



Casi studio ed esempi di valutazioni indoor

Nicola Stacchini

Azienda USL Toscana Sud Est

Laboratorio di Sanità Pubblica Area Vasta Toscana Sud Est

Laboratorio Agenti Fisici

Strada di Ruffolo, 4 – 53100 Siena

casi studio

1. Mensa Universitaria



2. Fonderia seconda Fusione Ghisa



3. Autobus sedile



4. Laboratorio di analisi



5. Uffici Amministrativi



6. Abitazioni con disturbo da calore





1.

Mensa Universitaria
Azienda Regionale Diritto allo Studio



Cucine gestione Ditta Esterna



Esposto degli RLS

(Rappresentanti Laboratorio Sicurezza)

All'Unità Funzionale PISLL

(Prevenzione Igiene Sicurezza Luoghi di Lavoro)

Dal documento di valutazione dei Rischi Aziendale

Risk. 17 - Rischio microclima

Tabella 140 - Calcolo matriciale

17	Rischio microclima			
N°	Fase lavorativa	Probabilità	Danno atteso	Rischio
1	Attività di segreteria, prenotazione pasti ed ordini derrate	1	2	2
3	Controllo, accettazione e stoccaggio delle merci e derrate alimentari	2	2	4
4	Preparazione e cottura pasti	2	2	4
5	Preparazione pasti in legume fresco-caldo multiporzione	1	2	2
6	Preparazione pasti in legume fresco-caldo monoporzio	1	2	2
7	Preparazione pasti in legume refrigerato multiporzione	1	2	2
8	Preparazione pasti in legume refrigerato monoporzio	1	2	2
9	Allestimento pasti su carrelli caldi bagnomaria	1	2	2
10	Allestimento pasti su carrelli caldi/freddi previo confezionamento su nastro	1	2	2
11	Allestimento pasti presso linea self service	1	2	2
12	Allestimento mensa e/o refettorio	1	2	2
13	Distribuzione pasti mediante carrelli caldi bagnomaria	1	2	2
14	Distribuzione pasti mediante carrelli termorefrigerati	1	2	2
15	Distribuzione pasti mediante linea self service	1	2	2
16	Ritiro carrelli – contenitori – vassoi e stoviglie	1	2	2
17	Lavaggio carrelli – stoviglie – utensili e attrezzature	1	2	2
18	Pulizia mensa e/o refettorio	1	2	2
19	Trasporto rifiuti presso punti di raccolta interni o esterni	2	2	4

Dal documento di valutazione dei Rischi Aziendale segue

Si definisce “**microclima**” il complesso dei parametri fisici ambientali che caratterizzano l'ambiente locale e che, assieme a parametri individuali quali l'attività metabolica e l'abbigliamento, determinano gli scambi termici fra l'ambiente stesso e gli individui che vi operano.

I **parametri fisici ambientali** che influenzano maggiormente il microclima sono:

- la **temperatura** dell'aria,
- l'**umidità** relativa
- la **velocità** dell'aria.

Valori indicativi che garantiscono condizioni di confort sono i seguenti:

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| – Temperatura invernale: | 20-22 °C |
| – Temperatura estiva: | non superiore a 26°C |
| – Umidità relativa: | compresa tra 40% e 60% |
| – Velocità dell'aria: | max. 0,2 m/s. |

Dal documento di valutazione dei Rischi Aziendale *segue*

Il Responsabile di impianto deve, inoltre, richiedere gli interventi necessari per garantire una corretta manutenzione e pulizia degli impianti di condizionamento e di aerazione compresi i filtri, le bocchette, i diffusori ed i piccoli aspiratori presenti a volte nei bagni.

Nelle attività di ristorazione, come è stato anticipato, sono presenti zone a temperature e condizioni microclimatiche differenti: la zona dei fuochi o forni con temperature elevate (+38/+42 °C), la zona delle preparazioni, (+20/+25 °C), la zona di lavorazione della carne o del pesce (+14/+16 °C), le celle per derrate deperibili (0/+8 °C), le celle surgelati (-18/-16 °C), la sala (+20/+30°C). I passaggi del personale da una di queste zone ad un'altra non sono indifferenti per la sua salute, per cui è indispensabile, nella organizzazione del servizio e nella destinazione degli ambienti, che le zone a temperatura molto diversa non siano contigue, in maniera tale che, nel passaggio da una zona all'altra, l'organismo possa andare gradualmente adattandosi alle temperature differenti, evitando lo scatenarsi di **shock termici** certamente dannosi.

Valutazioni del Laboratorio

Premessa:

da Sopralluogo dell'U.F. PISLL viene verificata la scarsa efficienza l'impianto di trattamento aria e il non funzionamento della macchina di raffreddamento. Scarsa efficienza degli impianti di estrazioni aria posti sopra i fuochi di cottura.

L'azienda impiega molto tempo per la riparazione delle apparecchiature guaste – viene richiesta manutenzione immediata alla ditta e misure al laboratorio

Valutazioni del Laboratorio

La cucina della mensa ricade nella categoria degli ambienti vincolati in quanto per il proprio funzionamento richiede la presenza di fonti di calore che potrebbero impedire il raggiungimento dei criteri di comfort. Per tale motivo è stato scelto come parametro di valutazione l'indice WBGT.

La norma di riferimento in cui viene descritto l'indice WBGT è la UNI EN ISO 7243:2017:

“Ergonomia degli ambienti termici - Valutazione dello stress da calore utilizzando l'indice WBGT.

