SISTEMA SANITARIO REGIONALE
ASL VITERBO

REGIONE LAZIO

Cambiamento Climatico e Impatto sulla Salute e Sicurezza dei Lavoratori

Ordine dei Medici di Viterbo – 29/05/2024

Rischio Microclima

L'esposizione ad alte temperature nel lavoro indoor

Daniele Paciacconi

Servizio Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro

Il Microclima nell'attuale Legislazione

requisiti dei LUOGHI DI LAVORO

VALUTAZIONE DEI RISCHI MISURE DI PREVENZIONE

D.Lgs.81/08

Titolo II
LUOGHI DI LAVORO
Allegato IV

Titolo VIII- AGENTI FISICI
Capo I
Disposizioni generali

Il Microclima - Caratteristiche Luoghi di Lavoro

1.9.2. Temperatura dei locali

1.9.2.1. La temperatura nei locali di lavoro **deve essere adeguata** all'organismo umano durante il tempo di lavoro, tenuto conto dei metodi di lavoro applicati e degli sforzi fisici imposti ai lavoratori.

1.9.2.2. Nel giudizio sulla **temperatura** adeguata per i lavoratori si deve tener conto della influenza che possono esercitare sopra di essa il grado di **umidità** ed il **movimento dell'aria** concomitanti.

Il Microclima

La normativa **non fornisce valori limite** per i parametri microclimatici

Si fa riferimento a linee guida e **norme tecniche** prodotte da enti di normazione nazionale ed internazionale (Norme UNI)

Valutazione dei Rischi

Nell'ambito della valutazione di cui all'articolo 28, il datore di lavoro valuta tutti i rischi derivanti da esposizione ad agenti fisici (tra cui il microclima) in modo da identificare e adottare le opportune misure di prevenzione e protezione con particolare riferimento alle norme di buona tecnica ed alle buone prassi.

Il Microclima

Valutazione dei Rischi

La valutazione dei rischi derivanti da esposizioni ad agenti fisici è programmata ed effettuata, con **cadenza almeno quadriennale**, da personale qualificato nell'ambito del servizio di prevenzione e protezione in possesso di specifiche conoscenze in materia. La valutazione dei rischi **è aggiornata ogni qual volta si verifichino mutamenti che potrebbero renderla obsoleta**, ovvero, quando i risultati della sorveglianza sanitaria rendano necessaria la sua revisione. I dati ottenuti dalla valutazione, misurazione e calcolo dei livelli di esposizione costituiscono parte integrante del documento di valutazione del rischio.

Il Microclima

Gli ambienti termici vengono convenzionalmente distinti in:

- **ambienti moderati,**
- **ambienti caldi,**
- **ambienti freddi.**

Questi criteri sono fondati sulla utilizzazione di **indici microclimatici sintetici**, i quali tendono a ricondurre la valutazione di un ambiente determinato, alla verifica del valore assunto da una grandezza (indice di disagio o di stress termico)

rispetto ai valori di riferimento.

Il Microclima - Norme Tecniche di riferimento

Per gli ambienti moderati:

UNI EN ISO 7730:2006 "Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale

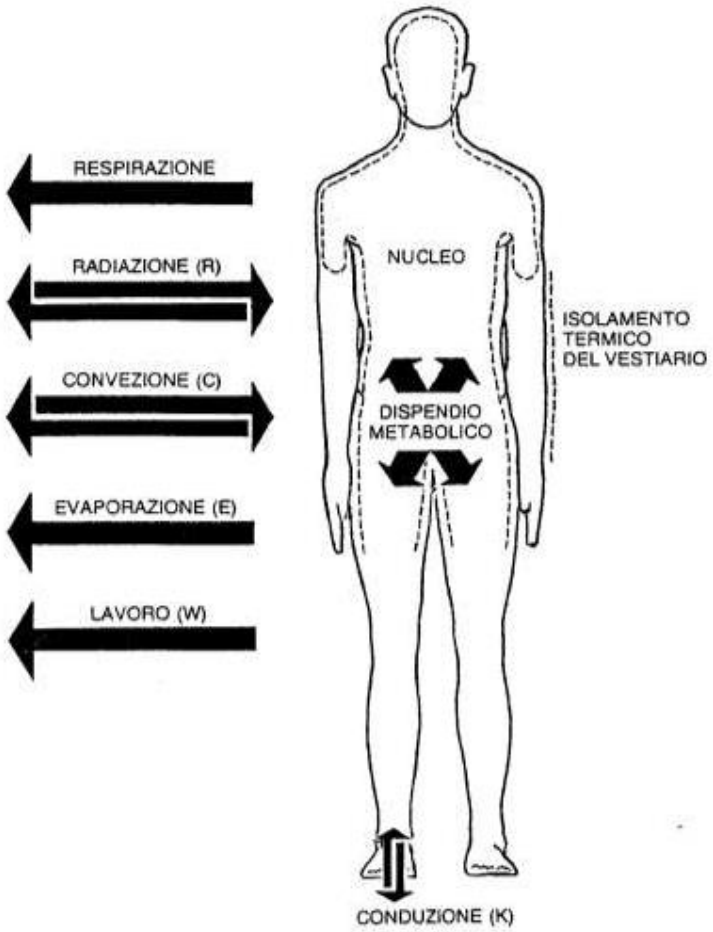
Per gli ambienti severi caldi:

UNI EN ISO 7933:2005 "Ergonomia dell'ambiente termico - Determinazione analitica ed interpretazione dello stress termico da calore mediante il calcolo della sollecitazione termica prevedibile - PHS"
UNI EN ISO 7243: 2017 "Ergonomia degli ambienti termici – Valutazione dello stress da calore utilizzando l'indice WBGT **(temperatura a bulbo umido e del globotermometro)"**

Per gli ambienti severi freddi:

UNI EN 342:2004 "Indumenti di protezione - Completi e capi di abbigliamento per la protezione contro il freddo"
UNI EN 511:2006 "Guanti di protezione contro il freddo"
UNI EN ISO 11079:2008 "Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione e interpretazione dello stress termico da freddo con l'utilizzo dell'isolamento

Il Microclima



L'uomo è in **equilibrio termico** quando l'energia termica generata all'interno del corpo è uguale all'energia termica dispersa nell'ambiente

Centralina di misurazione con sonde

Metabolismo

Cos'è: una misura della potenza generata dall'organismo nello svolgimento di una determinata attività.

Unità di misura – Met
(1 Met = 58,15 Wm^{-2})

Il rendimento meccanico η è definito come il rapporto fra la potenza meccanica impegnata (W = F × v) ed il metabolismo M

ATTIVITÀ		METABOLISMO (met)[1]	RENDIMENTO MECCANICO η (%)
RIPOSO			
Dormire		0.7	0
Stare distesi		0.8	0
Stare seduti tranquilli		1.0	0
Stare in piedi rilassati		1.2	0
CAMMINARE:			
In piano	**km/hr**		
	3.2	2.0	0
	4.0	2.4	0
	4.8	2.6	0
	5.6	3.2	0
	6.4	3.8	0
	8.0	5.8	0
In salita			
Inclinazione	**km/hr**		
5%	1.6	2.4	7
5%	3.2	3.5	10
5%	4.8	4.6	11
5%	6.4	7.0	10
10%	1.6	3.3	15
15%	3.2	5.4	19
15%	4.8	8.0	19
25%	1.6	4.2	20
25%	3.2	7.8	21
CARPENTERIA MECCANICA			
segare profilati metallici a macchina		1.8 - 2.2	0
segare profilati metallici a mano		4.0 - 4.8	10 ÷ 20
spianare lamiere con martello		5.6 - 6.4	10 ÷ 20
FONDERIA			
sbavatura getti con martello pneumatico		3.0 - 3.4	0 ÷ 10
compattare forme		4.0 - 4.8	0 ÷ 10
rimozione scoria		7.6	0 ÷ 10
operazioni ai forni		5.0 - 7.0	0 ÷ 10

Metabolismo

Cos'è: una misura della potenza generata dall'organismo nello svolgimento di una determinata attività.

Unità di misura – Met
(1 Met = 58,15 Wm^{-2})

Il rendimento meccanico η è definito come il rapporto fra la potenza meccanica impegnata (W = F × v) ed il metabolismo M

