



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



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**

Giorgio Provolo, Daniela Lovarelli, Lisette Leliveld, Elisabetta Riva  
Università degli Studi di Milano

# Attuale installazione

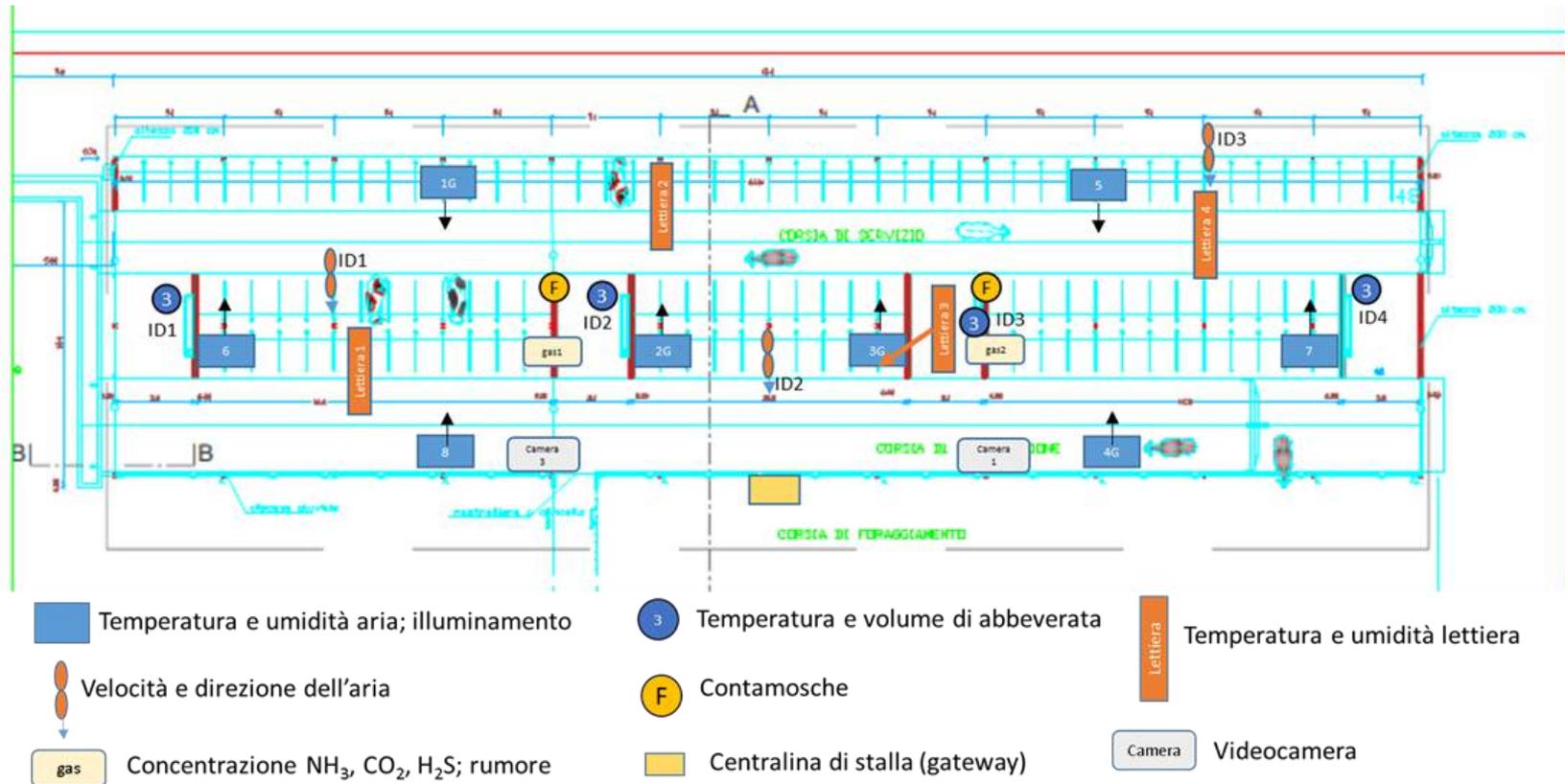
3 stalle equipaggiate ognuna con

- 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



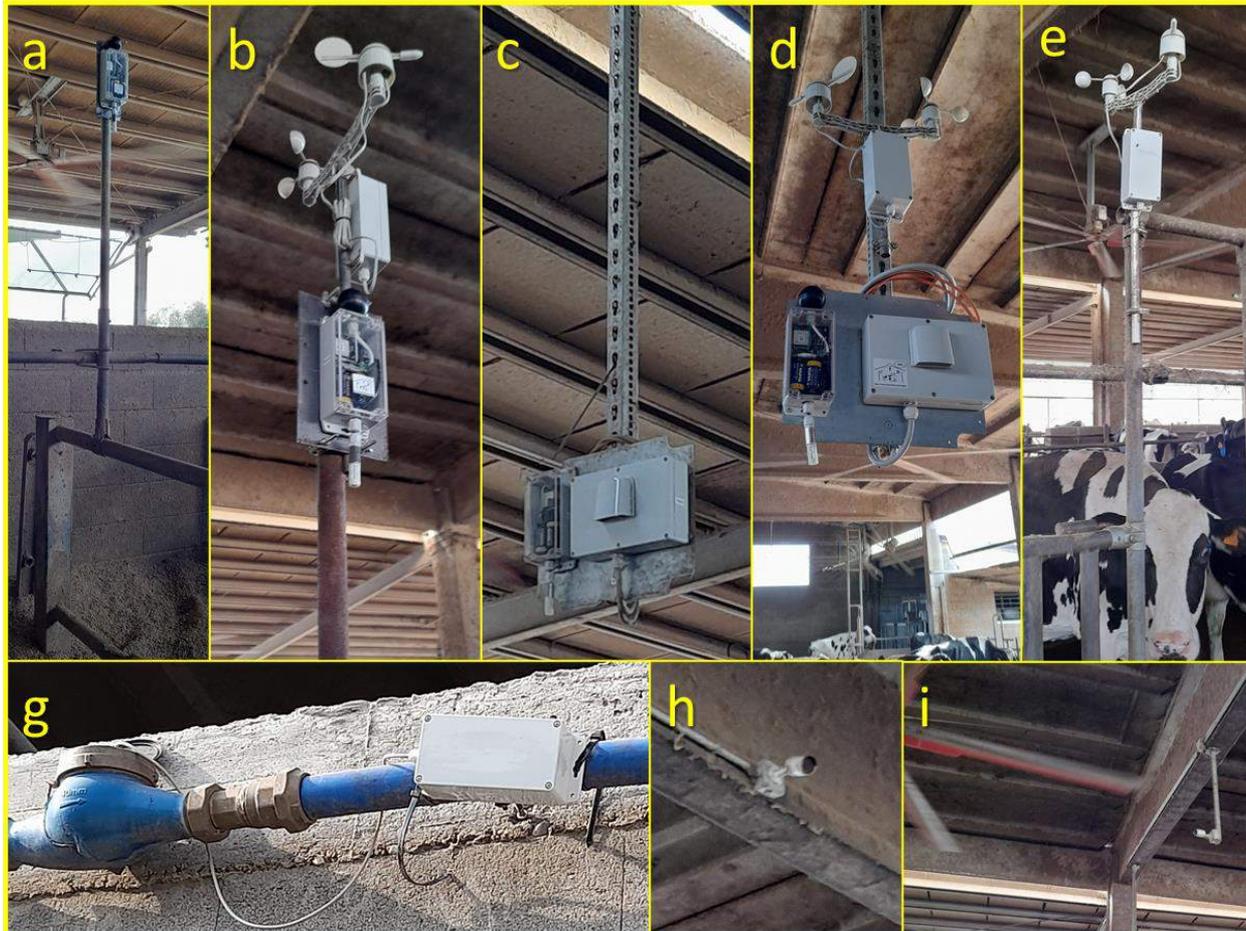
# Installazione nelle 3 aziende

In ciascuna azienda sono stati installati tutti i sensori tenendo conto delle specifiche di ognuna, ossia spazi e impianti presenti nella struttura



# I sensori: Cosa troviamo nelle aziende

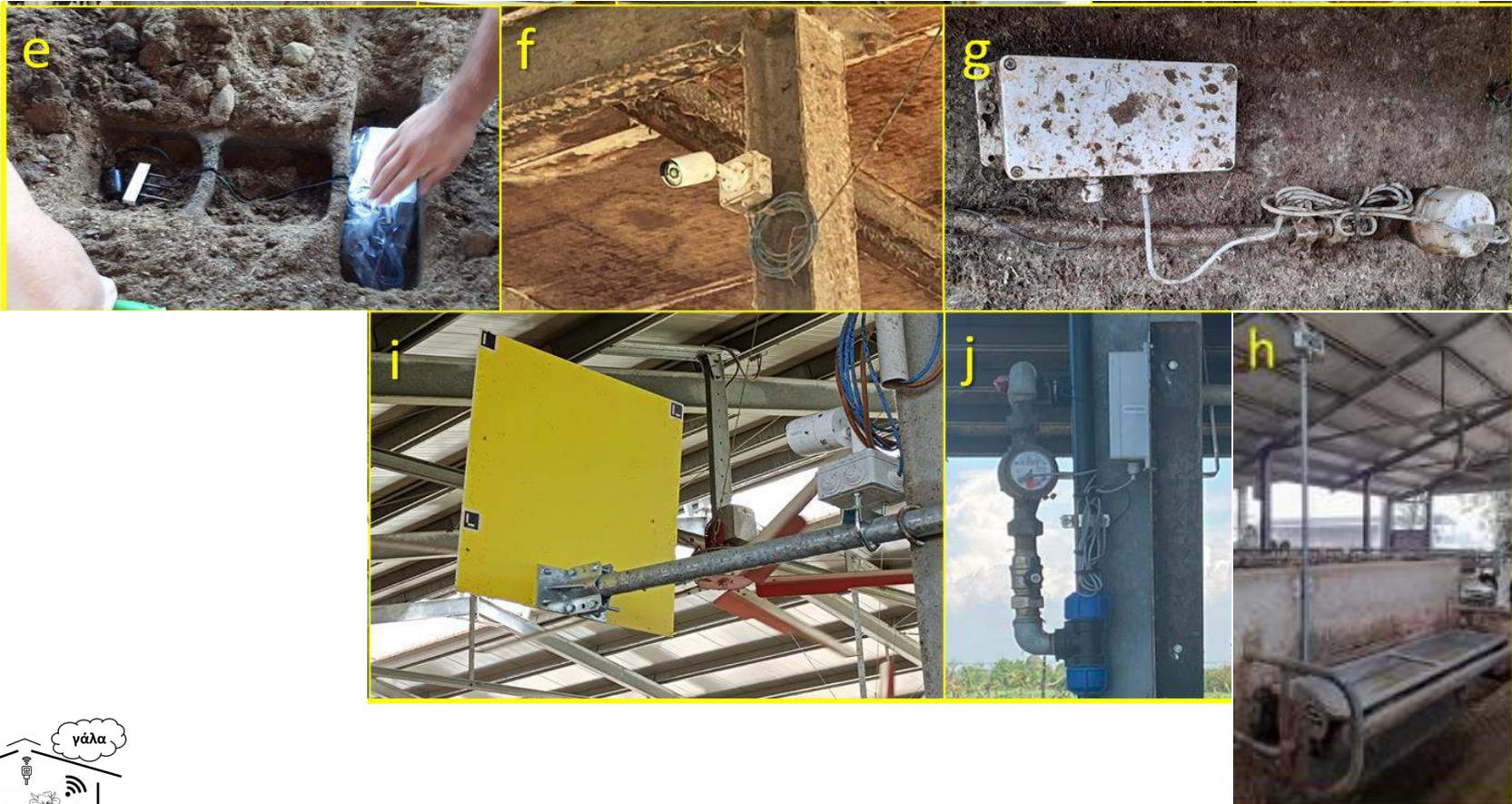
## 1) Sensori nell'ambiente di stalla e videosorveglianza



# I sensori:

## Cosa troviamo nelle aziende

### 1) Sensori nell'ambiente di stalla e videosorveglianza



# I sensori:

## Cosa troviamo nelle aziende

2) Stazione meteo all'esterno della struttura

3) Gateway per la raccolta e invio dei dati



# I sensori:

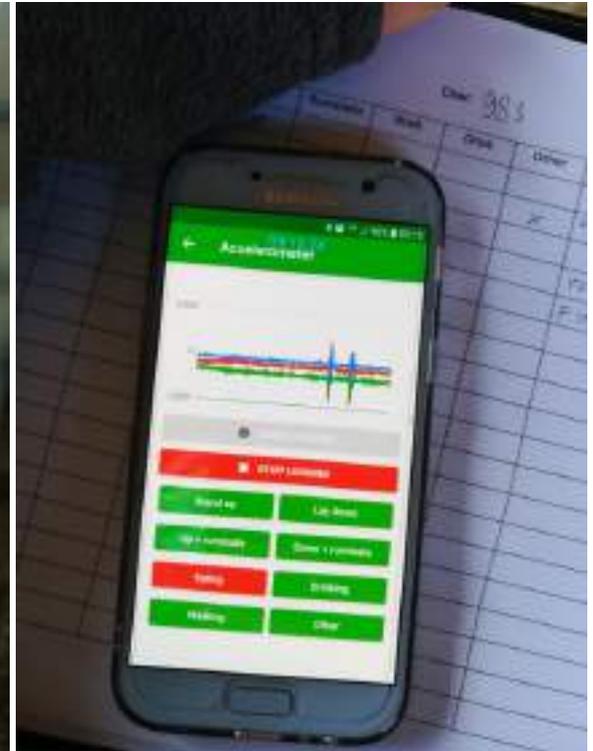
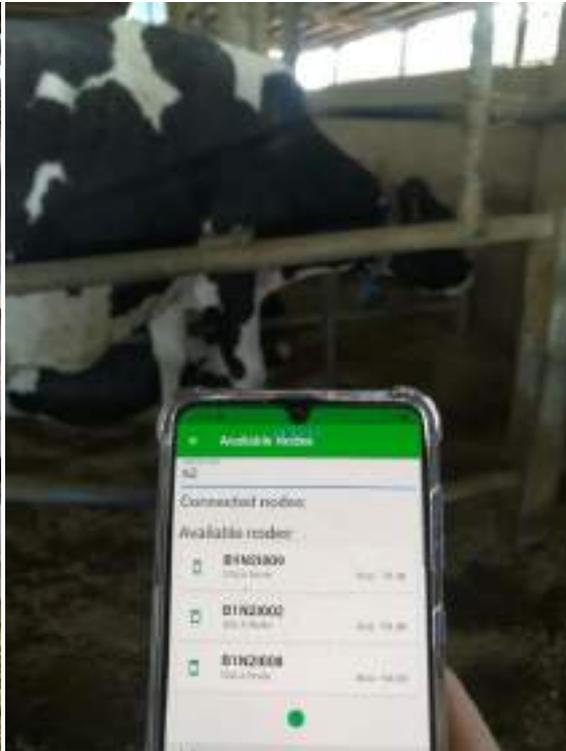
## Cosa troviamo nelle aziende

4) I sensori per il comportamento animale → essendo un prototipo sono stati testati diversi metodi di «montaggio»



# I sensori: Cosa troviamo nelle aziende

## 4) I sensori per il comportamento animale



# Qualche immagine dalle strutture monitorate



# Qualche immagine dalle strutture monitorate



# Qualche immagine dalle strutture monitorate



# Come si presenta la dashboard



# Come si presenta la dashboard

The screenshot displays a web-based dashboard for farm management. The interface is primarily green and white. At the top left, there is a 'yolo' logo and a 'Farms dashboard' title. A sidebar on the left contains navigation options: 'Dashboard groups', 'Wire Labeling', 'Farms dashboard', and 'Gas monitoring dashboard'. The main content area is divided into two sections. On the left, a table titled 'AZIENDE DISPONIBILI' lists three farms: 'AZIENDA MERISIO', 'AZIENDA BORTICELLI', and 'AZIENDA OSCCHINATO'. Each entry has a circular icon and a refresh symbol. On the right, a map shows the geographical layout of the farms, with green markers indicating their locations. The map includes various geographical features like roads, rivers, and towns. The bottom left corner of the dashboard shows the version number '1.1.2.0'. The bottom right corner of the map area has a 'Leaflet | © OpenStreetMap contributors' attribution.



