

**d-A<sub>2025</sub>**

**Esperienze di valutazione del rischio da agenti fisici  
nei luoghi di lavoro**

# Valutazione dello stress termico da calore nel comparto agricoltura

**Dott. Marco Fabozzi**

**Tecnico della Prevenzione**

**Incarico di funzione organizzativa "sicurezza e igiene del lavoro"**

**Piattaforma Tecnici della Prevenzione**

**Dipartimento di Prevenzione**

**Azienda Sanitaria Universitaria Friuli Centrale**

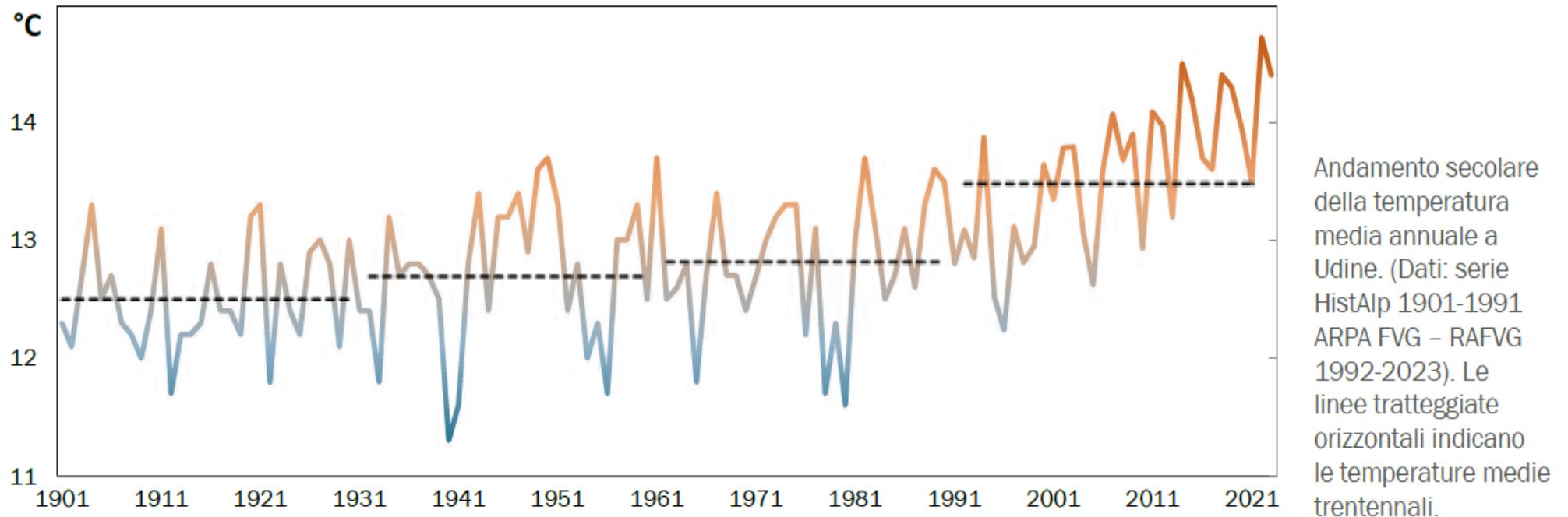
# PROIEZIONI CLIMATICHE: *AUMENTO DELLE TEMPERATURE*

- Le proiezioni sul clima indicano un aumento della frequenza e dell'intensità degli eventi meteorologici estremi con un aumento di 1,5°C rispetto al periodo preindustriale tra il 2030 e il 2052.
- Il 2022 in FVG si è registrata la temperatura media annuale più alta di sempre (+2°C rispetto alla media del secolo precedente).
- Il 2023 in FVG è stato il terzo anno più caldo (dopo il 2022 e il 2014) con un aumento delle temperature medie di 1,7°C rispetto alla media dello scorso secolo.



# SCENARIO CLIMATICO IN ATTO IN FRIULI VENEZIA GIULIA

## TEMPERATURA MEDIA ANNUALE A UDINE DAL 1901 AL 2023



# QUALI FUTURI CLIMATICI PER IL FVG?

- Le proiezioni di cambiamento climatico in Friuli Venezia Giulia per il XXI secolo, elaborate da ICTP, prospettano in generale un ulteriore riscaldamento, modulato però dai diversi scenari di sviluppo



Cambiamento della temperatura media annua di Udine a partire dal trentennio di riferimento 1961-1990, rappresentato come «spostamento» della città verso sud, calcolato confrontando le proiezioni climatiche per Udine al 2070-2100 (ICTP, 2017) e la media climatica 1961-1990 di altre località italiane



## **EFFETTI DELLE ELEVATE TEMPERATURE SUL MONDO DEL LAVORO:**

**PATOLOGIE:** crampi da calore, dermatiti, squilibri idrominerali, sincope da calore, esaurimento da calore, colpo di calore.

**INFORTUNI SUL LAVORO:** vi è una significativa associazione tra elevate temperature e rischio di infortunio anche nel comparto agricolo.

**PERDITA DI PRODUTTIVITA':** a causa delle elevate temperature è prevista una forte perdita di produttività del lavoro e una perdita di ore di lavoro perse in particolare nel settore agricolo.

## OBIETTIVI DELLO STUDIO

- Valutazione dello stress da calore in alcune attività del comparto agricolo e della manutenzione del verde che operano del territorio della provincia di Udine.
- Effettuare una ricognizione, attraverso questionari, sulla percezione del rischio da parte dei lavoratori, sulle strategie e misure di prevenzione aziendali e individuali messe in atto in presenza di elevate temperature.
- Rilevazioni strumentali effettuate sul campo relative a parametri fisiologici (temperatura timpanica, *bioimpedenziometria, analisi delle urine*).
- Acquisire un feedback, da parte dei lavoratori coinvolti, rispetto all'utilizzo di indumenti raffrescanti.





## **IMPRESE COINVOLTE:**

- 2 operanti nel settore agricolo nella coltivazione di ortaggi e di piante ornamentali con attività svolte in pieno campo e in serra;
- 1 operante nella produzione di barbatelle con attività svolte in pieno campo;
- 1 operante nelle attività della manutenzione del verde;
- 37 operatori.

## VALUTAZIONE DEL STRESS DA CALORE (materiali e metodi)

- La valutazione dello stress da calore è stata eseguita utilizzando l'indice WBGT secondo la norma UNI EN ISO 7243:2017;
- Sono state utilizzate 3 centraline microclimatiche LSI LASTEM M-Log dotate di sensore per la misura della temperatura radiante (globotermometro), sensore per la misura della temperatura di bulbo umido a v.n., sensore per la misura della temperatura dell'aria.



# VALUTAZIONE DEL STRESS DA CALORE (materiali e metodi)

**ANALISI BIOUMORALI E STRUMENTALI** effettuata ad inizio e fine turno inizio settimana e a fine turno fine settimana

- **Analisi delle urine tramite strisce reattive colorimetriche 14 parametri** (*urobilinogeno, glucosio, corpi chetonici, bilirubina, proteina, nitriti, pH, sangue occulto, peso specifico, globuli bianchi, acido ascorbico, creatinina, calcio nelle urine, microalbumina*).
- **Peso corporeo** (*bilance portatili*)
- **Analisi composizione corporea tramite bioimpedenziometria** (*BIA-ACCR, Biotekna srl, Venezia, Italia*) (*TBW%-ECW%-ICW%-%FM - %FFM*)



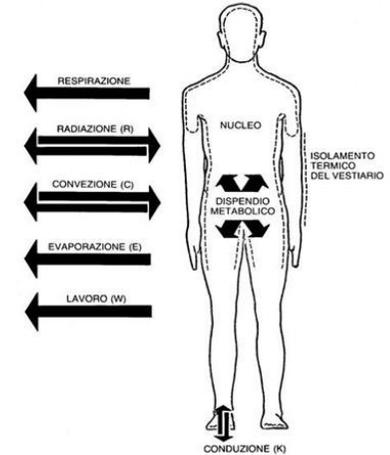
# VALUTAZIONE DELLO STRESS DA CALORE - WBGT

Il grado di stress termico da calore è conseguenza di un importante squilibrio del bilancio termico [ $S > 0$ ]

$$S = M - W \pm CRES \pm ERES \pm K \pm C \pm R - E$$

Le variabili da valutare sono pertanto le condizioni ambientali, l'abbigliamento che modificano gli scambi di calore del corpo con l'ambiente e il metabolismo energetico.

Il valore WBGT rappresenta l'ambiente termico a cui è esposto un individuo e può essere considerato un metodo per la valutazione della presenza/assenza di stress termico



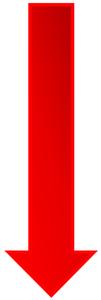
Il calcolo del WBGT permette di stimare le condizioni ambientali:

$$WBGT = 0,7t_{nw} + 0,3t_g$$

$$WBGT = 0,7t_{nw} + 0,2t_g + 0,1t_a$$

## VALUTAZIONE DELLO STRESS DA CALORE - WBGT

**WBGT**



Metabolic rate (class) (see Table E.1 for description)	Metabolic rate W	WBGT reference limit for persons acclimatized to heat °C	WBGT reference limit for persons unacclimatized to heat °C
Class 0 Resting metabolic rate	115	33	32
Class 1 Low metabolic rate	180	30	29
Class 2 Moderate metabolic rate	→	28	26
Class 3 High metabolic rate	415	26	23
Class 4 Very high metabolic rate	520	25	20

**RACCOLTA FRUTTA E VERDURA  
LAVORO SOSTENUTO DI MANI E  
BRACCIA E UTILIZZO UTENSILI**



## VALUTAZIONE DEL STRESS DA CALORE (rilevazioni) sul campo

Sono state oggetto della valutazione 4 differenti tipologie di attività: raccolta ortaggi, piccoli lavori manuali, spollonatura (*potatura manuale*), sfalcio erba.

