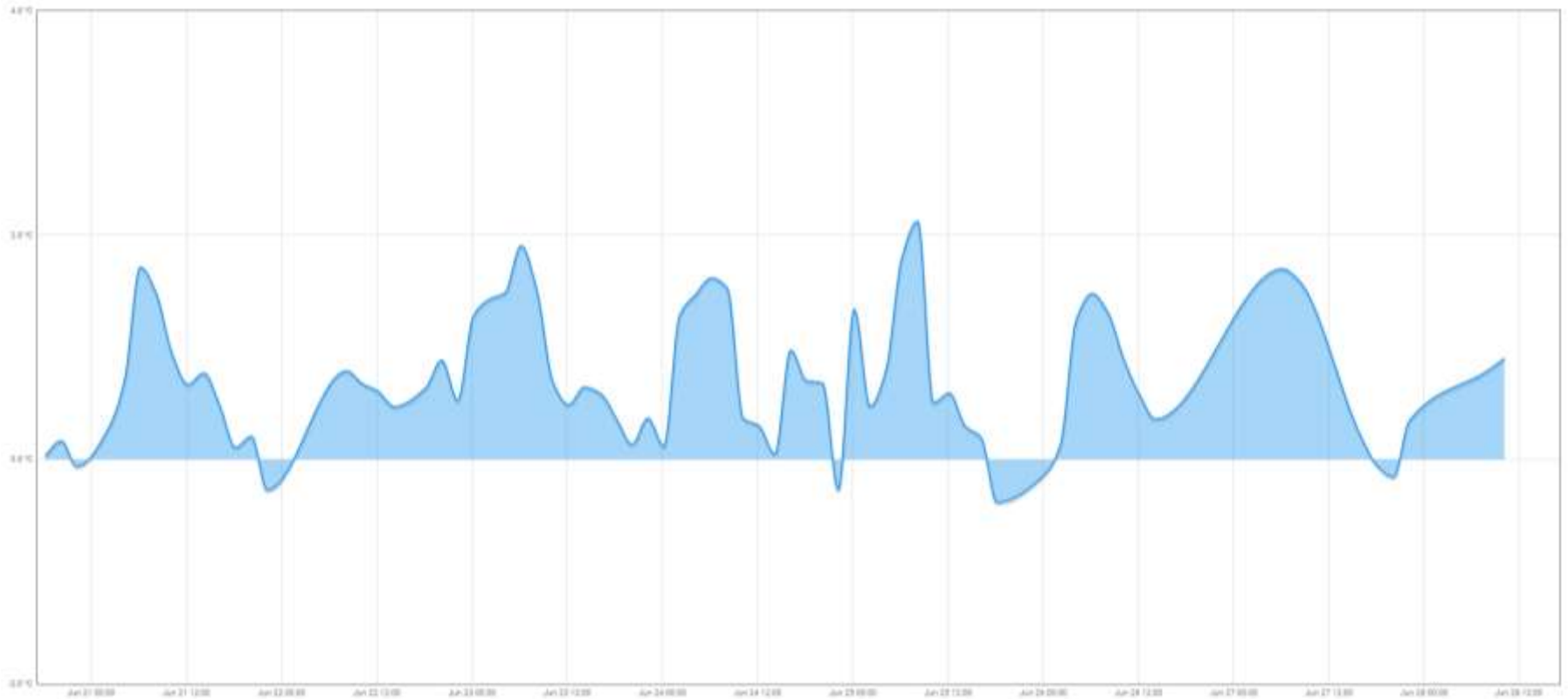
SENSORE ↑	CODICE	ATTIVO	IN PIEDI	SDRAIATA	MANGIA	RUMINA	ATTIVITÀ [MG]	
DEV_FARM2_TYPE2_ID1	0230	●	18 %	53 %	18 %	39 %	27	🔧 ⏸
DEV_FARM2_TYPE2_ID10	0206	●	26 %	39 %	32 %	32 %	16	🔧 ⏸
DEV_FARM2_TYPE2_ID11	0553	●	24 %	48 %	24 %	38 %	28	🔧 ⏸
DEV_FARM2_TYPE2_ID12	0183	●	40 %	33 %	23 %	15 %	22	🔧 ⏸
DEV_FARM2_TYPE2_ID13	0506	●	21 %	49 %	21 %	31 %	48	🔧 ⏸
DEV_FARM2_TYPE2_ID14	0540	●	18 %	54 %	22 %	36 %	39	🔧 ⏸
DEV_FARM2_TYPE2_ID15	0264	●	26 %	48 %	24 %	36 %	28	🔧 ⏸
DEV_FARM2_TYPE2_ID16	0554	●	21 %	52 %	20 %	44 %	21	🔧 ⏸
DEV_FARM2_TYPE2_ID17	0023	●	100 %	0 %	0 %	0 %	0	🔧 ⏸
DEV_FARM2_TYPE2_ID18	0401	●	25 %	41 %	26 %	21 %	69	🔧 ⏸



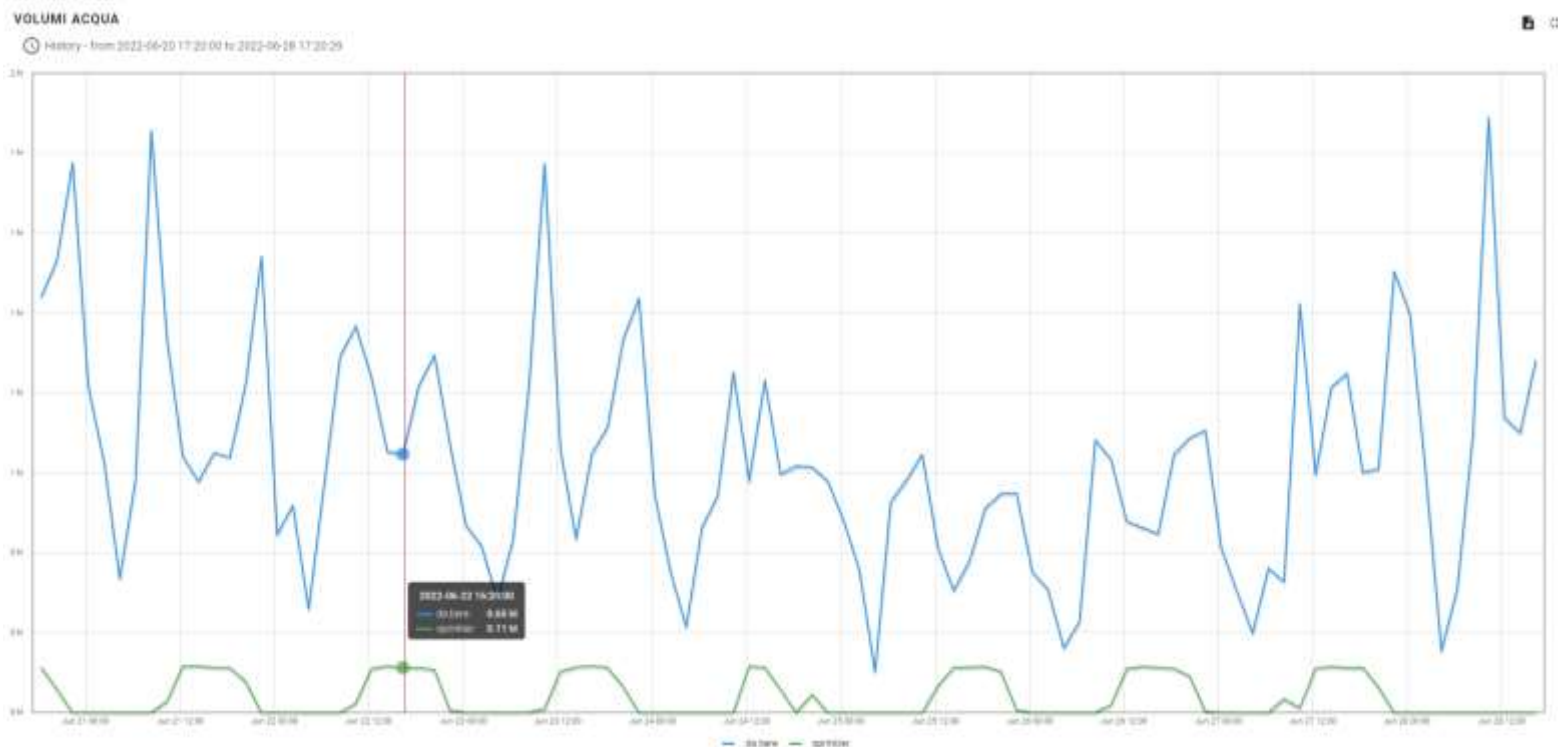
# Differenza di temperatura dentro e fuori la stalla

TEMPERATURA (INTERNO - ESTERNO)