# Come si presenta la dashboard

The dashboard features a green header with the 'yolo' logo and the text 'Farms dashboard'. A sidebar on the left contains navigation options: 'Dashboard groups', 'White Labeling', 'Farms dashboard', and 'See available dashboards'. The main content area is divided into several panels:

- Fattorie - Dettagli Azienda Merigo:** A table listing farm details.
- Map:** A satellite map showing the farm's location.
- ALLARMI:** A section for alarms, currently showing 'NO ALARMS FOUND'.
- TOTALE MUCCHE (CON O SENZA COLLARE):** A summary card showing a value of 100.
- COEFFICIENTI PER CALCOLO UMIDITÀ:** A summary card showing four coefficients.

TYPE_ID	NT	1.8.4	2023/01/12 10:01
TYPE1_ID6	NT	1.8.4	2023/01/12 10:01
TYPE1_ID7	NT	1.8.4	2023/01/12 10:01
TYPE1_ID8	NT	1.8.4	2023/01/12 10:01

3° COEFFICIENTE *	3° COEFFICIENTE **
-3.91201568025407E-11	-2.31893003425013E-7
3° COEFFICIENTE *	4° COEFFICIENTE *
0.00208620777751	-2.70433780670199



# Come si presenta la dashboard



# Come si presenta la dashboard



# Come si presenta la dashboard

Come capire cosa sta accadendo: un esempio

## AMBIENTE - ULTIME 24 ORE

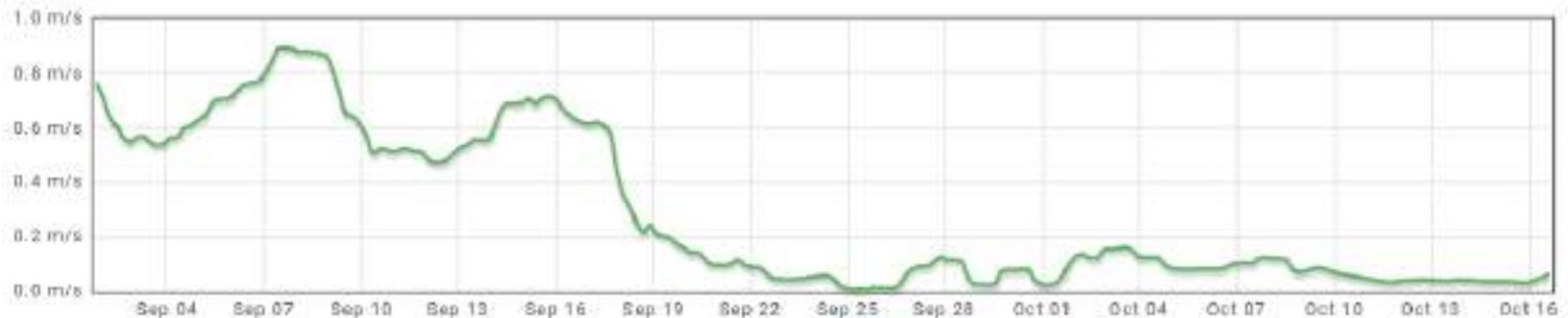


MISURA	VALORE
Indice THI di stalla	67.37
Indice THI massimo di stalla	73.52
Umidità stalla	76.61
Velocità aria interna	0.07
Ore di luce (sopra 40 lux)	9.83
Concentrazione NH3	0.72
Concentrazione H2S	0.00
Concentrazione CO2	684.83
Livello di rumore medio	58.05

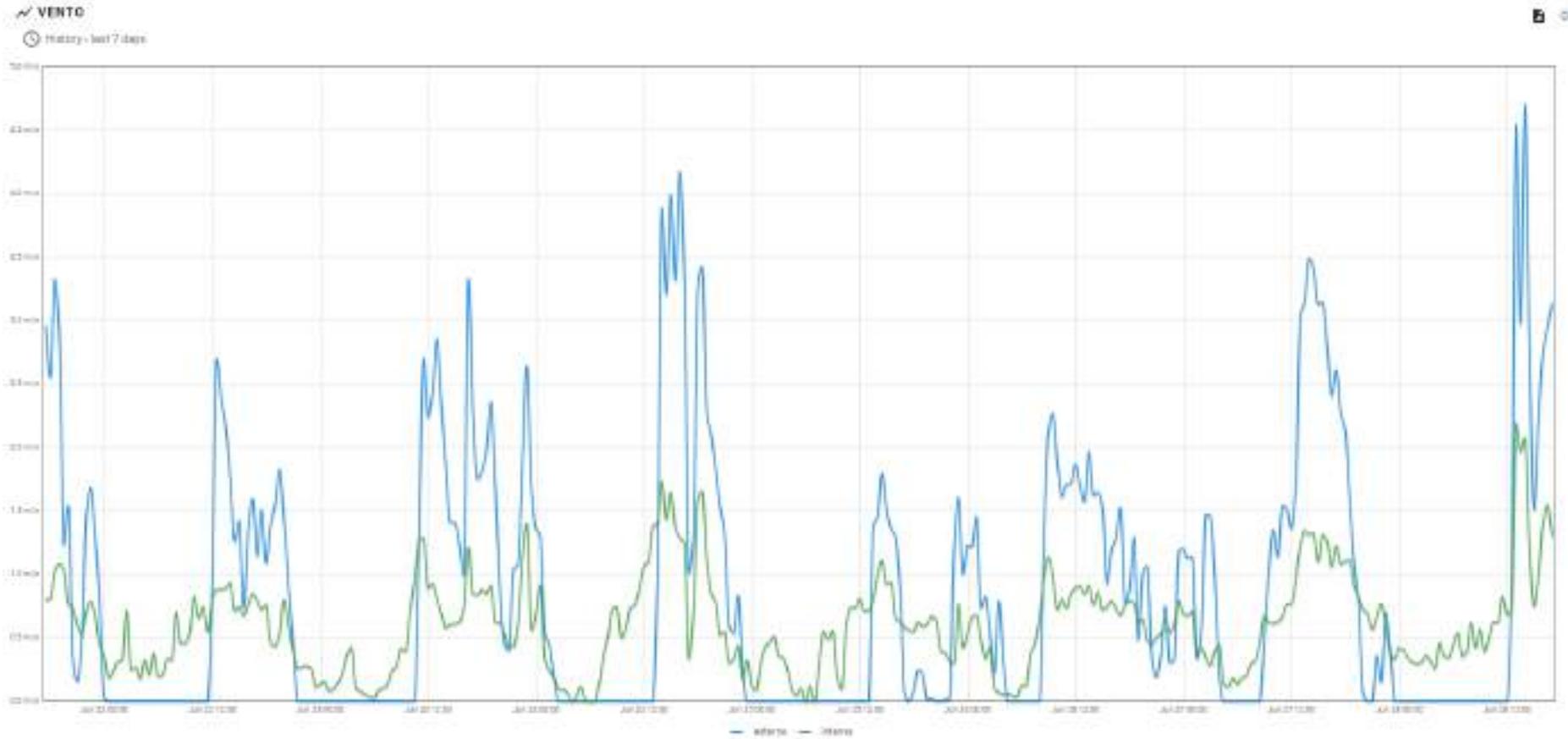
## RICIRCOLO ARIA, MEDIA GIORNALIERA



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



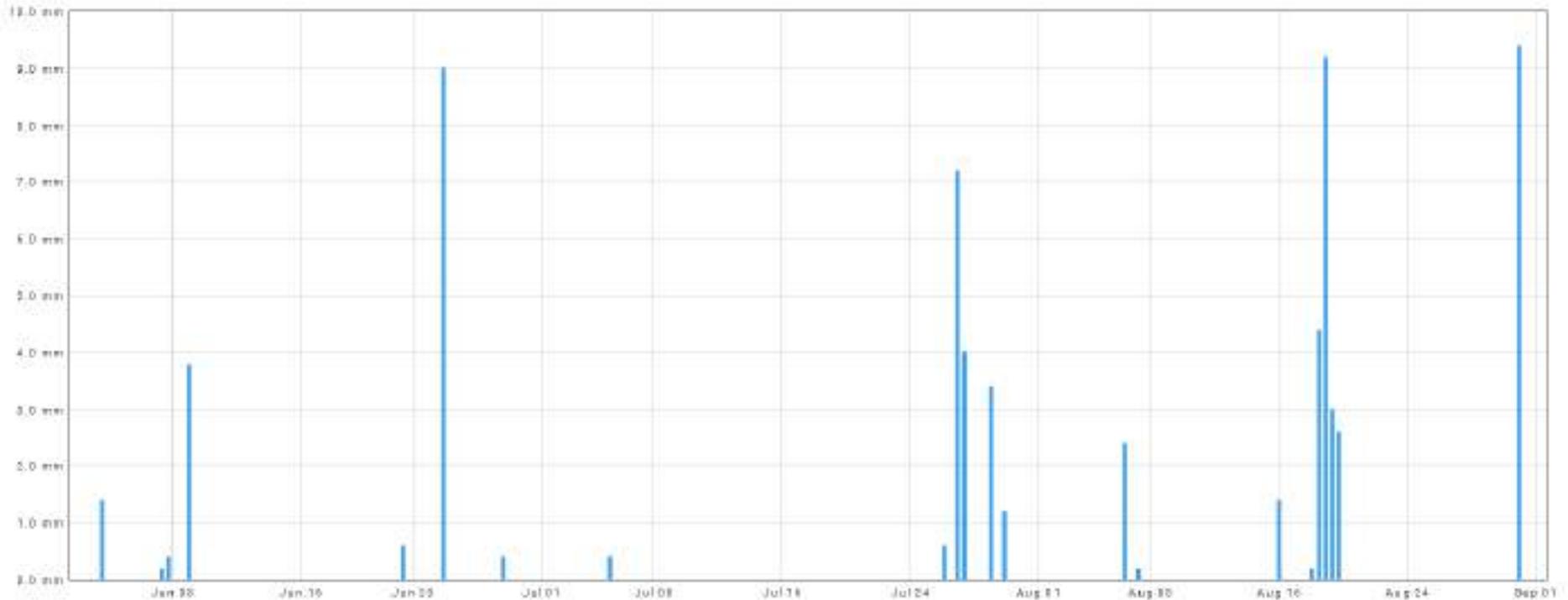
# Come si presenta la dashboard: Velocità del vento dentro e fuori la stalla



# Come si presenta la dashboard: Piovosità nell'estate 2022

## PIOGGIA, CUMULATA

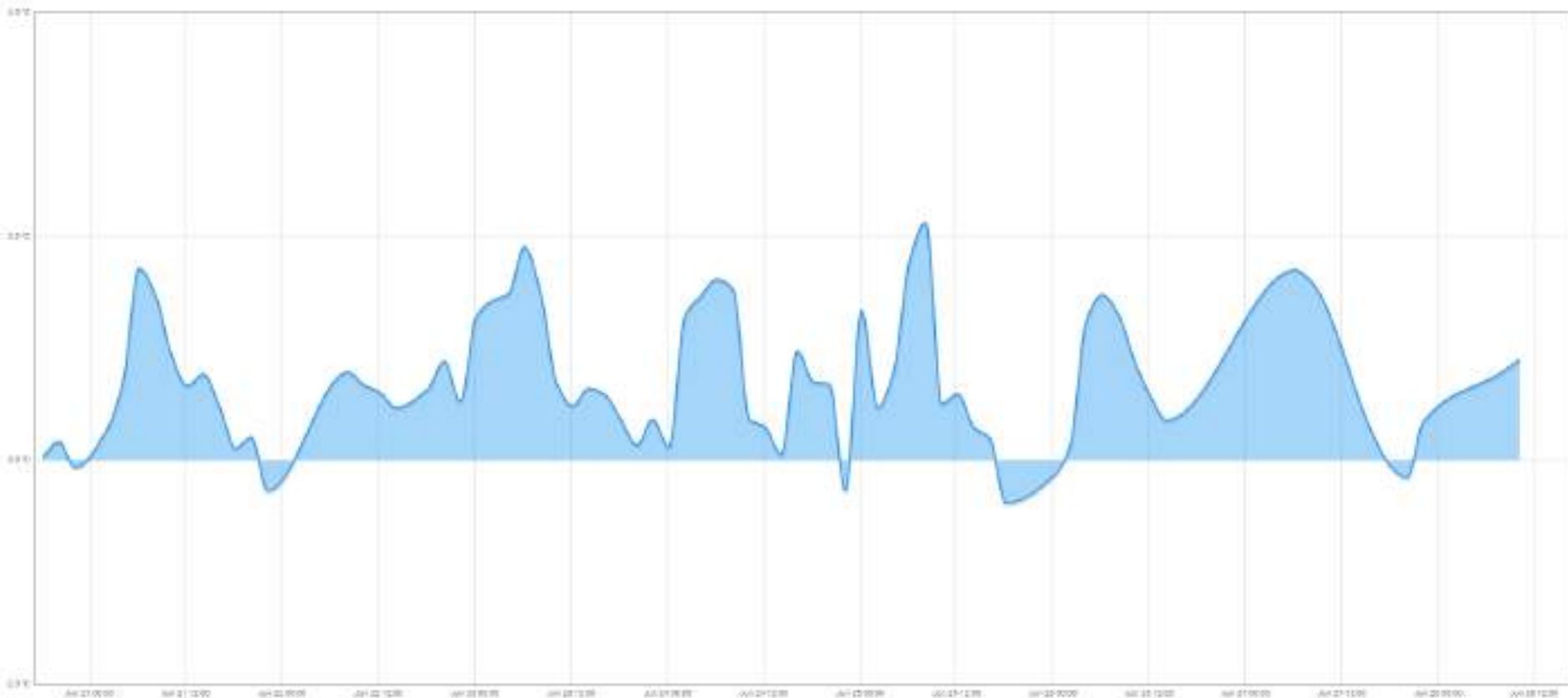
History - From 2022-06-01 14:29:00 to 2022-09-01 14:29:00