ATTIVITÀ	METABOLISMO (met)[1]	RENDIMENTO MECCANICO η (%)
INDUSTRIA MECCANICA		
montaggi leggeri	2.4	0 ÷ 10
apprestamento macchine	2.8	0 ÷ 10
meccanica pesante	4.0 ÷ 7.0	0 ÷ 10
CONDUZIONE VEICOLI		
auto in traffico leggero	1.2	0
auto in traffico intenso	2.0	0
autocarro pesante	3.2	0 ÷ 10
aereo	1.2	0
LAVORI PESANTI		
spingere carrelli (57 kg a 4,5 km/h)	2.5	20
movimentare bagagli di 50 kg	4.0	20
scavare, picconare	4.0 ÷ 4.8	10 - 20
LAVORI DOMESTICI		
pulire la casa	2.0 ÷ 3.4	0 ÷ 10
cucinare	1.6 ÷ 2.0	0
lavare i piatti	1.8	0
lavare a mano, stirare	2.0 ÷ 3.6	0 ÷ 10
fare la spesa	1.4 ÷ 1.8	0
LAVORI DI UFFICIO		
scrivere a macchina elettrica	1.2	0
scrivere a macchina meccanica	1.4	0
classificare, archiviare, ecc.	1.4	0
disegnatori	1.1 ÷ 1.3	0
OCCUPAZIONI VARIE		
lavoro di laboratorio	1.4 ÷ 2.2	0
fabbro	2.2	0 ÷ 10
calzolaio	2.0	0 ÷ 10
negoziante	2.0	0 ÷ 10
insegnante	1.6	0
orologiaio	1.1	0
ATTIVITÀ SPORTIVE		
ginnastica	3.0 ÷ 4.0	0 ÷ 10
danza	2.4 ÷ 4.4	0
tennis	3.6 ÷ 4.6	0 ÷ 10
scherma	7.0	0
basket	5.0 ÷ 7.6	0 ÷ 10
lotta libera	7.0 ÷ 8.7	0 ÷ 10

Isolamento termico

Cos'è: una misura della resistenza offerta dall'abbigliamento indossato al fluire dell'energia ed alla evaporazione.

Unità di misura – Clo
(1 Clo = 0,155 Km^2W^{-1})

ABBIGLIAMENTO	RESISTENZA TERMICA (clo) (1)
- Nudo	0
- Calzoncini corti	0.10
- Abbigliamento tropicale: slip, pantaloncini corti, maglietta, calze leggere e sandali	0.30
- Abbigliamento leggero estivo	
1) pantaloni lunghi leggeri, camicia a maniche corte, slip, calze leggere e scarpe	0.50
2) vestito di cotone, biancheria, collant, scarpe	0.50
- Abbigliamento intermedio	
1) pantaloni lunghi da lavoro, camicia di cotone a maniche lunghe, biancheria di cotone, scarpe, calze corte di lana	0.70
2) camicetta o maglioncino, gonna in lana leggera, biancheria, collant, scarpe	0.60
- Abbigliamento invernale	
1) pantaloni di lana, camicia a maniche lunghe, maglione a maniche lunghe (o giacca), biancheria di cotone, calze di lana e scarpe	1.0
2) Giacca imbottita, camicia e maglione di lana, gonna di lana, collant, biancheria, scarpe	0.94
- Abbigliamento pesante	
1) abito pesante con maglioncino, maglieria di lana, camicia con maniche lunghe, calze di lana, scarpe	1.5
2) Giacca imbottita, gonna e maglione in lana, camicia maniche lunghe, maglieria intima di lana lunga, scarpe	1.35
- Idem + cappotto pesante o pelliccia	1,8
- Abito polare	4.0

Il Microclima - Ambienti Severi Caldi

Ambienti nei quali è richiesto un **notevole intervento** del sistema di termoregolazione umano per diminuire il potenziale accumulo di calore nel corpo (meccanismi di difesa: vasodilatazione dei vasi sanguigni cutanei, sudorazione)
In certe condizioni non si riesce a mantenere le condizioni omeoterme per cui si ha aumento della temperatura corporea anche a livello di nucleo.

Caratteristiche

- **Temperatura elevata** in relazione all'attività svolta ed al vestiario indossato (possibile alto valore di umidità relativa)
- **Condizioni microclimatiche differenti** da punto a punto ed anche entro la stessa postazione di lavoro
- **Disuniformità** del livello di impegno fisico richiesto e del vestiario
- Sensibile **variabilità temporale** condizioni

Il Microclima – Ambienti Severi Caldi

Indici di valutazione :

- **WBGT** – Norma UNI EN 27243 - ISO 7243 (temperatura del bulbo umido e del globotermometro)

- **PHS** – Norma UNI EN ISO 7933:2005 (stress da calore previsto)

Il Microclima Ambienti Severi Caldi

WBGT = 0,7 tnw + 0,2 tg + 0,1 ta (ambienti esterni)