history - from 2022-06-20 17:11:00 to 2022-06-28 17:11:41

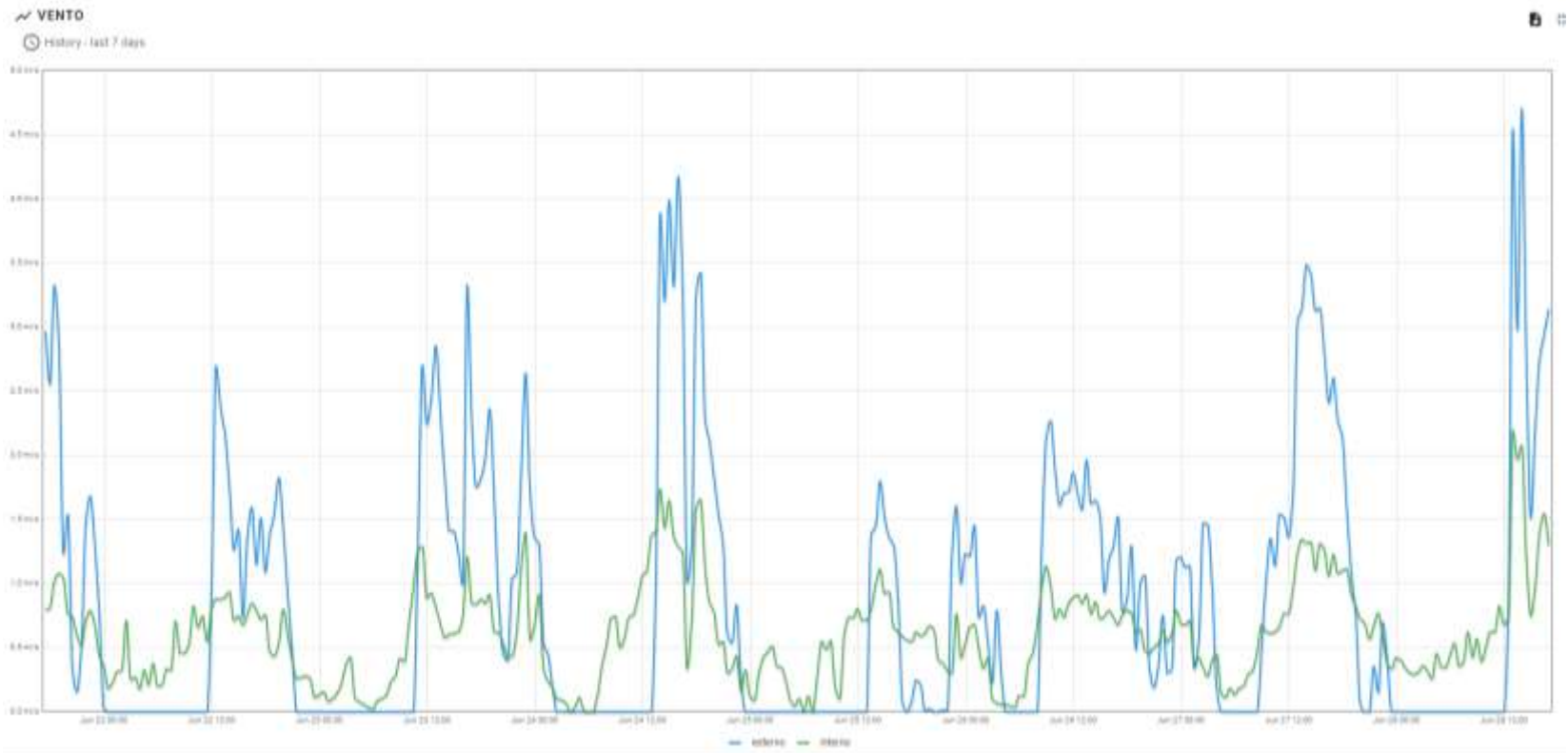


# Come si presenta la dashboard: Consumi di acqua di abbeverata e doccette





# Velocità del vento dentro e fuori la stalla

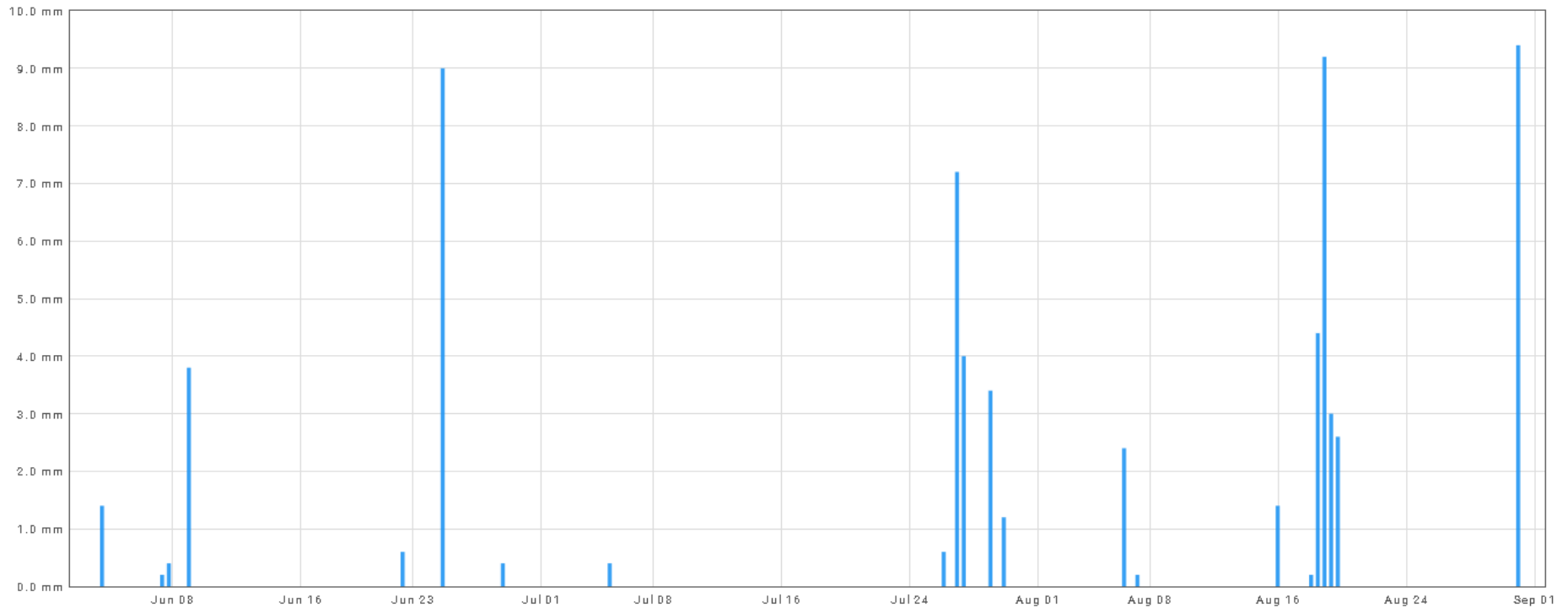


# Piovosità nell'estate 2022

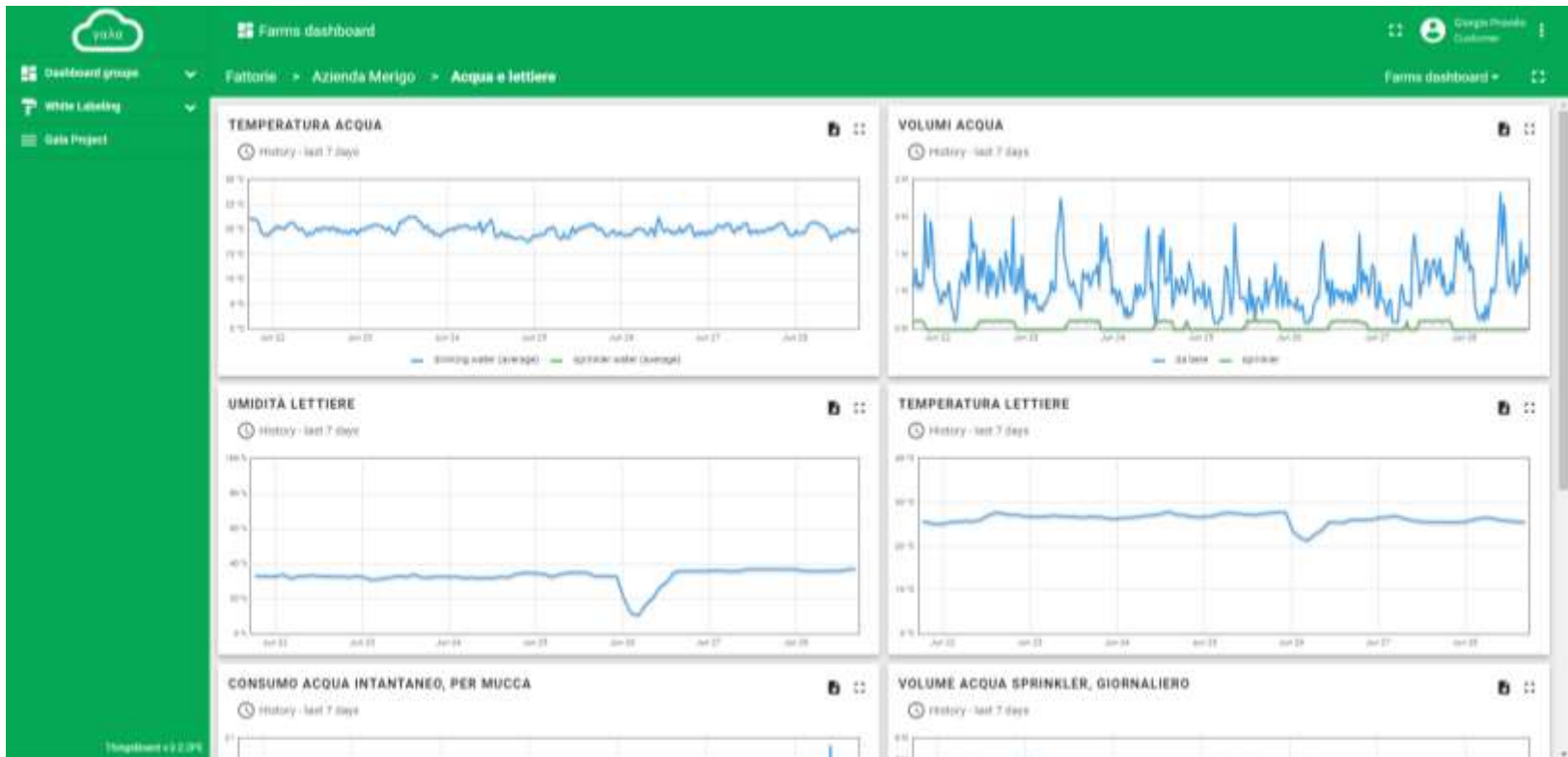
## PIOGGIA, CUMULATA



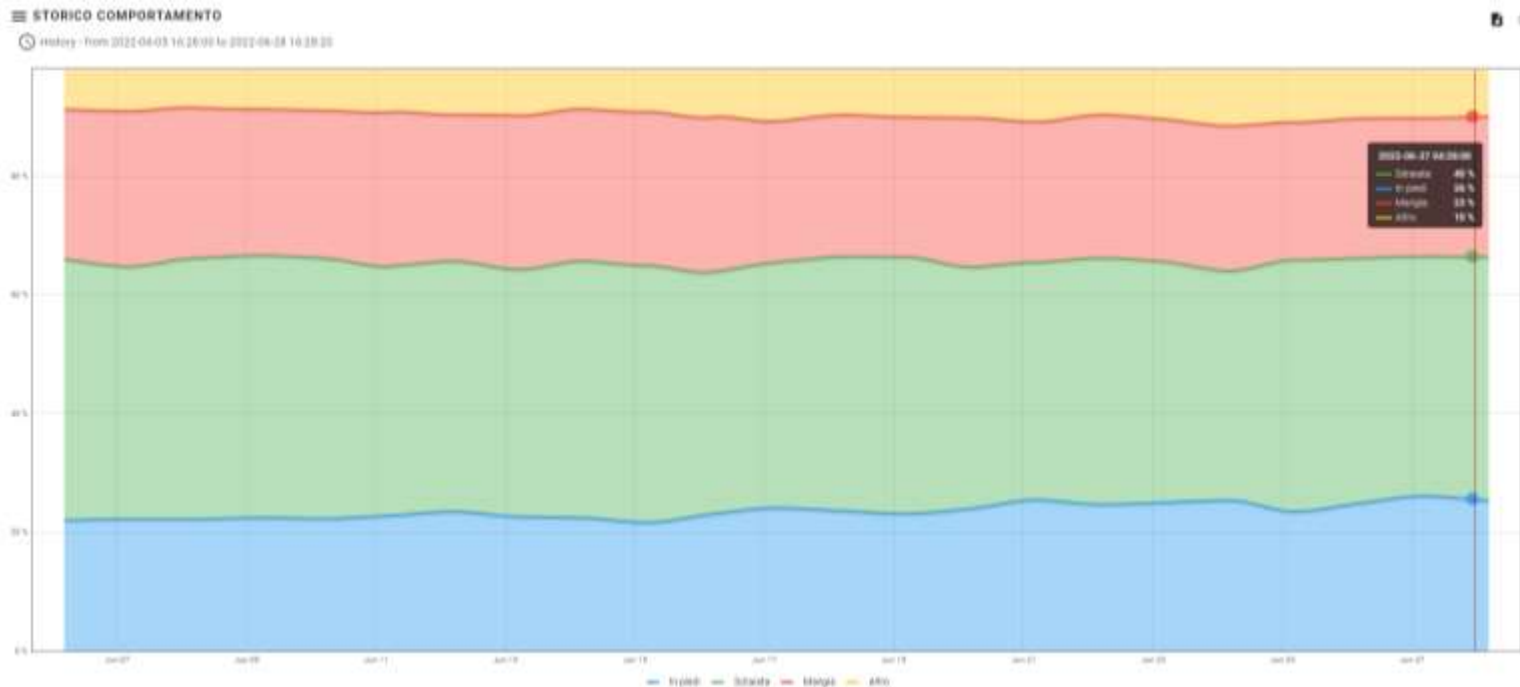
History - from 2022-06-01 14:29:00 to 2022-09-01 14:29:00