# Come si presenta la dashboard: Differenza di temperatura dentro e fuori la stalla

TEMPERATURA (INTERNO - ESTERNO)

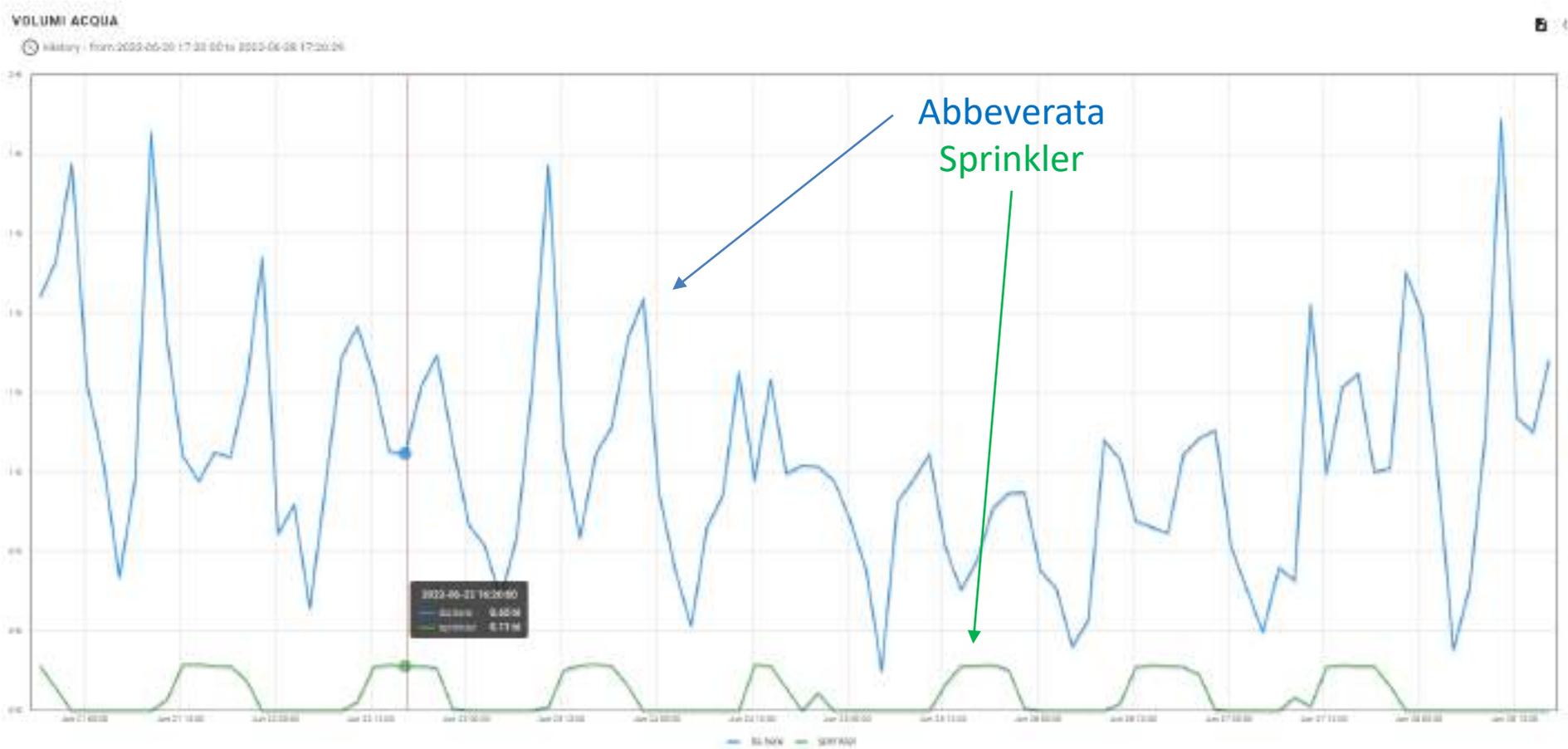
🕒 History - from 2022-09-20 17:11:00 to 2022-09-28 17:11:41



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



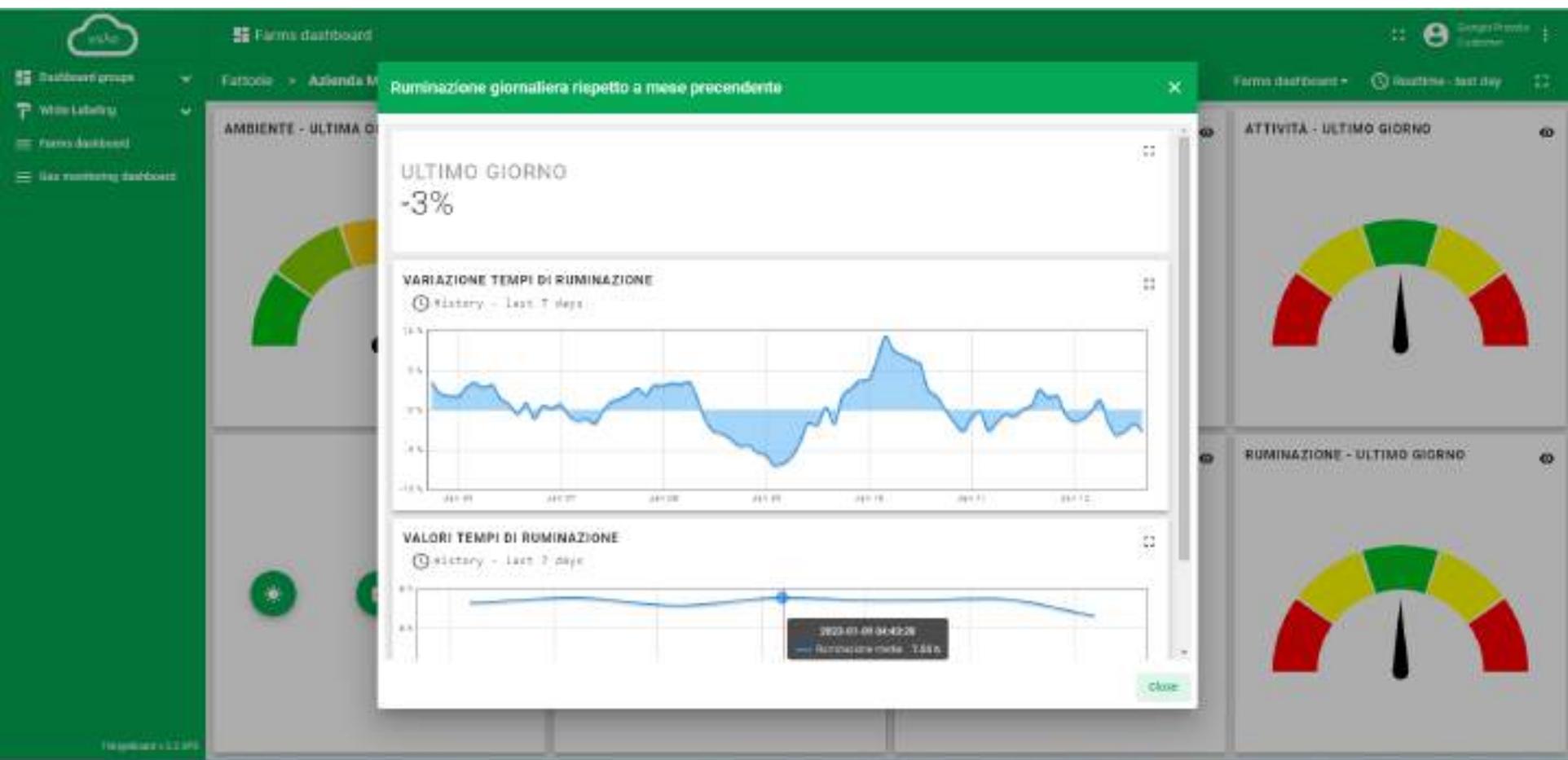
# Come si presenta la dashboard: Consumi di acqua di abbeverata e doccette



# Come si presenta la dashboard: il comportamento animale



# Come si presenta la dashboard: il comportamento animale



# Come si presenta la dashboard: il comportamento animale

- Nodo con identificativo della bovina
- Stato attivo/non attivo
- Riassunto del comportamento nelle 24 h
- Singoli dettagli

DETTAGLIO 24 ORE

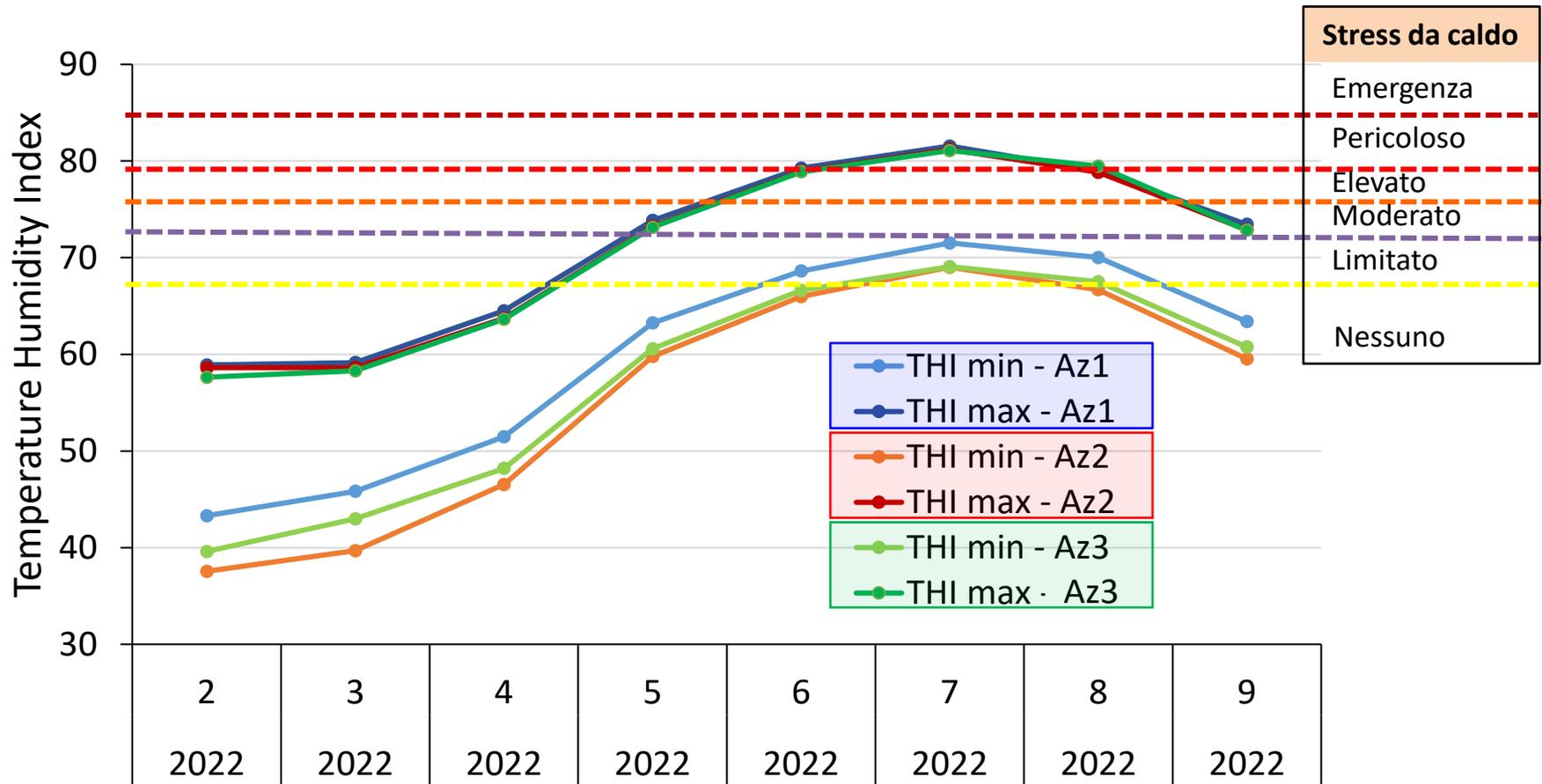
SENSORE ↑	CODICE	ATTIVO	IN PIEDI	SDRAIATA	MANGIA	RUMINA	ATTIVITÀ [MG]	
DEV_FARM2_TYPE2_ID1	0230	●	18 %	53 %	18 %	39 %	27	🔑 ⌂
DEV_FARM2_TYPE2_ID10	0206	●	26 %	39 %	32 %	32 %	16	🔑 ⌂
DEV_FARM2_TYPE2_ID11	0553	●	24 %	48 %	24 %	38 %	28	🔑 ⌂
DEV_FARM2_TYPE2_ID12	0183	●	40 %	33 %	23 %	15 %	22	🔑 ⌂
DEV_FARM2_TYPE2_ID13	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	🔑 ⌂