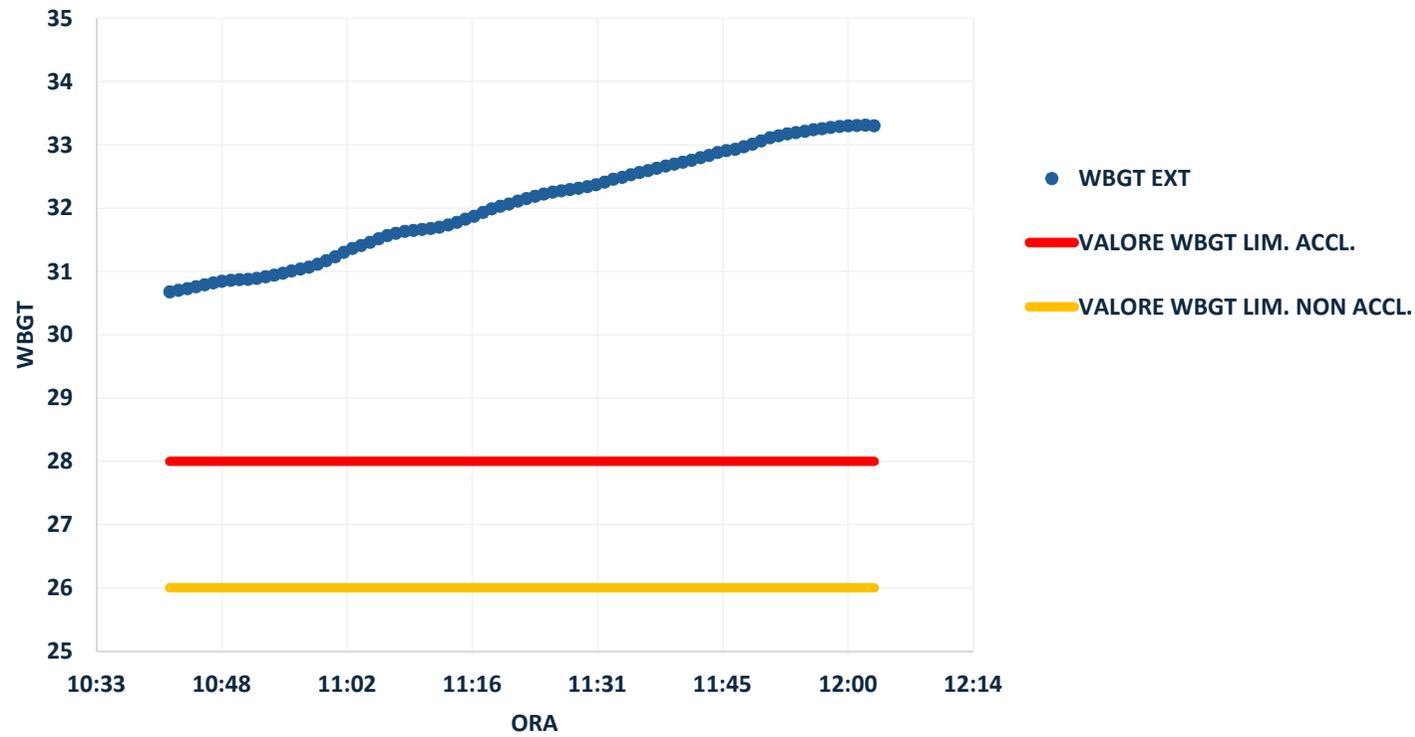
Le misure sono state effettuate in 2 setting diversi all'aperto in pieno campo e in serra.

Le misure sono state effettuate in 10 giornate, nei mesi di luglio e agosto 2024, nelle ore centrali delle giornate.



