Comune di Milano

Valutazione del rischio di esposizione dei lavoratori - Requisiti dei luoghi di lavoro: Parametri Microclimatici – Periodo estivo

(Titolo II, All. IV e Titolo VIII del D.Lgs. 81/08 e ss.mm.ii.)

ALLEGATO 11
CONCLUSIONI–DEI CROLLALANZA - SCUOLA DELL'INFANZIA

Redatto da	Revisione	Motivo revisione	Data	Redazione	Verifica e Approvazione
NIER **NIER Ingegneria S.p.A.** Via Clodoveo Bonazzi n. 2 40013, Castel Maggiore (BO)	00	Prima emissione	14/07/2023	Ing. Giacomo Di Carlo	Ing. Giuseppe Cavallone

SOMMARIO

1.1 ANALISI E VALUTAZIONE 4

1.2 ESITO DELLA VALUTAZIONE 7

1.3 CONCLUSIONI 9

1.4 REPORT DI MISURA 10

INDICI PMV/PPD 10

INDICE WBGT 14

INDICE PHS 15

1.1 Analisi e valutazione

Le misure presso la scuola dell'infanzia via Dei Crollalanza nel comune di Milano sono state effettuate il giorno **3 luglio 2023** con idonea strumentazione regolarmente tarata (si faccia riferimento al DVR per il dettaglio della strumentazione utilizzata ed il certificato di taratura).

Le misure sono state eseguite dal seguente tecnico di NIER Ingegneria S.p.A.:

- **P.E. Michele Lecchi.**

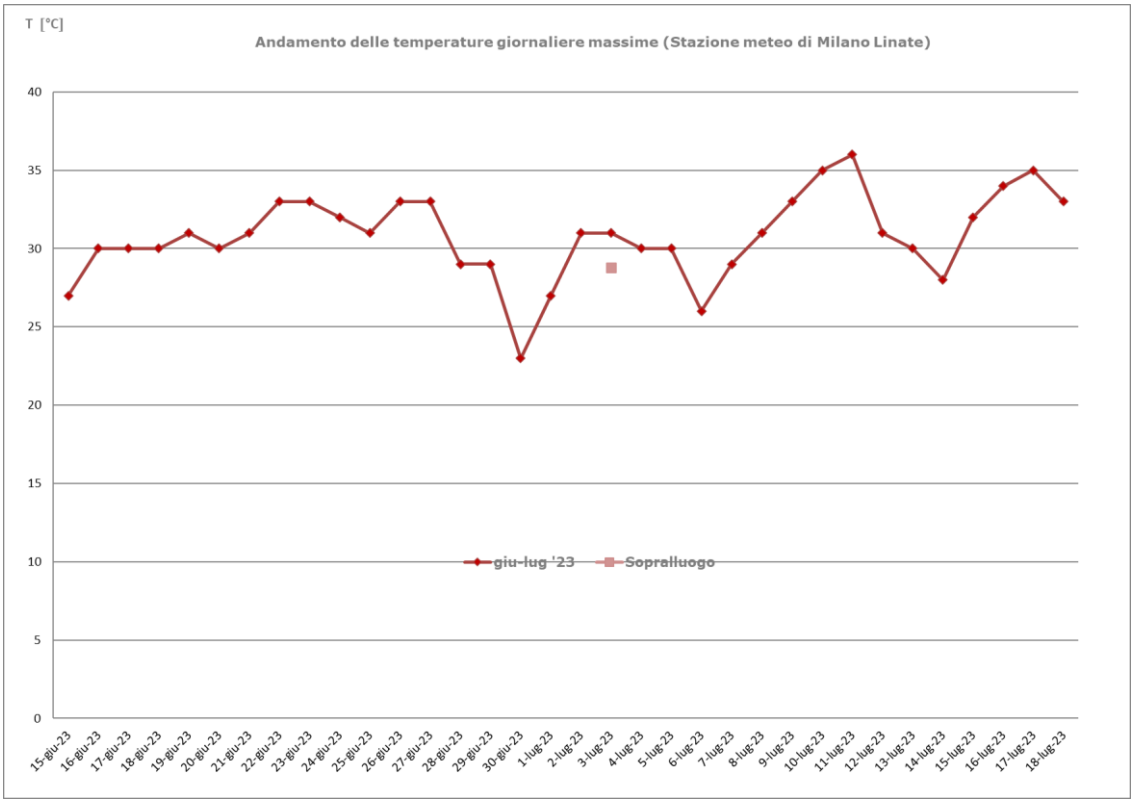
Nella tabella seguente si riportano i valori dei parametri microclimatici registrati nei vari locali monitorati.