# Considerazioni e risultati dal monitoraggio



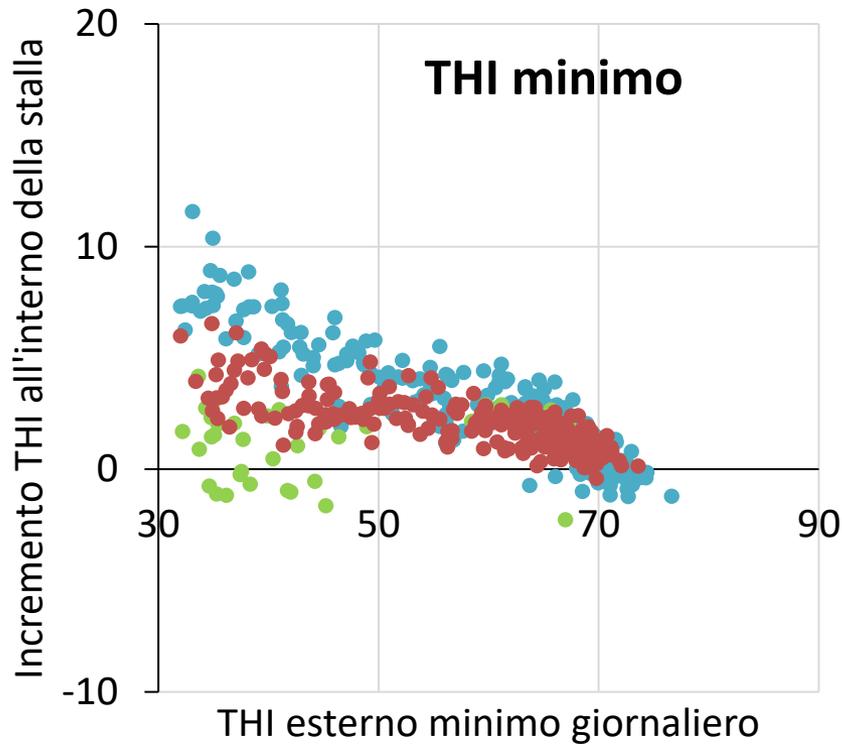
# Clima negli ultimi mesi nelle 3 stalle



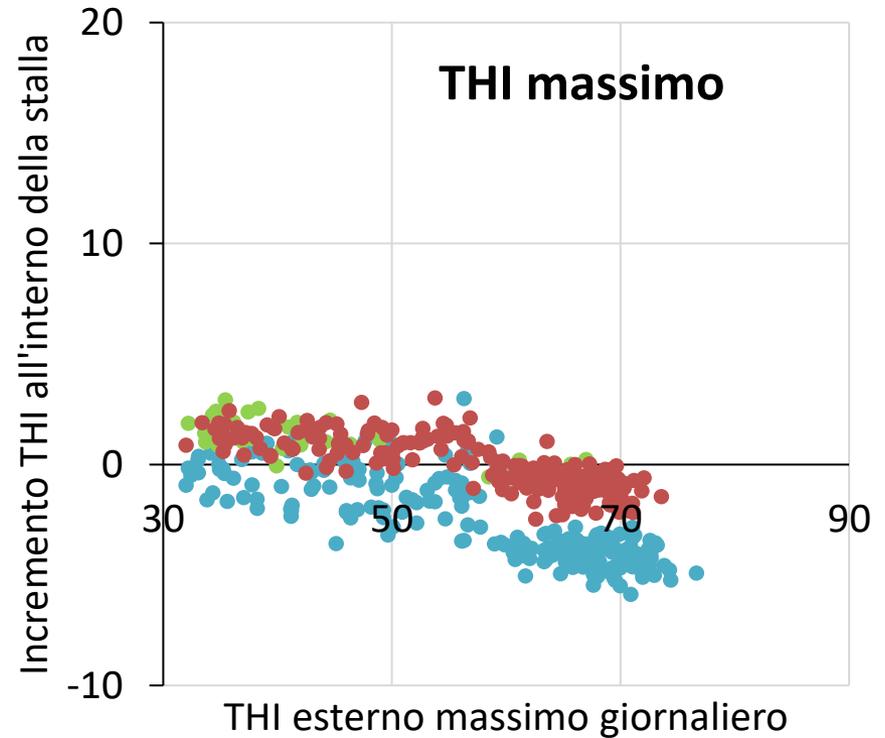
Il THI Massimo giornaliero è molto simile nelle tre aziende  
Il valore minimo cambia in relazione alla tipologia di struttura



# Confronto del THI esterno e interno



● Azienda 1 ● Azienda 2 ● Azienda 3

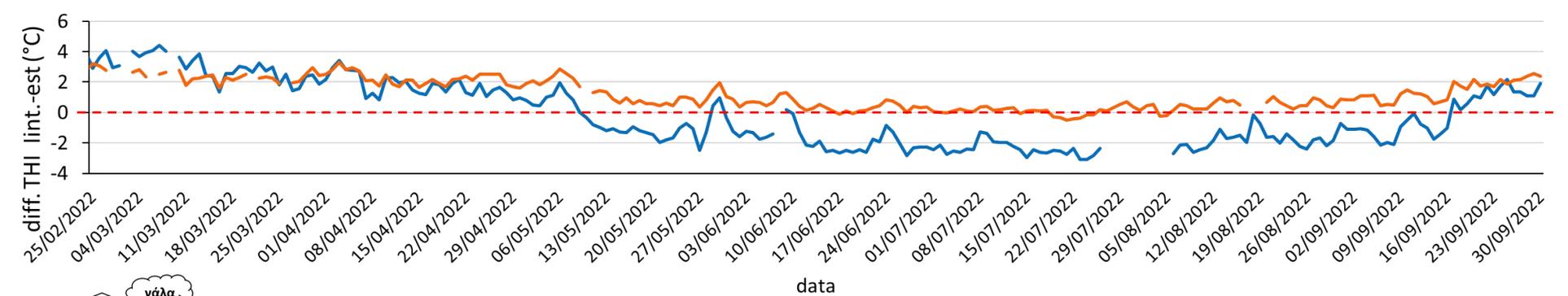
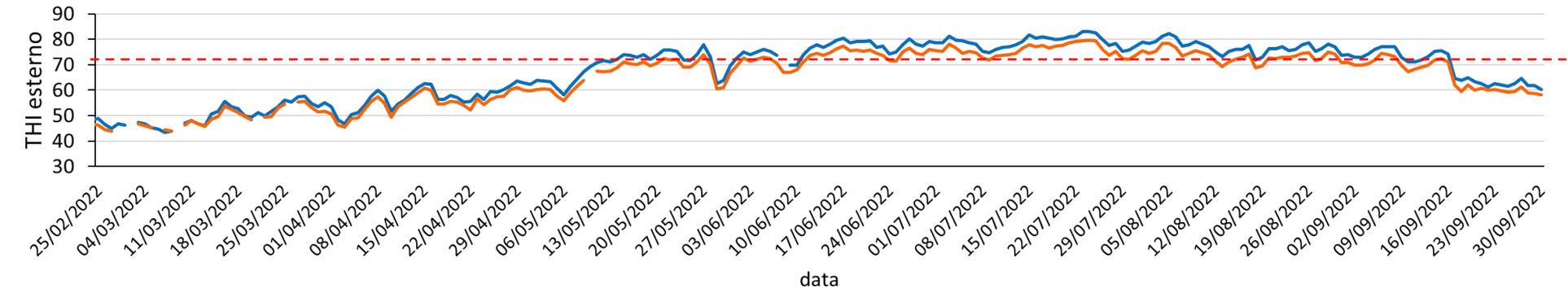
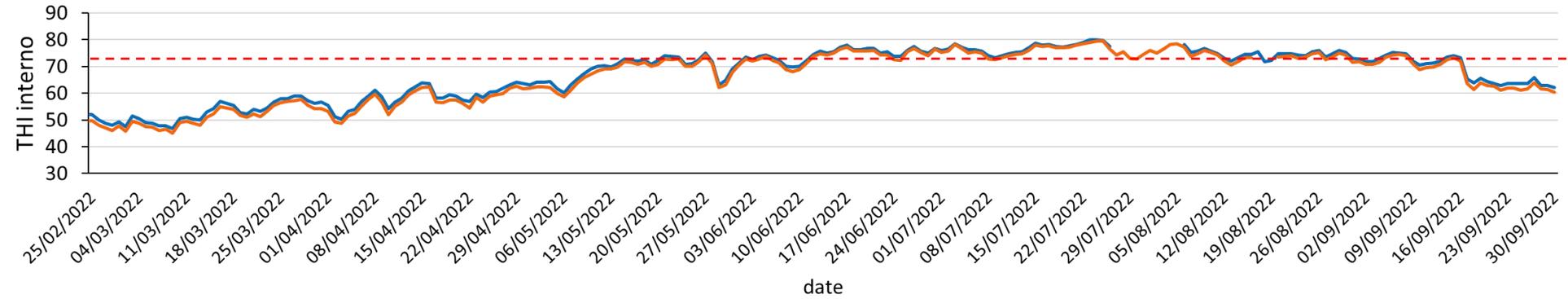


● Azienda 1 ● Azienda 2 ● Azienda 3

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



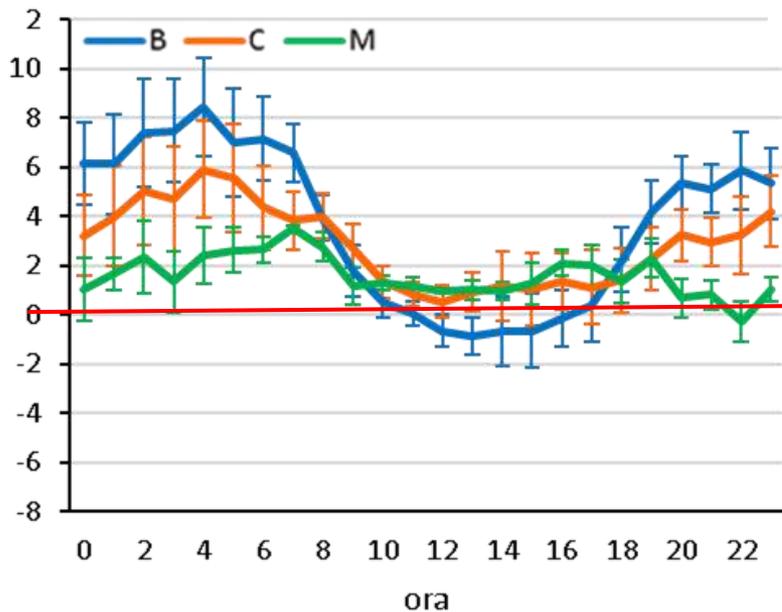
# THI nel 2022 (febb-sett)