1



1.1



Zona Lavaggio stoviglie e piatti

Misure di 4-5 h per i due locali

Locale cottura

Locale Lavaggio



Misure di 30 min circa

zona fornelli

zona lavastoviglie

Risultati misure

Tabella 1 – risultati delle misure (Valori del WBGT calcolati per con abbigliamento da lavoro normale con $I_{cl} = 0,6$)

n.	Descrizione postazione	t_a °C	RH %	va m/s	WBGT _{int} °C
1	Locale cottura (20/07/2022 - 9,00 - 17,00)	31,6±1,4	23,8±2,6	0,5±0,03	22,3 ÷ 24,8
2	Locale lavaggio (02/08/2022 - 10,00 – 16,00)	28,9±0,5	35,6±2,4	0,6±0,06	22,8 ÷ 24,3
1.1	Locale cottura zona fornelli (02/08/2022 – 11,00-12,00)	32,6±0,3	32,2±1,0	0,2±0,06	26,6±0,1
2.1	Locale lavaggio zona lavastoviglie (02/08/2022 – 15,40-16,00)	30,4±0,12	39,0±0,6	0,1±0,05	25,2±0,1

Legenda:

t_a Temperatura ambiente ventilazione forzata (°C)

RH Umidità relativa (%)

va Velocità aria (m/s)

$WBGT_{int}$ Wet bulb globe temperature (°C)

Metabolismo energetico:

2,58 met (150,0W/m²)

Isolamento termico del vestiario:

0,75 clo (0,1163 m² C/W)

Conclusioni

Come dichiarato nella norma UNI EN ISO 7243 la valutazione del parametro WBGT è adatta come verifica preliminare della presenza di stress termico per soggetti adulti ed in buona salute. Di conseguenza la conformità ai valori di riferimento non è sufficiente a tutelare tutti i soggetti che presentino delle controindicazioni all'esposizione ad ambienti con condizioni termiche particolari.

Risulta quindi necessario mettere in atto idonee misure di prevenzione e protezione a tutela soprattutto dei soggetti particolarmente sensibili.

Le condizioni microclimatiche riscontrate non risultano in accordo con quanto riportato nelle Linee Guida del 2006 “Microclima, aerazione e illuminazione nei luoghi di lavoro” redatte dal Coordinamento delle Regioni e delle Province Autonome.

Risulta quindi necessario verificare il corretto funzionamento e l'efficacia dei sistemi atti a migliorare e tenere sotto controllo le condizioni microclimatiche degli ambienti oggetto dell'indagine.



Valutazione del Rischio

Fonderia di Seconda Fusione

Ghisa - per conto del D.L.

Tabella 1 – risultati delle misure (Valori del WBGT calcolati per con abbigliamento da lavoro normale con $I_{cl} = 0,6$)

Riferimento	Descrizione postazione	WBGT	Valori limite per soggetti acclimatati 100% lavoro		
			Sforzo (cfr Prospetto 1)		
			leggero	moderato	pesante
1	Conduzione Forni – (1) Prelievo ghisa da avanforno	25,86 ± 0,55	29,5	27,5	26,0
2	Carrello (2) - Colata stampi con carrello mobile	30,90 ± 0,84	29,5	27,5	26,0
3	Forno (3) zona controllo temperatura e fusione	29,41 ± 0,75	29,5	27,5	26,0
4	Forno (4) zona scorifica forno con carrello elevatore	29,73 ± 0,64	29,5	27,5	26,0
5	Forno (5) zona scorifica forno	29,46 ± 0,21	29,5	27,5	26,0

Nota In rosso sono indicate le condizioni di superamento dei valori limite per il WBGT prescritti dall'ACGIH nell'ipotesi di abbigliamento di lavoro normale. In giallo sono indicate le condizioni di conseguimento di valori di WBGT pari ai valori limite ammessi. I valori che appaiono nelle caselle non colorate si riferiscono a valori di conformità del WBGT con i valori prescritti dalla norma.



1 prelievo ghisa avvanforno



2 colata ghisa con carrello



3 controllo temperatura forno

Reparti
oggetto di
indagine



4 zona scorifica forno con carrello



5 zona scorifica forno lato dx

Reparti
oggetto di
indagine

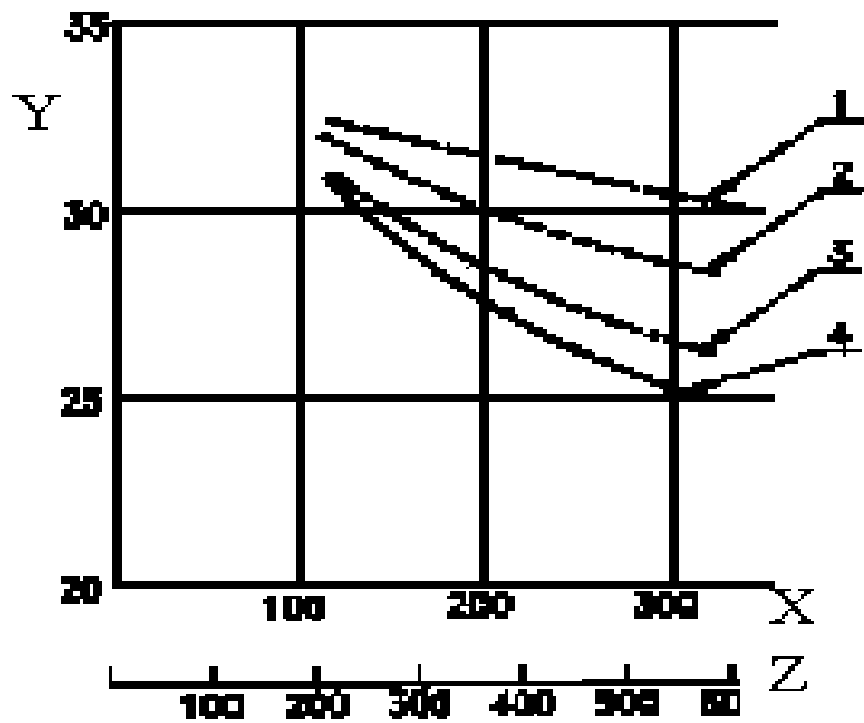
Tabella 1 – risultati delle misure
 (Valori del WBGT calcolati per con abbigliamento da lavoro normale con Icl = 0,6)

n.	Descrizione postazione	WBGT	Valori limite per soggetti acclimatati 100% lavoro		
			Sforzo (cfr Prospetto 1)		
			leggero	moderato	pesante
1	Conduzione Forni – (1) Prelievo ghisa da avanforno	25,86 ± 0,55	29,5	27,5	26,0
2	Carrello (2) - Colata stampi con carrello mobile	30,90 ± 0,84	29,5	27,5	26,0
3	Forno (3) zona controllo temperatura e fusione	29,41 ± 0,75	29,5	27,5	26,0
4	Forno (4) zona scorifica forno con carrello elevatore	29,73 ± 0,64	29,5	27,5	26,0
5	Forno (5) zona scorifica forno	29,46 ± 0,21	29,5	27,5	26,0