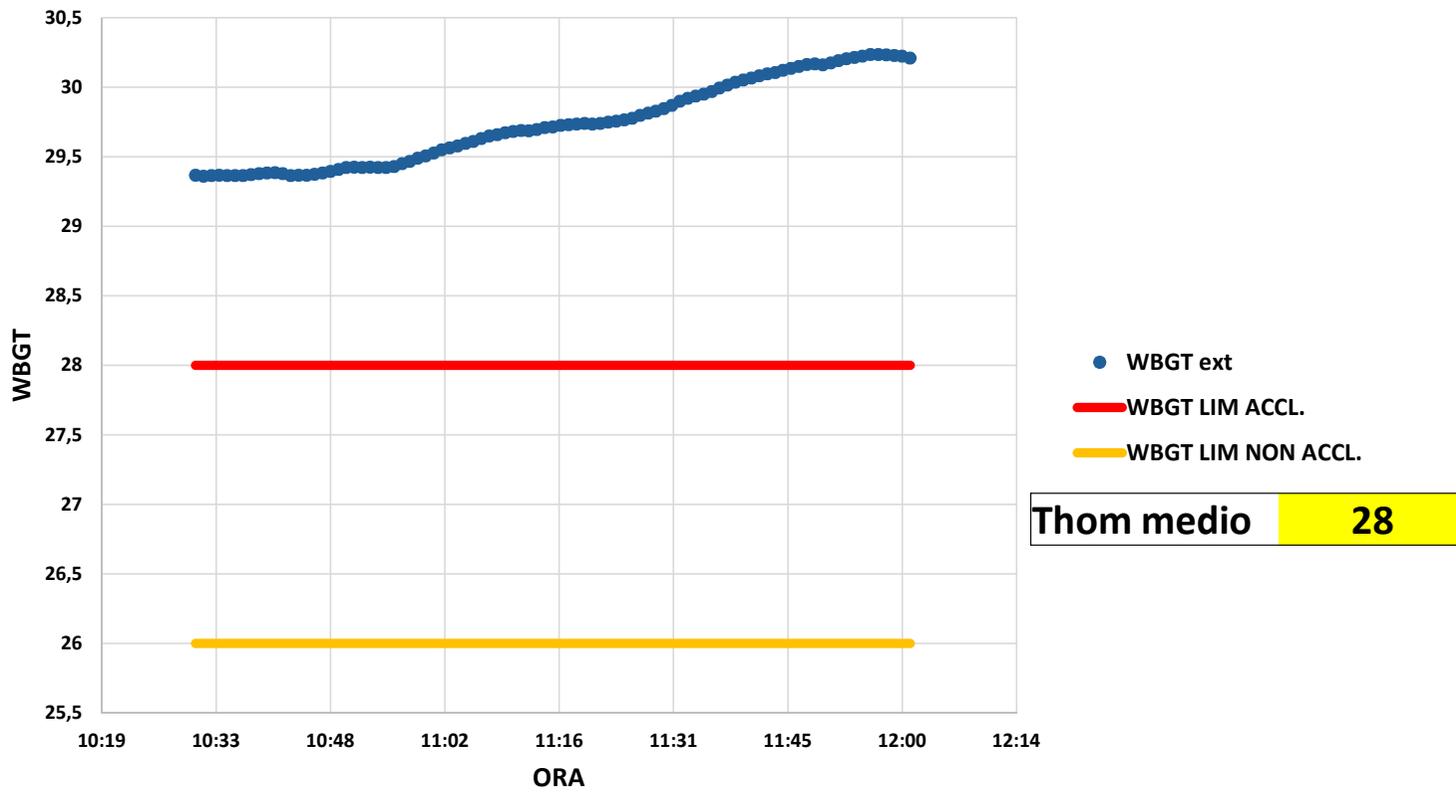
# 11 Luglio 2024

Attività. Raccolta ortaggi – Setting: serra – Esposizione: serra ombreggiata



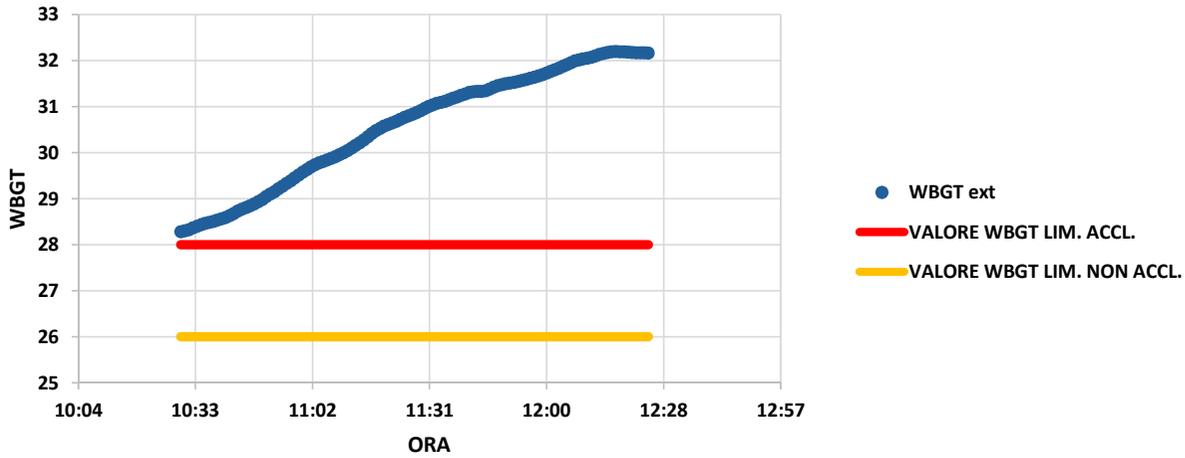
# 17 Luglio 2024

Attività: spollonatura - Setting: pieno campo - Esposizione: sole

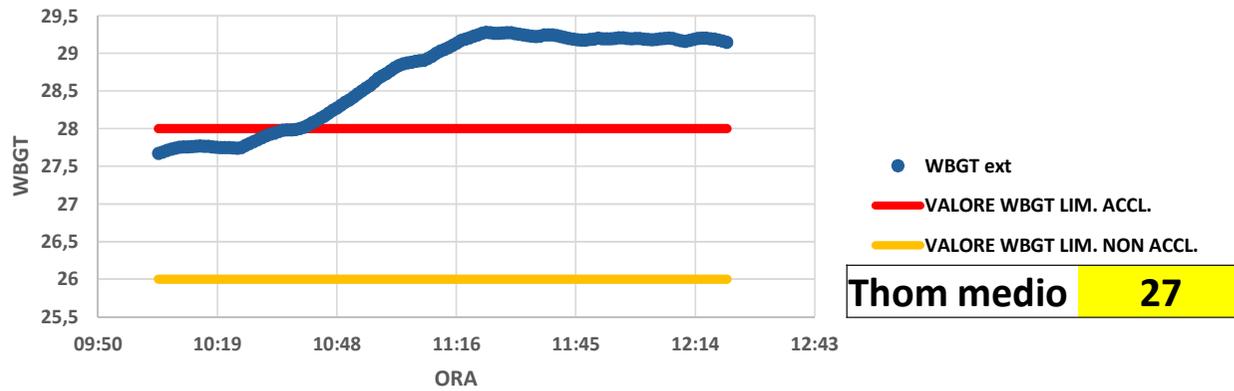


# 22 Luglio 2024

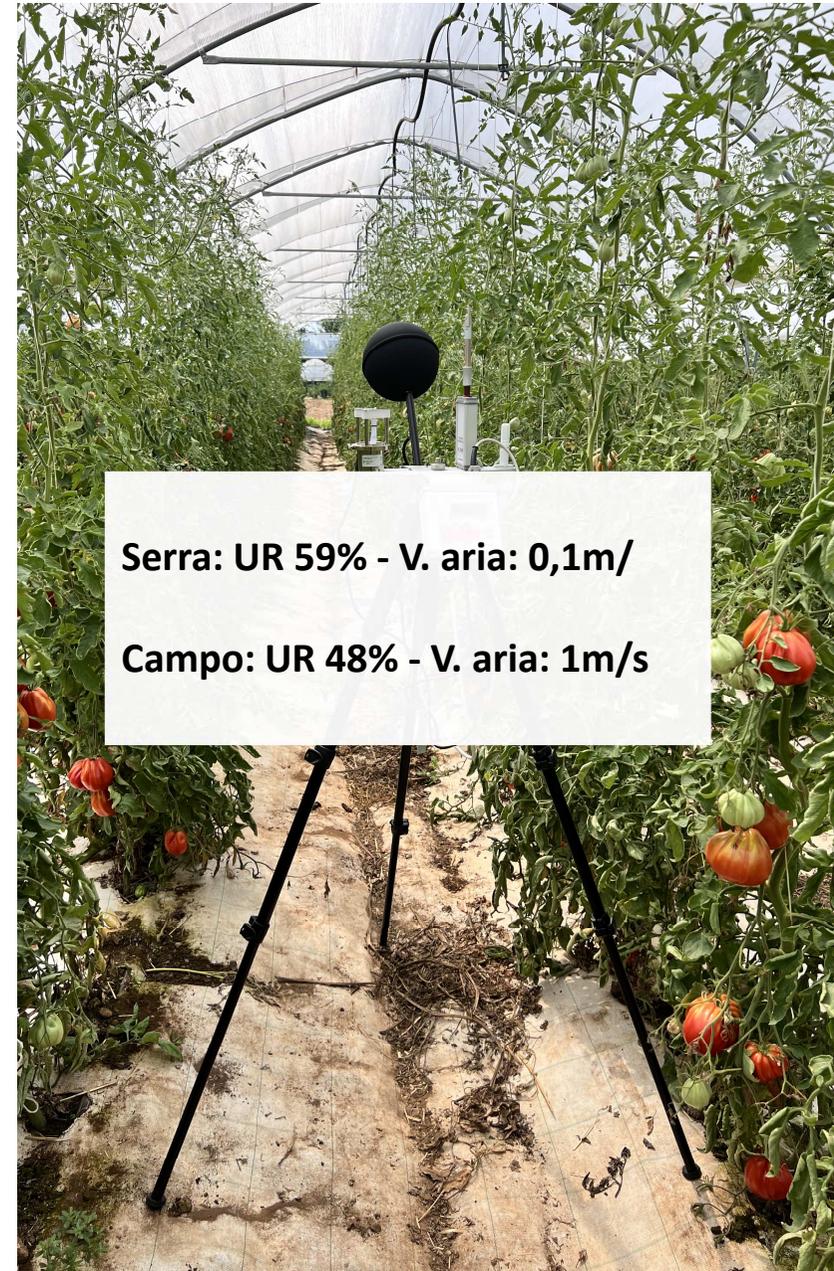
Attività: raccolta pomodori – Setting: serra – Esposizione: sole



Attività: raccolta meloni – Setting: pieno campo  
Esposizione: sole

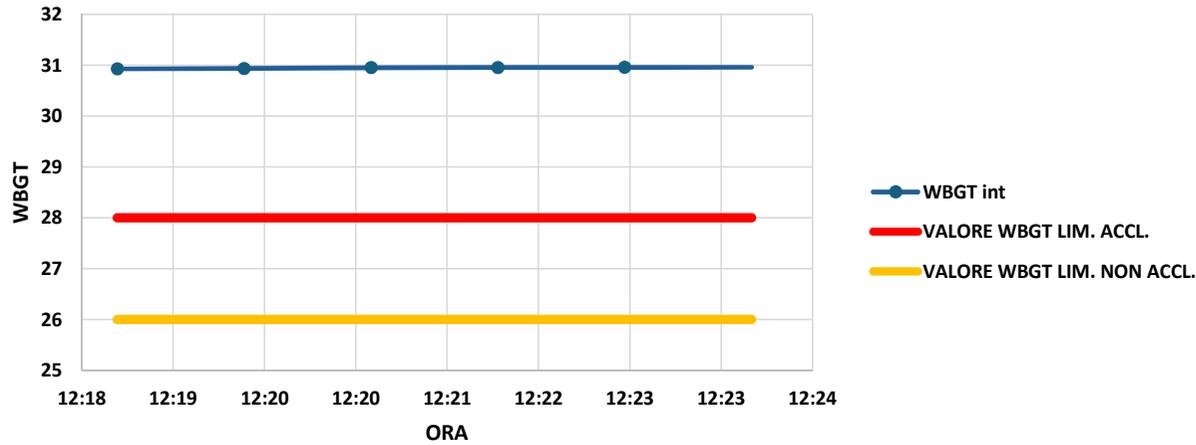


Thom medio **27**

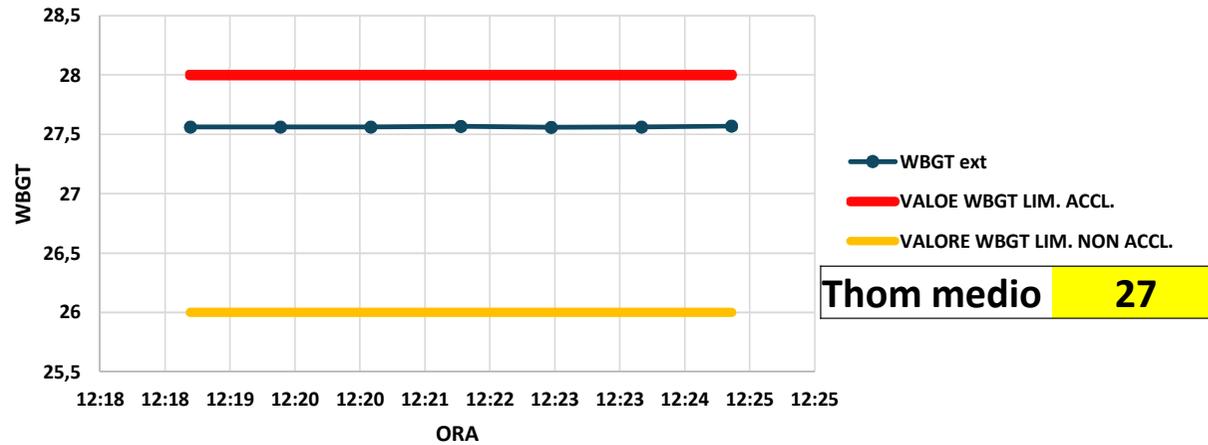


# 26 Luglio 2024

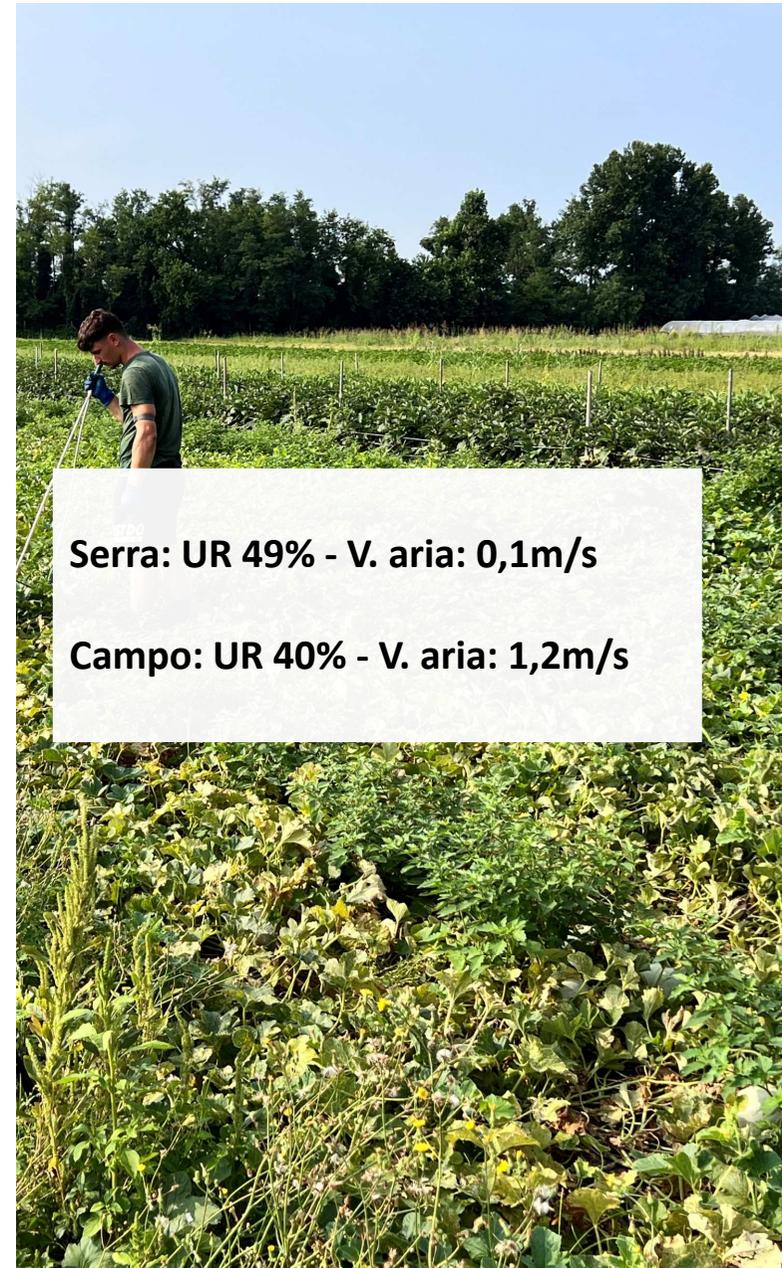
Attività: raccolta pomodori – Setting: serra - Esposizione: sole