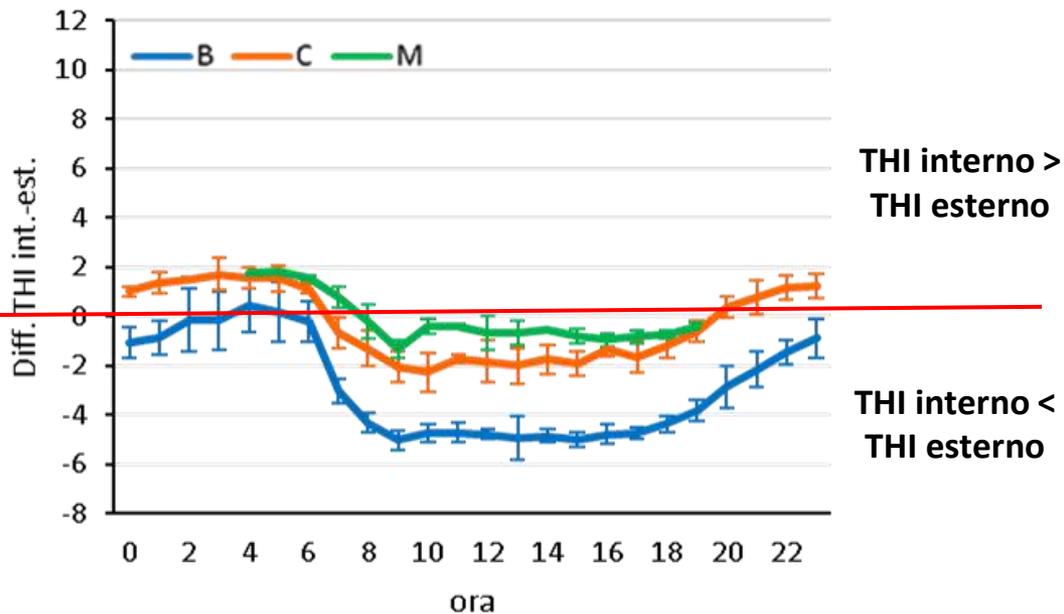
— B — C

# Differenza di THI tra interno ed esterno

Primavera

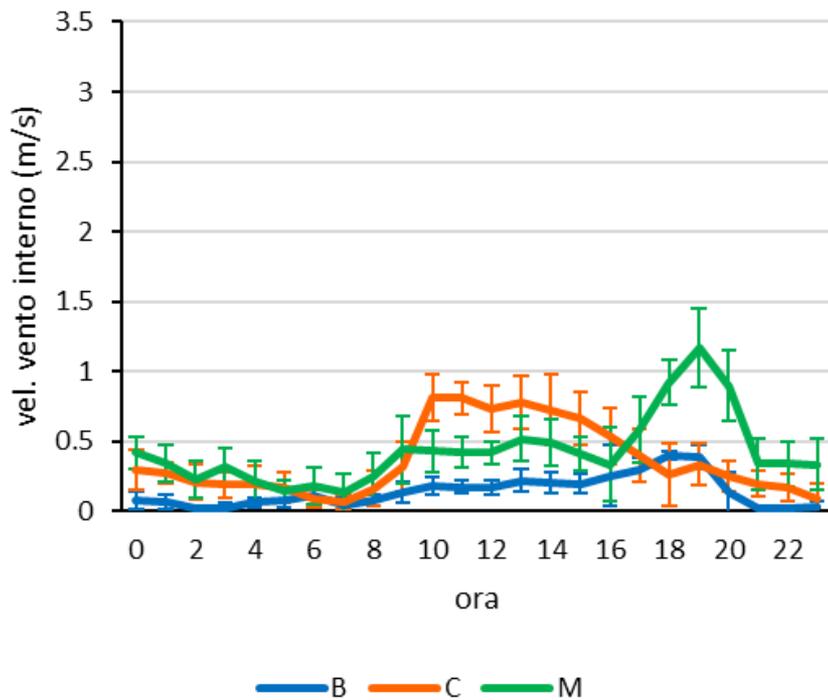


Estate

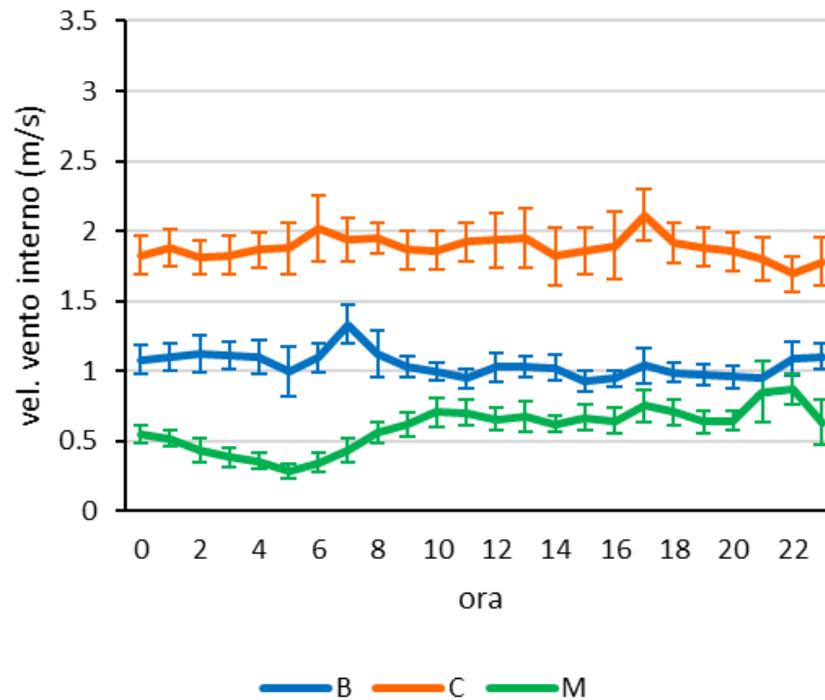


# Velocità del vento interna alle stalle

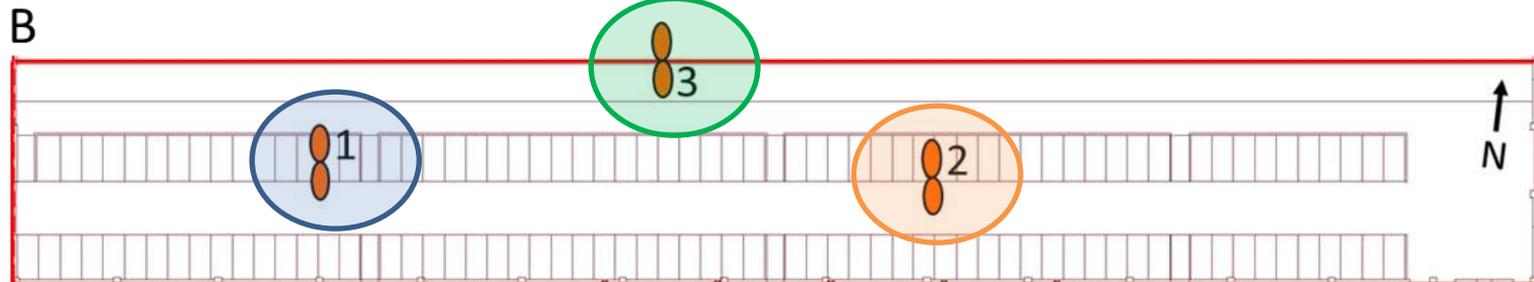
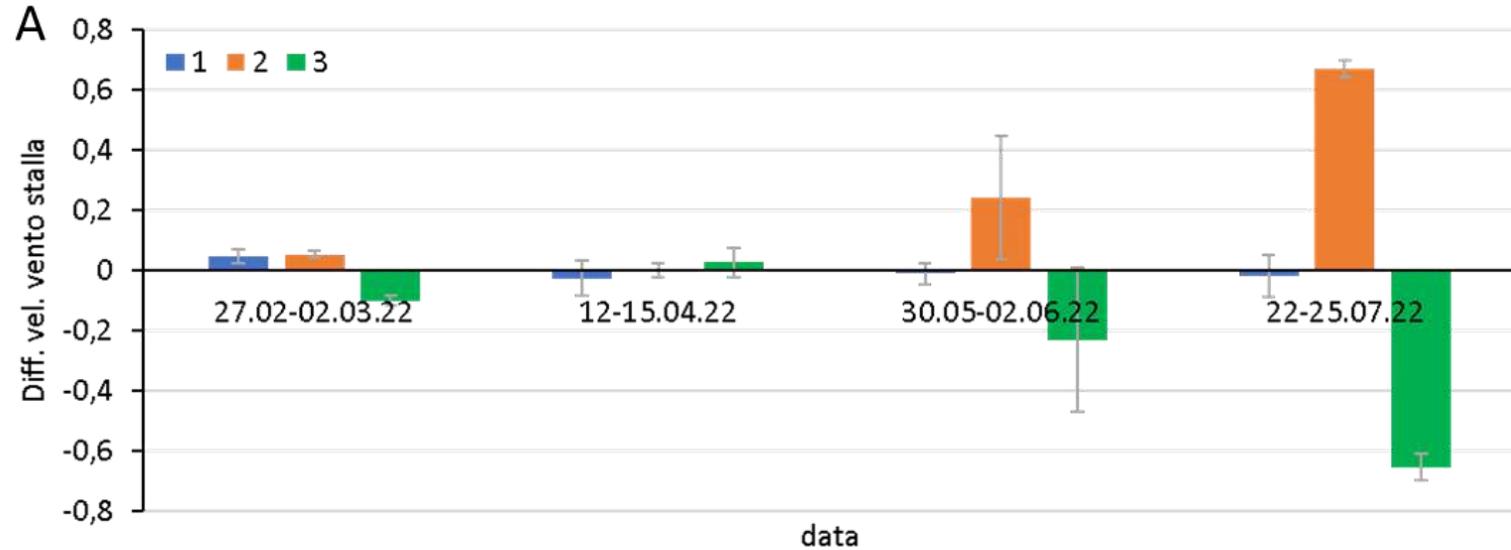
## Inverno



## Estate

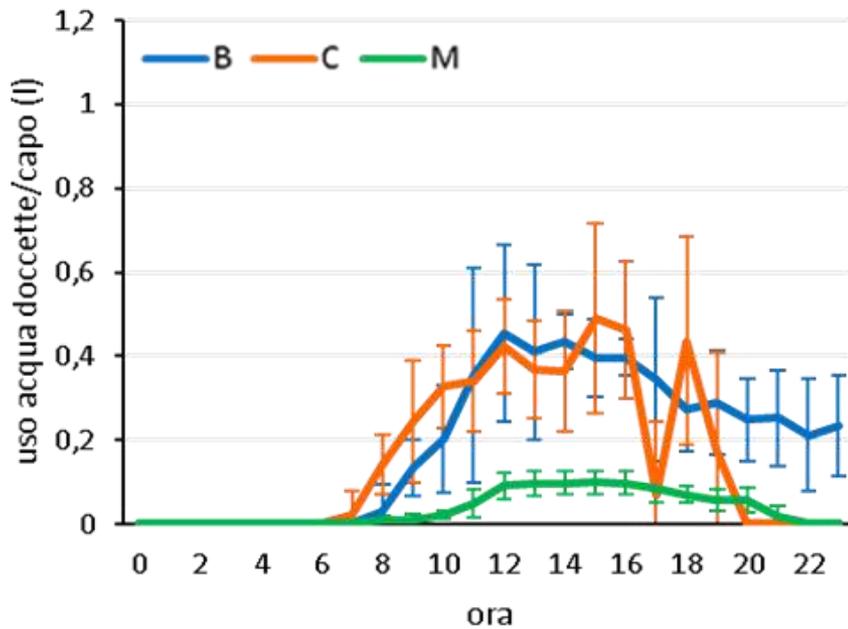


# Velocità del vento: differenze nelle diverse zone della stalla

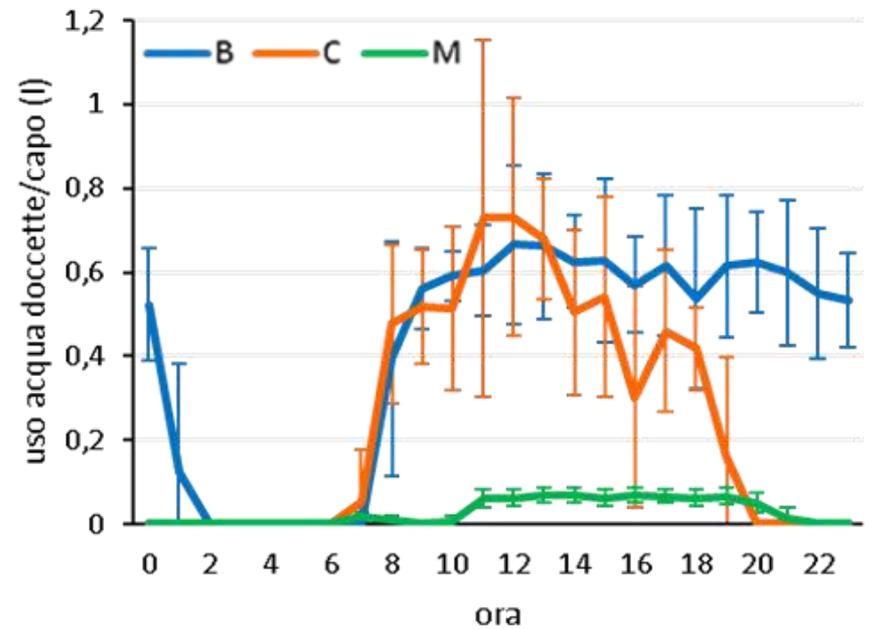


# Utilizzo dell'acqua per le doccette

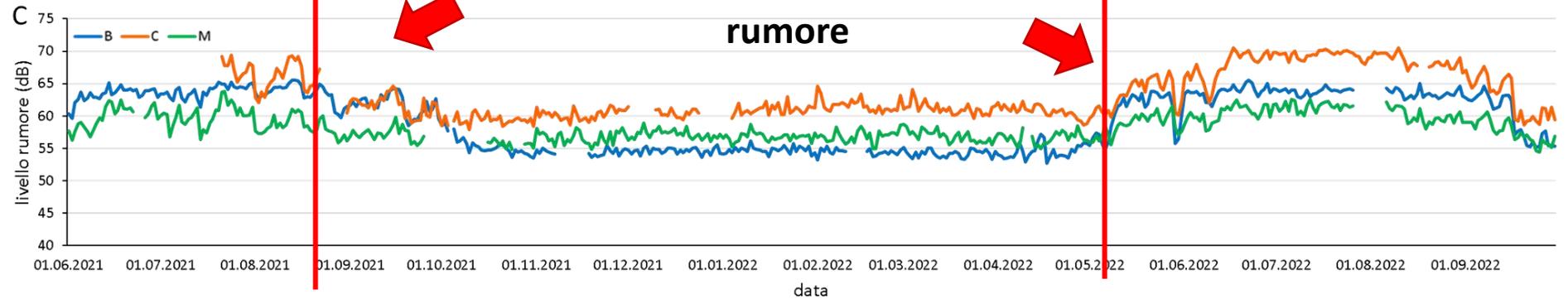
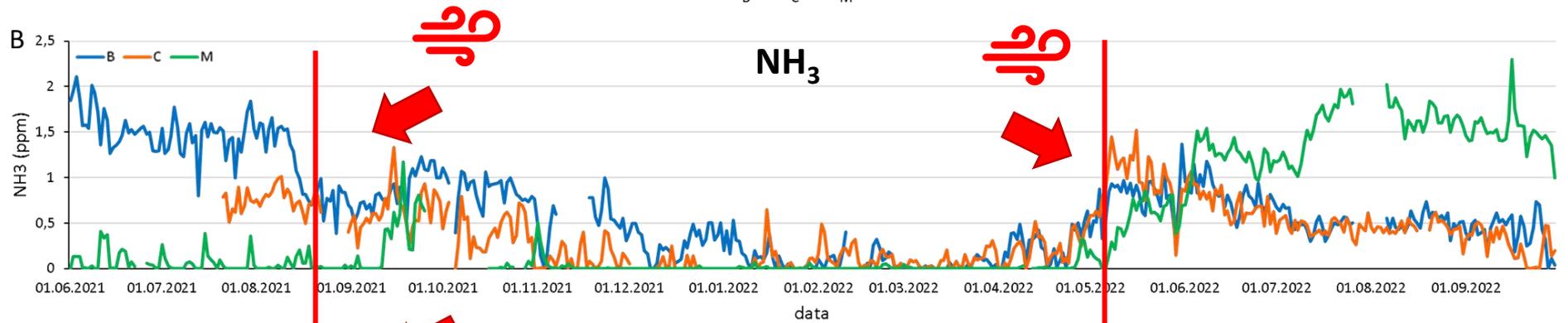
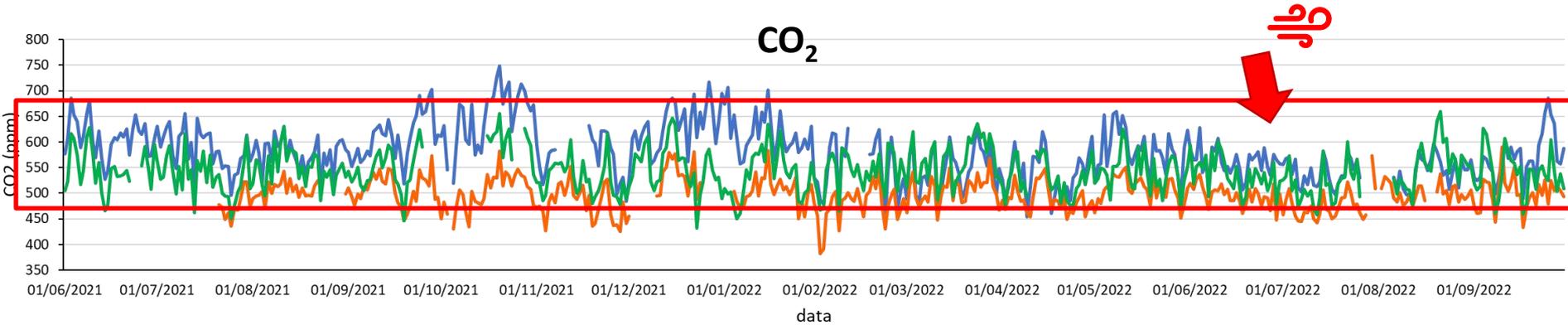
Primavera



Estate



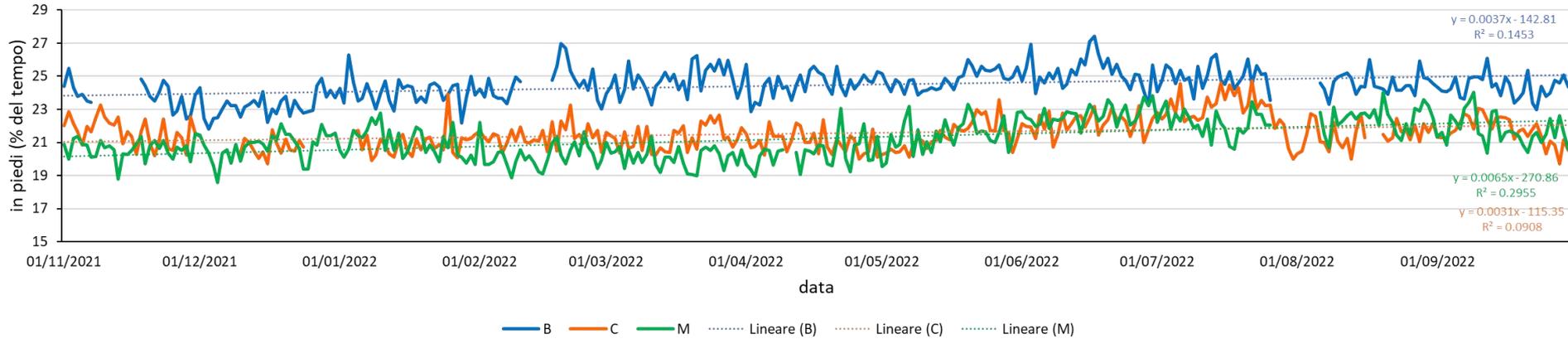
# Concentrazione dei gas (CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>) e livello di rumore