Nota: In rosso sono indicate le condizioni di superamento dei valori limite per il WBGT prescritti dall’ACGIH nell’ipotesi di abbigliamento di lavoro normale. In giallo sono indicate le condizioni di conseguimento di valori di WBGT pari ai valori limite ammessi. I valori che appaiono nelle caselle non colorate si riferiscono a valori di conformità del WBGT con i valori prescritti dalla norma.

CONCLUSIONI

Dai dati riportati in Tabella 1 si evince che, ai fini del conseguimento di valori del WBGT compatibili con i valori limite fissati dalla norma, considerati ii criteri stabiliti nel prospetto A1 della norma stessa,



Legenda:

- 1. 25% lavoro – 75% riposo
- 2. 50% lavoro – 50% riposo
- 3. 75% lavoro – 25%
- 4. Lavoro continuo

Y WBGT, °C
X W/m²
Z Lavoro metabolico, W

AZIONI DI MIGLIORAMENTO

L'azienda ha intrapreso delle azioni di miglioramento con l'introduzione di sistemi di riduzione del disagio termico. Sono stati installati dei ventilatori nebulizzatori di acqua in alcuni punti dell'azienda e vengono gestiti dagli operai stessi nei periodi più caldi della giornata.



Previste pause
per idratazione
degli addetti





Valutazione Microclima al posto di guida Mini Bus

Il lavoratori lamentavano problemi di caldo per il conducente nell'impiego nel periodo estivo.

Nelle altre stagioni mezzo adibito a scuolabus
Per l'azienda non erano problemi.

I parametri termici localizzati – temperature di contatto e asimmetria radiante – sono state misurate rispettivamente a diretto contatto del pianale del sedile, e in prossimità delle gambe del conducente, laddove è stato rilevato un apprezzabile incremento di temperatura superficiale, come riportato in figura.



Le misure sono state condotte il 23 giugno dalle ore 15,30 alle 16,50) al posto di guida dell'autobus Mercedes Sprinter ECOBUS

Grandezza	media	Intervallo [min-max]	Limite accettabilità
t_a °C (testa)	21,0	20-24	28
RH %	48	43-51	55
t_r °C	27	24-29	29,7
v_a m/s	0,4	0,2-0,5	0,25
PMV	0,4	0,2—0,9	1
PPD %	8.7	5.8-23.7	25
T_{sedile} °C	36	34.6-38.1	29
Δ_{tr} °C	7.5	7.2-8	5
Δ_{ta} °C	7	6-8	3
R_{net} (W/m ²)	45	36-50	-