Attività: raccolta ortaggi – Setting: pieno campo – Esposizione: sole

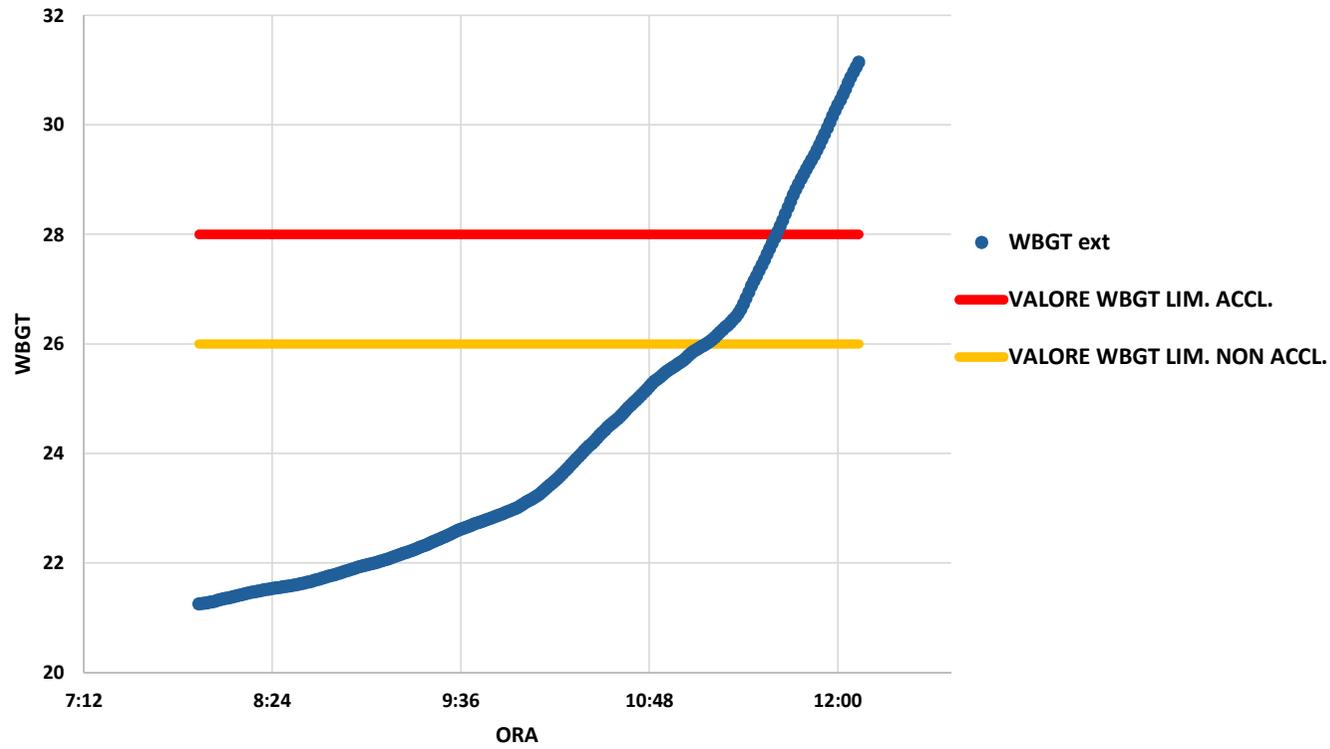


**Thom medio** **27**



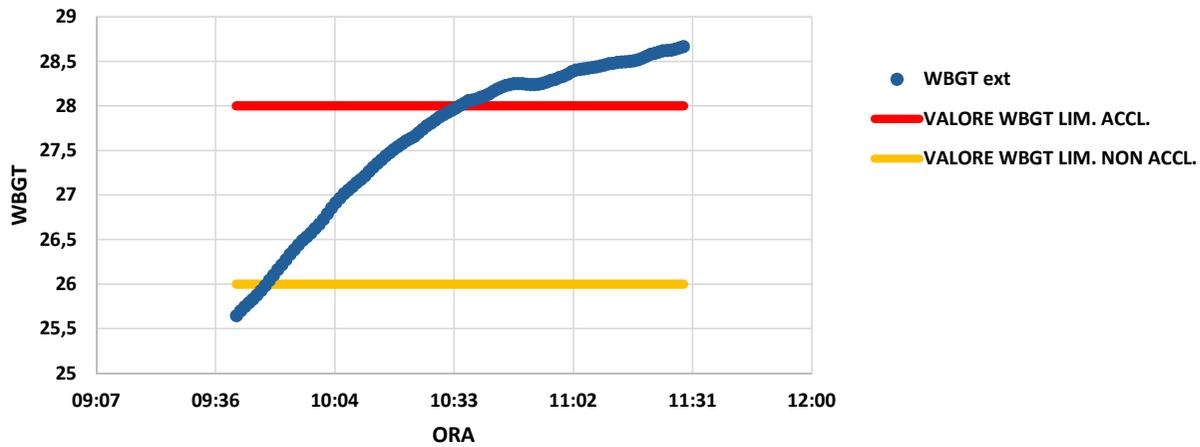
# 20 Agosto 2024

Attività: lavoro manuale – Setting: serra - Esposizione: sole

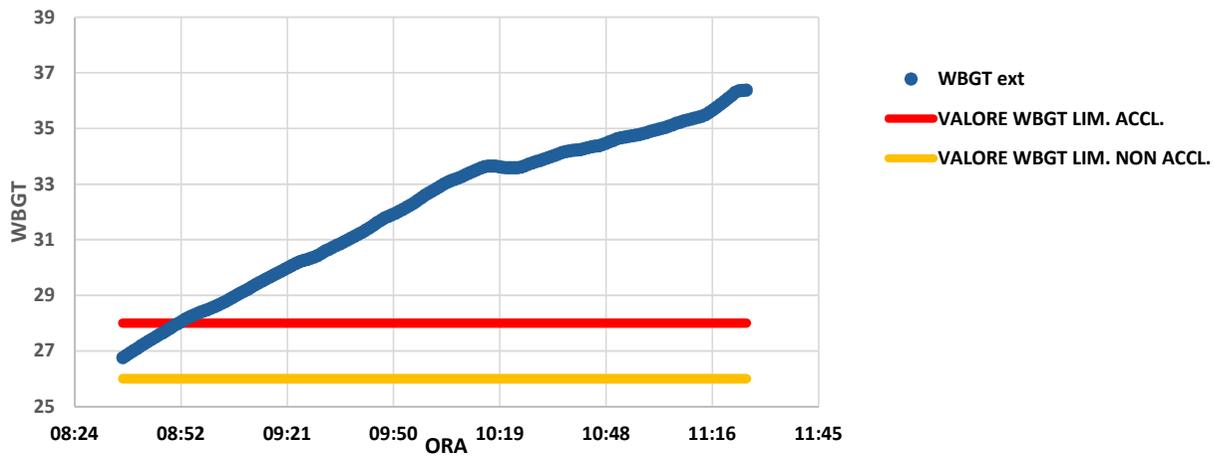


# 23 AGOSTO 2024

Attività: manuale leggera Setting :serra Esposizione: sole

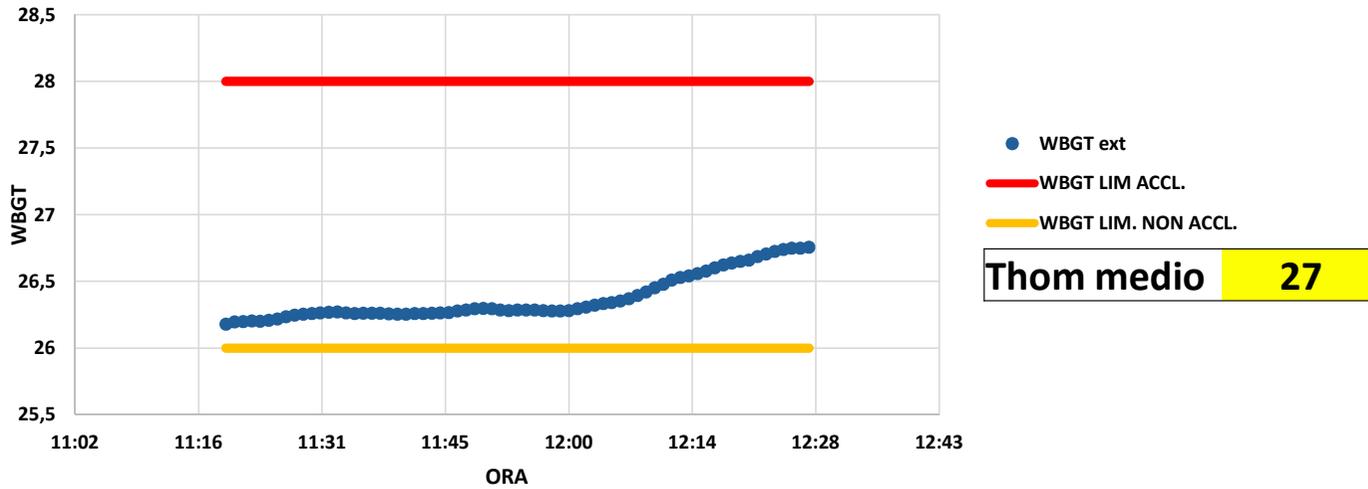


Attività raccolta ortaggi – Setting: serra - Esposizione sole

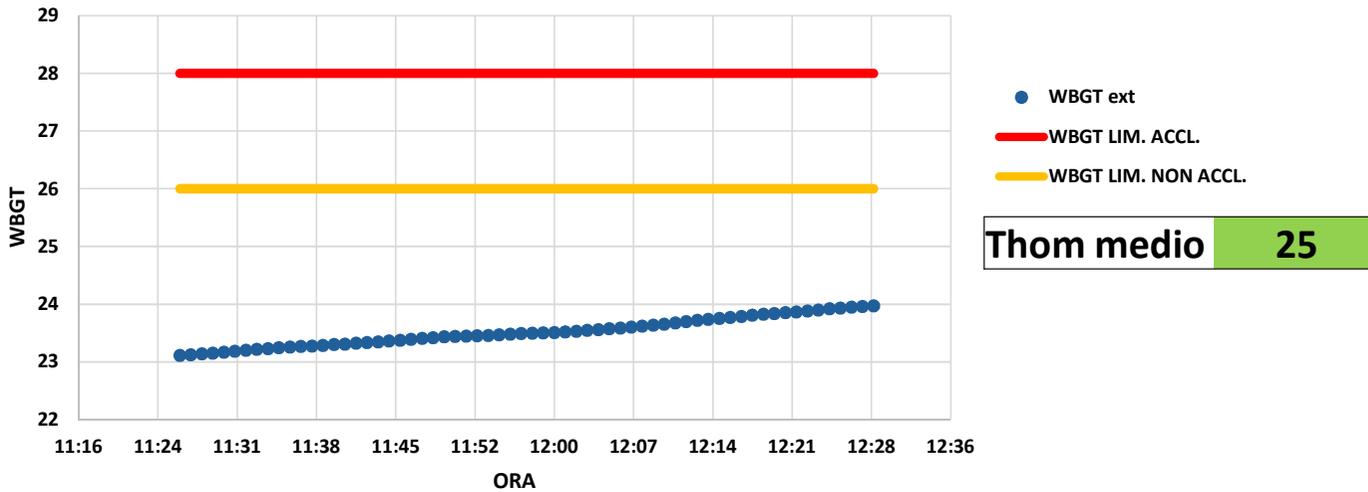


# 29 LUGLIO 2024

Attività sfalcio – Setting: pieno campo Esposizione: sole

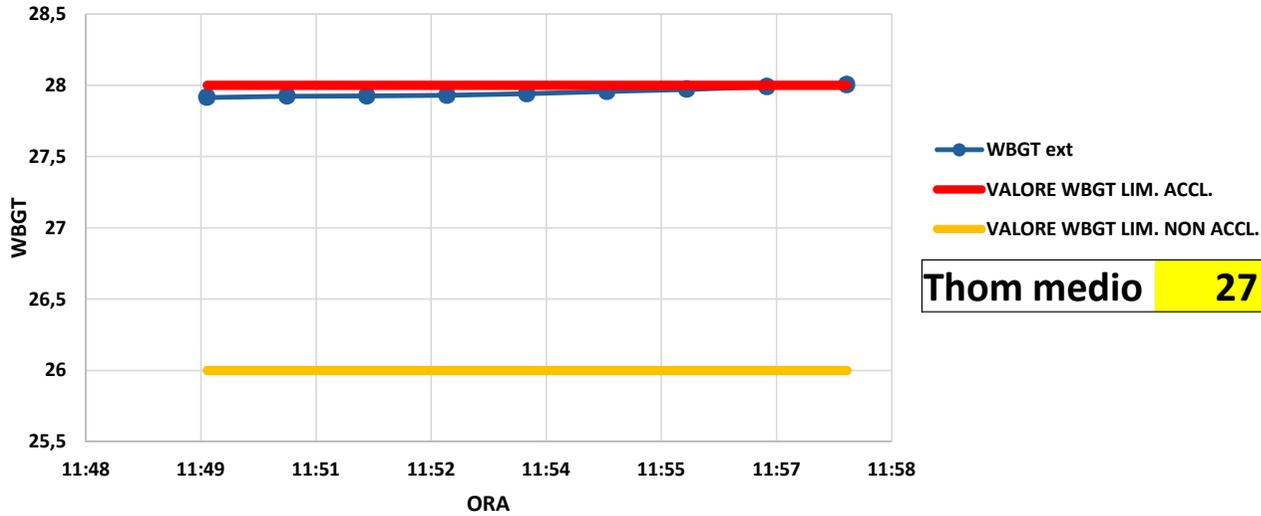


