

d=3A2018

I rischi fisici nei luoghi di lavoro

Bologna 17 ottobre 2018

INAIL

LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO MICROCLIMA DALLA A ALLA Z

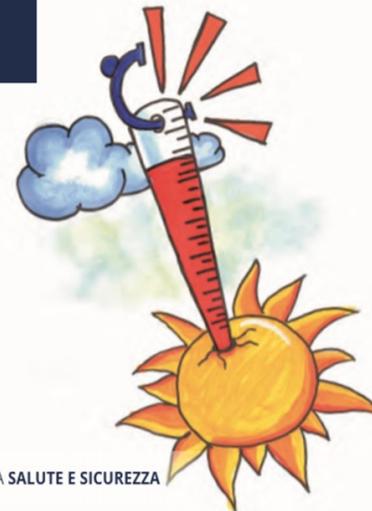
M. del Gaudio , D. Freda , R. Sabatino , P. Nataletti, P.
Lenzuni, D. Leone, A. Pomponio, A. Nicotera

LA VALUTAZIONE DEL MICROCLIMA

INAIL

L'esposizione al caldo e al freddo
Quando è un fattore di discomfort
Quando è un fattore di rischio per la salute

2018



COLLANA SALUTE E SICUREZZA

Da dove siamo partiti ?





COORDINAMENTO
TECNICO
INTERREGIONALE
DELLA PREVENZIONE
NEI LUOGHI DI LAVORO

Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro
delle Regioni e delle Province autonome

Microclima, aerazione e illuminazione nei luoghi di lavoro

Requisiti e standard
Indicazioni operative e progettuali

Manuale di buona prassi

in collaborazione con



Istituto Superiore per la Prevenzione E la Sicurezza del Lavoro

Omar Nicolini (Az.USL Modena) con il ruolo di Coordinatore
Giuseppe Antonini (ASL Milano)
Gilberto Cristofolletti (ASL Arezzo)
Michele del Gaudio (ISPESL – Dipartimento Igiene del Lavoro)
Paola Forconi (ASL Macerata)
Paolo Lenzuni (ISPESL – Dipartimento di Firenze)
Edda Paino (ASL 5 Messina)
Walter Perini (ASL Macerata)
Alberto Sonnino (CTO CRF Torino)
Roberta Stopponi (ASL Civitanova Marche)
Adele Valcavi (Az.USL Reggio Emilia)

Mercoledì 14 Settembre 2005, mattino, Sala A, Pad. 20

9:30 Apertura dei lavori
Saluti delle Autorità

Moderatori

D.Ferrari – Az.USL di Modena

P.Nataletti – ISPESL

Aggiornamento normativo

- Come cambia la valutazione del rischio negli ambienti severi caldi alla luce della normativa UNI EN ISO 7933:2005 (**D.Rossi** – Università di Brescia)
- L'illuminazione artificiale dei posti di lavoro interni secondo la UNI EN 12464-1:2004 (**C.Aghemo** – Politecnico di Torino - AIDI)

Il Manuale di buona pratica

- Il progetto (**E.Paino** – ASL 5 Messina)
- Comfort termo-igrometrico (**P.Lenzuni** – ISPESL Firenze)
- Stress da caldo e da freddo (**M.del Gaudio** – ISPESL Roma)
- Qualità dell'aria indoor (**A.Sonnino** – CTO Torino)
- Illuminazione (**A.Valcavi** – Az.USL di Reggio Emilia)
- Requisiti e standard progettuali nelle principali tipologie produttive (**W.Perini** – ASL 9 Marche)
- La valutazione del rischio (**O.Nicolini** – Az.USL di Modena)
- Indicazioni costruttive e manutentive per gli impianti aerulici (**G.Antonini** – GdL CTIPL)
- La valutazione dei progetti di luoghi di lavoro (**G.Cristofolletti** – ASL di Arezzo)
- Il controllo sanitario dei lavoratori (**R.Stopponi** – ASL 8 Marche)

Dibattito

- Conclusioni (**M.Masi** – Coordinamento Tecnico Interregionale per la Prevenzione nei luoghi di Lavoro)