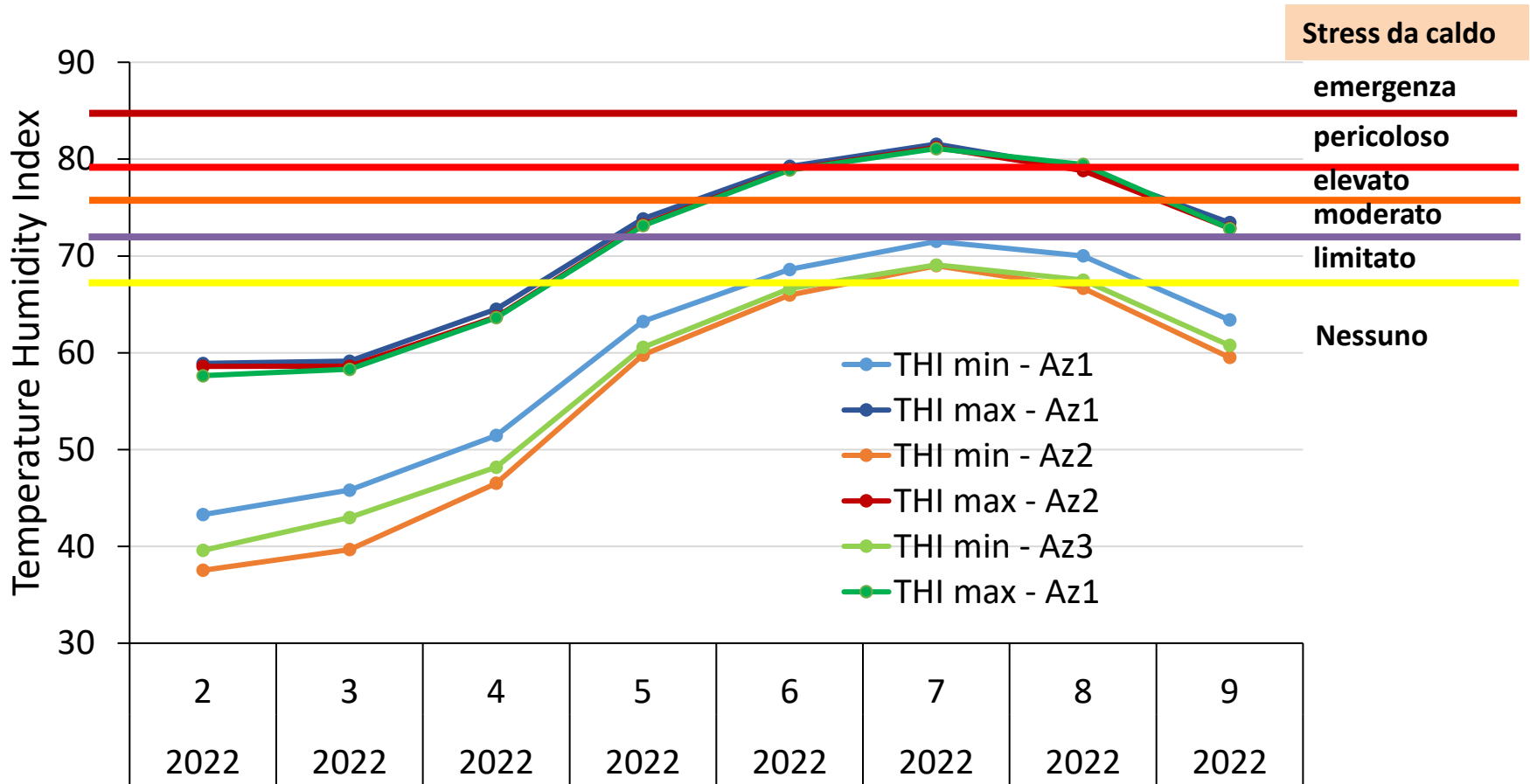
# Come si presenta la dashboard: Consumi di acqua e T e UR della lettiera



# Come si presenta la dashboard: Il comportamento della mandria come media giornaliera



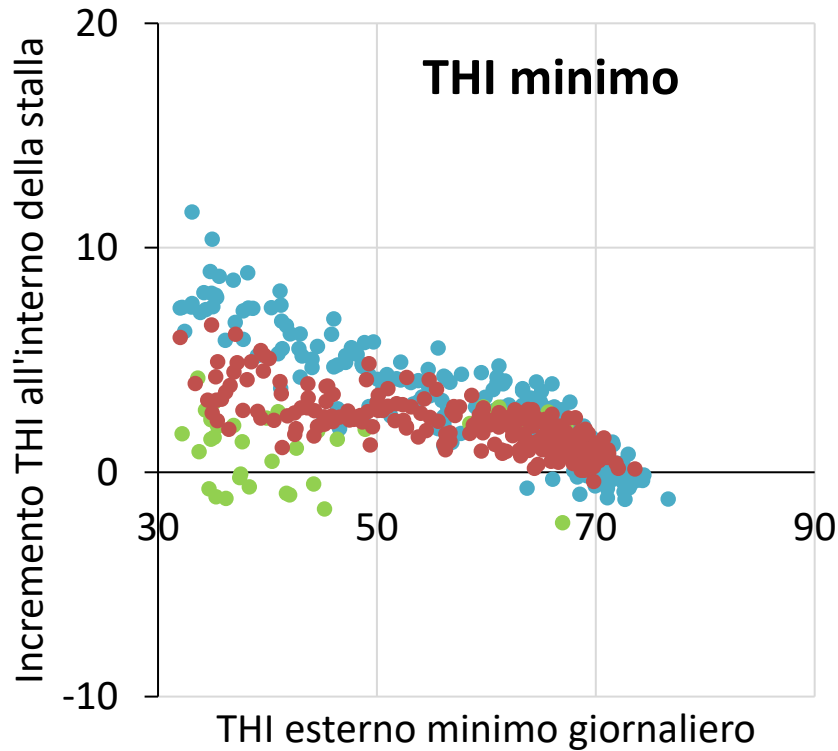
# Clima negli ultimi mesi nelle 3 stalle



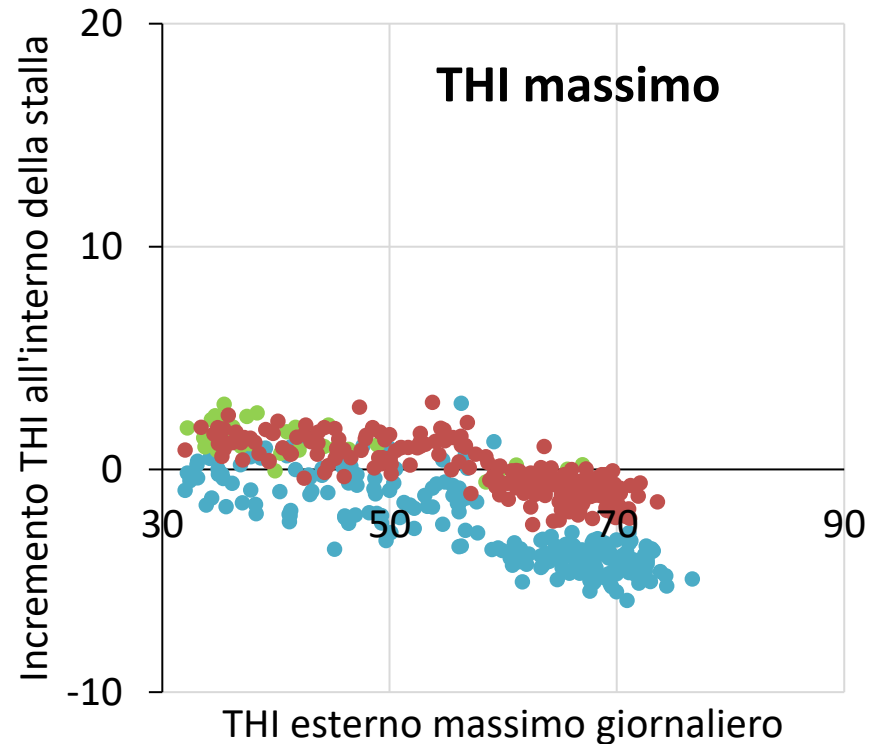
IL THI Massimo giornaliero è molto simile nelle tre aziende  
Il valore minimo cambia in relazione alla tipologia di struttura



# Confronto del THI esterno e interno



● Azienda 1 ● Azienda 2 ● Azienda 3

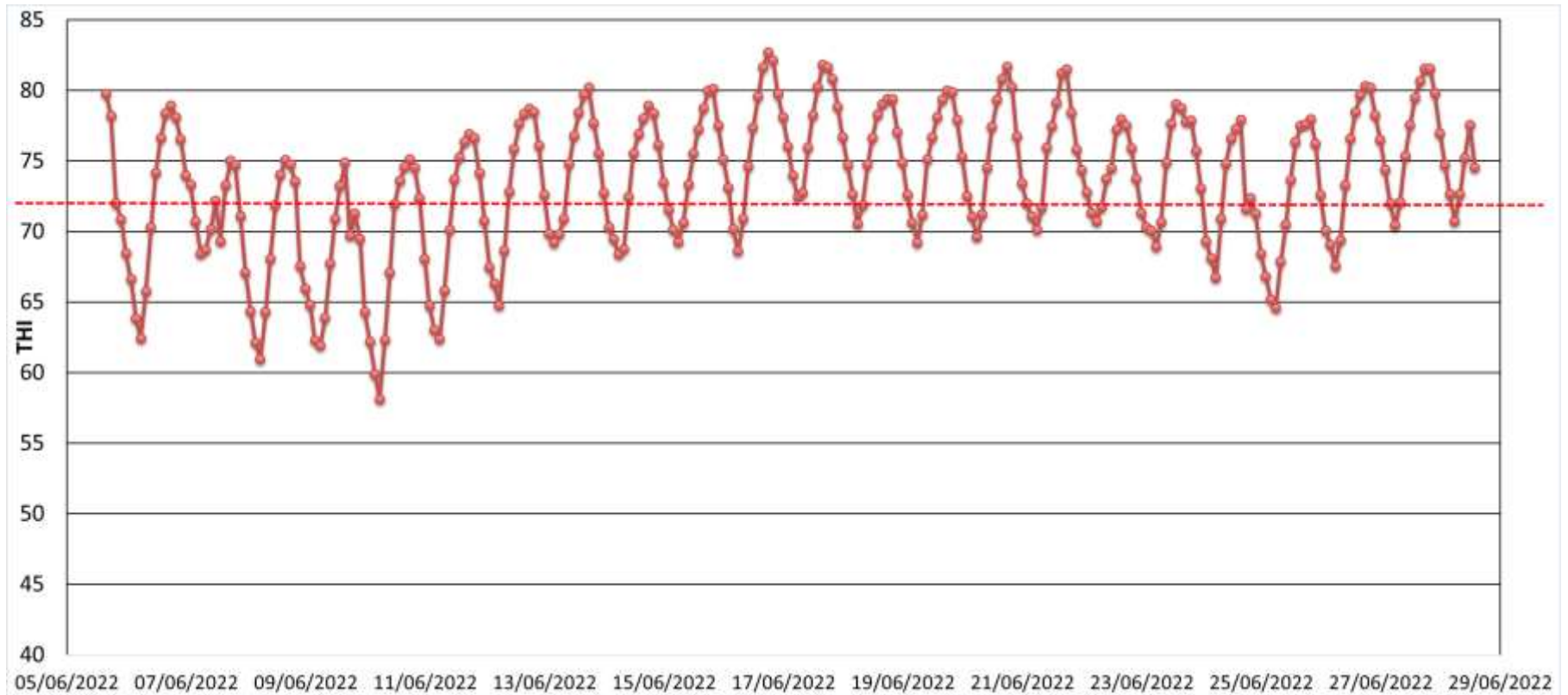


● Azienda 1 ● Azienda 2 ● Azienda 3

Il THI minimo nelle 3 stalle è leggermente più alto che all'esterno, mentre il THI massimo è leggermente più basso che all'esterno