# Comportamento delle mandrie

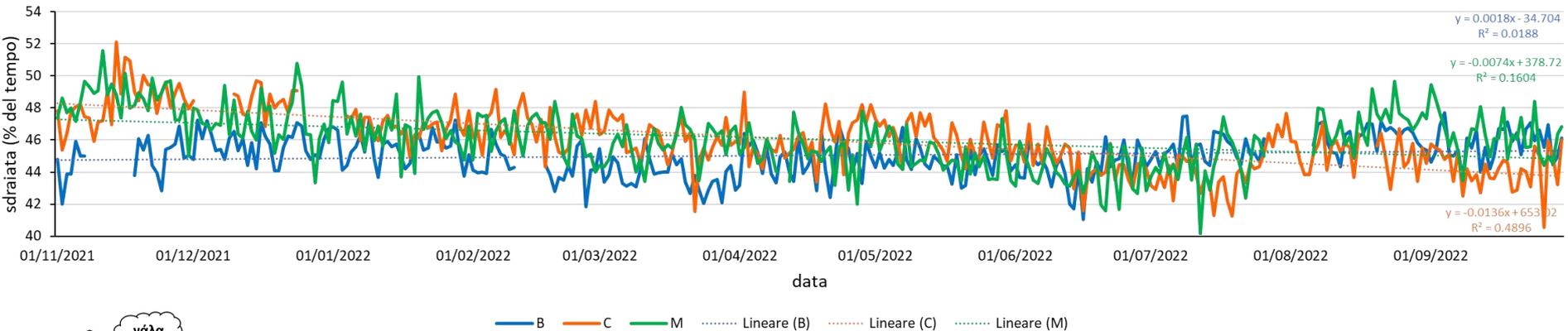
## % di tempo in piedi

B piuttosto costante ma sempre più alto di altri



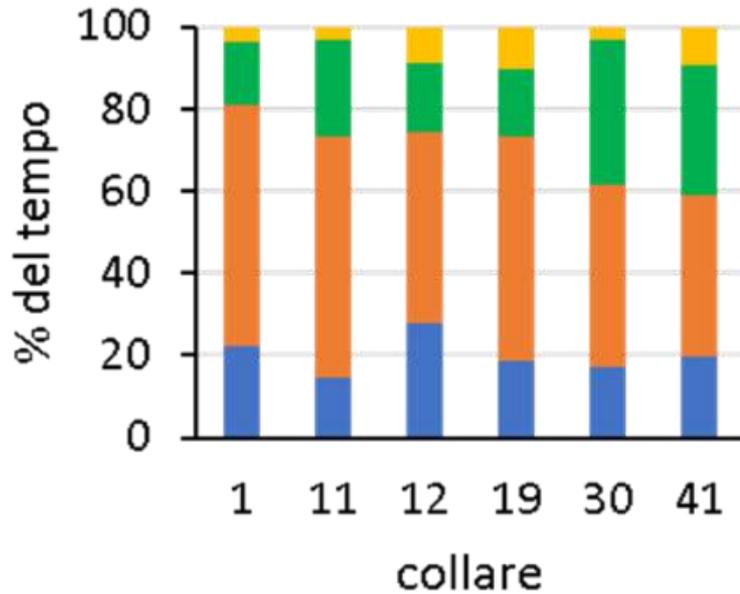
## % di tempo sdraiate

Andamento più omogeneo tra le aziende

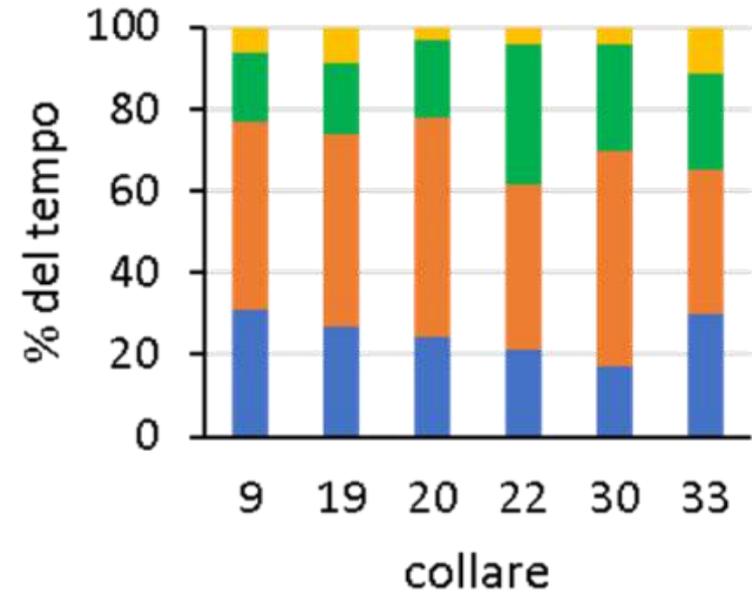


# Esempio dei singoli comportamenti delle bovine

## Inverno



## Estate



■ in piedi ■ sdraiata ■ mangiando ■ altro

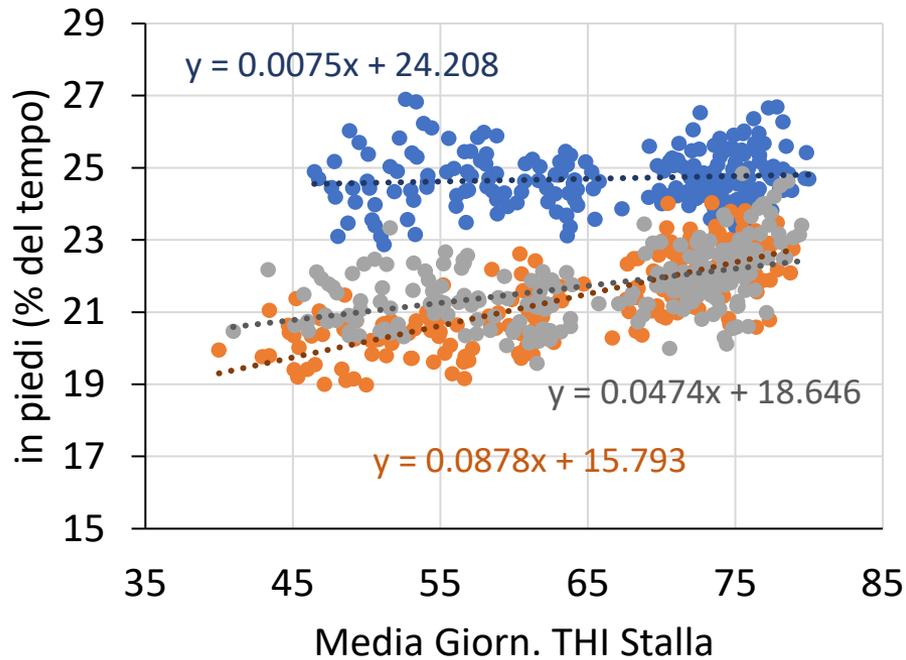


# Come possono essere utilizzati i dati

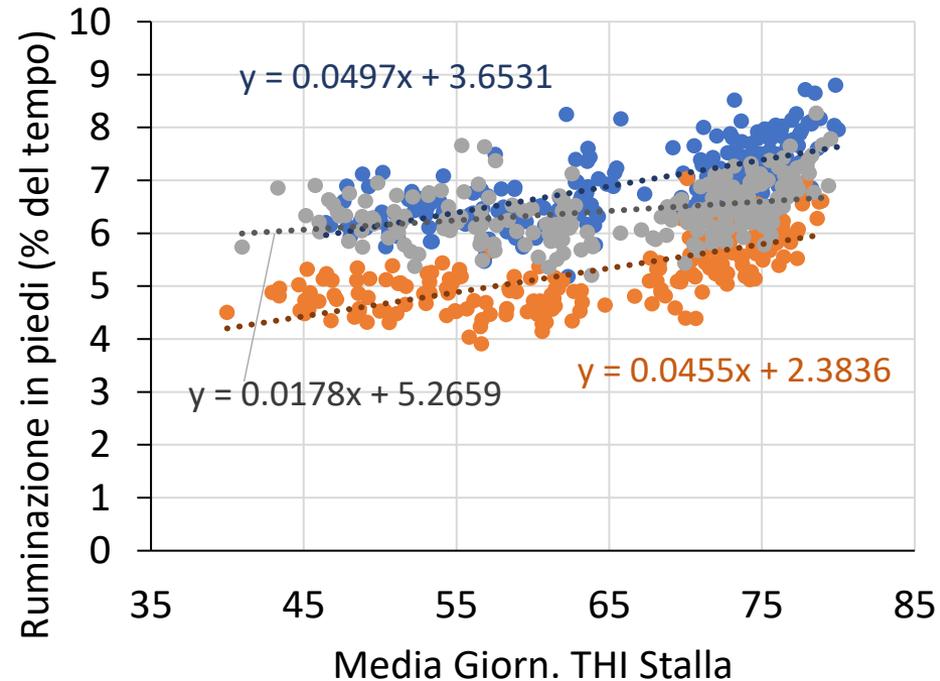
- Integrare le informazioni per:
  - Evidenziare le relazioni tra ambiente e benessere degli animali
  - Individuare precocemente animali con anomalie
  - Valutare le emissioni dagli allevamenti



# Influenza del clima sul comportamento



● Azienda 1 ● Azienda 2 ● Azienda 3

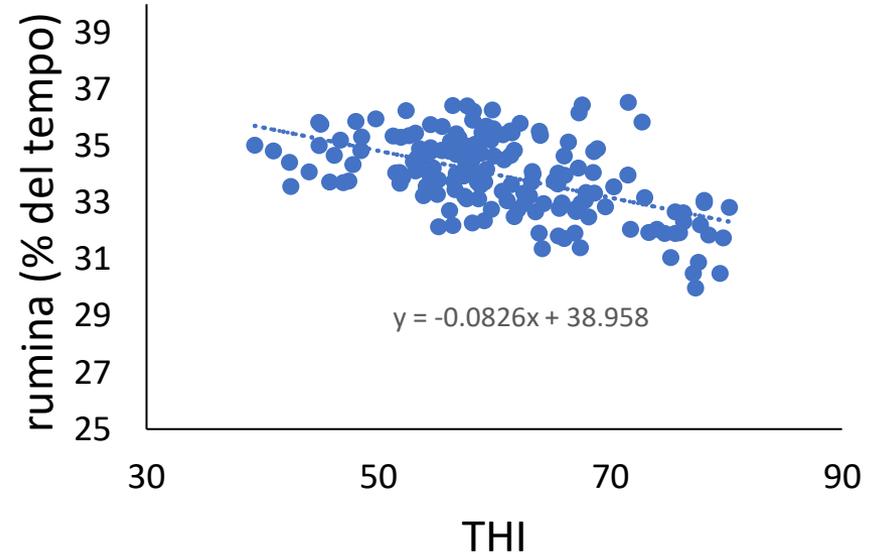
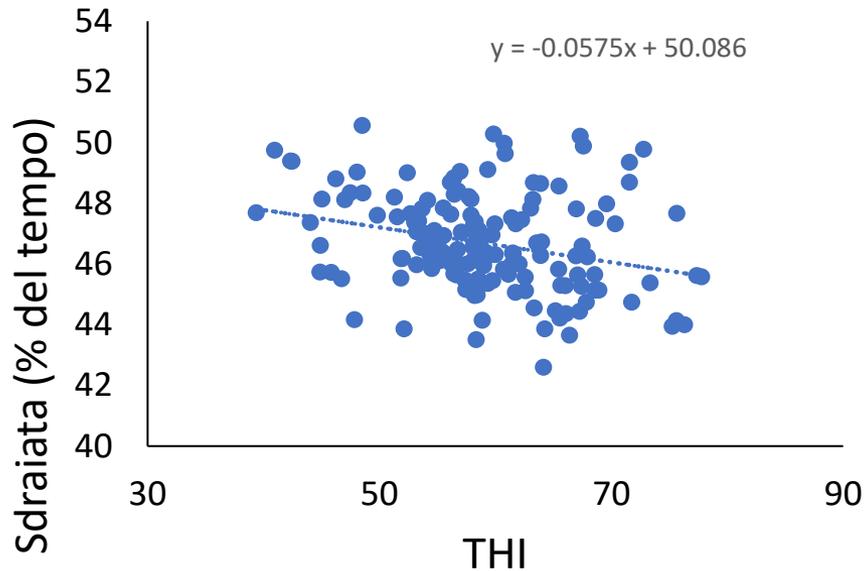