Id.	*Descrizione*	*Orario*	*T aria (°C)*	*Umidità relativa (%)*	*V aria (m/s)*	*T rad (°C)*	*T globo (°C)*	*T bulbo umido (°C)*	*Tipologia Termica*
1	Corridoio tra sez. miramare e arcobaleno -PR (fase di accoglienza)	8.55	26,4	58,2	0,16	26,8	26,6	-	Moderato
2	Sezione lido miramare -PR (fase di accoglienza)	9.11	27,1	56,6	0,13	27,4	27,2	-	Moderato
3	Sezione Stella marina – PR (fase di accoglienza)	9.29	27,2	56,6	0,09	27,3	27,3	-	Moderato
4	Spazio refettorio multifunzione – PR (attività didattica)	9.50	26,5	55,7	0,02	26,5	26,5	-	Moderato
5	Sezione Lido Bagno Maria – PR (attività didattica e merenda)	10.19	27,5	54,4	0,06	27,6	27,6	-	Moderato
6	Giardino (attività didattica)	10.45	26	56,0	0,09	26,9	26,5	-	Moderato
7	Spazio refettorio davanti alla sezione arcobaleno – PR (pranzo)	12.05	28,1	51,7	0,05	28,3	28,2	-	Moderato
8	Spazio refettorio davanti agli uffici e locali ausiliari -PR (pranzo)	12.23	28,4	50	0,22	28,4	28,4	-	Moderato
9	Sezione arcobaleno – PR (sonno bimbi in sezione)	13.00	27,5	53,4	0,03	27,5	27,5	-	Moderato
10	In giardino (giochi in giardino)	13.51	28,8	48,1	0,43	30	29,2	-	Moderato
11	Sezione miramare - PR (sonno)	14.44	27,9	52,6	0,01	27,8	27,8	-	Moderato
12	Corridoio davanti alla biblioteca – P1 (nessuna attività)	15.06	30,0	49,5	0,04	30,6	30,4	21,9	Caldo

Id.	*Descrizione*	*Orario*	*T aria (°C)*	*Umidità relativa (%)*	*V aria (m/s)*	*T rad (°C)*	*T globo (°C)*	*T bulbo umido (°C)*	*Tipologia Termica*
13	Sezione Bagno Maria – PR (attività didattica)	15.27	28,7	50,1	0,10	28,8	28,8	-	Moderato
14	Corridoio davanti all'ingresso – PR (uscita bambini)	15.54	28,6	50,4	0,03	28,4	28,5	-	Moderato
15	Area refettorio davanti a Stella Marina – PR (merenda yogurt)	16.23	28,9	51	0,01	29,0	29,0	-	Moderato

Vengono riportati di seguito i valori dei parametri microclimatici rilevati all'esterno delle strutture, nella giornata in cui sono state effettuate le misurazioni. Come si evince dal grafico riportato di seguito, nella giornata le condizioni erano moderate/calde.

- Data: 03/07/2023;
- Ora: 13:51;
- T: 28,8°C;
- U: 48,1%;
- V: 0,43m/s.



1.2 Esito della valutazione

Si riporta di seguito per i vari locali monitorati l'esito del calcolo degli indici relativi il comfort termico PMV/PPD, relativo allo stress da calore WBGT e PHS, e il relativo livello di rischio. I calcoli completi sono riportati al paragrafo 1.4 del presente documento. Si specifica che non in tutte le postazioni sono stati calcolati tutti gli indici, avendo questi dei range di applicabilità, in particolare è stato calcolato l'indice di comfort termico PMV/PPD per gli ambienti con temperature comprese fra 10°C e i 30°C; per gli ambienti caldi si sono calcolati i relativi indici WBGT e PHS.

Tabella 1 – Indici PMV, PPM, WBGT, PHS, e relativo livello del rischio.