Attività: sfalcio – Setting: pieno campo – Esposizione: ombra ←

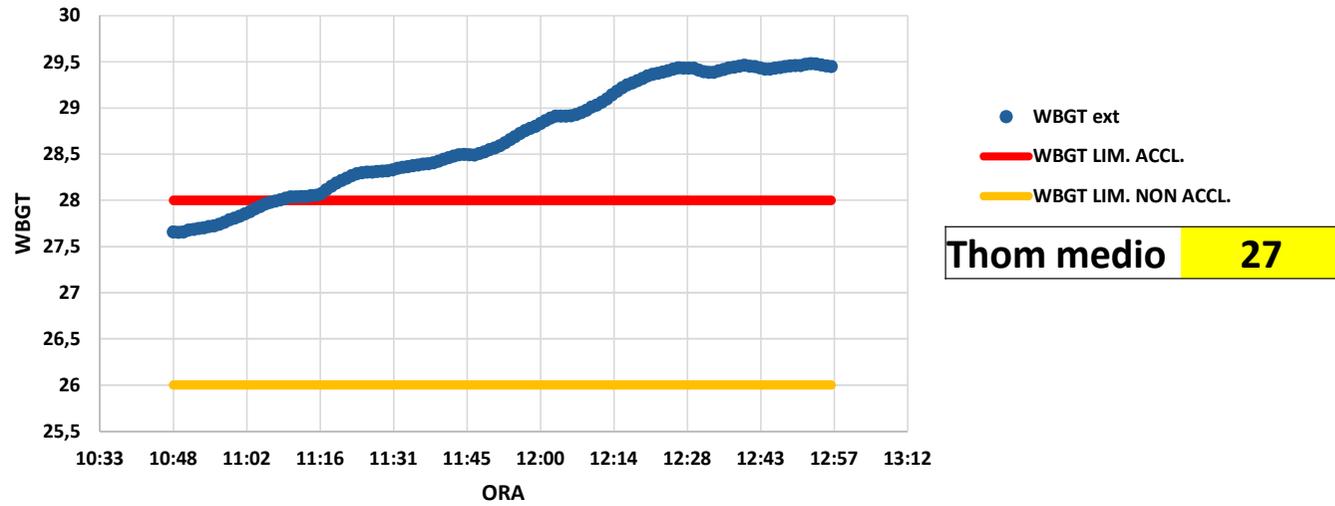


# 2 AGOSTO 2024

Attività sfalcio – Setting : area urbana - Esposizione: sole

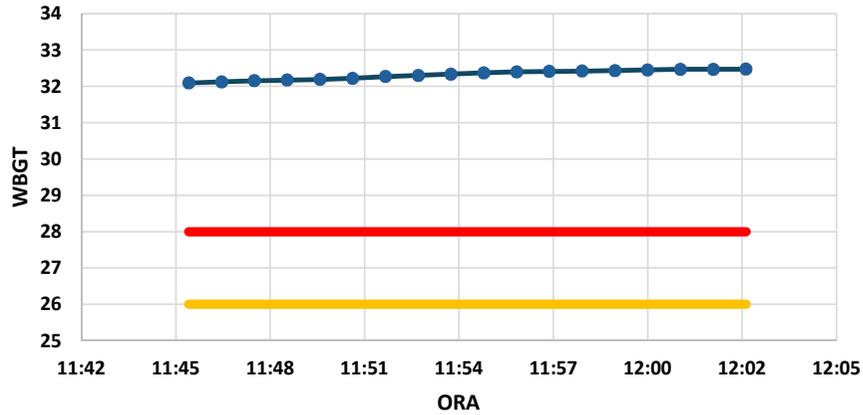


Attività sfalcio – Setting : in pieno campo - esposizione: sole



# 5-9 AGOSTO 2024

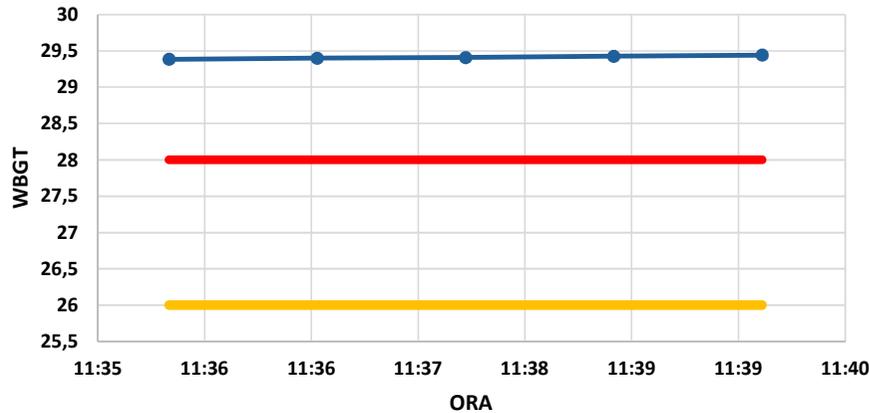
Attività: sfalcio Setting pieno campo canali - Esposizione: sole  
5 agosto 2024



● WBGT ext  
— VALORE WBGT LIM. ACCL.  
— VALORE WBGT LIM. NON ACCL.

Thom medio **27**

Attività sfalcio – Setting: pieno campo canali - esposizione: sole  
9 agosto 2024



● WBGT ext  
— VALORE WBGT LIM. ACCL.  
— VALORE WBGT LIM. NON ACCL.