WBGT = 0,7 tnw + 0,3 tg (ambienti interni)

ta = temperatura dell'aria

tnw = temperatura di bulbo umido a

ventilazione naturale

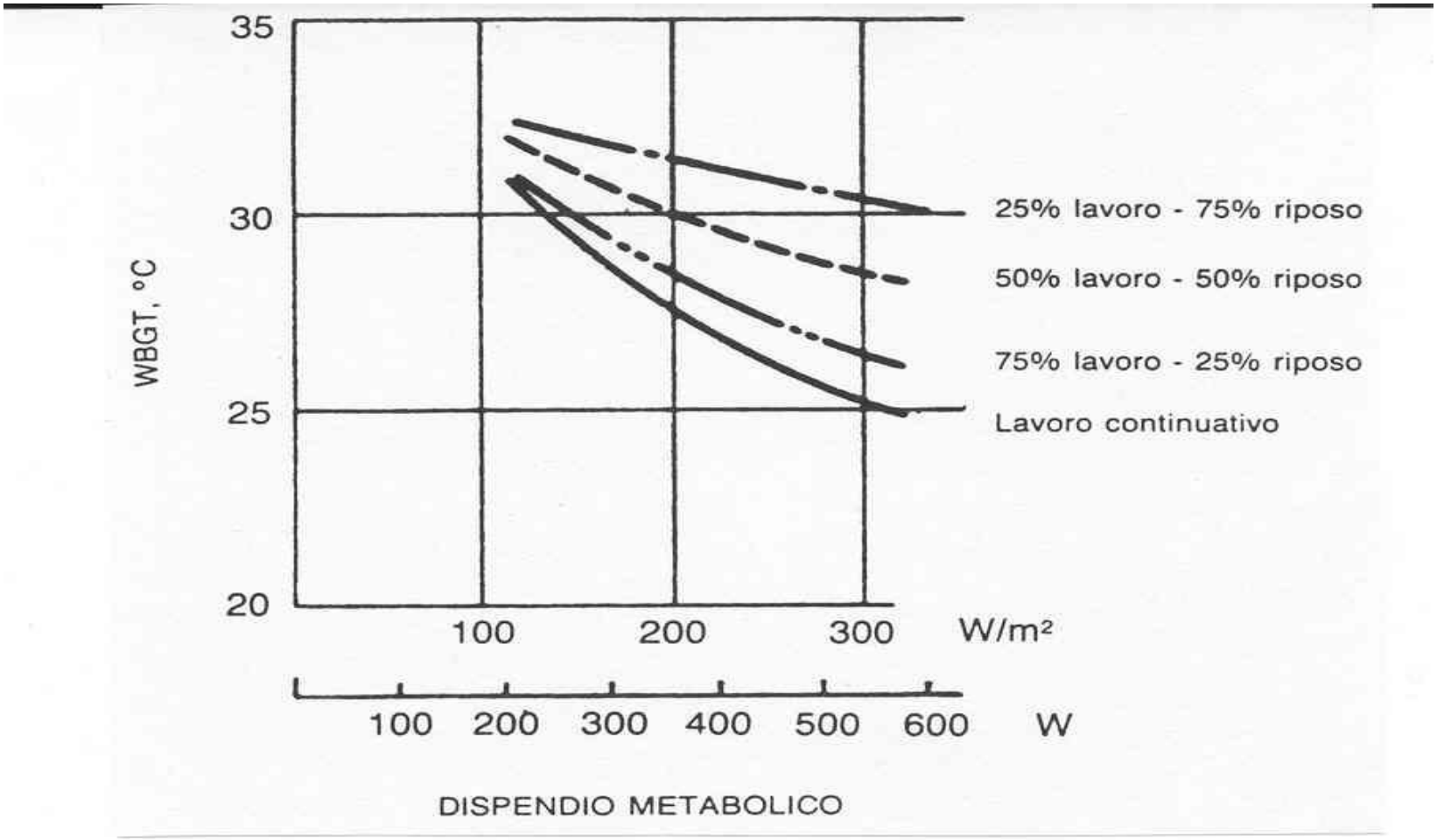
tg = temperatura del globotermometro

Valori Limite WBGT

	Tasso metabolico, M		Valori di riferimento di WBGT [°C]			
Classe di metabolismo	Relativo ad area della superficie della pelle unitaria [W/m^2]	Totale (per area della superficie della pelle di 1,8 m^2) [W]	Soggetto acclimatato		Soggetto non acclimatato	
0 (a riposo)	M < 65	M < 117	33		32	
1	65 < M < 130	117 < M < 234	30		29	
2	130 < M < 200	234 < M < 360	28		26	
			Aria stagnante	Aria non stagnante	Aria stagnante	Aria non stagnante
3	200 < M < 260	360 < M < 468	25	26	22	23
4	M > 260	M > 468	23	25	18	20