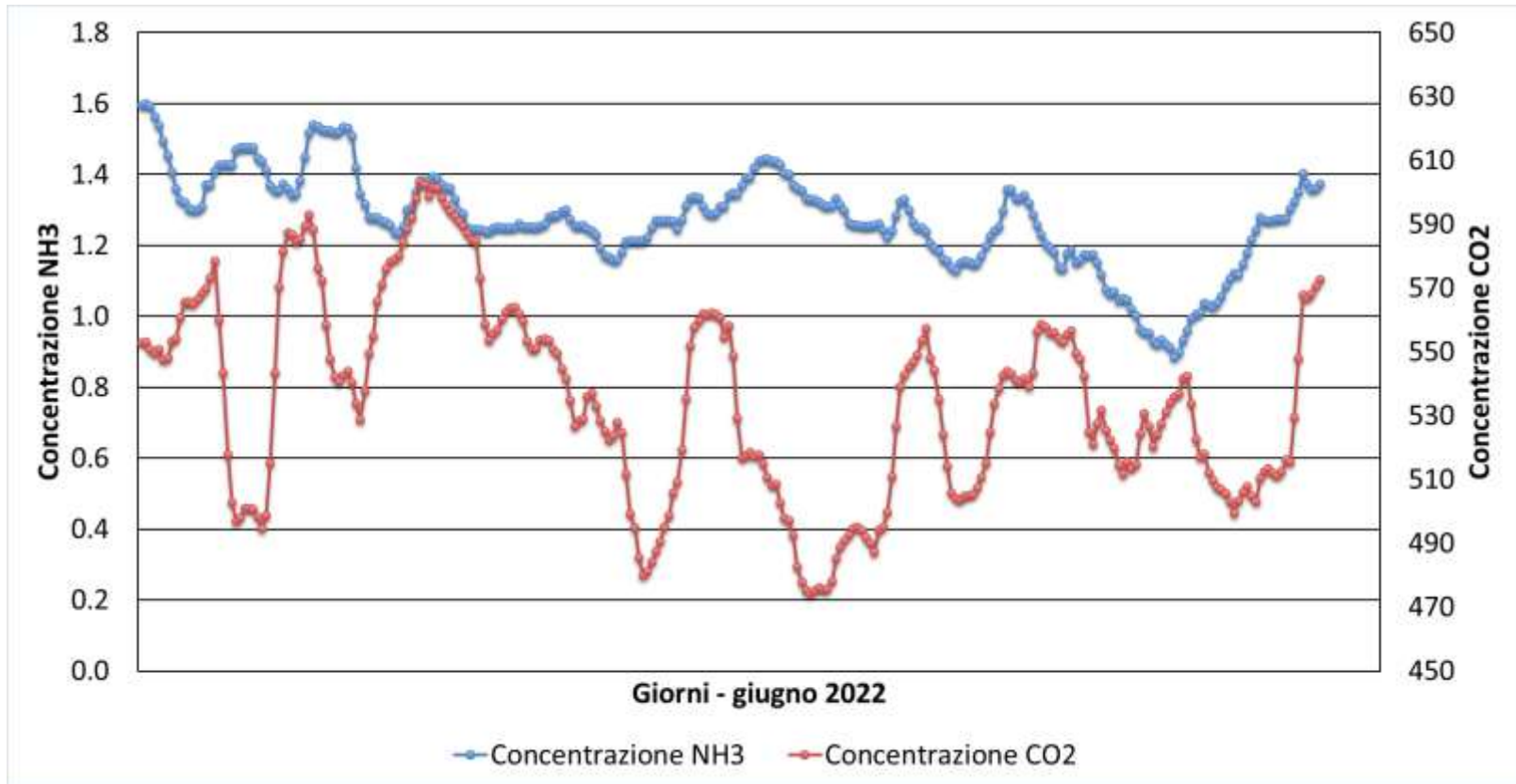
# THI di stalla nel mese di giugno



Mediamente, nel mese di giugno 2022, il THI è mediamente 77, con un picco pari a 82. Il THI > 72 si è osservato nel 62% delle ore del mese di giugno, prevalentemente nelle ore pomeridiane.