Thom medio **29**

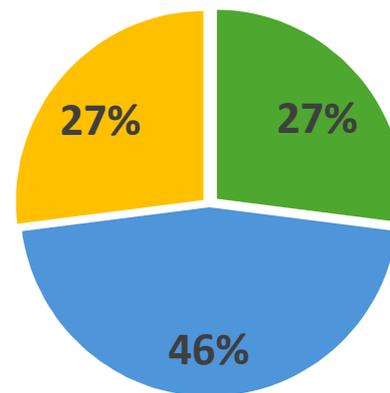


N. misura	Data misura	Valore medio WBGT	Indice di Thom (DI)
1	11-7	32 °C	
2	17-7	30 °C	28
3	22-7	30 °C	29
4	22-7	29 °C	
5	26-7	27,5 °C	
6	26-7	30 °C	30
7	29-7	24 °C	25
8	29-7	27 °C	27
9	2-8	28 °C	27
10	2-8	29 °C	27
11	5-8	32 °C	27
12	9-8	30 °C	29
13	20-8	25 °C	
14	23-8	27 °C	
15	23-8	32 °C	

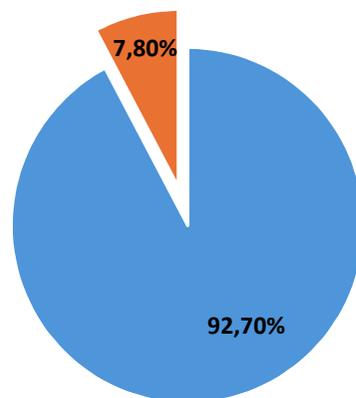
# CAMPIONE LAVORATORI INTERVISTATO



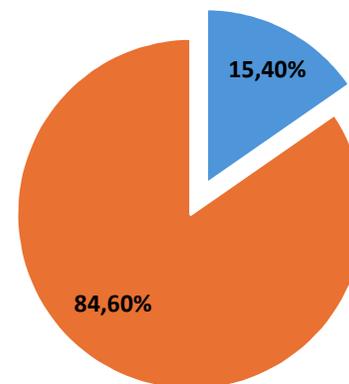
TOTALE 37 OPERATORI		N 37 (%)
Età media (anni)		39
<b>Genere</b>		
maschio		74,1
femmina		25,9
<b>Anzianità lavorativa (anni)</b>		
< 1		37
2-10		59,3
>10		3,7
<b>Tipo di rapporto di lavoro</b>		
tempo indeterminato		33,3
tempo determinato		25
stagionale		41,7
<b>Mansione</b>		
operaio agricolo		55,6
manutentore del verde		44,4
<b>Nazionalità</b>		
italiana		65,2
albanese		30,4
rumena		4,4



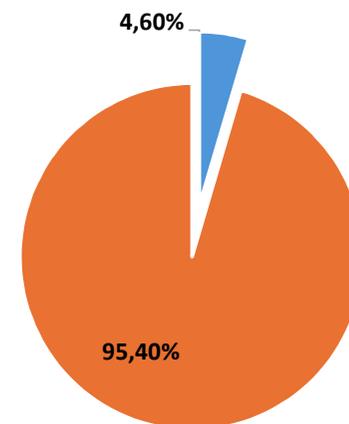
■ 6:00 - 12:00 ■ 6:00 - 14:00 ■ 6:00 - 12:00 15:00 - 19:00



■ MANICHE CORTE  
■ MANICHE LUNGHE



■ PANTALONI CORTI  
■ PANTALONI LUNGHI

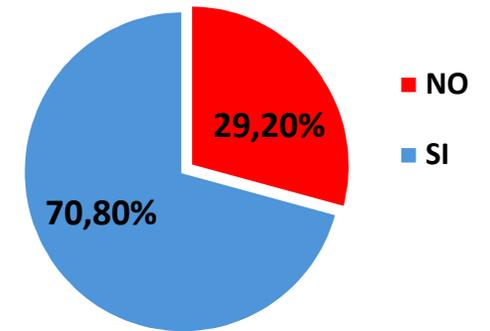


■ CAPPELLINO A TESA LARGA  
■ CAPPELLINO CON FRONTINO

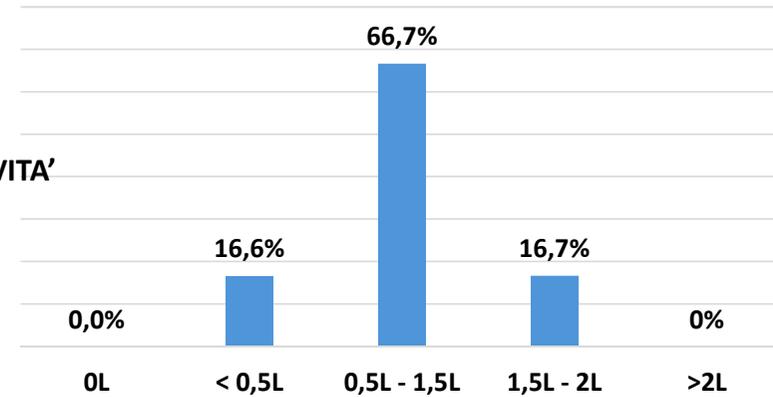
# IDRATAZIONE



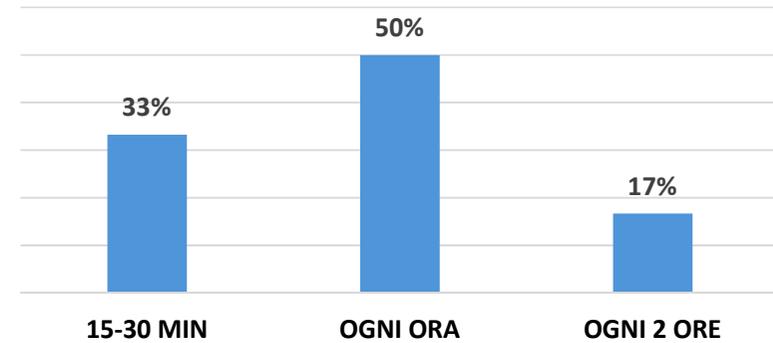
HAI ASSUNTO LIQUIDI PRIMA DI INIZIARE L'ATTIVITA' LAVORATIVA?



QUANTI LIQUIDI ASSUMI DURANTE L'ATTIVITA' LAVORATIVA?



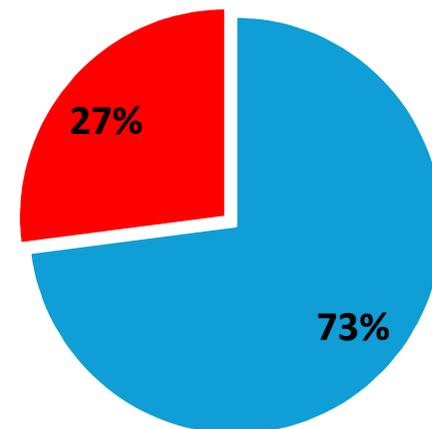
CON CHE FREQUENZA TI IDRATI?



## IDRATAZIONE (1)

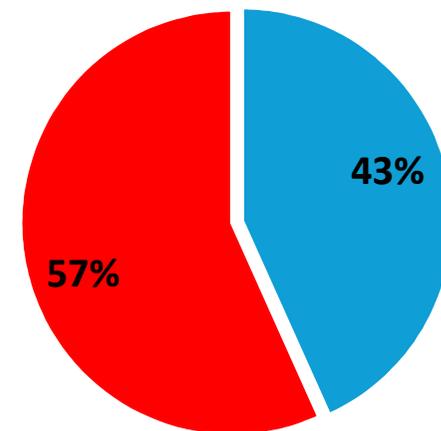


**DURANTE L'ATTIVITÀ LAVORATIVA  
HAI DISPONIBILITÀ DI ACQUA?**



- SI, ACQUA FRESCA
- SI, ACQUA A TEMPERATURA AMBIENTE
- NO, NON HO DISPONIBILITÀ DI ACQUA

**L'ACQUA TI È STATA FORNITA  
DALL'AZIENDA IN CUI LAVORI?**

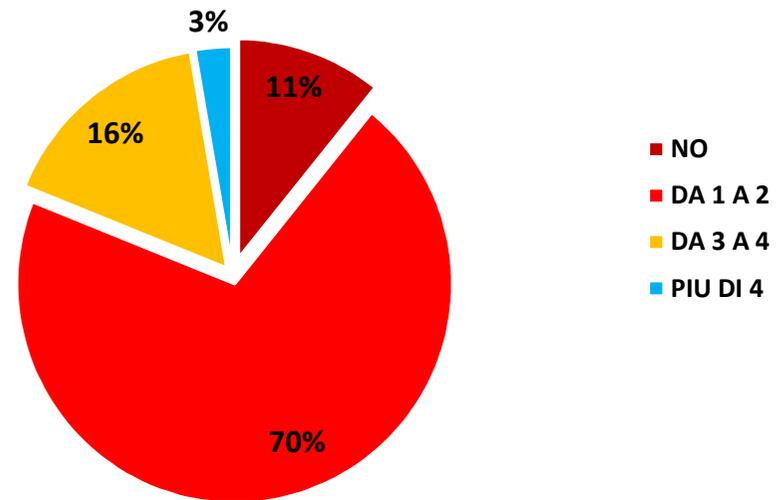


- SI
- NO

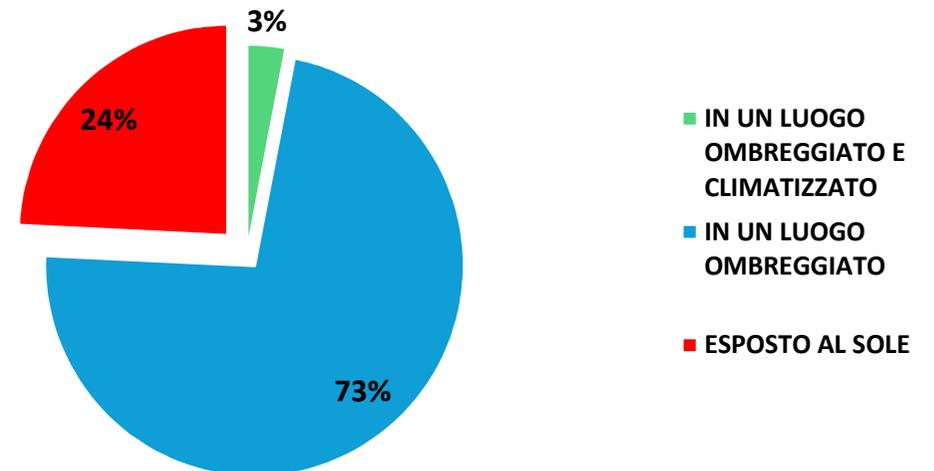
# PAUSE

- 2/3 DELLE PAUSE NON ERANO PROGRAMMATE.
- OLTRE IL 50% DELLE PAUSE AVEVA UNA DURATA INFERIORE AI 10 MINUTI

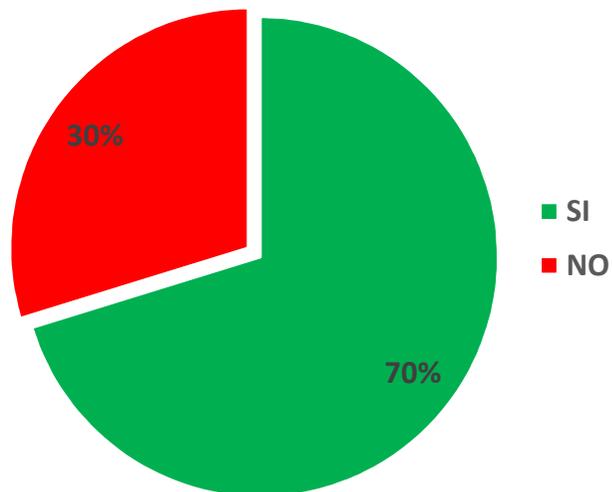
DURANTE LE GIORNATE LAVORATIVE QUANTE PAUSE EFFETTUI ?