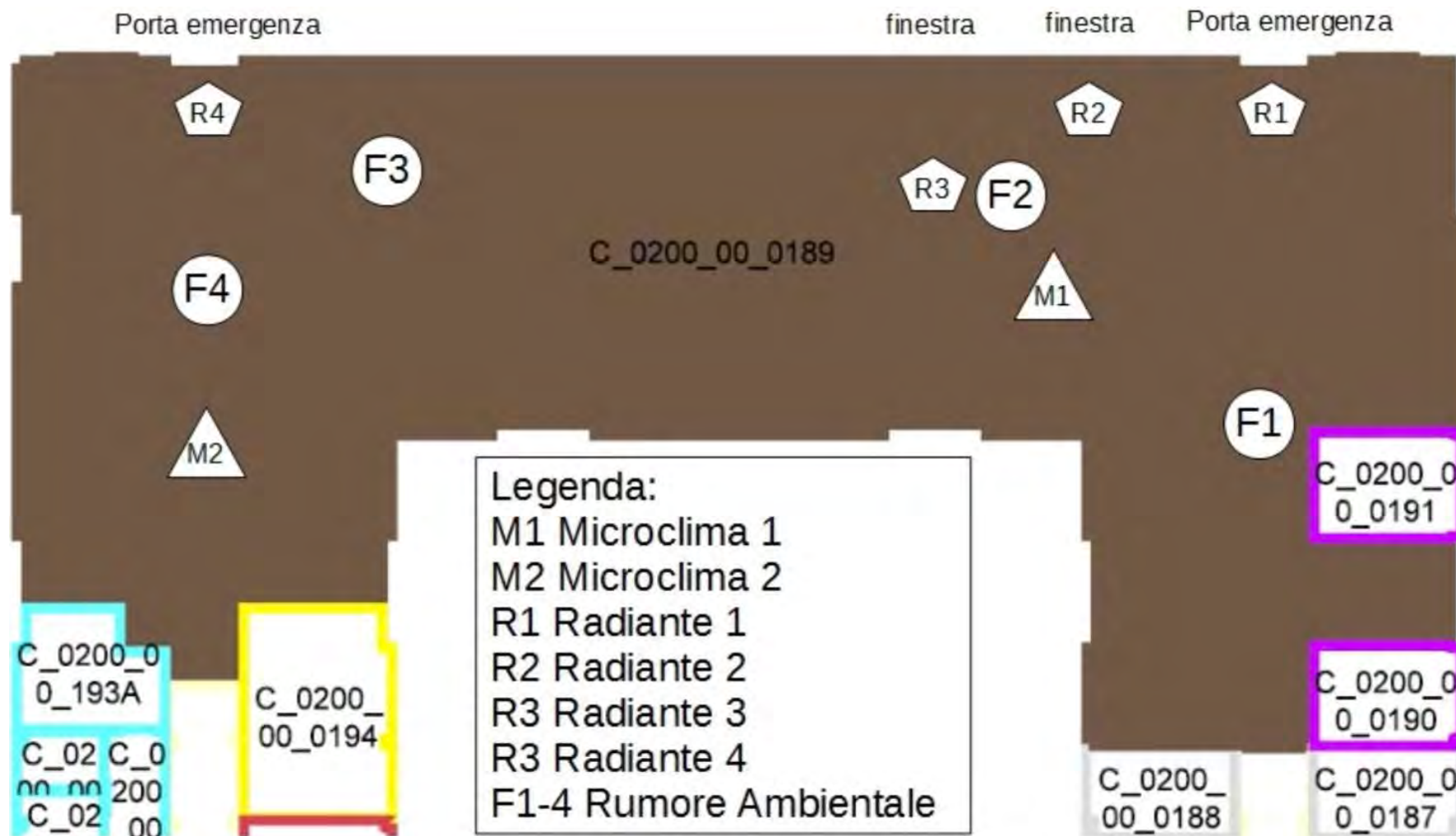
Conclusioni

I parametri microclimatici riscontrati in posizione conducente rientrano nei limiti di accettabilità individuati dai criteri dello standard ISO 7730, per quanto riguarda gli indici globali, rilevati ad altezza testa del conducente.

Viceversa si riscontrano parametri indicativi di disagio termico localizzato in prossimità delle gambe del conducente, causate dal riscaldamento del pianale, ove è stata misurata a contatto una temperatura superficiale di 34,6 - 38,1°C. Tale riscaldamento localizzato induce un'immissione di potenza termica dell'ordine di 36 - 50 W/m² a livello del basamento del sedile, con conseguente gradiente termico tra gambe – testa del conducente di circa 7°C (per tale parametro è raccomandato – ai fini del comfort - un limite massimo di 3°C)

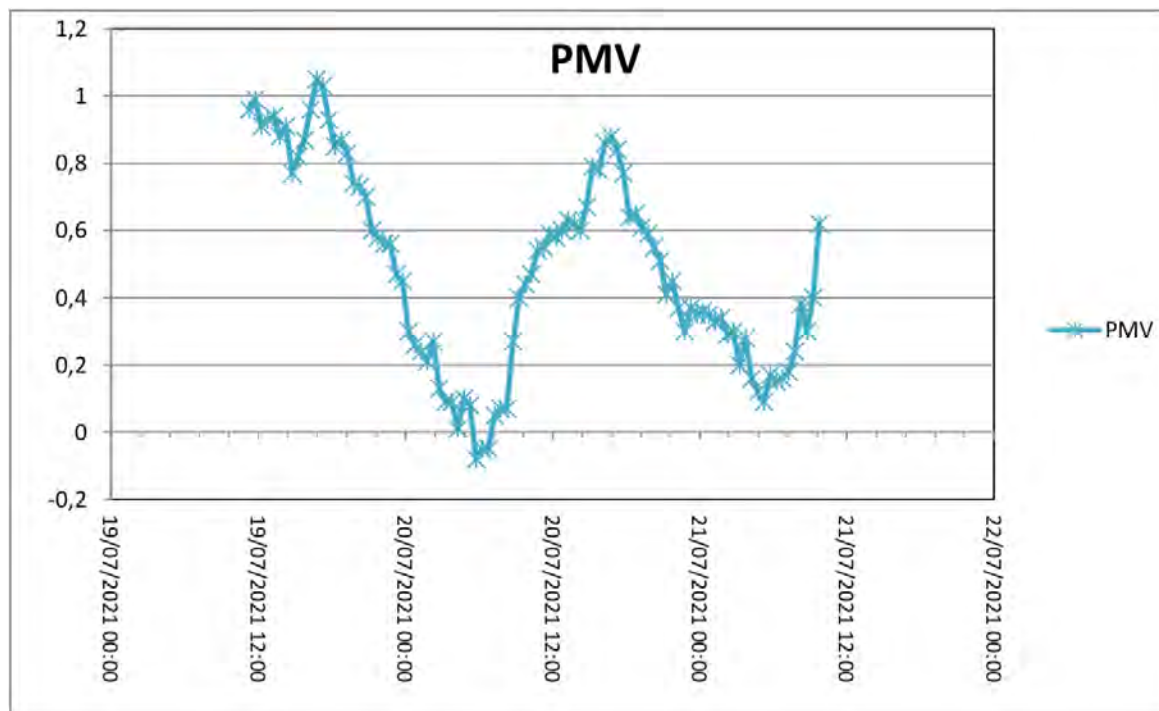
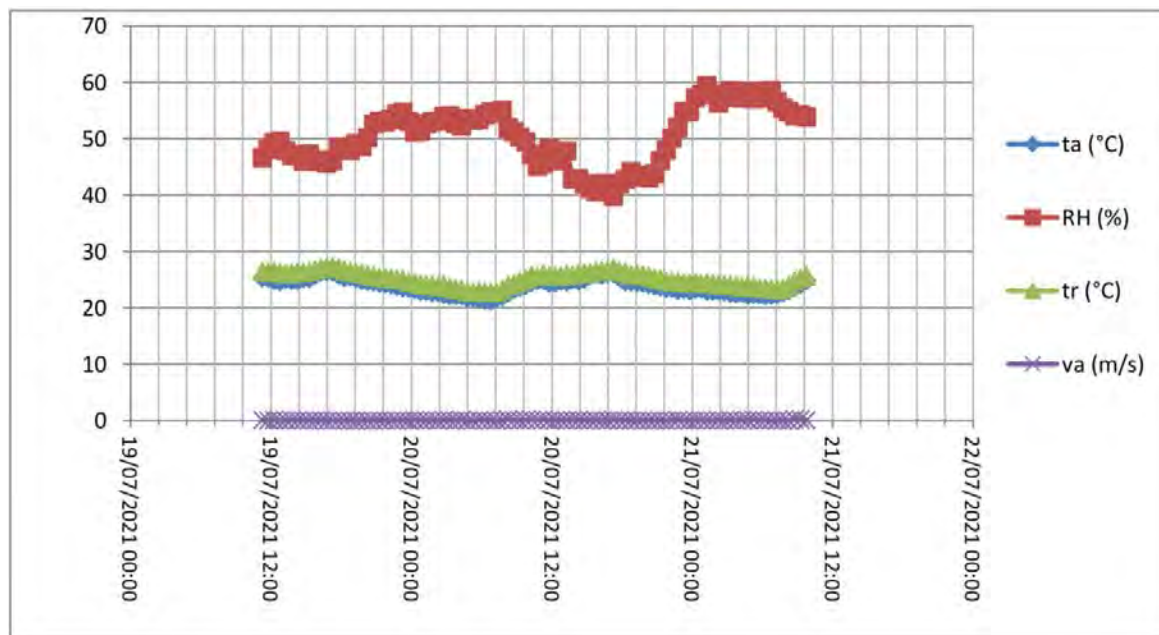
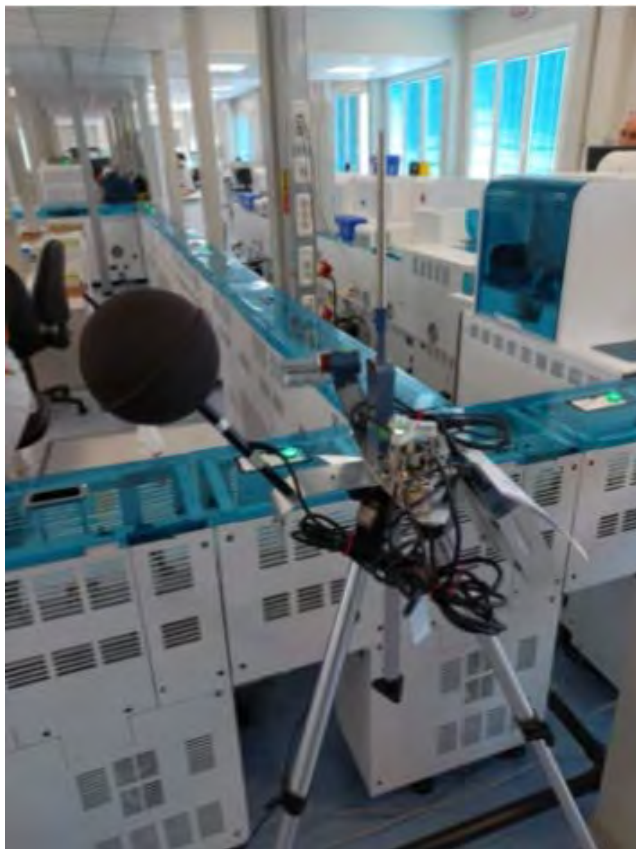
4.