ID	Ambiente	Indice PMV/PPD[1]	Comfort termico	Indice WBGT	Indice PHS[2]	Stress termico da calore
1	Corridoio tra sez. Miramare e Arcobaleno - PR (fase di accoglienza)	PMV = 0,49 PPD = 10,02%	**Basso**	N.A.	N.A.	-
2	Sezione lido Miramare – PR (fase di accoglienza)	PMV = 0,75 PPD = 16,85%	**Basso**	N.A.	N.A.	-
3	Sezione Stella marina – PR (fase di accoglienza)	PMV = 0,85 PPD = 20,25%	**Basso**	N.A.	N.A.	-
4	Spazio refettorio multifunzione – PR (attività didattica)	PMV = 0,63 PPD = 13,33%	**Basso**	N.A.	N.A.	-
5	Sezione Lido Bagno Maria – PR (attività didattica e merenda)	PMV = 0,96 PPD = 24,47%	**Basso**	N.A.	N.A.	-
6	Giardino (attività didattica)	PMV = 0,60 PPD = 12,55%	**Basso**	N.A.	N.A.	-
7	Spazio refettorio davanti alla sezione arcobaleno – PR (pranzo)	PMV = 1,12 PPD = 31,43%	**Medio**	N.A.	N.A.	-
8	Spazio refettorio davanti agli uffici e locali ausiliari - PR (pranzo)	PMV = 1,17 PPD = 33,79%	**Medio**	N.A.	N.A.	-
9	Sezione arcobaleno – PR (sonno bimbi in sezione)	PMV = 1,09 PPD = 30,06%	**Medio**	N.A.	N.A.	-
10	In giardino (giochi in giardino)	PMV = 1,04 PPD = 27,83%	**Basso**	N.A.	N.A.	-
11	Sezione miramare -PR (sonno)	PMV = 1,04 PPD = 27,83%	**Basso**	N.A.	N.A.	-
12	Corridoio davanti alla biblioteca – P1 (nessuna attività)	PMV = 1,77 PPD = 65,46%	**Medio**	N.A.	N.A.	-
13	Sezione Bagno Maria – PR (attività didattica)	PMV = 1,23 PPD = 36,73%	**Medio**	$WBGT_{eff}$ = 24,9 $WBGT_{limite}$ = 29°C	Tre = 37°C WaterLoss = 768 g Dlim;tre = 480 min Dlim;loss50 = 480 min	**Basso**

[1] Per le postazioni con T maggiori di 30°C si fa riferimento all'indice WBGT per l'attribuzione della classe di rischio. Sono stati comunque calcolati gli indici PMV e PPD.

[2] Anche se non si è superato l'indice $WBGT_{limite}$, per completezza è stato calcolato comunque l'indice PHS.

ID	Ambiente	Indice PMV/PPD[1]	Comfort termico	Indice WBGT	Indice PHS[2]	Stress termico da calore
					Dlim;loss95 =480 min	
14	Corridoio davanti all'ingresso – PR (uscita bambini)	PMV = 1,22 PPD = 36,23%	**Medio**	N.A.	N.A.	-
15	Area refettorio davanti a Stella Marina – PR (merenda yogurt)	PMV = 1,37 PPD = 43,92%	**Medio**	N.A.	N.A.	-

Si riportano di seguito nello specifico le considerazioni relative ai singoli indici calcolati.

Nelle postazioni in cui è stata rilevata una temperatura inferiore i 30 °C, , è stata effettuata la valutazione del **comfort termico**, che ha mostrato un livello di **rischio medio**.

Nelle postazioni in cui è stata rilevata una temperatura superiore i 30°C, è stato valutato il **rischio di stress da calore** attraverso il calcolo dell'indice **WBGT,** il quale anche nella condizione più conservative (persona non acclimatata) non ha mai superato i valori limite, si ha dunque una condizione di **rischio basso.** Si è comunque proceduto per tutte le postazioni al calcolo dell'indice **PHS**, il quale ha confermato che in nessun caso viene raggiunta la temperatura massima, T_{remax} o il tempo limite massimo di permanenza, anche in questo caso il livello è stato di **rischio basso.**

Per gli ambienti di lavoro a "Rischio medio" va considerato che, trattandosi comunque per la maggior parte delle postazioni di un ambiente moderato, i livelli di insoddisfazione calcolati, durante tali fasi lavorative tramite gli indici PMV e PPD, danno evidenza di uno scarso livello di comfort microclimatico da cui può derivare eventualmente una diminuzione di performance lavorativa ma non una condizione di rischio per i lavoratori. Si ritiene infatti che non sussistano condizioni particolarmente rischiose, anche considerando le temperature registrate (tipiche di un "ambiente moderato/caldo" con temperature prossime ai 30°C).

1.3 Conclusioni

Nella tabella sottostante sono riportati gli esiti della valutazione per le mansioni presenti presso gli ambienti monitorati, dedotti dal confronto degli indici PMV/PPD, WBGT, PHS calcolati con i valori di riferimento[3]. Per ognuno degli indici, viene riportato il livello di rischio relativo alla condizione peggiore fra quelli rilevati nelle varie zone occupate dalla specifica mansione.

Tabella 2 – Riepilogo livello di rischio microclimatico per mansione.