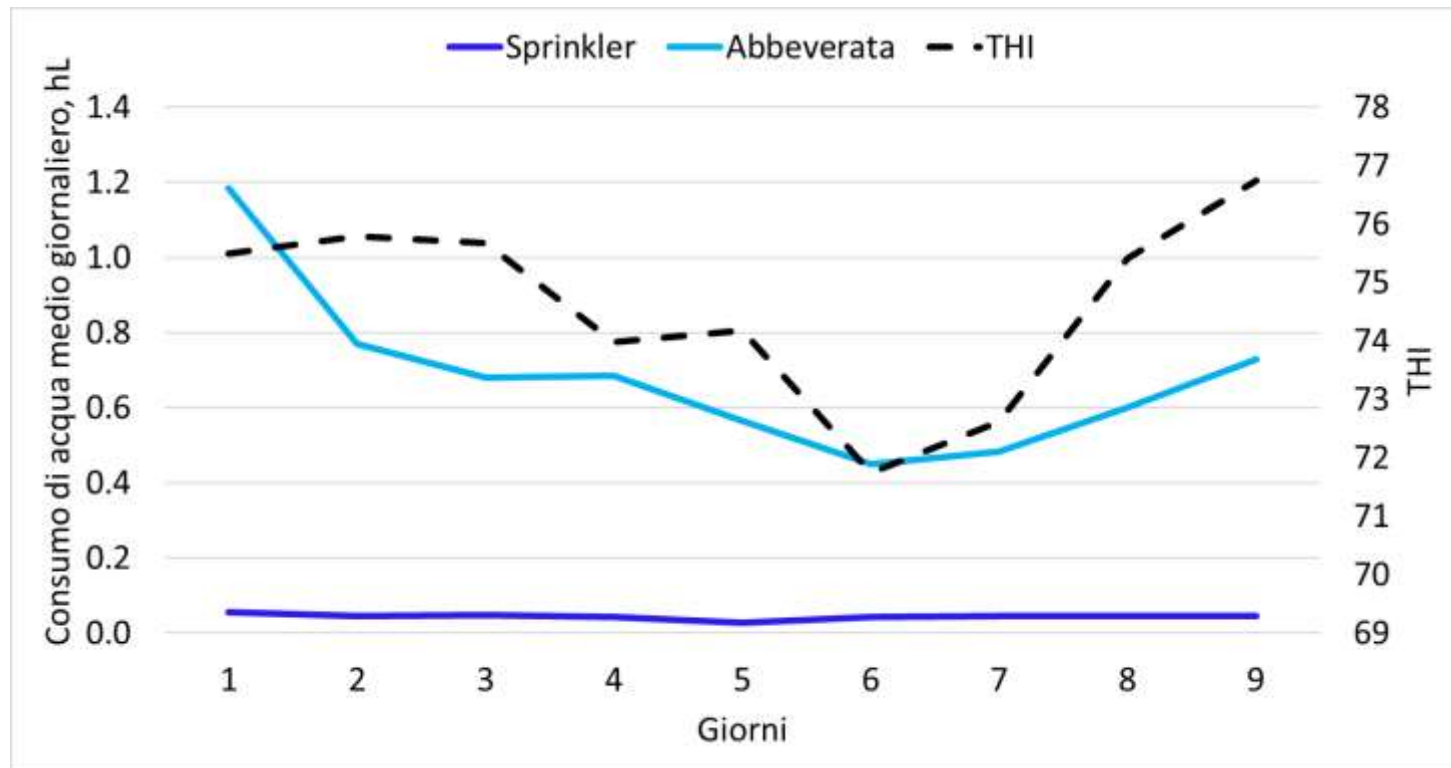


# Concentrazione di gas in stalla

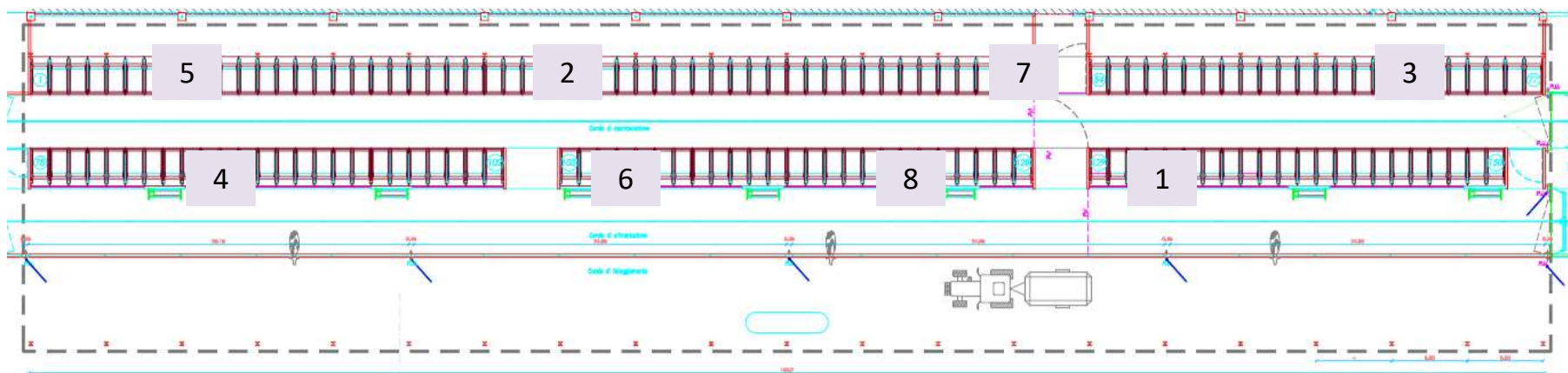




# Relazione tra il consumo di acqua e il THI giornaliero (in estate)



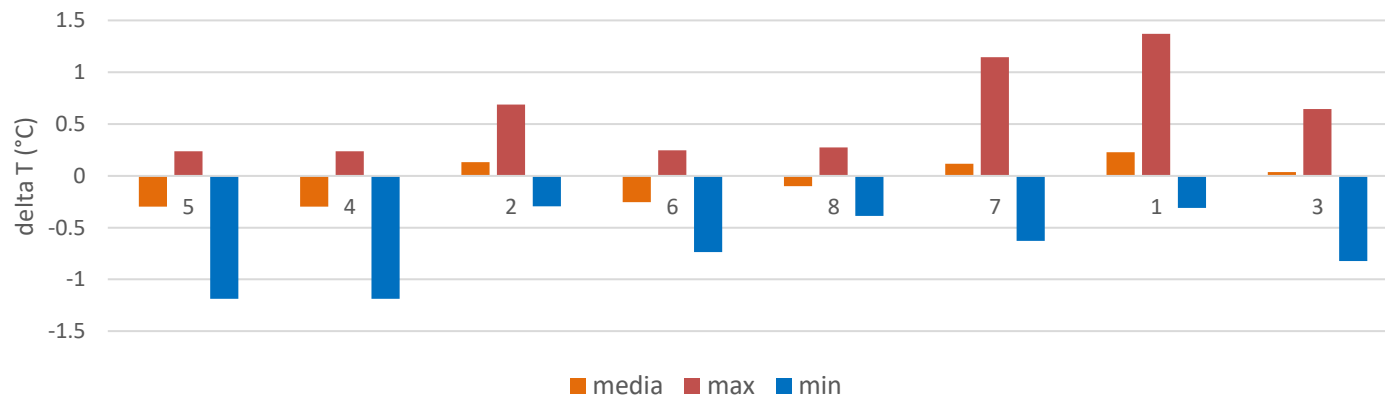
### ESTATE 2021



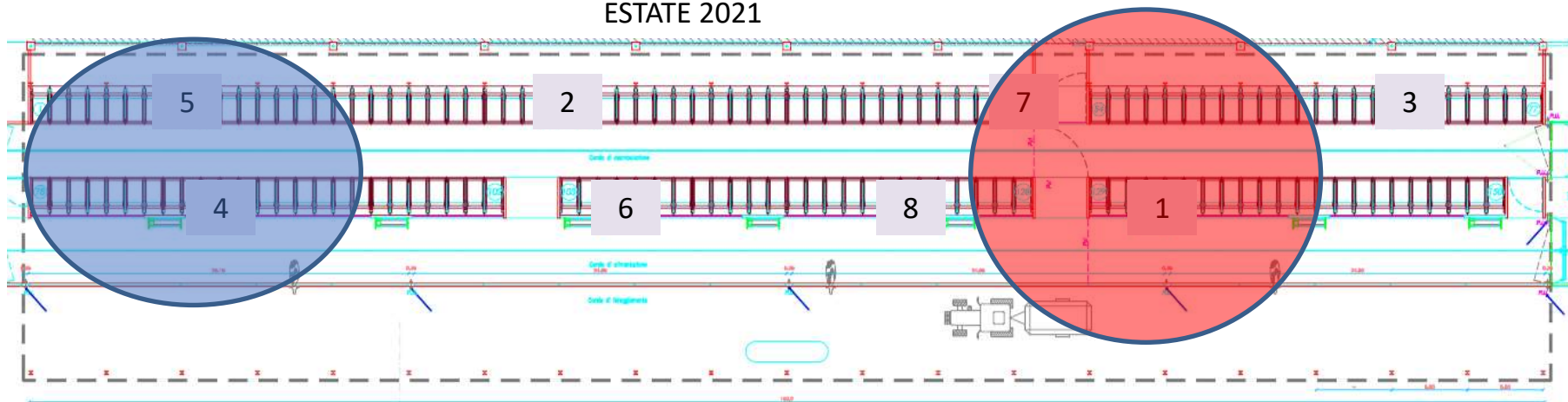
OVES  
T

differenze di temperature rispetto alla media oraria

EST



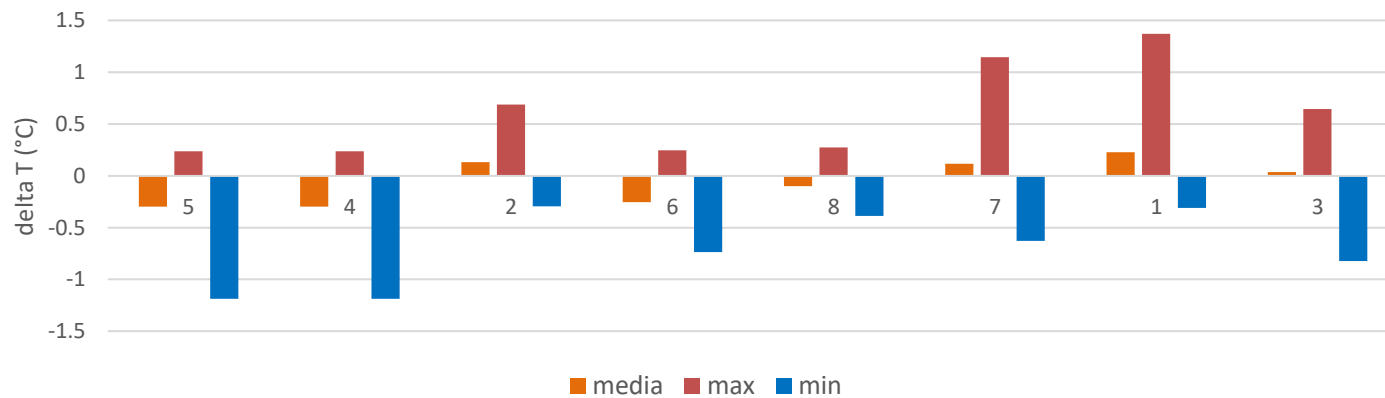
ESTATE 2021



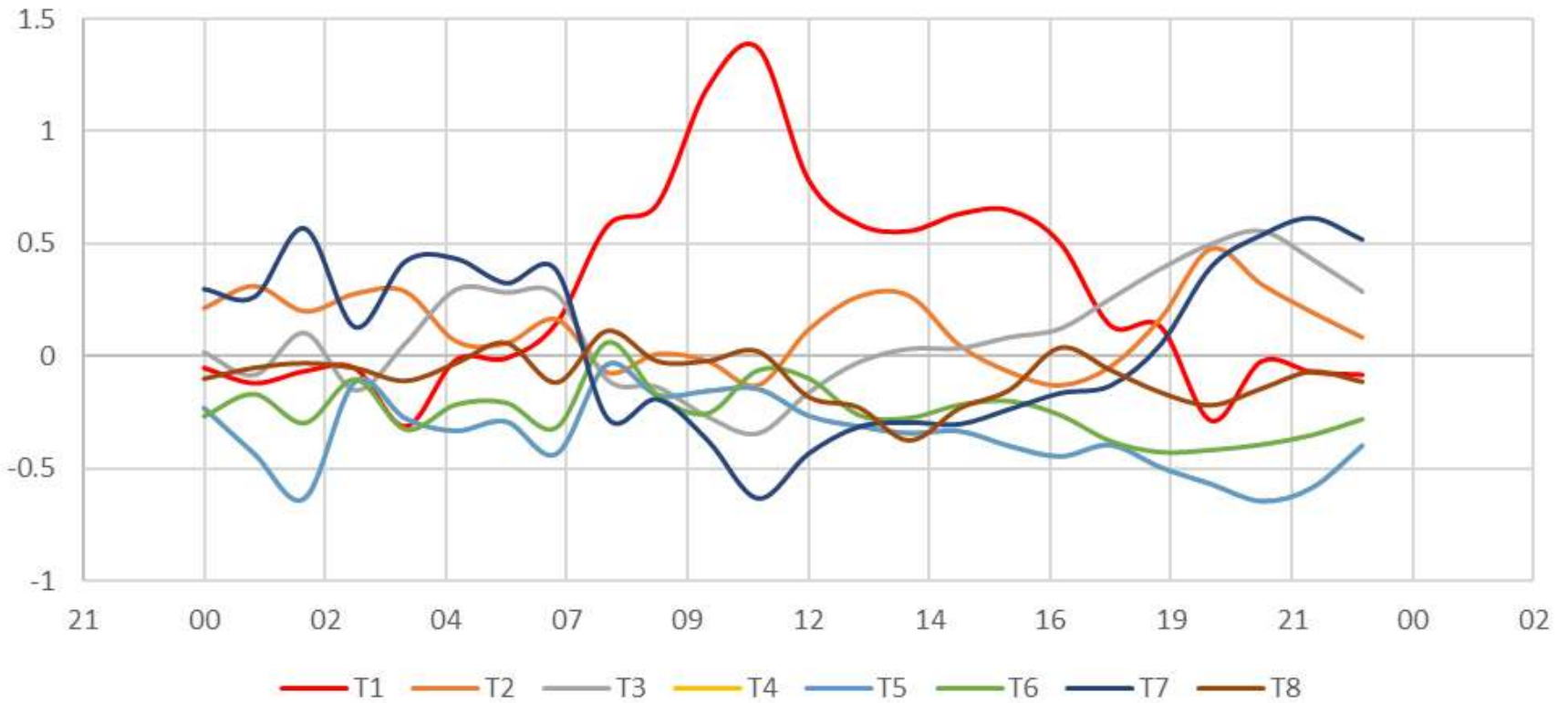
OVES  
T

differenze di temperature rispetto alla media oraria

EST



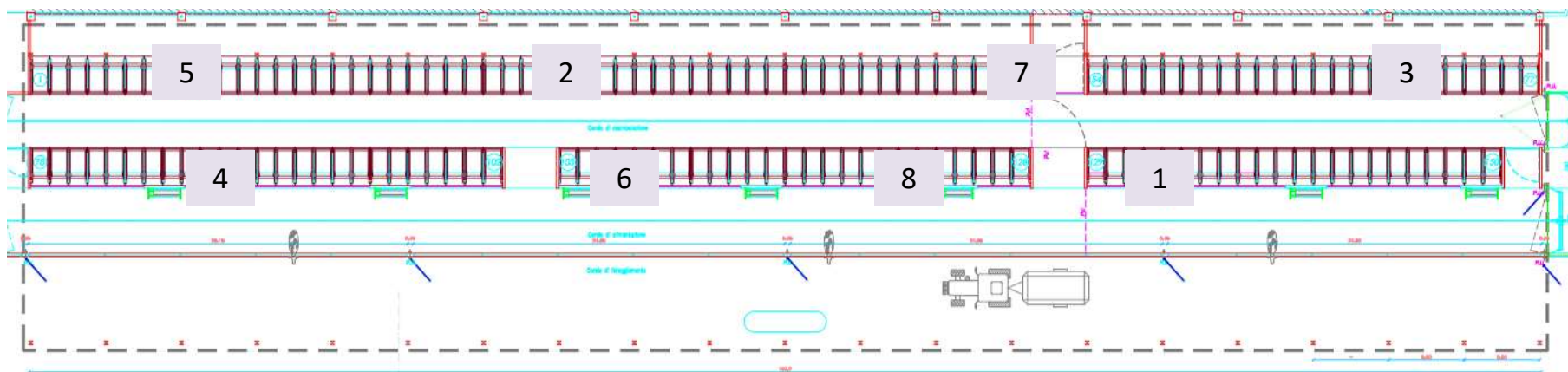
### διαφορά θερμοκρασίας σε σχέση με την ημερήσια μέση - 14/08/21



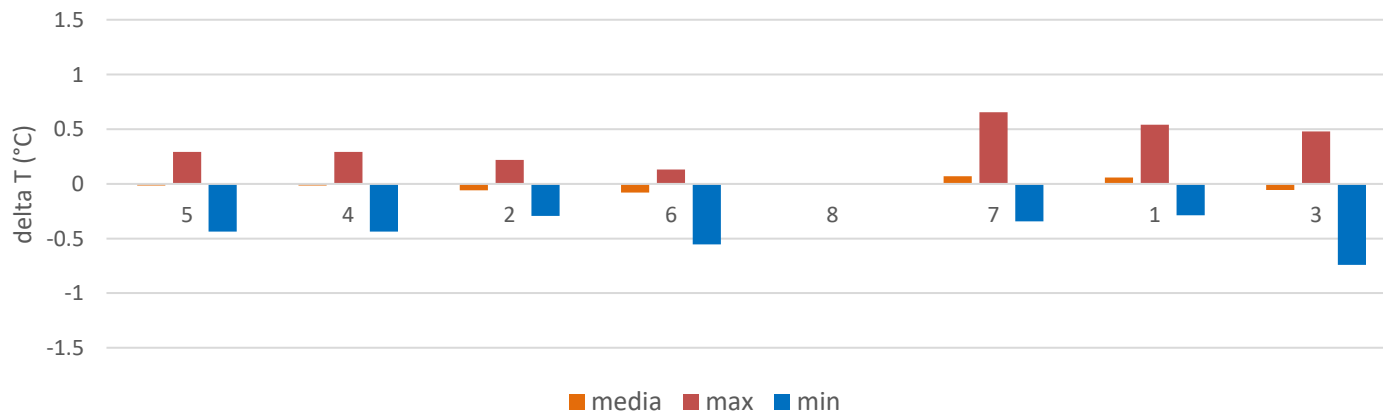




## ESTATE 2022



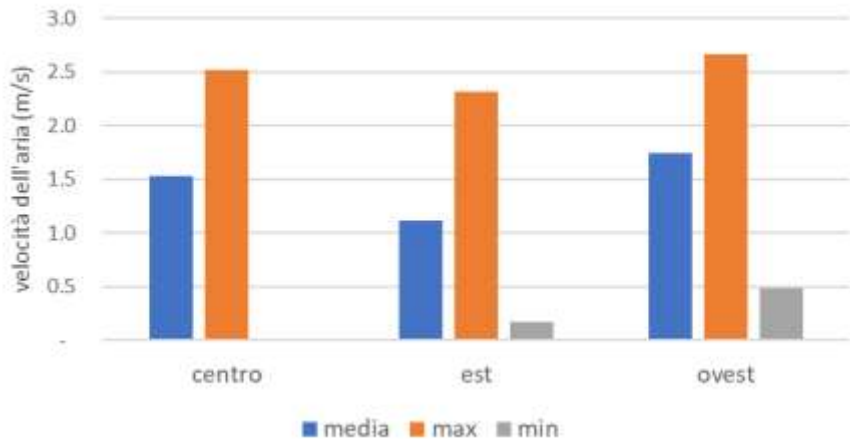
differenze di temperature rispetto alla media oraria



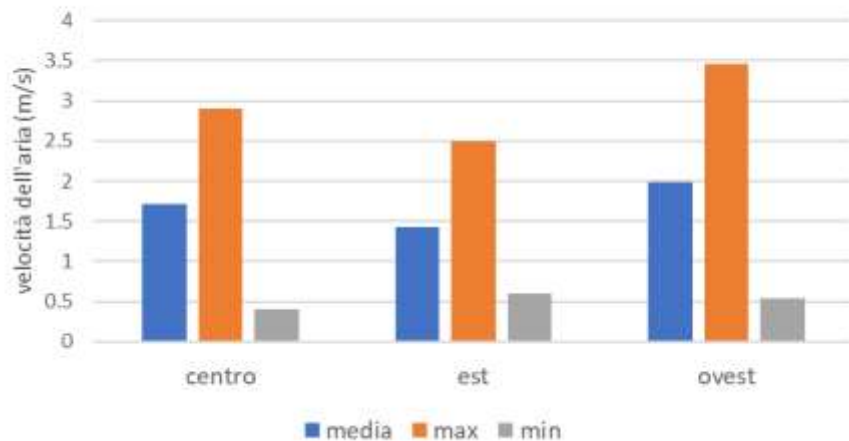




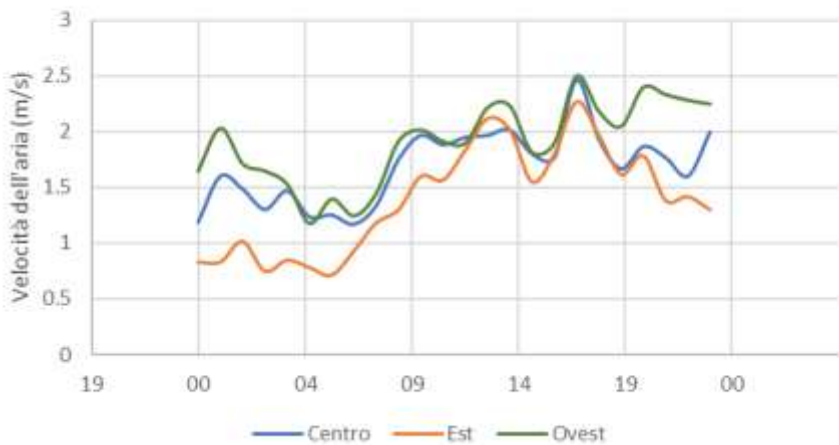
velocità aria nella stalla media 7-16/08/21