Laboratorio di Analisi di nuova costruzione

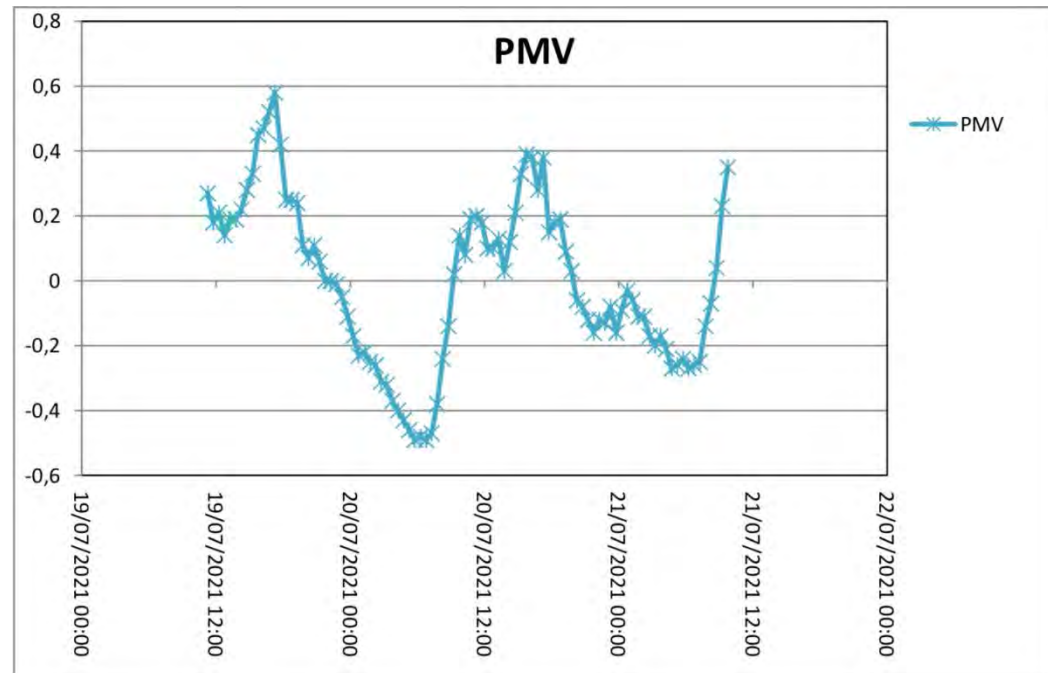
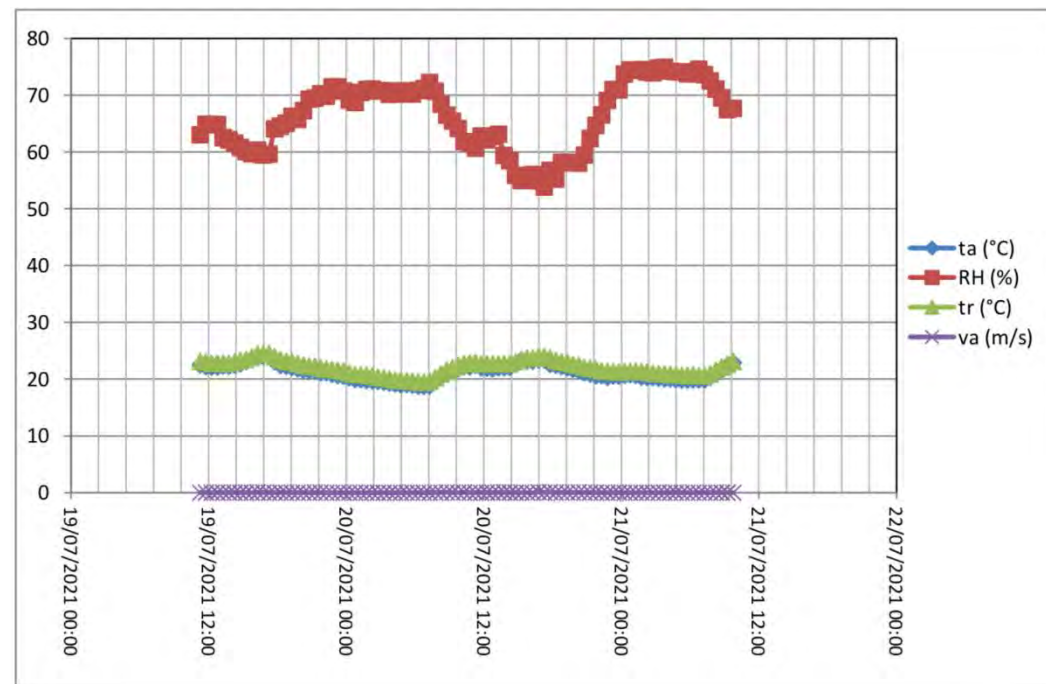