Mansione	Livello di rischio		
	Comfort termico	Stress termico da calore	
	PMV/PPD	WBGT	PHS
Educatrici delle Scuole d'Infanzia/Nidi	**Medio**	**Basso**	**Basso**

In generale, si può affermare che data la tipicità dell'attività svolta, e dati gli esiti del calcolo degli indici, non si rilevino situazioni di criticità pertanto il rischio microclimatico complessivo è **LIEVE**[4].

Non risulta necessario programmare interventi migliorativi ma è sufficiente mantenere attive le Misure tecniche ed organizzative di miglioramento riportate al par. 6.5. del DVR.

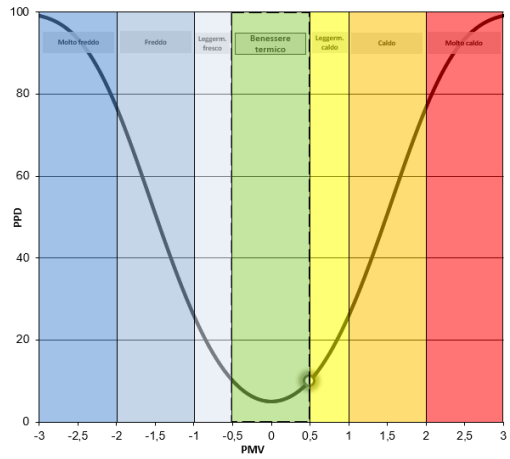
I valori riscontrati per i locali campionati si possono considerare validi ed omogenei per tutti gli altri locali della stessa tipologia che compongono gli edifici della **Scuola dell'Infanzia di Via Dei Crollalanza 15 nel comune di Milano**.

[3]Come definito al par. 4.3.2 Tabella B e al par. 4.3.3 del DVR .

[4] Come definito nel par. 5 del DVR.

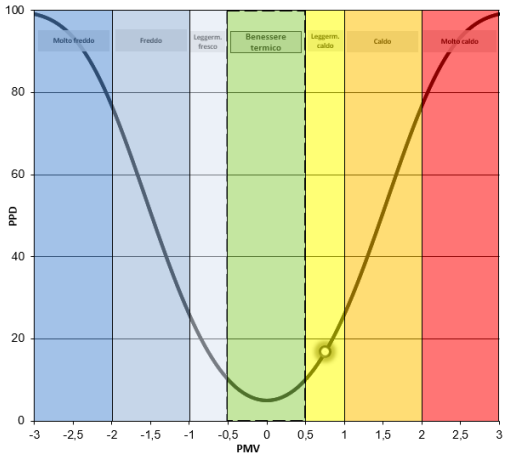
1.4 Report Di Misura

Indici PMV/PPD



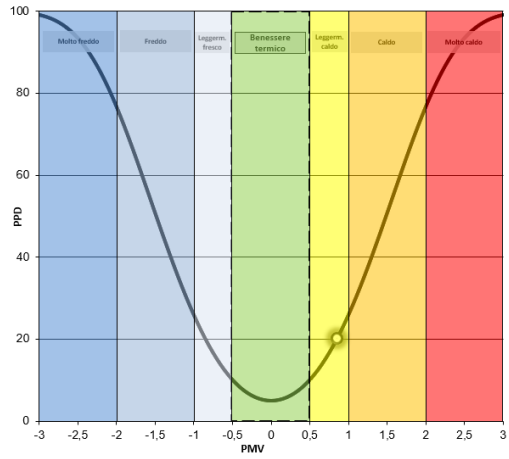
Temperatura dell'aria (°C)	26,4	Umidità relativa (%)	58,2	PMV	0,49
Temperatura media rad. (°C)	26,8	Abbigliamento	0,50	PPD	10,02
Velocità dell'aria (m/s)	0,16	Attività (met)	1,2		

1 – Corridoio tra sez. Miramare e arcobaleno (fase di accoglienza)



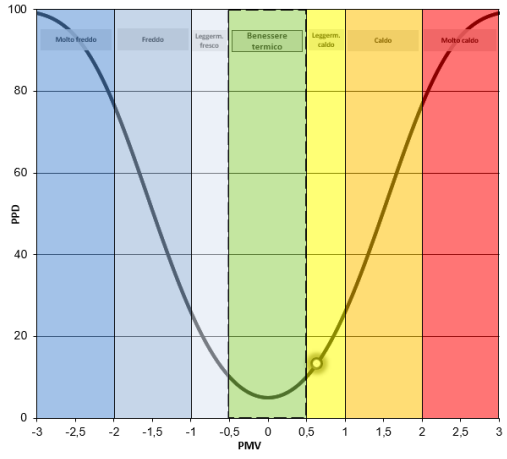
Temperatura dell'aria (°C)	27,1	Umidità relativa (%)	56,6	PMV	0,75
Temperatura media rad. (°C)	27,4	Abbigliamento	0,50	PPD	16,85
Velocità dell'aria (m/s)	0,13	Attività (met)	1,2		