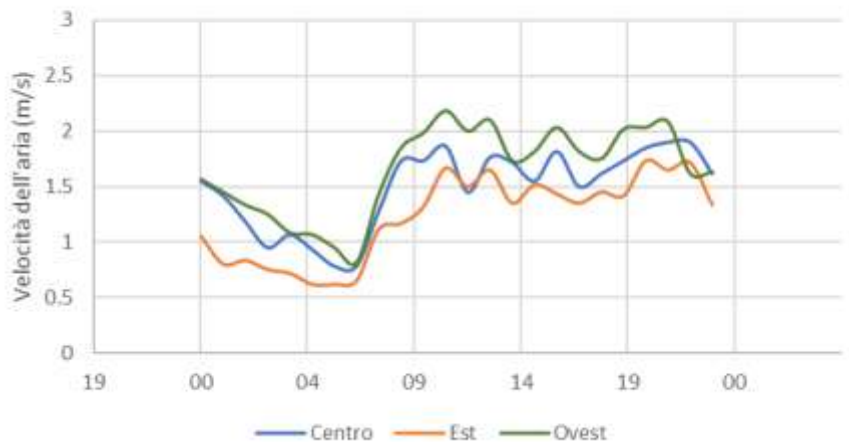
velocità aria nella stalla media 7-16/08/22



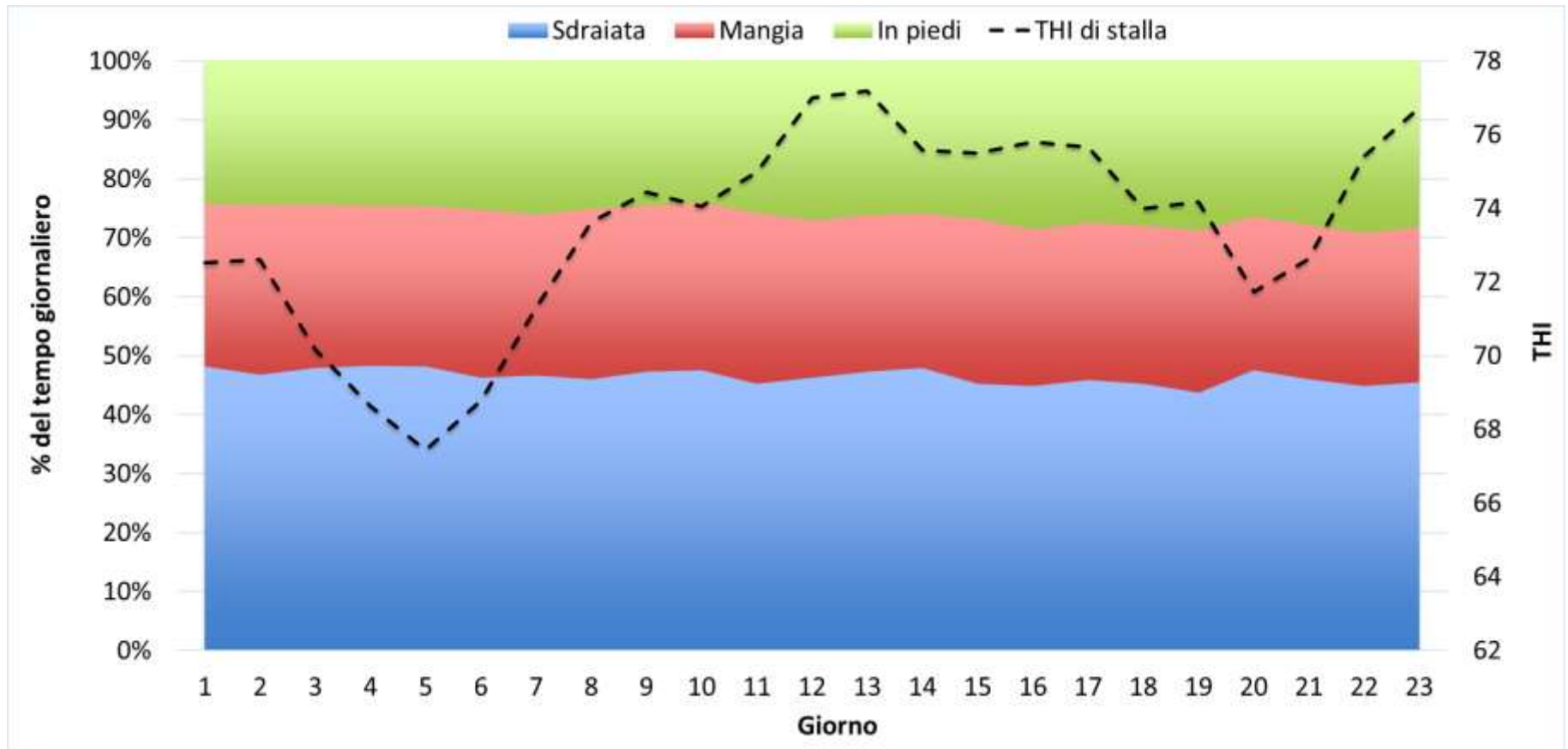
Velocità dell'aria nella stalla - 14/08/21



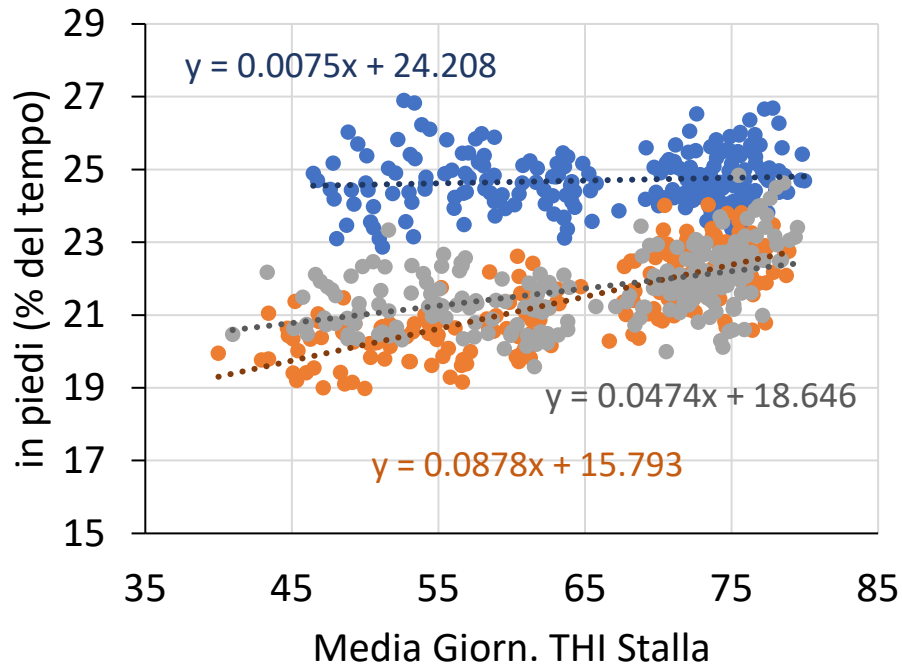
Velocità dell'aria nella stalla - 14/08/22



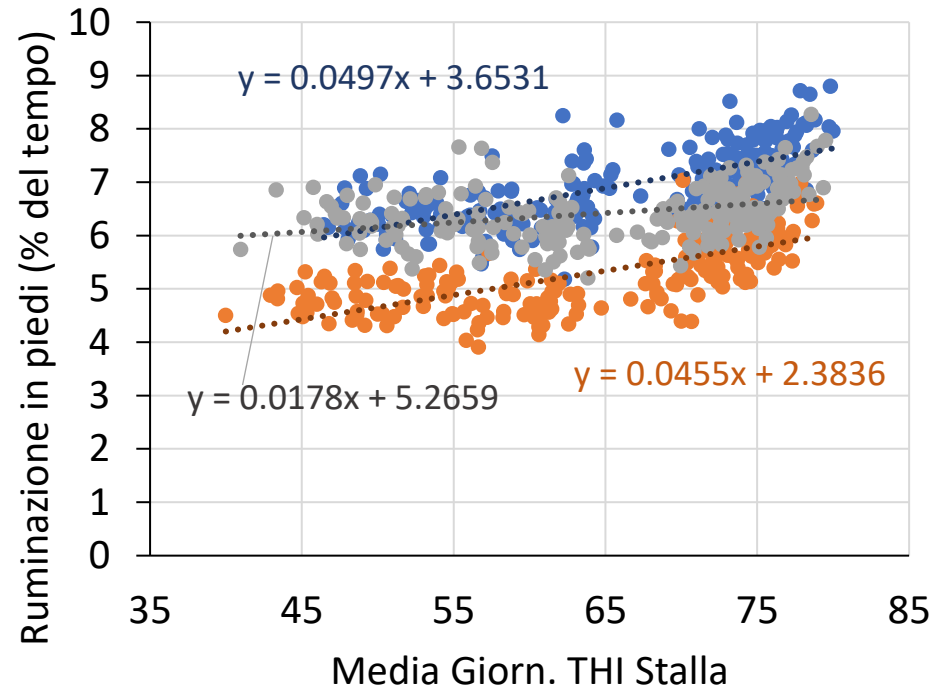
# Relazione tra il comportamento e il THI giornaliero



# Influenza del clima sul comportamento



● Azienda 1 ● Azienda 2 ● Azienda 3

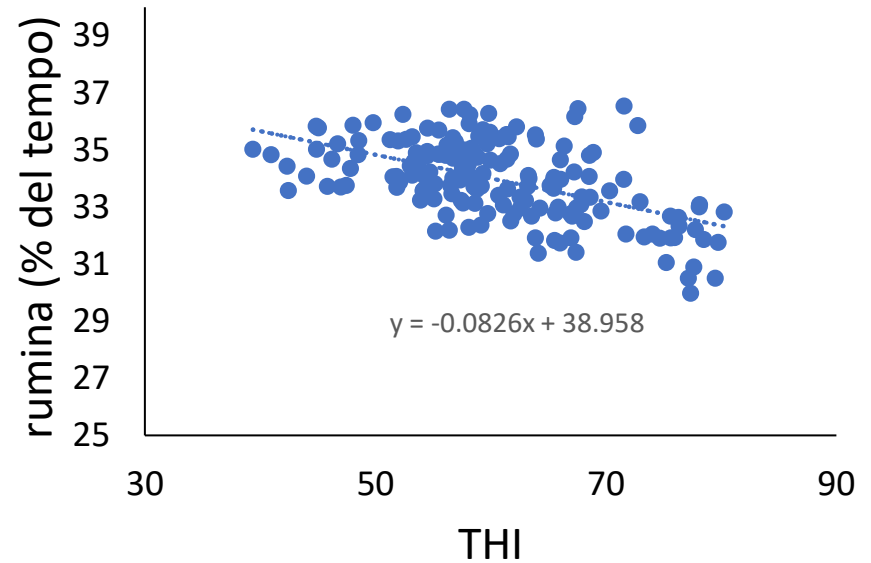
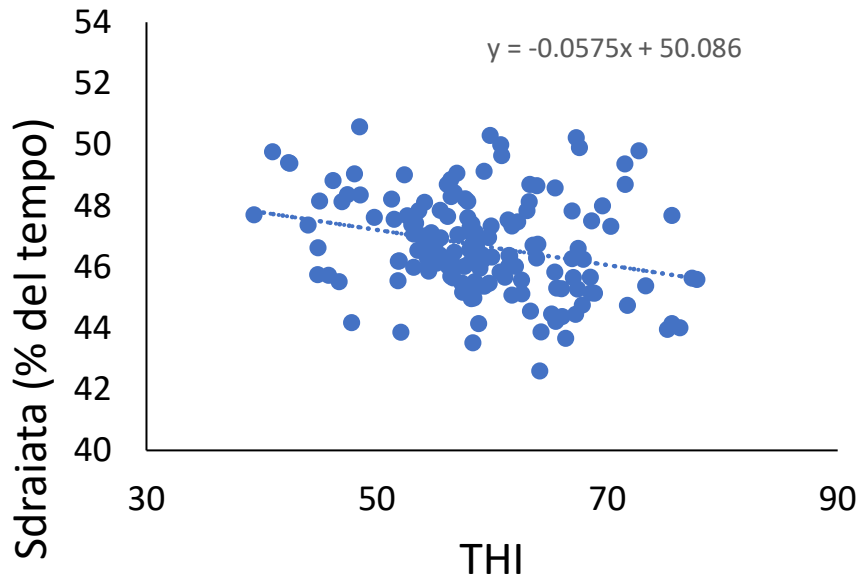