Locali di nuova realizzazione climatizzati anno 2021

Risultati microclima punto di misura 1 area chimica



Risultati microclima punto di misura 2 area coagulo

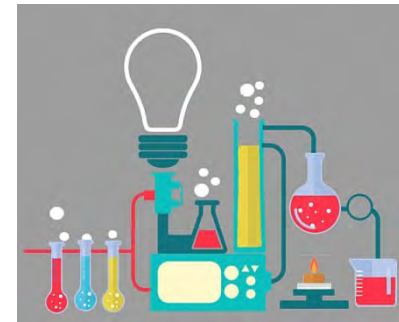


Misure di Temperatura Radiante nelle vicinanze degli infissi

n.	descrizione	R_{NETT} W/m ²	T_R °C	T_{aria} °C
R1	Area Chimica Uscita Emergenza sonda radiante a 10 cm	311	28,8	24 - 25
R2	Area Chimica Finestra con veneziana chiusa a 10 cm	155	28,3	24 - 25
R3	Area Chimica Finestra con veneziana chiusa a 100 cm	23	27,2	24 - 25
R4	Area Coagulo Uscita Emergenza sonda radiante a 10 cm	160	28,4	

Dai risultati della potenza radiante netta - R_{NETT} W/m²-
riportati alla prima colonna di tabella e di T_R °C -
Temperatura radiante della superficie vetrata riportati
in colonna 2, **appare che le superfici vetrate e gli
infissi - surriscaldati dalla radiazione solare diretta
incidente- immettono energia radiante nell'ambiente,
con conseguente innalzamento della temperatura
radiante in posizione operatore e incremento della
temperatura dell'aria nell'area Chimica.**

La Temperatura radiante delle
superfici vetrate risulta mediamente
superiore di oltre 4°C alla temperatura
dell'aria interna.



Conclusioni

Le due aree oggetto della valutazione presentano caratteristiche termiche molto differenti: dai risultati emerge disagio termico presso l'Area Chimica e rischio da sbalzi di temperatura presso l'Area Coagulazione.

Il disagio termico riscontrato presso l'Area Chimica, nonostante il funzionamento a pieno regime dell'impianto di climatizzazione centralizzato, è principalmente imputabile all'elevato irraggiamento termico dovuto alle superfici vetrate esposte a radiazione solare diretta, presenti nell'area Chimica: la temperatura radiante rilevata presso l'area Chimica rimane sistematicamente superiore di circa 2°C alla temperatura dell'aria ed è la principale causa dell'elevato valore dell'indice PMV (0,8-1,2) rilevato in tale area. **I valori PMV riscontrati presso l'area Chimica possono essere ritenuti accettabili solo per aree con permanenza limitata del personale e non per postazioni fisse di lavoro.**

Per quanto riguarda l'area Coagulazione i lavoratori - nel passaggio dall'ambiente esterno all'interno - possono essere esposti a sbalzi rapidi di temperatura, essendo la temperatura ambientale dell'area di oltre dieci gradi inferiore alla temperatura esterna nelle ore centrali del giorno: in tale area la temperatura dell'aria nelle ore centrali del giorno è risultata nell'intervallo 22°C-23 °C, mentre la temperatura aria esterna in tali ore assumeva valori dell'ordine di 31-33 °C, tipici del periodo estivo.



Parere su valutazione

Misure effettuate in data 16 agosto 2018

Locali:

Stanza 7 – III piano “stanza 16 bis” Stanza 8

Stanza 10

Stanza 11

Misure effettuate in data 21 agosto 2018:

Locali:

Stanza 27



Emerge che i parametri di temperatura dell'aria e/o pressione parziale di vapore p_F rilevati **sono al di fuori dell'intervallo di applicabilità del criterio del PMV.**

In particolare i valori di temperatura risultano essere superiori a 30°C e i valori di Pressione parziale di vapore p_F ben superiori a 2700 Pa. Pertanto le condizioni termiche ambientali in tali locali non sono idonee a garantire condizioni di comfort.