2 – Sezione lido Mare (fase di accoglienza)



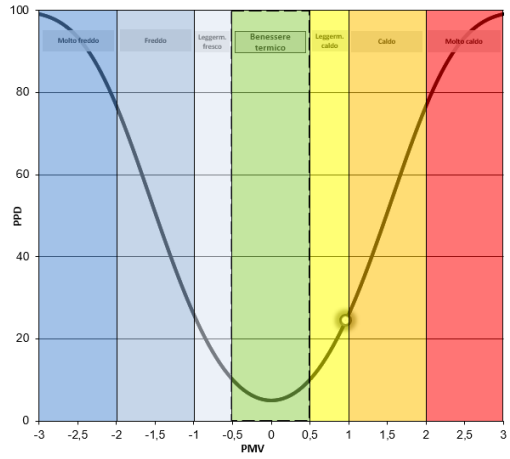
Temperatura dell'aria (°C)	27,2	Umidità relativa (%)	56,6	PMV	0,85
Temperatura media rad. (°C)	27,3	Abbigliamento	0,50	PPD	20,25
Velocità dell'aria (m/s)	0,09	Attività (met)	1,2		

3 – Sezione Stella Marina (fase di accoglienza)



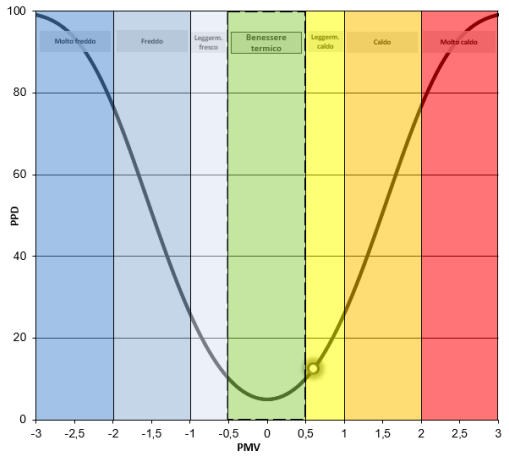
Temperatura dell'aria (°C)	26,5	Umidità relativa (%)	54,4	PMV	0,63
Temperatura media rad. (°C)	26,5	Abbigliamento	0,50	PPD	13,33
Velocità dell'aria (m/s)	0,06	Attività (met)	1,2		

4 – Spazio refettorio multifunzione (attività didattica)



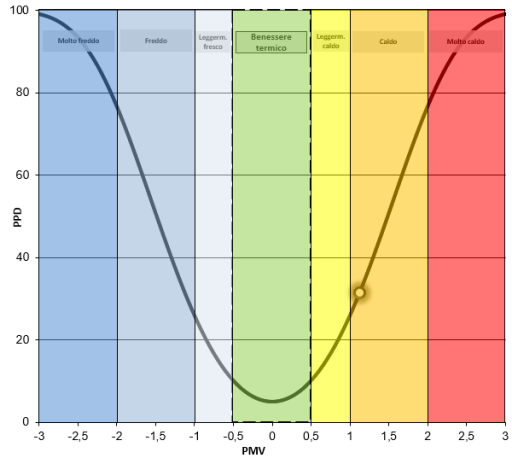
Temperatura dell'aria (°C)	27,5	Umidità relativa (%)	54,4	PMV	0,96
Temperatura media rad. (°C)	27,6	Abbigliamento	0,50	**PPD**	**24,47**
Velocità dell'aria (m/s)	0,06	Attività (met)	1,2		

5 - Sezione lido Bagno Maria (attività didattica)



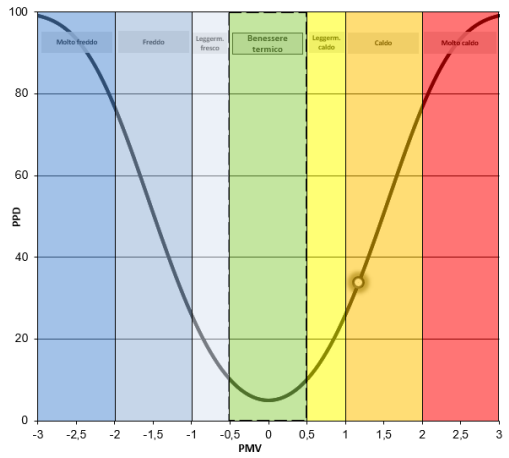
Temperatura dell'aria (°C)	26,0	Umidità relativa (%)	56,0	PMV	0,60
Temperatura media rad. (°C)	26,9	Abbigliamento	0,50	**PPD**	**12,55**
Velocità dell'aria (m/s)	0,09	Attività (met)	1,2		