● Azienda 1 ● Azienda 2 ● Azienda 3

Ad alti livelli di THI gli animali stanno più in piedi e ruminano di più in piedi, il che riduce il loro benessere e la produzione di latte



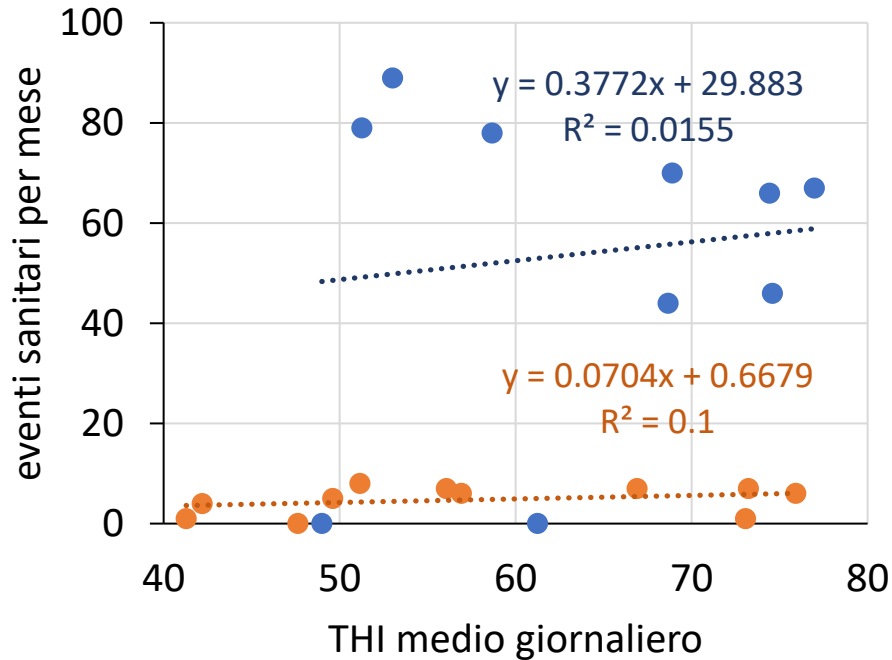
# Influenza del clima sul comportamento



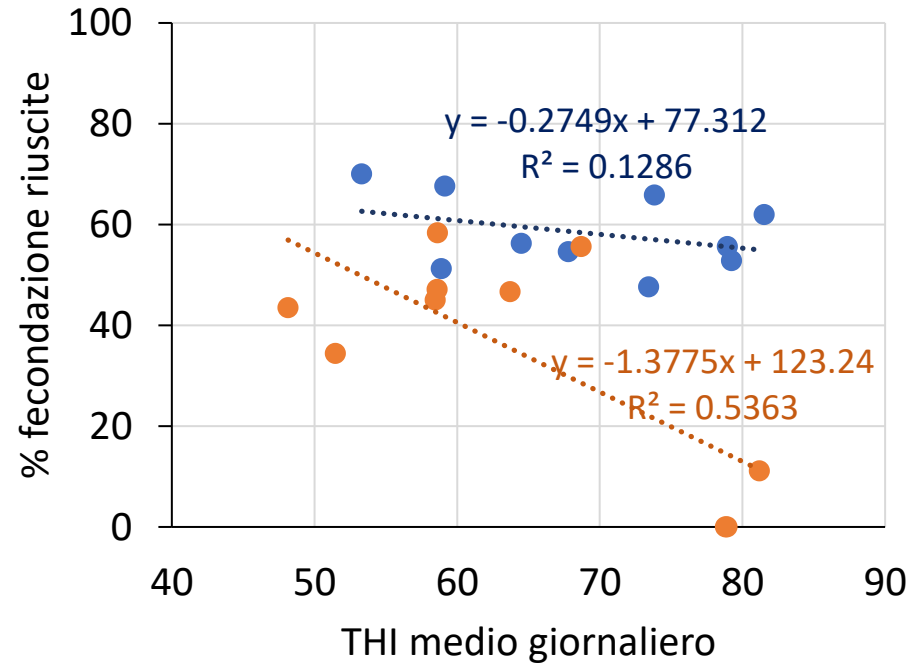
Ad alti livelli di THI gli animali stanno meno sdraiati e ruminano meno, il che riduce il loro benessere e la produzione di latte



# Influenza del THI su salute e riproduzione



● Azienda 1 ● Azienda 2

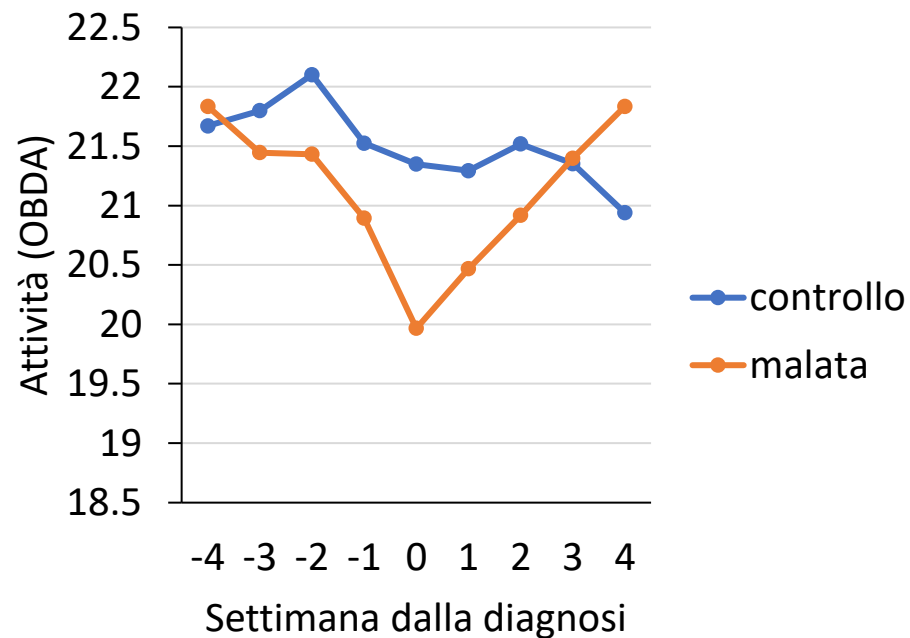
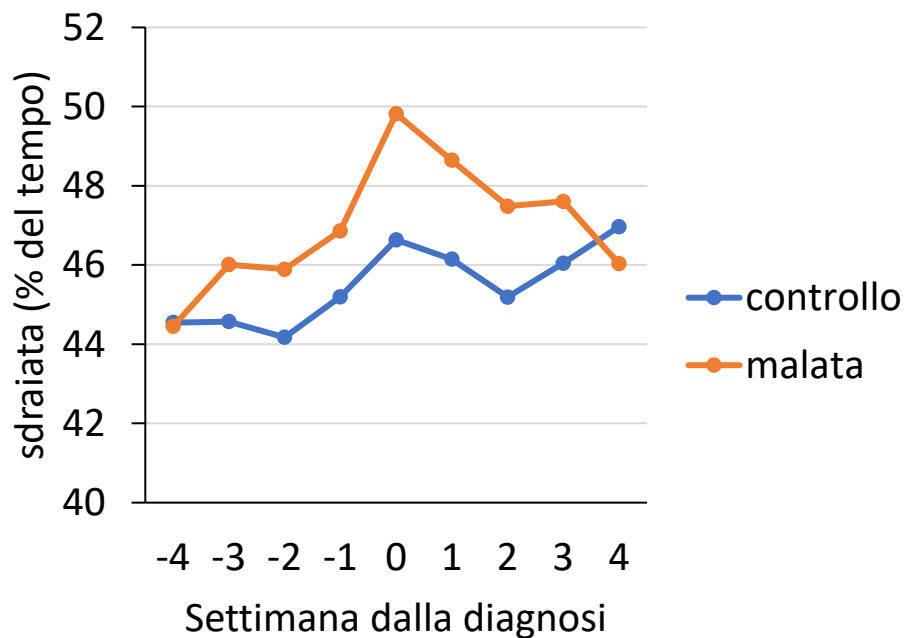


● Azienda 1 ● Azienda 2

A livelli di THI più elevati si verificano più eventi sanitari (es. zoppie e mastiti) e una riduzione delle fecondazione riuscite



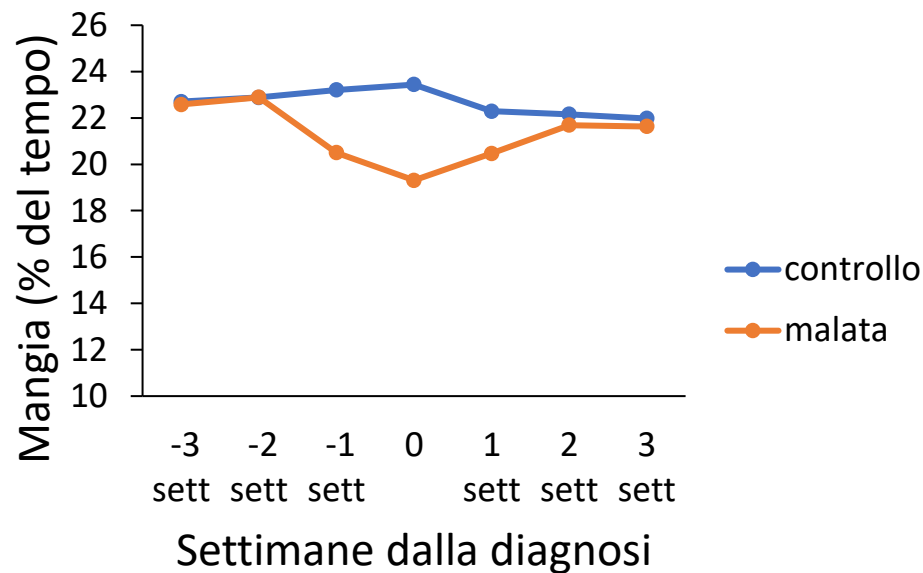
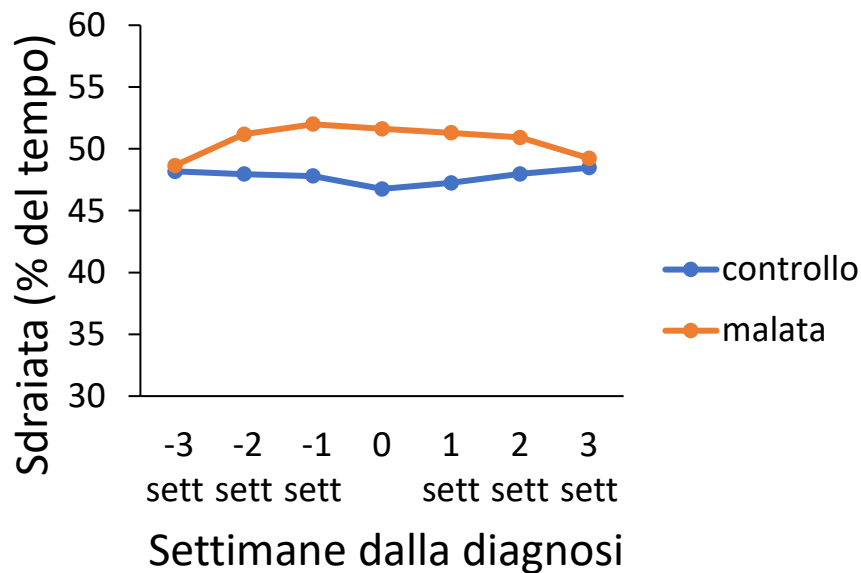
# Comportamento durante la malattia