● Azienda 1 ● Azienda 2 ● Azienda 3

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



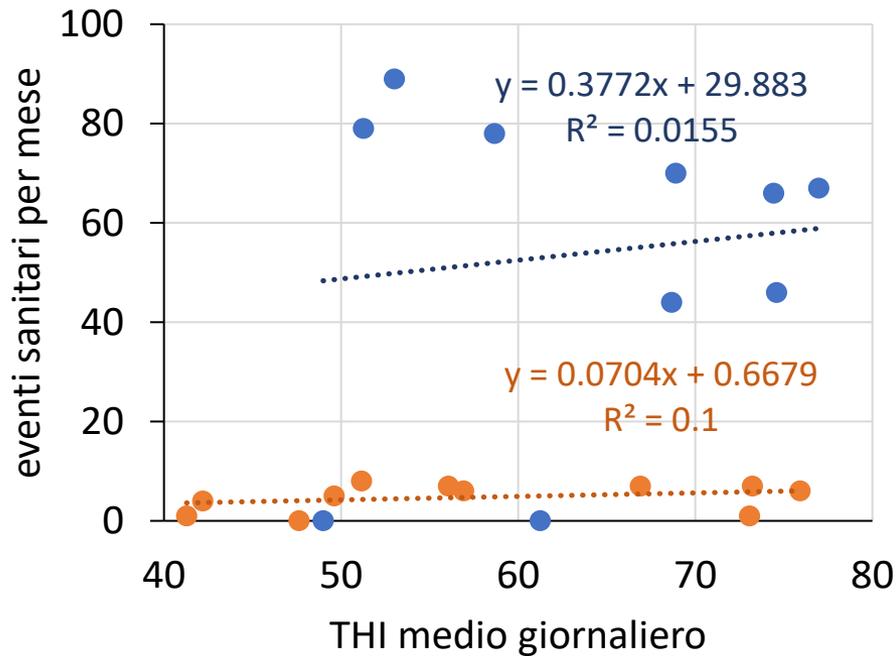
# Influenza del clima sul comportamento



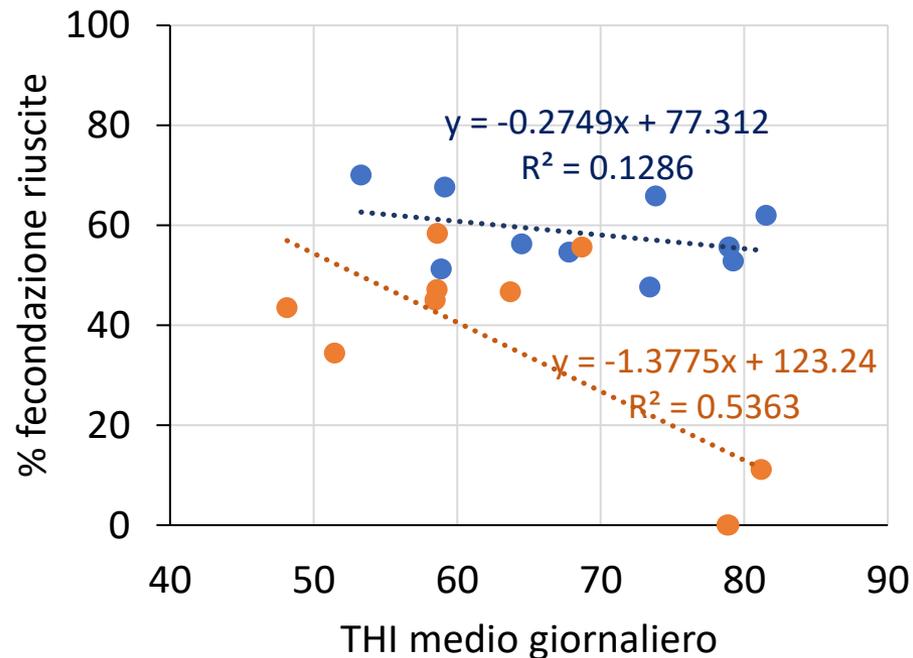
Ad alti livelli di THI gli animali stanno meno sdraiati e ruminano meno, il che riduce il loro benessere e la produzione di latte



# Influenza del THI su salute e riproduzione



● Azienda 1 ● Azienda 2

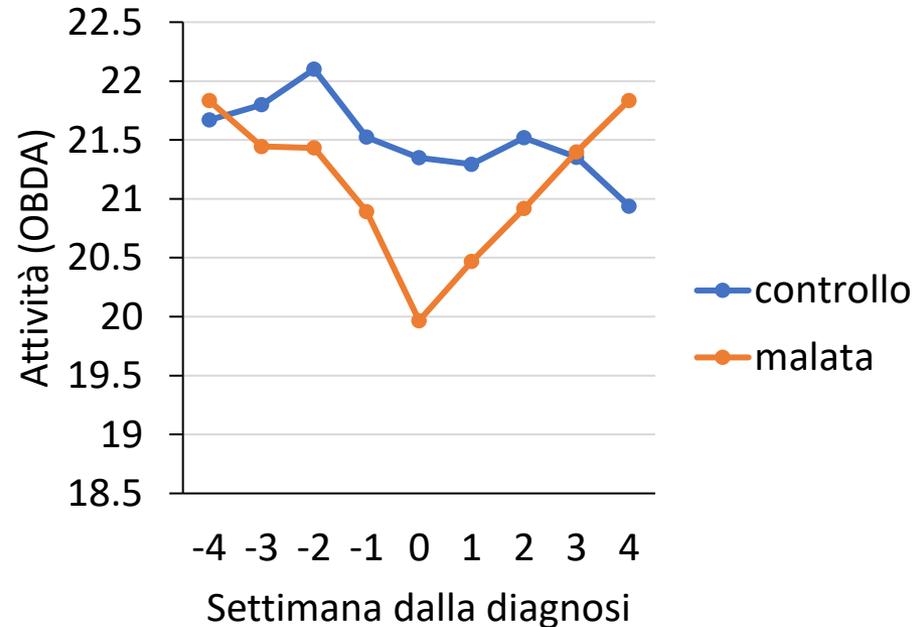
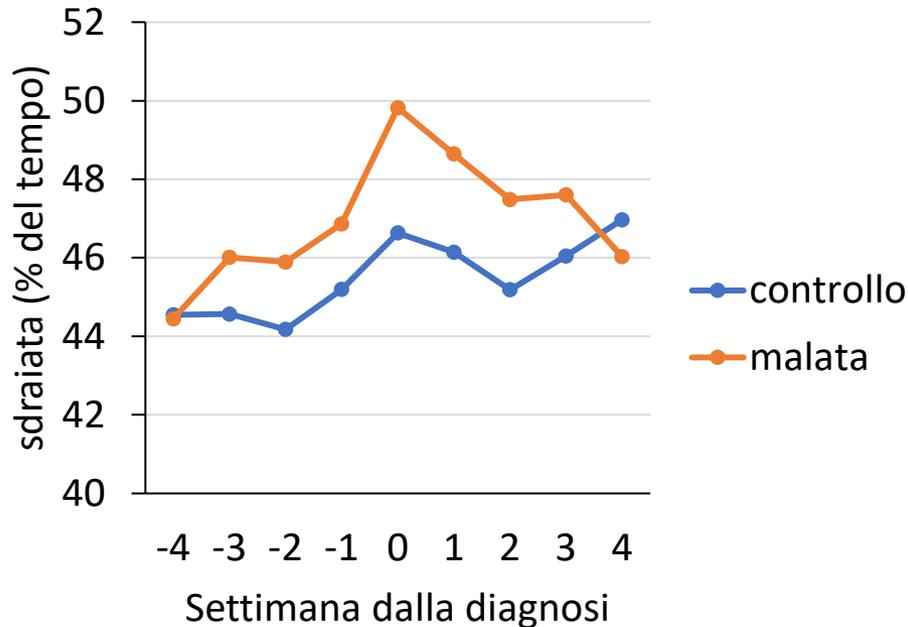


● Azienda 1 ● Azienda 2

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



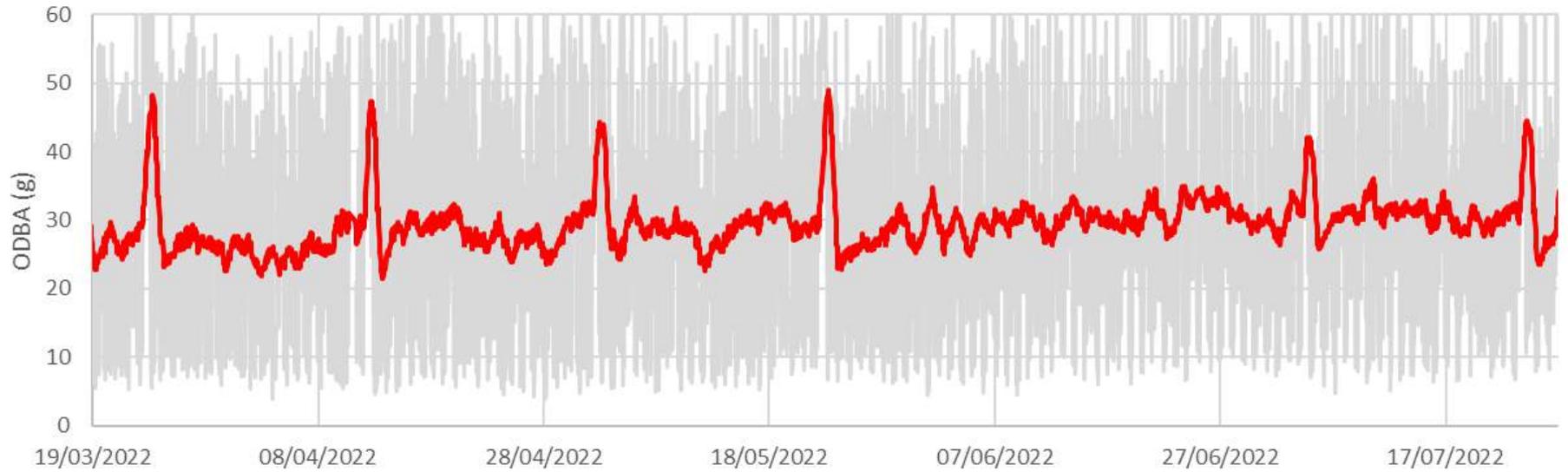
# Overall Dynamic Body Acceleration (ODBA)

- Rappresenta la somma delle accelerazioni dinamiche dell'animale nei tre assi
- E' un parametron molto interessante perchè è strettamente correlato con l'energia dell'animale.
- Può essere utilizzato da solo o in combinazione con altri parametri per evidenziare andamenti e anomalie
- Può essere di un singolo capo o di un gruppo di animali