6 – Giardino (attività didattica)



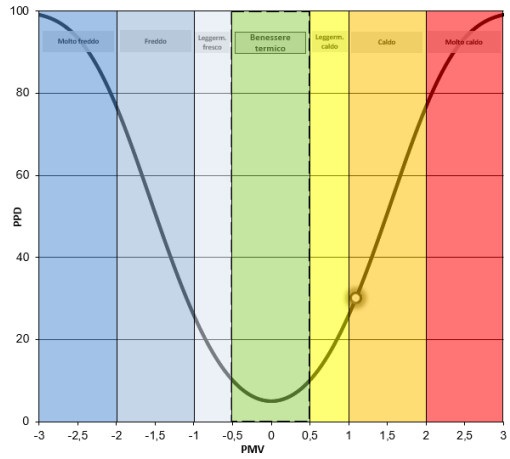
Temperatura dell'aria (°C)	28,1	Umidità relativa (%)	51,7	PMV	1,12
Temperatura media rad. (°C)	28,2	Abbigliamento	0,50	**PPD**	**31,43**
Velocità dell'aria (m/s)	0,05	Attività (met)	1,2		

7 – Spazio refettorio davanti alla sez. arcobaleno (pranzo)



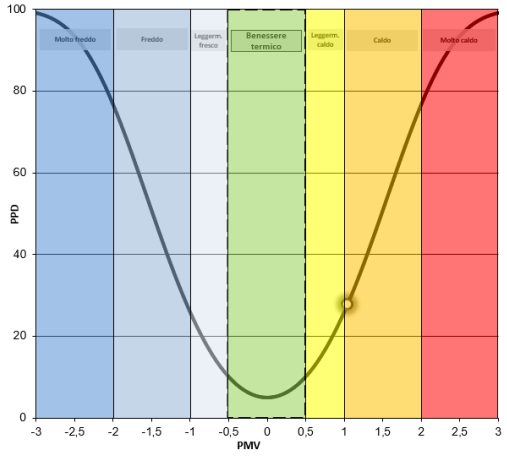
Temperatura dell'aria (°C)	28,4	Umidità relativa (%)	50,0	PMV	1,17
Temperatura media rad. (°C)	28,3	Abbigliamento	0,50	**PPD**	**33,79**
Velocità dell'aria (m/s)	0,05	Attività (met)	1,2		

8 – Spazio refettorio davanti agli uffici e loc. ausiliari (pranzo)



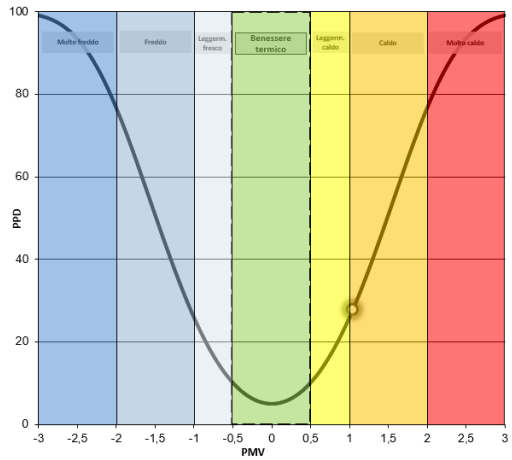
Temperatura dell'aria (°C)	28,4	Umidità relativa (%)	53,4	PMV	1,09
Temperatura media rad. (°C)	27,5	Abbigliamento	0,50	PPD	30,06
Velocità dell'aria (m/s)	0,03	Attività (met)	1,2		

9 – Sezione arcobaleno (sonno)



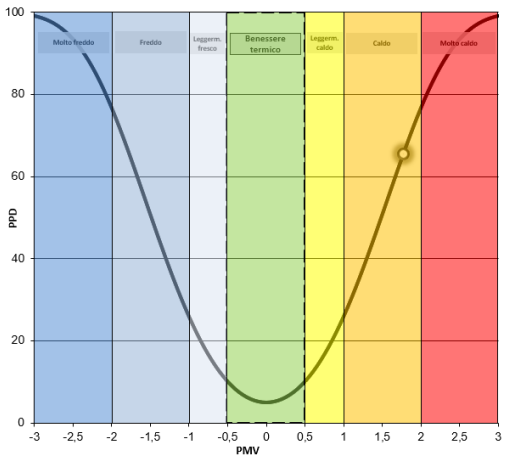
Temperatura dell'aria (°C)	28,8	Umidità relativa (%)	48,1	PMV	1,04
Temperatura media rad. (°C)	30,0	Abbigliamento	0,50	PPD	27,83
Velocità dell'aria (m/s)	0,43	Attività (met)	1,2		