Gli eventi sanitari possono essere rilevati attraverso un cambiamento nel comportamento 2-3 settimane prima di una diagnosi veterinaria



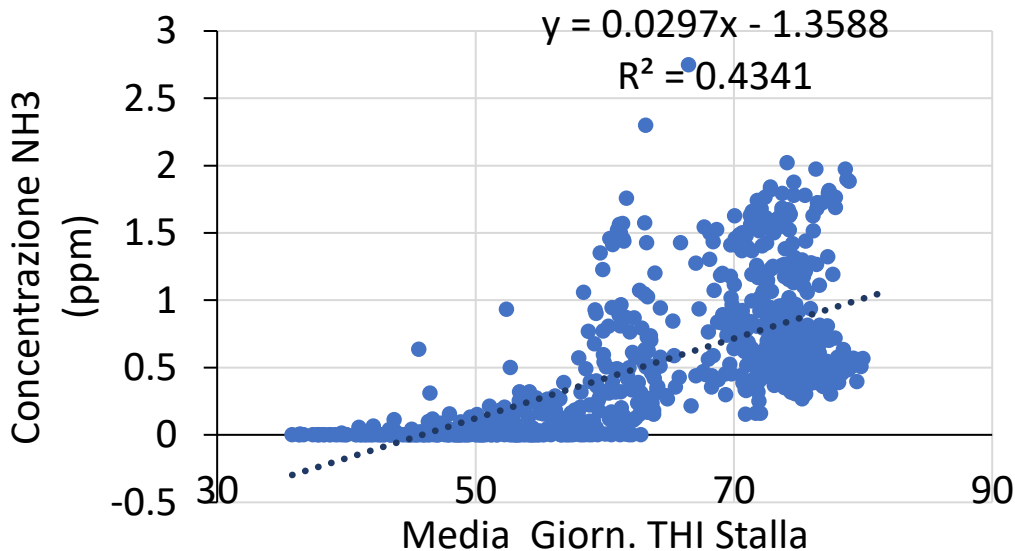
# Comportamento durante la malattia



Gli eventi sanitari possono essere rilevati attraverso un cambiamento nel comportamento 2-3 settimane prima di una diagnosi veterinaria



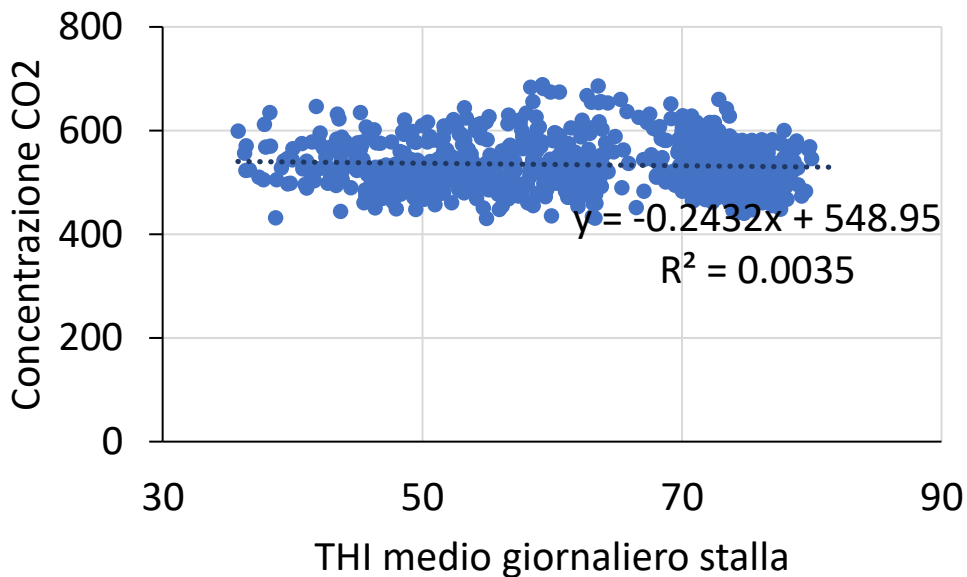
# Concentrazione di gas in stalla in relazione al THI



Concentrazione di NH<sub>3</sub> aumenta con l'aumentare del THI

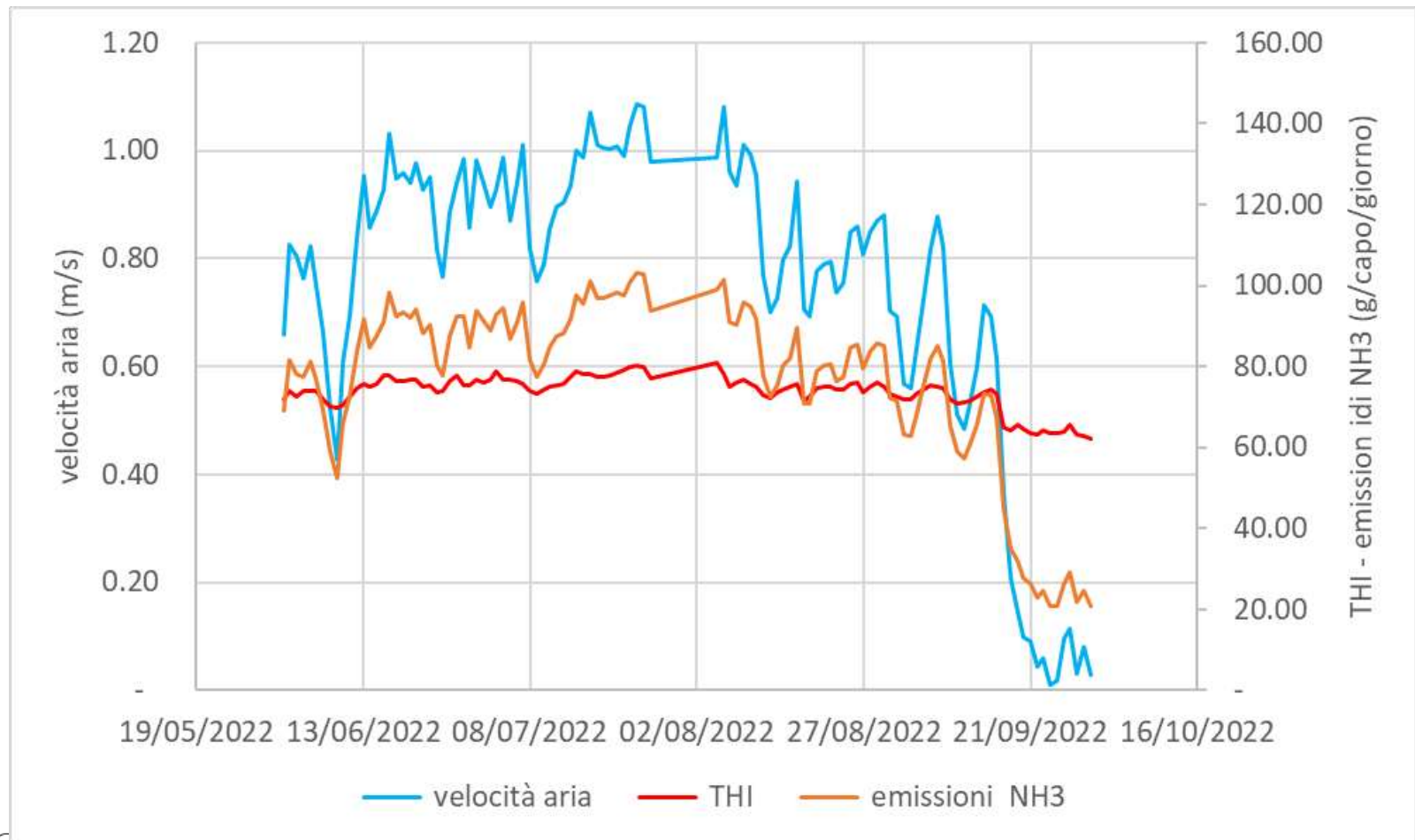
Non si osservano relazioni tra la concentrazione di CO<sub>2</sub> e il THI

La volatilizzazione dell'ammoniaca dai liquami è molto influenzata dalla temperatura mentre la CO<sub>2</sub> è quasi esclusivamente metabolica





# I dati raccolti consentono di valutare le emissioni dalla zona di stabulazione in modo dinamico e capire l'effetto della gestione



# Concludendo

Il sistema integrato GALA ha dimostrato le potenzialità della sensoristica applicata alla zona di stabulazione delle bovine.

Può essere utilizzato per:

- migliorare la salute e il benessere animale e individuare precocemente le patologie
- Individuare condizioni anomale di stalla
- Valutare le emissioni in modo dinamico (sviluppo di sistemi di autocertificazione)



# Prospettive

- Il prototipo di Sistema integrato GALA potrebbe essere interfacciato con altri sistemi di gestione della mandria (es. Si@llEvA per i dati Ambientali)
- Il collare può consentire di monitorare anche altri parametri (temperature animale, ecc) – Progetto Agritech
- Si può prevedere anche la localizzazione delle bovine nella stalla – Progetto Spazio (UNIMI-CREA – PSR 1.2.01)





**Sistema di Gestione integrata dell'Ambiente nelle stalle da Latte per migliorare il benessere e la produttività delle bovine**

Il Progetto	Attività	Team	News
 <p>Il progetto ha l'obiettivo di realizzare un sistema di gestione dell'ambiente di stabulazione nelle stalle da latte integrando le diverse informazioni (microclimatiche, non climatiche, comportamentali, produttive, alimentari, gestionali) in modo da fornire elementi per il controllo automatico di alcuni dispositivi, segnalazione all'allevatore di situazioni anomale o che richiedono il suo intervento, monitoraggio dei parametri ambientali all'interno della stalla, indicazioni per migliorare la gestione per migliorare le condizioni ambientali.</p>	 <p>Il piano delle attività del GO-GALA prevedono lo sviluppo, la realizzazione e l'installazione di un prototipo di sistema di gestione integrata dell'ambiente nelle stalle da latte.</p> <p>In particolare, la tecnologia che si intende sviluppare è un sistema di monitoraggio in continuo dei parametri ambientali e del comportamento delle bovine e di controllo diretto e indiretto dell'ambiente della stalla. In modo da creare un ambiente idoneo alla vita, alla produzione e alla riproduzione delle bovine allevate nella struttura anche mitigando il clima interno.</p>	 <p>Il partenariato del GO-GALA è composto, oltre che dal capofila, da tre imprese agricole che rappresentano diverse realtà produttive dello stesso territorio. Le competenze e le esperienze di queste imprese confluiranno nel progetto per lo sviluppo e messa a punto del sistema integrato di controllo dell'ambiente.</p> <p>In particolare, le tre aziende di bovini da latte rappresentano realtà con caratteristiche dimensionali e gestionali diverse ma che sono accumulate dall'esigenza di un miglioramento delle condizioni ambientali interne delle loro stalle. L'Associazione Regionale Allevatori della Lombardia (ARAL) fungerà da collegamento tra le attività del progetto e gli operatori del settore zootecnico.</p>	 <p>vedi le news sul sito della Regione Lombardia</p>



contatti: elisat



Programma di Sviluppo Rurale 2014 - 2020

**Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale:  
L'Europa investe nelle zone rurali**

Attività realizzata con il cofinanziamento del FEASR  
 Responsabile dell'informazione: Università degli Studi di Milano  
 Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali  
 Autorità di Gestione del Programma: Regione Lombardia