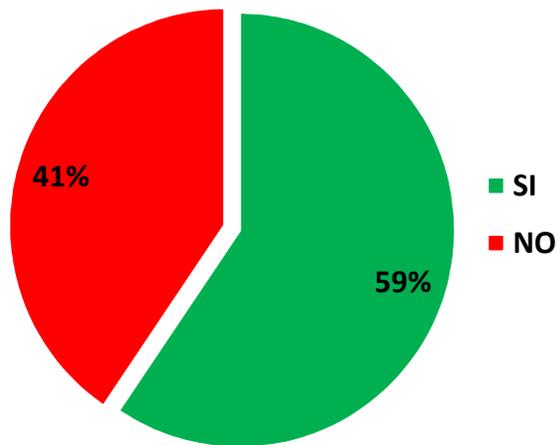
DURANTE LE PAUSE SEI STATO:



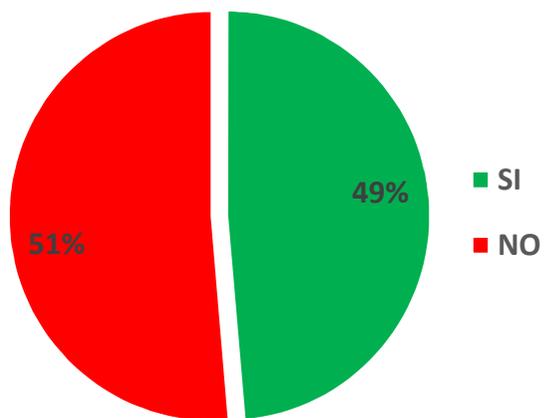
HAI RICEVUTO INFORMAZIONI SULLA GESTIONE DEL RISCHIO CALORE?



SAI COS'È UN COLPO DI CALORE?

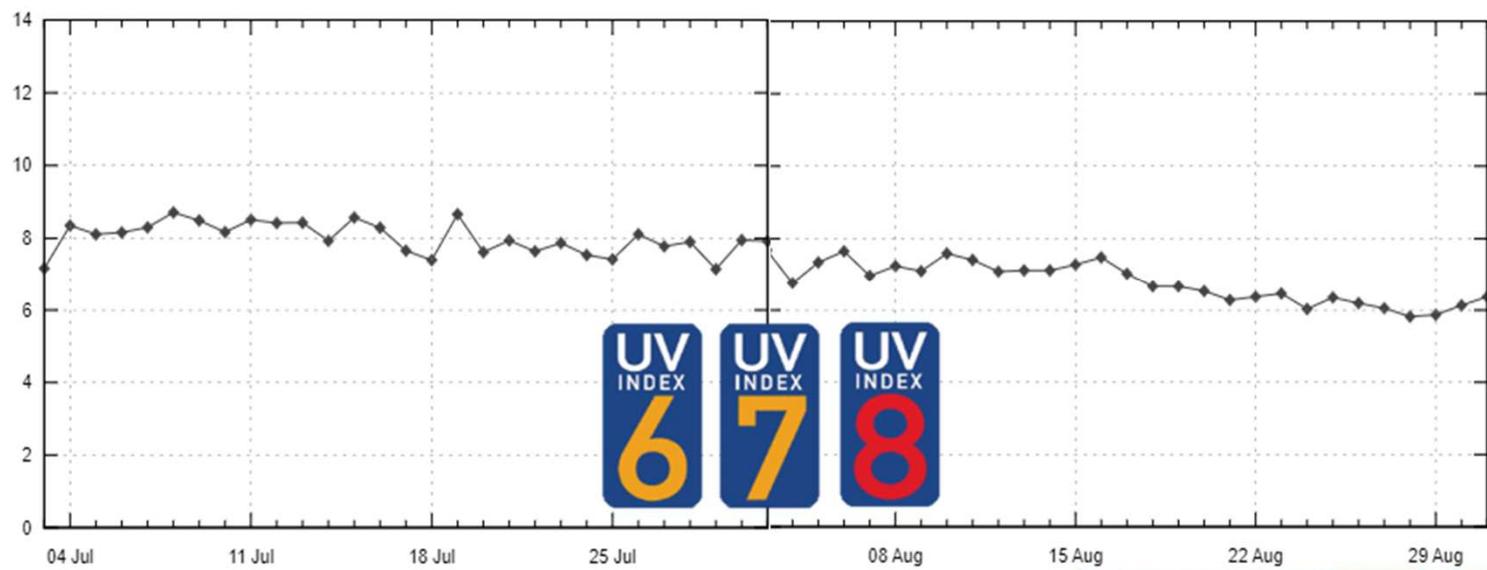


CONOSCI LE AZIONI PER SOCCORRERE UN VITTIMA DI UN COLPO DI CALORE ?



**FORMAZIONE  
INFORMAZIONE**





# BIA INIZIO TURNO

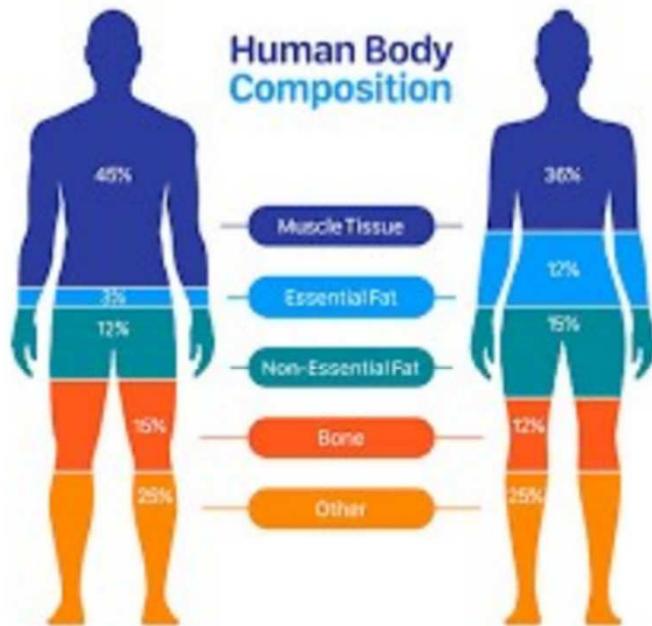
	V.n.	Inizio turno inizio sett (n= 27)
Peso (kg)	//	77 (61.4 – 82.9)
Temperatura timpanica (°C)	//	36.4 (36.1 -38.8)
Total body water %	50-65	48(44-56) 59.3%<v.n.
Extra cellular water %	40	43 (41-46) 3.7 %< v.n.
Intra Cellular Water %	60	57 (54-59) 85.2% < v.n.
Fat Free Mass %	≥75	68 (61-78)
Fat Mass %	7-25	32 (22-39)
Extra Cellular Matrix %	15-20	20 (18-22)
HPA index	>3.5	3 (2.5 – 3.8)
Extra Cellular K mmol	Max 2%	63.8 (58.6 – 70.6)
Total Body K mmol	5010	3404 (2537 – 3779)
Total Body Na mmol	3408	3620 (3207 – 3963)
Total Body Cl mmol	2332	1770 (1626- 1960)
K/Mg ratio	4.6 – 5.0	4.6 (4.6 – 4.7)
O-PRAL	Max 30	28.2 (24.7 – 31.2 )
T- score	> - 1	- 0.3 (- 0.8 – 0)
Total Body Ca (%FFM)	Min 1.2%	1.47 (1.36 – 1.51)
Total Body Mg (Kg)	0.013 -0.03	758.1 (578.1 – 827.1)
Total Body P (Kg)	0.367 – 0.811	14169.5 (10970.6 – 15392.3)
<b>TBW Turnover</b>		
Urine (lt)	Min 1.5	2.13 (1.73 – 2.32)
Respiratorio (lt)	Min 0.7	0.93 (0.75 – 1.01)
Sudorazione (lt)	//	0.19 (0.15 – 0.2)
Transdermico (lt)	//	0.19 (0.15 – 0.2)
Scambi Totali (lt)	//	3.42 (2.78 – 3.73)
Skeletal Muscle	Min 35% FFM	39.0 (33.6 – 41.1)
S-score	> -0.9	0 (0.4 – 0.7)
Adipose Tissue	Max 31% BW	40 (27.3 – 48.2) Kg
Abdominal Adipose Tissue	Max 560 cm2	407. 4 (219.9 – 541.7)
Intra Muscular Adipose Tissue	Max 2% BW	2.2 (1.4- 2.5)
Cr 24h	1.0-1.9 g/24h	1.4 (1-1.5)

BIA IT	Donne (n=7)	Uomini (n=20)	P value
Total body water %	42 (39-49)	49 (44.5-57.5)	0.04
Extra cellular water %	47 (46-50)	42.5 (41-44.5)	0.005
Intra Cellular Water %	53 (50-54)	57.5 (55.5-59)	0.005