10 - Giardino – (giochi attività)



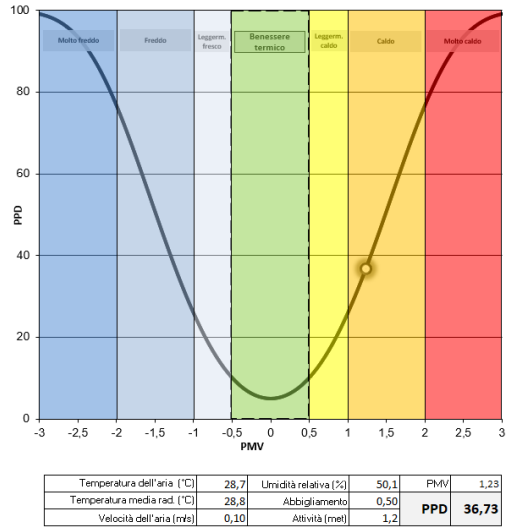
Temperatura dell'aria (°C)	27,9	Umidità relativa (%)	52,6	PMV	1,04
Temperatura media rad. (°C)	27,8	Abbigliamento	0,50	PPD	27,83
Velocità dell'aria (m/s)	0,01	Attività (met)	1,2		

11 – Sezione miramare (sonno)



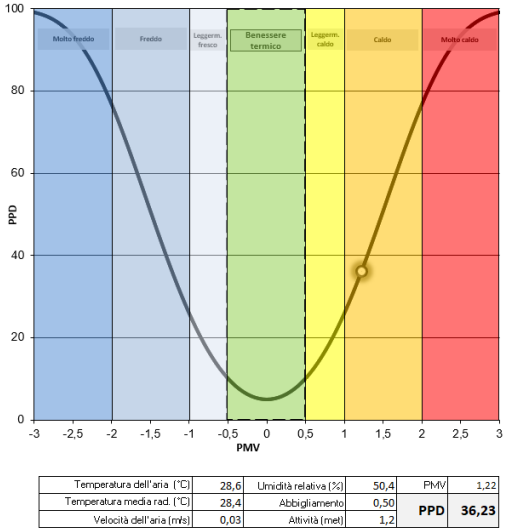
Temperatura dell'aria (°C)	30,0	Umidità relativa (%)	49,5	PMV	1,77
Temperatura media rad. (°C)	30,6	Abbigliamento	0,50	PPD	65,46
Velocità dell'aria (m/s)	0,04	Attività (met)	1,2		

12 – Corridoio davanti alla biblioteca (nessuna attività)



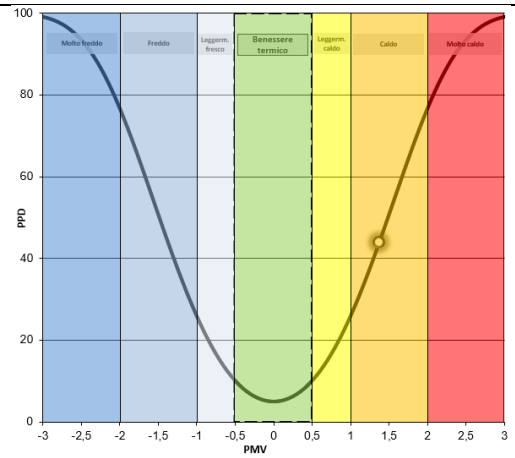
Temperatura dell'aria (°C)	28,7	Umidità relativa (%)	50,1	PMV	1,23
Temperatura media rad. (°C)	28,8	Abbigliamento	0,50	PPD	36,73
Velocità dell'aria (m/s)	0,10	Attività (met)	1,2		

13 – Sezione Bagno Maria (attività didattica)



Temperatura dell'aria (°C)	28,6	Umidità relativa (%)	50,4	PMV	1,22
Temperatura media rad. (°C)	28,4	Abbigliamento	0,50	PPD	36,23
Velocità dell'aria (m/s)	0,03	Attività (met)	1,2		

14 – Corridoio davanti ingresso (uscita bimbi)