NOTA - I valori forniti sono stati stabiliti sulla base di un valore massimo della temperatura rettale di 38 °C

Valori Limite WBGT



Indice PHS
(stress da calore previsto)

Valuta se la sudorazione riesce a dissipare una potenza tale da garantire condizioni termiche accettabili al soggetto esposto

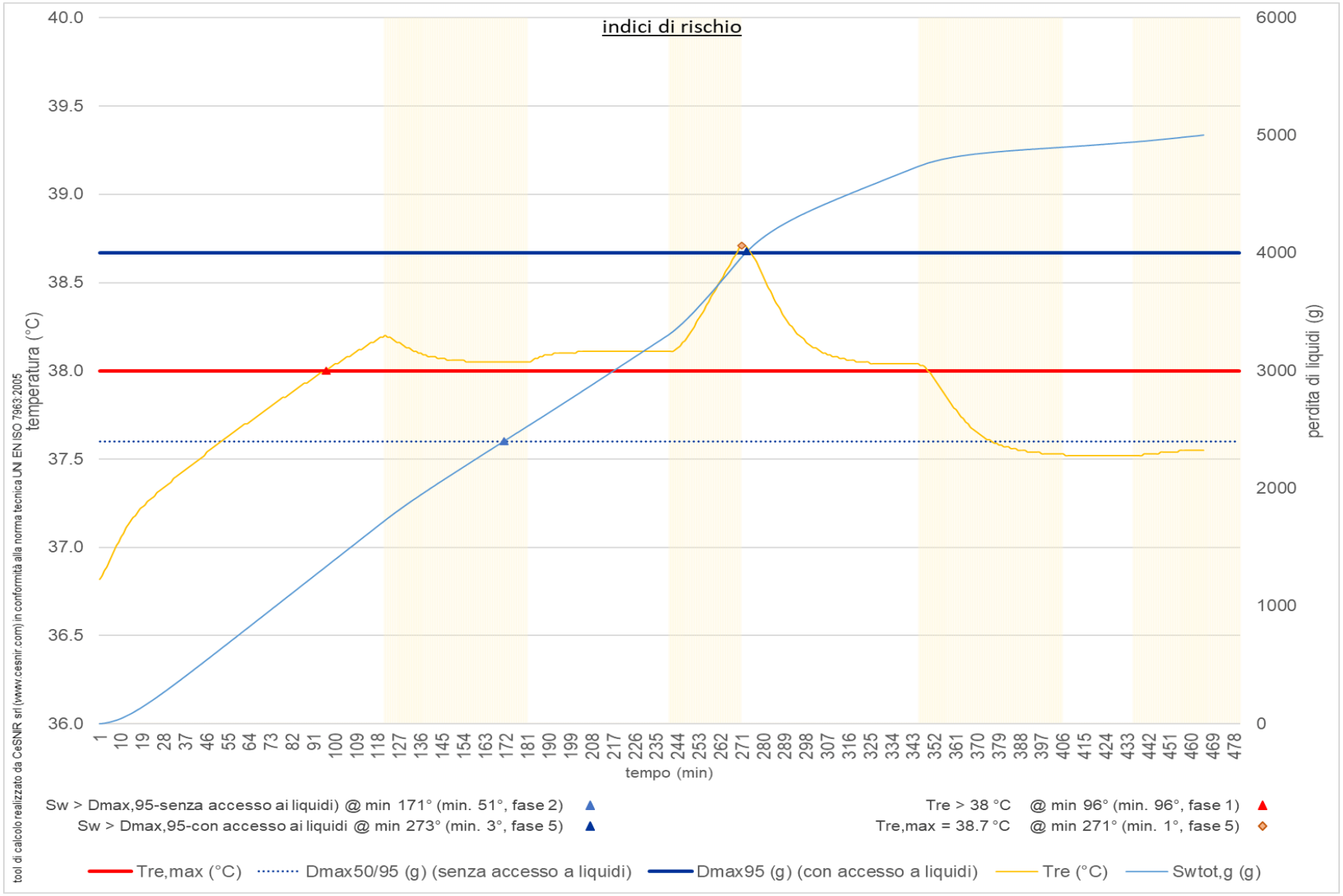
Tiene quindi conto del ruolo importante, in ambienti severi caldi, della *sudorazione*.