# BIA INIZIO/FINE TURNO

	inizio turno inizio sett (n= 27)	fine turno inizio sett (n=27)	p value
Peso (kg)	77 (61.4 – 82.9)	78.2 (66.3 – 82)	<0.001
Temperatura timpanica (°C)	36.4 (36.1 -38.8)	36.7 (36.5 – 37.1)	<0.001



	Inizio turno inizio sett (n= 27)	fine turno inizio sett (n=27)	P value
<b>Total body water %</b>	48(44-56)	49 (44-56)	<b>0.003</b>
Extra cellular water %	43 (41-46)	43 (41-46)	1.0
Intra Cellular Water %	57 (54-59)	57 (54-59)	1.0
Fat Free Mass %	68 (61-78)	68.5 (62-78)	< 0.01
Fat Mass %	32 (22-39)	31.5 (22-38)	< 0.01
Extra Cellular Matrix %	20 (18-22)	19.5 (17-22)	1.0
HPA index	3 (2.5 – 3.8)	3.1 (2.7- 3.8)	0.85
Extra Cellular K mmol	63.8 (58.6 – 70.6)	64.3 (59.8 – 72)	0.23
Total Body K mmol	3404 (2537 – 3779)	3464.5 (2707 – 3807)	0.09
Total Body Na mmol	3620 (3207 – 3963)	3632 (3215 – 4064)	0.26
Total Body Cl mmol	1770 (1626- 1960)	1801 (1668 – 2092)	0.18
K/Mg ratio	4.6 (4.6 – 4.7)	4.6 (4.5 – 4.7)	0.63
O-PRAL	28.2 (24.7 – 31.2 )	28.2 (26.1 – 32)	0.22
T- score	- 0.3 (- 0.8 – 0)	- 0.3 (- 0.8 – - 0.2)	0.12
Total Body Ca	1.47 (1.36 – 1.51)	1.48 (1.4 – 1.5)	0.12
Total Body Mg	758.1 (578.1 – 827.1)	764.6 (602 – 831.5)	0.11
Total Body P	14169.5 (10970.6 – 15392.3)	14227.0 (11289 – 15459.1)	0.12
<b>TBW Turnover</b>			
Urine (lt)	2.13 (1.73 – 2.32)	2.15 (1.73 – 2.34)	0.19
Respirazione (lt)	0.93 (0.75 – 1.01)	0.94 (0.75 – 1.02)	0.24
Sudorazione (lt)	0.19 (0.15 – 0.2)	0.19 (0.15 -0.2)	0.58
Transdermico (lt)	0.19 (0.15 – 0.2)	0.19 (0.15- 0.2)	0.58
Scambi Totali	3.42 (2.78 – 3.73)	3.45 (2.79 – 3.77)	0.32
Skeletal Muscle	39.0 (33.6 – 41.1)	39.5 (34.7 – 41.4)	< 0.01
S-score	0 (0.4 – 0.7)	0.1 (0.5 – 0.8)	0.09

# ESAME URINE INIZIO/FINE TURNO

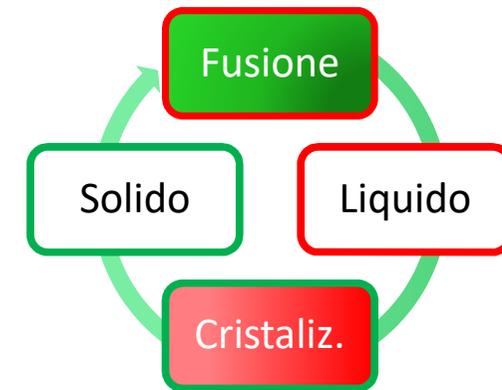


	Inizio turno inizio sett (n= 27)	fine turno inizio sett (n=27)	fine turno fine settimana	p IT-IS vs FT-IS	p IT-IS vs FT-FS
Urobilinogeno (mmol/L)	3.2 (1.6-3.2)	3.2 (3.2-3.2)	3.2 (3.2-3.2)	0.34	0.34
Glucosio (mmol/L)	0(0-0)	0(0-0)	0(0-0)	0	1.0
<b>Ketoni (mmol/L)</b>	<b>0(0-0)</b>	<b>0.5 (0-0.5)</b>	<b>0(0-0)</b>	<b>0.005</b>	<b>0.67</b>
Bilirubina (mmol/L)	0(0-0)	0(0-0)	0(0-0)	1.0	0.5
Proteine (g/l)	0.15 (0.15 -0.15)	0.15 (0.15 -0.15)	0.15 (0.15 -0.15)	1.0	0.4
Nitriti (Si/no)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	1.0	1.0
PH	6 (5-6)	5 (5-6)	6 (5-6)	0.06	0.22
Sangue (mmol/L)	0(0-10)	0(0-10)	0(0-10)	0.25	0.94
Peso specifico	1000 (1000-1000)	1000 (1025-1000)	1000 (1025-1000)	0.82	0.35
Leucociti (cells/L)	0(0-0)	0(0-0)	0(0-0)	1.0	1.0
Creatinina (mmol/L)	6.8 (4.4-6.8)	6.8 (4.4-6.8)	6.8 (4.4-6.8)	0.92	0.50
Calciuria (mmol/l)	2.5 (1.0 – 5.0)	2.5 (1.0 – 5.0)	2.5 (1.0 – 5.0)	0.12	0.71
Microalb. (mg/l)	0 (0-60)	0 (0-60)	60 (0-60)	0.45	0.40

## INDUMENTI RAFFRESCANTI

Sono stati fatti indossare a 19 lavoratori due differenti tipologie di indumenti raffrescanti:

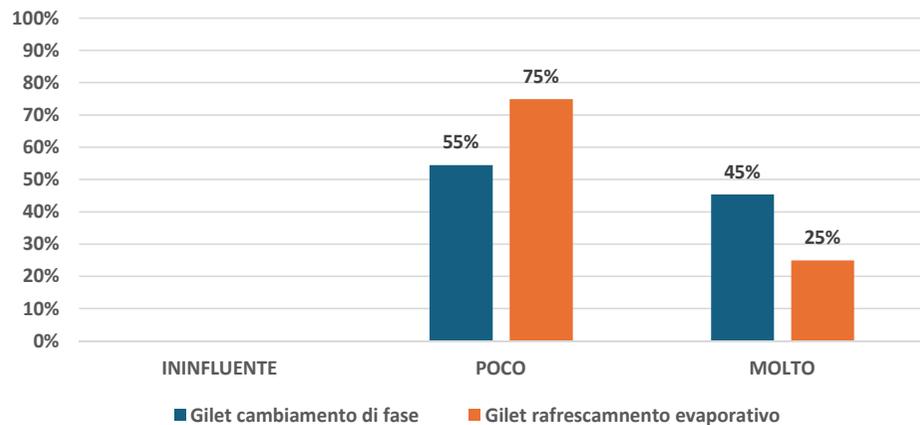
Gilet raffrescante composto da 36 celle con liquido a cambiamento di fase ( $t = 24^{\circ}\text{C}$ )



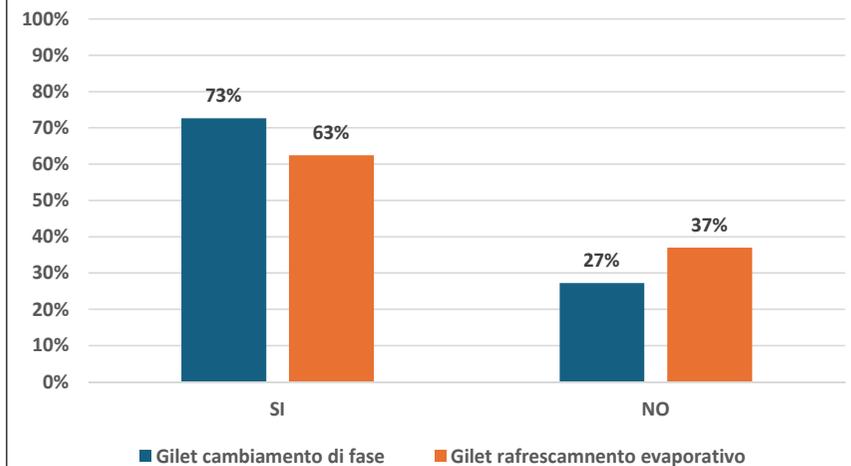
Gilet ad alta visibilità raffrescanti ad acqua.



### RITIENI CHE IL GIUBBOTTO ABBAIA MIGLIORATO LA SENSAZIONE TERMICA DURANTE IL TUO LAVORO ALL'APERTO?



### SE TI VENISSE FORNITO STABILMENTE LO USERESTI?





---

## CONCLUSIONI

- I lavoratori impegnati nelle attività, oggetto dell'indagine, seppur acclimatati, sono evidentemente esposti ad un rischio per la salute e la sicurezza in quanto vengono superati valori limite WBGT.
- Disidratazione ad inizio turno, in particolare nelle donne.
- Buone condizioni di idratazione a fine turno anche se l'assunzione di liquidi è inferiore alle indicazioni previste dalle buone prassi.
- Scarso utilizzo delle creme per la protezione della cute dalle RON.
- La pianificazione da parte delle imprese per la gestione del rischio stress termico può migliorare anche con piccole azioni facilmente implementabili (*fornitura di acqua fresca, pianificazione delle pause e predisposizione aree ombreggiate ove possibile*).
- Prevedere iniziative di sensibilizzazione e informazione sul rischio stress termico da calore, e sul rischio derivante da RON con la collaborazione di associazioni di categoria e istituzioni scolastiche.

# AZIONI INTRAPRESE

- INCONTRI DI SENSIBILIZZAZIONE CON LE ASSOCIAZIONI DI CATEGORIA .
- IMPLEMENTAZIONE NEI PROGRAMMI DI PROMOZIONE DELLA CULTURA DELLA SICUREZZA NELLE SCUOLE DEL TEMA STRESS TERMICO DA CALORE E PROTEZIONE DALLE RADIAZIONI OTTICHE NATURALI.
- REALIZZAZIONE DI SPOT SULLA SICUREZZA .
- PREDISPOSIZIONE OPUSCOLI INFORMATIVI PER I LAVORATORI E DATORI DI LAVORO.

<https://www.prevenzioneagricoltura.it/Eventi/>



# L'ATTENZIONE PER L'GRANZIONE