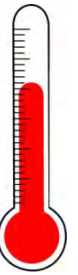
I parametri termo igronometrici rilevati indicano che gli occupanti sono sottoposti ad elevati scambi termici con l'ambiente circostante, tali da creare condizioni di stress per l'organismo e determinare potenziali rischi per la salute. Dai dati di temperatura ed umidità relativa rilevati presso detti locali è possibile calcolare l'indice HEAT INDEX, che assume in tali locali valori nell'intervallo **95 -110.**

Tali valori sono associati a condizioni di rischio da stress da calore elevato per gli occupanti, come si evince dal confronto con i dati riportati in tabella

Tabella HEAT INDEX:

disturbi possibili per esposizione prolungata al caldo e/o a fatica fisica intensa

da 80 a 90:	Cautela per possibile affaticamento (cautela per soggetti sensibili)
da 90 a 104:	Estrema cautela, possibili crampi muscolari, esaurimento fisico
da 105 a 129	Rischio possibile di colpo di calore
130 e più:	Rischio elevato di colpo di calore



Presso gli altri uffici oggetto di indagine - ove i parametri di temperatura ed umidità riscontrati rientrano nell'intervallo di applicabilità del criterio PMV, i valori di PMV riscontrati si discostano in maniera significativa dalle condizioni ottimali di benessere termico, (intervallo del PMV compreso tra -0,5 e + 0,5) e dai requisiti definiti dalle delle Linee Guida redatte nel 2006 a cura del Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome.

6.

Esposto Appartamento posto al piano superiore di un forno

L'indagine è stata condotta a seguito della lettera esposto che segnalava condizioni di disagio termico presso l'appartamento in oggetto a causa del calore trasmesso in ambiente abitativo dalla sottostante attività di pasticceria.

La valutazione è stata condotta in data 19/06/2016 a partire dalle ore 15,00 alle ore 17,00

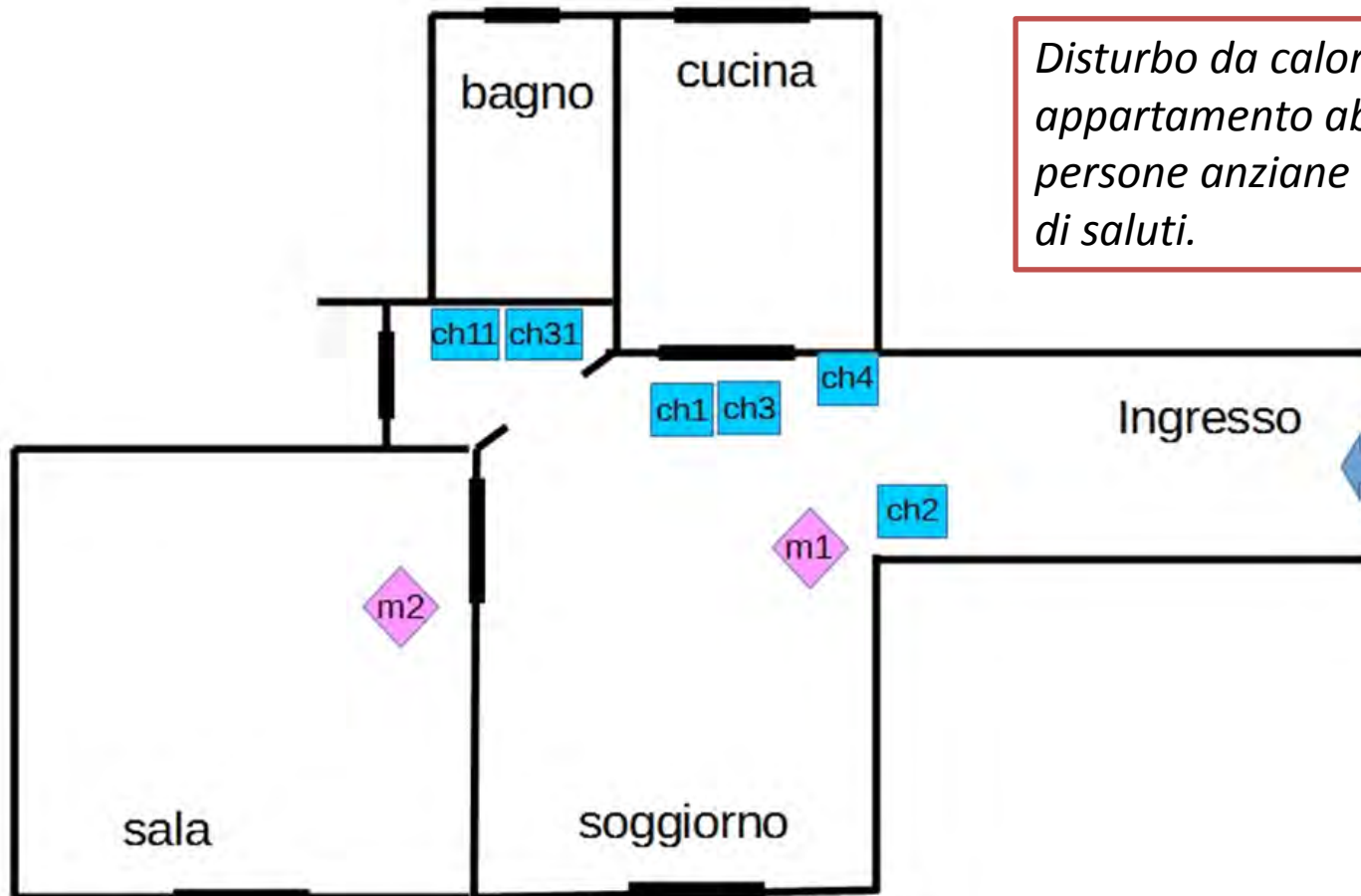


Disturbo da calore appartamento abitato da persone anziane con problemi di salute.