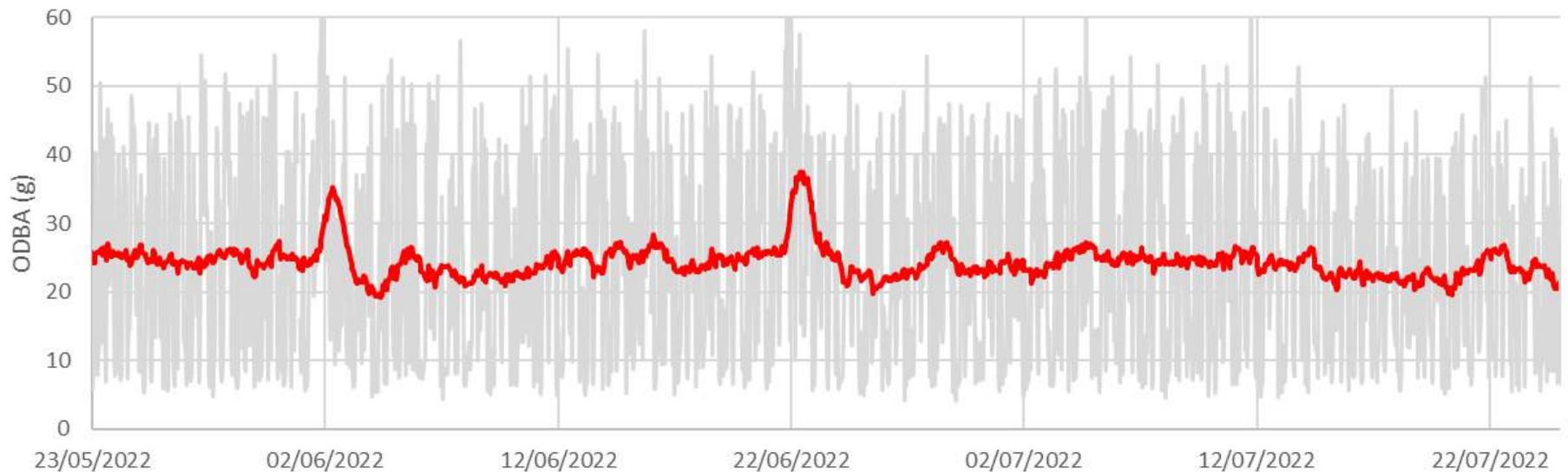


# Identificazione dei calori

collare 40

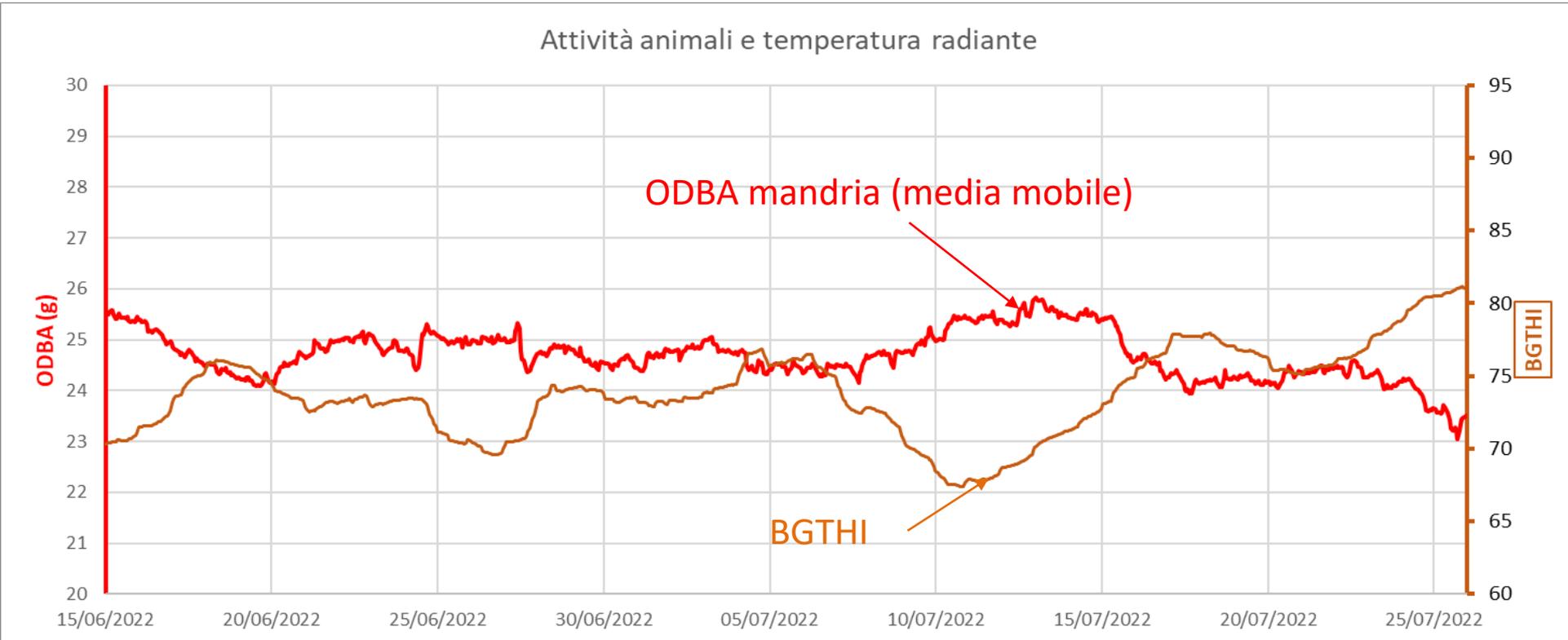


collare 2

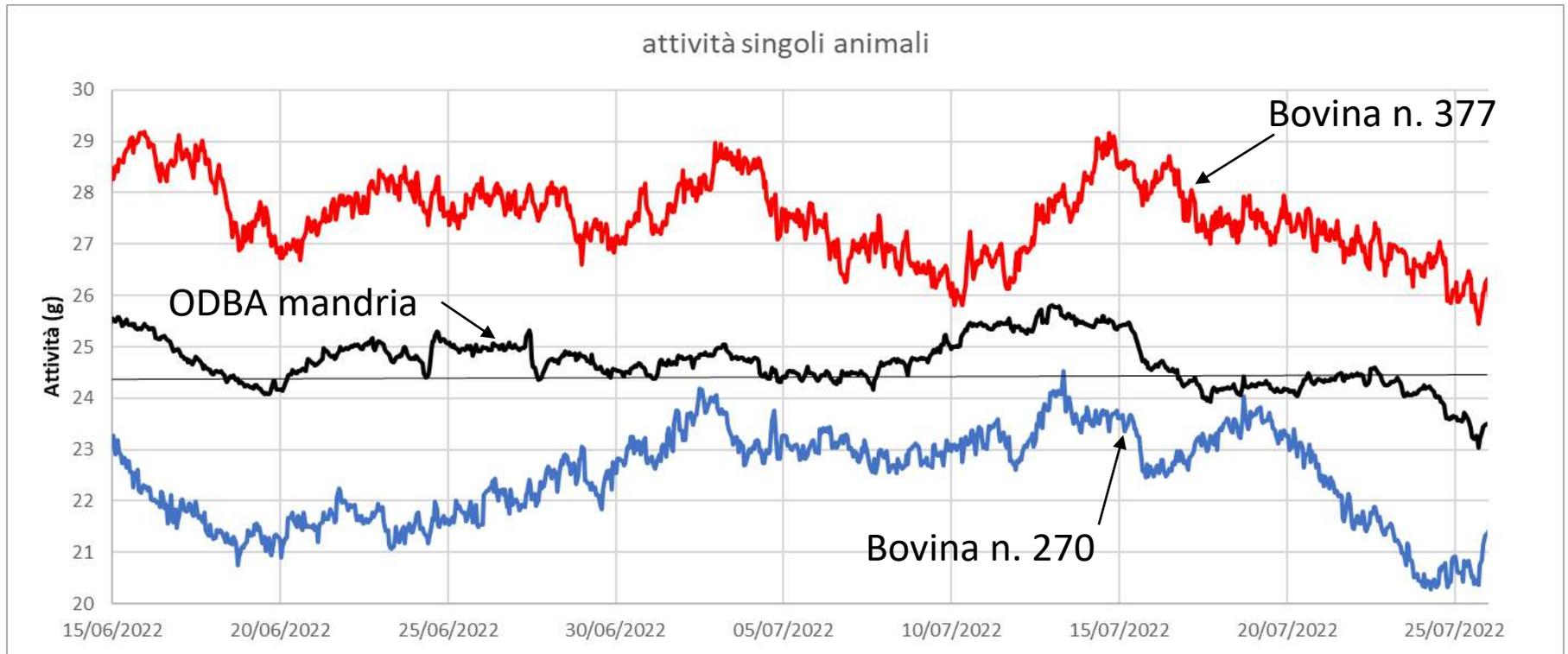


# Attività animali e temperatura radiante

## BGTHI – Black globe temperature index

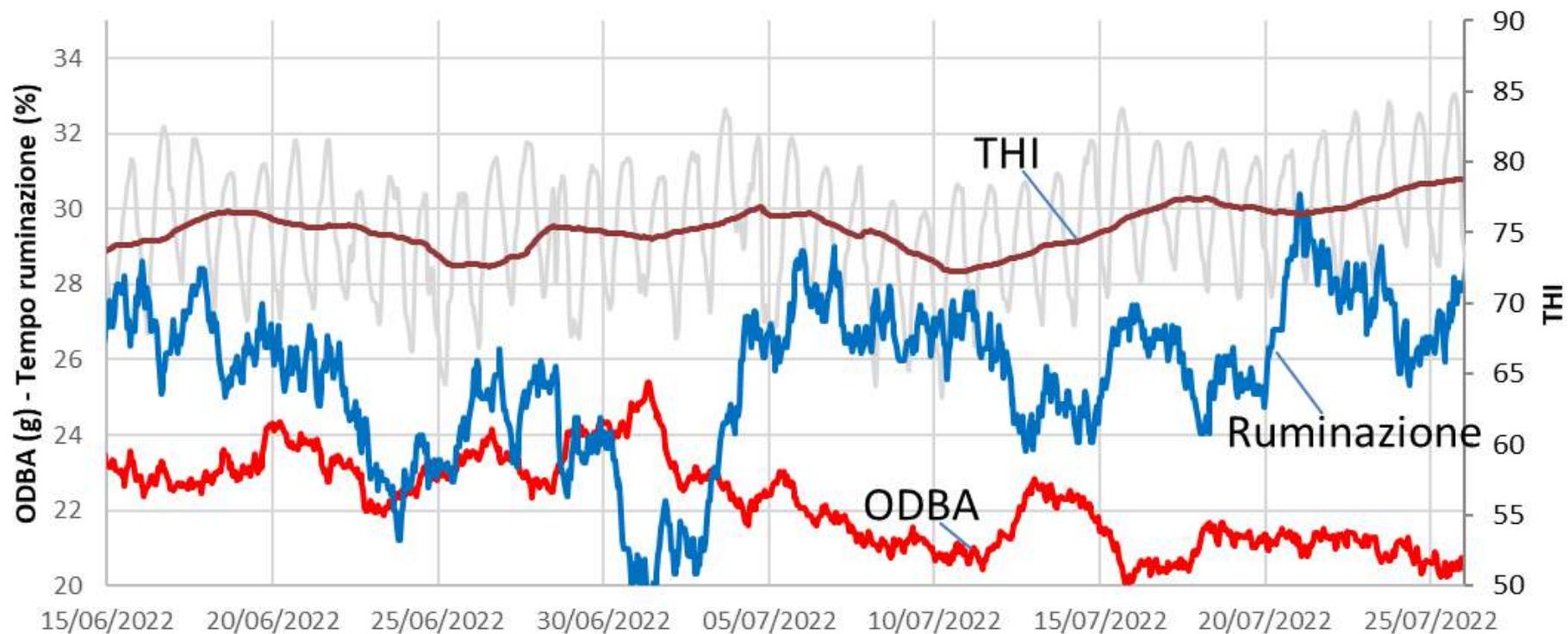


# Andamento singoli animali

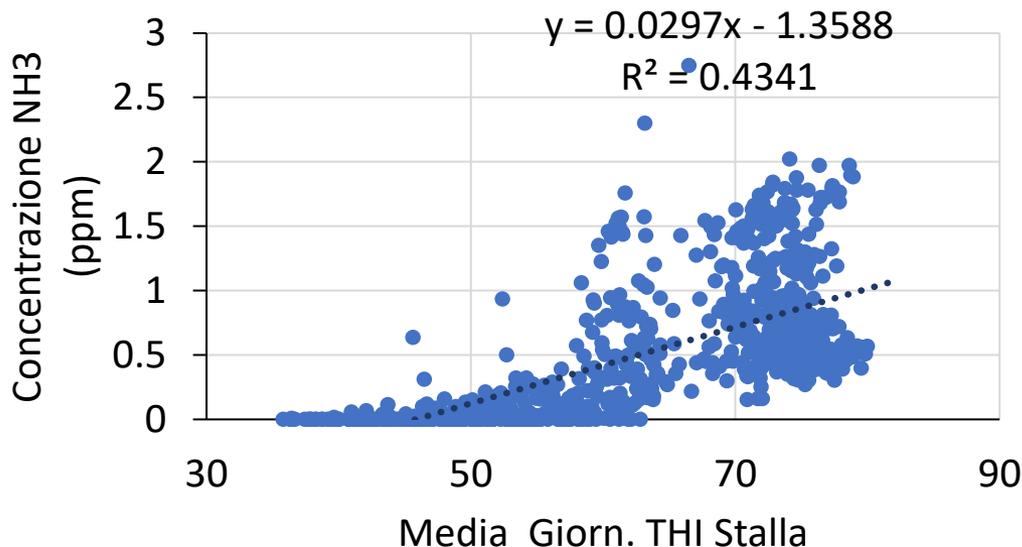


# Attività – ruminazione - THI

bovina n. 377

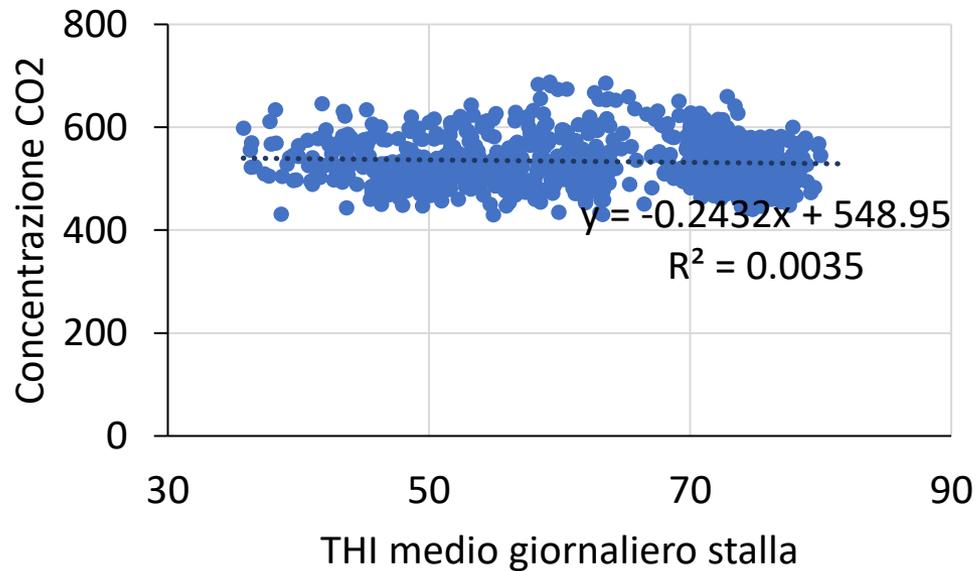


# Concentrazione di gas in stalla in relazione al THI

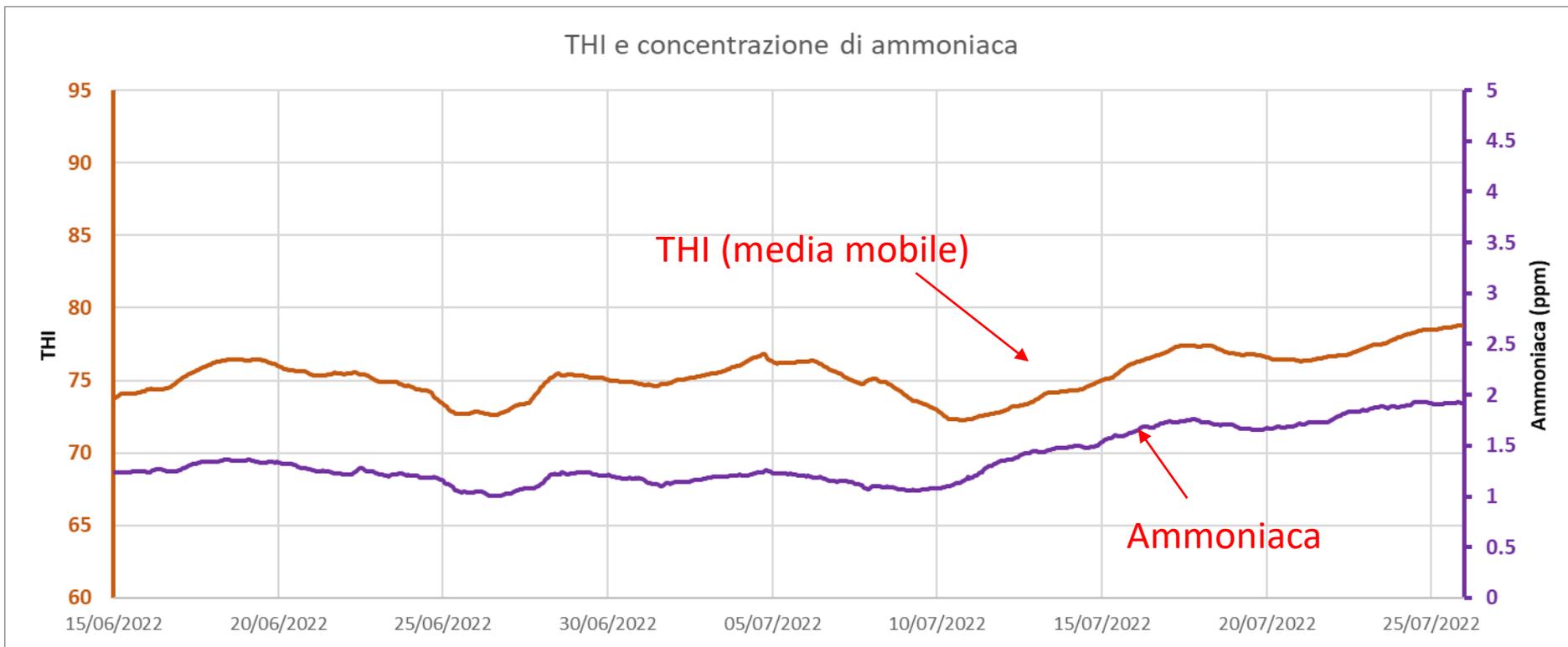


- La concentrazione di NH<sub>3</sub> aumenta con l'aumentare del THI
- Non si osservano relazioni tra la concentrazione di CO<sub>2</sub> e il THI

La volatilizzazione dell'NH<sub>3</sub> dai liquami è molto influenzata dalla temperatura mentre la CO<sub>2</sub> è quasi esclusivamente metabolica



# Andamento concentrazioni di ammoniaca e THI



# Prospettive

Il sistema integrato GALA ha dimostrato le potenzialità della sensoristica applicata alla zona di stabulazione delle bovine per migliorare la gestione delle bovine

- Il Sistema GALA potrebbe essere integrato con altri sistemi di gestione della mandria (es. Si@lIEvA per i dati Ambientali)
- Lo Sviluppo di opportuni algoritmi basati sull'AI consentirà di fornire indicazioni più accurate
- Si può integrare anche la localizzazione delle bovine nella stalla – Progetto Spazio (UNIMI-CREA – PSR 1.2.01)