Indice PHS
(stress da calore previsto)

Il metodo utilizza i sei parametri termoigrometrici di base che definiscono le condizioni climatiche e personali:

- temperatura dell'aria ambiente
- temperatura radiante
- umidità e velocità dell'aria
- abbigliamento e tasso metabolico del soggetto

Indice PHS
(stress da calore previsto)



Valori Limite

t_{CORE} (Temperatura interna) = 38°C

Perdita di liquidi = 5% della massa corporea

Se almeno uno di questi valori limite
viene superato,
l'esposizione deve essere limitata
ad una durata massima

Devono essere messe in atto misure di abbattimento dei Rischio

Il Microclima - Interventi

Isolamento termico di pareti e superfici vetrate esterne

Realizzare edifico a regola d'arte

Installazione/Potenziamento impianti

Installare/potenziare impianti riscaldamento/condizionamento/ventilazione

Ambienti severi caldi

Segregazione - Compartimentazione

Allontanare e/o separare fisicamente gli operatori dalla sorgente termica, ponendola in altro ambiente

Coibentazione

Rivestire la sorgente di materiale coibente che, riducendo le differenze di temperatura tra sorgente ed operatore e sorgente ed aria, riduce lo scambio termico radiante

Il Microclima - Interventi

Riduzione dell'emissività
Rivestire le superfici di una sorgente con materiale a bassa emissività (a base metallica) riduce il carico radiante emesso

Schermatura sorgente
Adozione di schermi, assorbenti e/o riflettenti nei confronti della radiazione termica ed eventualmente trasparenti rispetto alla radiazione luminosa interposti tra sorgente ed operatore

Adozione di sistemi localizzati di aspirazione aria
Installare sistemi di prelievo ed espulsione dall'ambiente dell'aria che fuoriesce dalla sorgente o che la lambisce

Cabine controllo climatizzate
Installare cabine a microclima controllato in cui possano stazionare gli operatori

Il Microclima - Interventi

Generali

Programmare verifiche periodiche e regolare manutenzione degli impianti, con particolare attenzione alla pulizia dei filtri

Per attività in ambienti severi

Ruotare gli operatori che svolgono attività (↓ tempo esposizione)

Prevedere frequenti pause delle attività lavorative, che permettano di ridurre il valor medio del dispendio energetico

Prevedere frequenti periodi in aree/zone di stazionamento con microclima moderato

Mettere a disposizione bevande

Sorveglianza sanitaria operatori (sentito il MC)

Il Microclima - Interventi

Indossare vestiario idoneo

Ambienti moderati

piccoli aggiustamenti del livello di vestiario possono influire sul livello di benessere

Ambienti severi caldi

la permeabilità all'acqua dei vestiario determina fortemente l'entità della cessione del calore all'ambiente

Ambienti severi freddi

La scelta del vestiario consente di evitare sia il fastidio da freddo ed il rischio di ipotermia, che la secrezione di eccessiva quantità di sudore

Assumere una quantità maggiore di liquidi, durante i periodi molto caldi e secchi

Esperienze

In alcuni casi sono state riscontrate le seguenti condizioni:

(Ta 38.9 °C – WBGT 32.7 °C)
(Ta 34.7 °C – WBGT 30.3 °C)
(Ta 37.0 °C – WBGT 30.9 °C)
(Ta 34.3 °C – WBGT 30.4 °C)

Con temperature esterne misurate tra 34°C e 35°C

1	65 < M < 130	117 < M < 234	30	29
2	130 < M < 200	234 < M < 360	28	26

Esperienze

- Valutare il Rischio in maniera più approfondita (anche con l'uso del metodo PHS)
- Prevedere sistemi di misurazione della temperatura (termometri digitali) negli ambienti di lavoro di norma più caldi al fine di poter intervenire con azioni immediate in caso di situazioni critiche (sospensione delle lavorazioni);
- Migliorare l'aerazione nei reparti in cui la temperatura risulta più elevata (ad esempio aumentando le aperture finestrate ed installando aeratori);
- Prevedere interventi di mitigazione delle elevate temperature nel medio/lungo periodo nei reparti più caldi (coibentazioni impianti e/o schermature);
- Prevedere maggiori pause da svolgersi in ambienti meno caldi
- Tutto ciò …..dando sempre per scontata la necessità di acqua potabile a disposizione