Condizioni ambientali

Le misurazioni sono state condotte in condizioni di cielo nuvoloso, in maniera da escludere irraggiamento solare diretto delle superfici murarie esterne e delle finestre dell'appartamento. La temperatura dell'aria esterna nel corso delle misure era di $23^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. E' stato verificato che presso l'appartamento non fosse presente alcuna sorgente di calore che potesse provocare un innalzamento della temperatura superficiale del pavimento.

planimetria



*Disturbo da calore
appartamento abitato da
persone anziane con problemi
di saluti.*

Legenda:

ch1 punto pavimento temp
ch3 punto pavimento flusso
ch2 punto pavimento temp
ch4 punto parete temp

ch11 punto pavimento temp
ch31 punto pavimento flusso



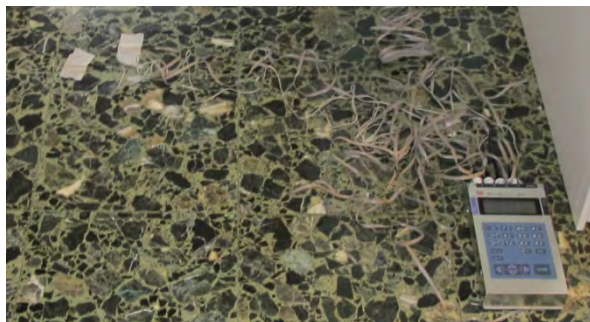
Misure ambientali Corridoio lato sx – m1								
punto misura inizio 15,20	T.Globo		T.secco		T.umid		U.Relativa	
	media	dev.st.	media	dev.st.	media	dev.st.	media	dev.st.
corridoio m1_1	24,81	0,12	24,44	0,08	19,07	0,12	59,3	1,0
ore 15,40								
Corridoio m1_2	24,88	0,14	24,45	0,07	19,08	0,11	59,4	0,8
ore 15,55								
corridoio m1_3	24,93	0,15	24,75	0,12	19,49	0,13	63,1	0,7
ore 16,10								
Media	24,9	0,1	24,5	0,1	19,2	0,1	60,6	0,8



Misure ambientali salotto sx – m2								
punto misura inizio 16,12	T.Globo		T.secco		T.umid		U.Relativa	
	media	dev.st.	media	dev.st.	media	dev.st.	media	dev.st.
corridoio m2_1	24,86	0,23	24,04	0,04	19,34	0,46	63,7	3,2
ore 16,18								
corridoio m2_2	24,49	0,32	24,08	0,04	19,25	0,27	62,7	2,0
ore 16,30								
corridoio m2_3	24,21	0,05	24,11	0,08	19,21	0,04	62,3	0,3
ore 16,40								
Media	24,5	0,2	24,1	0,1	19,3	0,3	62,9	1,8

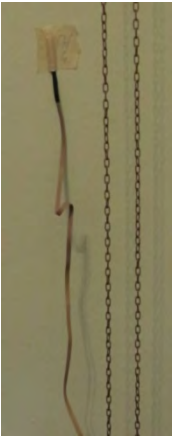
Misure di contatto

n	Punto Caldo	Punto Caldo Pavimento	Punto Freddo Pavimento	Punto Freddo Parete
inizio ore 15,20	CH1 Pavimento Corridoio ingresso cucina Temperatura di contatto °C	CH3 Pavimento Corridoio ingresso cucina Flusso di Calore W/m ²	CH2 Pavimento Corridoio vicino parete lato sx Temperatura di contatto °C	CH4 Parete ingresso cucina lato dx Temperatura di contatto °C
p1_1 ore 15,30	29,6	18,0	23,9	24,7
p1_2 ore 15,40	29,2	17,0	23,9	24,7
p1_3 ore 15,50	29,0	15,0	23,9	24,8
p1_4 ore 16,00	28,8	14,0	23,9	24,7
media	29,2	16,0	23,9	24,7
dev.st.	0,3	1,8	0,0	0,1



Misure di contatto

n	Punto Caldo	Punto Caldo Pavimento	Punto Freddo Pavimento	Punto Freddo Parete
inizio ore 16,00	CH11 Pavimento Corridoio ingresso bagno Temperatura di contatto °C	CH31 Pavimento Corridoio ingresso bagno Flusso di Calore W/m ²	CH2 Pavimento Corridoio vicino parete lato sx Temperatura di contatto °C	CH4 Parete ingresso cucina lato dx Temperatura di contatto °C
p2_1 ore 16,10	27,2	5,0	24,0	24,8
p2_2 ore 16,20	26,9	6,0	24,0	24,8
p2_3 ore 16,30	26,8	5,0	24,0	24,8
media	27,0	5,3	24,0	24,8
dev.st.	0,2	0,6	0,0	0,0



Conclusioni

Dai risultati in tabella si evince **che la superficie del pavimento del corridoio dell'ambiente abitativo in oggetto è riscaldata e provoca un'immissione di calore nell'ambiente abitativo** in oggetto dell'ordine di 18 w/m^2 , con conseguente riscaldamento dell'ambiente abitativo.

Il gradiente termico verticale riscontrato – rappresentativo della asimmetria termica testa piedi è di circa 6°C .

Tali risultati dimostrano che :

- a) l'attività produttiva sottostante immette calore presso l'ambiente abitativo in oggetto, con conseguente grave disagio nel periodo estivo.
- b) il riscaldamento del pavimento produce altresì una situazione di permanente disagio termico localizzato, per la presenza di un gradiente testa-piedi maggiore di $3[^\circ\text{C}]$, anche nel periodo invernale

Si ravvisa pertanto la necessità di attuare un intervento di bonifica dell'attività produttiva per eliminare l'immissione termica riscontrata in ambiente abitativo.

Dopo vari tentativi il consulente ha capito che doveva isolare il soffitto della pasticceria