Temperatura dell'aria (°C)	28,9	Umidità relativa (%)	51,0	PMV	1,37
Temperatura media rad. (°C)	29,0	Abbigliamento	0,50	PPD	43,92
Velocità dell'aria (m/s)	0,01	Attività (met)	1,2		

15 – Area refettorio davanti sez. stella marina (merenda)

Indice WBGT

12 - Corridoio davanti alla biblioteca (nessuna attività)

Calcolo dell'indice di stress termico WBGT

	MIN		MAX	
Temperatura di bulbo umido a ventilazione naturale	-30	21,9	70	°C
Temperatura di globotermometro	-30	30,4	70	°C
Temperatura di bulbo secco	-30	30	70	°C
Massa corporea	15	70	150	Kg
Altezza	1	1,7	2,5	m
Energia termica metabolica	1	1,2	10	met
Valore di adeguamento per l'abbigliamento (CAV)	0	0,5	20	°C-WBGT

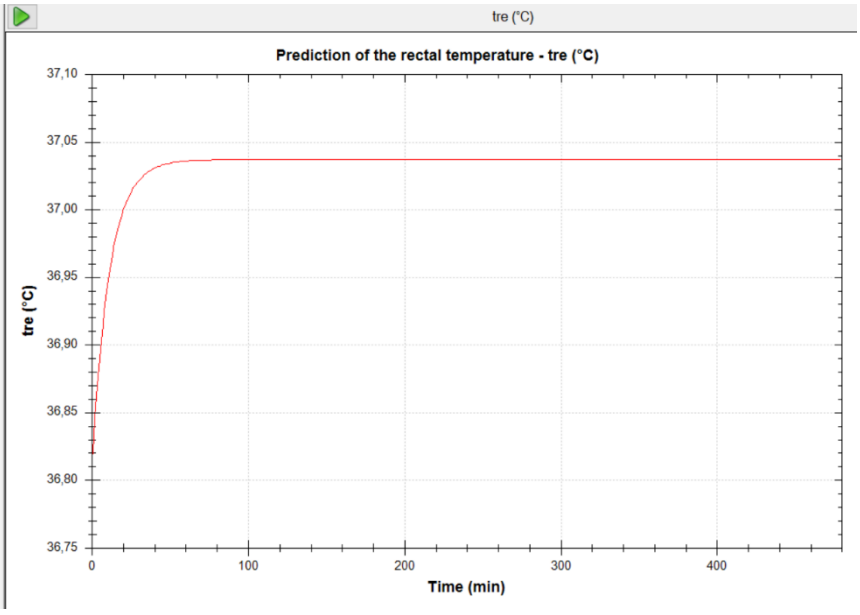
	si	no
Persona acclimatata al calore	○	◉
Aria stagnante	○	◉
Interno o esterno di edifici in assenza di irraggiamento solare	◉	○

Metabolismo	125,987	Watt
Indice WBGT	24,4	°C
Indice WBGTeff	24,9	°C
Indice WBGT limite	29	°C

Indice PHS

12 - Corridoio davanti alla biblioteca (nessuna attività)

Ta	30,00	°C	Air temperature (15 - 50 °C)
Tr	30,60	°C	Radiant temperature (15 - 110 °C)
Va	0,04	m/s	Air velocity (0 - 3 m/s)
RH	33,90	%	Relative Humidity (0 - 100%)
Pa	2,500	kPa	Partial water vapour pressure (0 - 4.5 kPa)
Accl	100	%	Acclimatised subject 0 or 100 (0 - 100 %)
Drink	1		May drink 1=freely or 1 (0 - 1)
Height	1,7	m	Body height (1.5 - 2.4 m)
Mass	70	kg	Body mass (0 - 120 kg)
Met	69,840	W/m²	Metabolic energy production (50 - 500 W/m²)
Icl	0,5	clo	Cloth static thermal insulatio (0.1 - 1 clo)
Post	2		Posture 1= sitting, 2= standing, 3= crouching (1 - 3)
Im_st	0,38		Static moisture permeability index (0 - 1)
Ap	0,20		Fraction covered by reflective clothing (0 - 1)
Fr	0,20		Emissivity reflective clothing (0 - 1)
Theta_ww	0	°	Angel betwen wind and walking direction (0 - 360°)
V_walk	1,0	m/s	Walking speed (0 - 1.2 m/s)
Body_work	0	W/m²	Mechanical power (0 - 200 W/m²)
Walking	1		Is the person walking? (1 = walking)
Walk_direction	1		Is there a defined direction of walk ? (1 = defined)

Results:

Final tre (°C)	37
Water loss (g)	768
Dlim tre (min)	480
Dlimloss50 (min)	480
Dlimloss95 (min)	480