13:00 **Chiusura lavori**



CONFERENZA STATO-REGIONI DEL 07.02.2013: Accordo tra il Governo, le Regioni e le Province autonome di Trento e di Bolzano sul documento recante "Procedura operativa per la valutazione e gestione dei rischi correlati all'igiene degli impianti di trattamento aria"

giovedì 21 febbraio 2013

CONFERENZA STATO-REGIONI DEL 07.02.2013: Accordo tra il Governo, le Regioni e le Province autonome di Trento e di Bolzano sul documento recante "Procedura operativa per la valutazione e gestione dei rischi correlati all'igiene degli impianti di trattamento aria". (LAVORO E POLITICHE SOCIALI) Codice sito: 4.4/2013/4 (Servizio I) Accordo ai sensi dell'articolo 4 del decreto legislativo 28 agosto 1997, n. 281 Repertorio Atti n.: 55/CSR del 07/02/2013



Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro
delle Regioni e delle Province autonome

Microclima, aerazione e illuminazione nei luoghi di lavoro

Requisiti e standard
Indicazioni operative e progettuali

Linee Guida

in collaborazione con



Istituto Superiore per la Prevenzione E la Sicurezza del Lavoro

*Versione finale – 1 giugno 2006
aggiornata con il documento*

*"Valutazione e gestione dei rischi correlati all'igiene
degli impianti di trattamento aria"*

sancito dall'accordo in Conferenza Stato-Regioni del 7 febbraio 2013

(la versione originale del testo è disponibile in Archivio)

Che cosa è cambiato ?

D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81
Testo coordinato con il D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106

TESTO UNICO SULLA SALUTE E SICUREZZA SUL LAVORO

Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
(Gazzetta Ufficiale n. 101 del 30 aprile 2008 - Suppl. Ordinario n. 108)
(Decreto integrativo e correttivo: Gazzetta Ufficiale n. 180 del 05 agosto 2009 - Suppl. Ordinario n. 142/L)

REV. GIUGNO 2016

IL PRESENTE TESTO NON RIVESTE CARATTERE DI UFFICIALITÀ. LE VERSIONI UFFICIALI DEI DOCUMENTI SONO PUBBLICATE SULLA GAZZETTA UFFICIALE DELLA REPUBBLICA ITALIANA A MEZZO STAMPA OPPURE SUL SITO WWW.LAVORO.GOV.IT. LE CONSIDERAZIONI ESPOSTE SONO FRUITO ESCLUSIVO DEL FENICIERO DEGLI AUTORI E NON HANNO CARATTERE IN ALCUN MODO IMPEGNATIVO PER L'AMMINISTRAZIONE PUBBLICA DI APPARTENENZA. NON SI ASSUME NESSUNA RESPONSABILITÀ PER EVENTUALI DANNI SIA DIRETTI CHE INDIRETTI CAUSATI DALL'USO DEL PRESENTE TESTO.

PUBLIC DOMAIN
QUESTA OPERA È RILASCIATA SECONDO LA SEGUENTE LICENZA CREATIVE COMMONS



[HTTP://CREATIVECOMMONS.ORG/LICENSES/RY-NC-ND/3.0/DEED.IT](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/deed.it)

VERSIONE AGGIORNATA SU www.lavoro.gov.it - Temi e priorità - Salute e Sicurezza

DOTT. ING. GIANFRANCO AMATO DTL VERONA GAMATO@LAVORO.GOV.IT
DOTT. ING. FERNANDO DI FIORE DTL PAVIA FDI.FIORE@LAVORO.GOV.IT

UNI EN ISO 7730 (1997)

UNI EN ISO 7730:2006

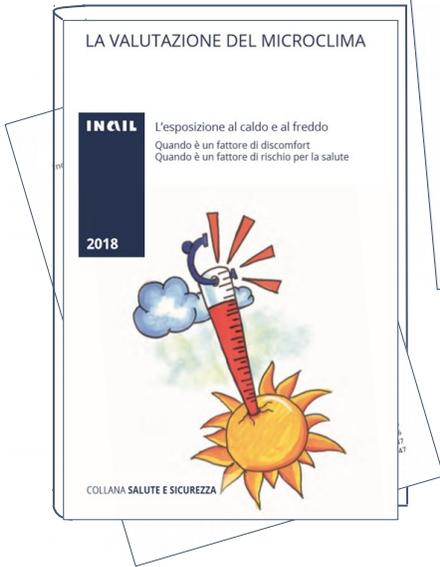


UNI ENV ISO 11079 (2001)

UNI EN ISO 11079:2008

EN 16798-1:2018

EN 16798-2:2017



3.2.3	Collocazione temporale delle misure	48	93
3.2.4	Distanza dalle misure e intervallo fra due misure successive	49	94
3.3	Somma dei parametri soggettivi	51	95
3.3.1	Metabolismo	54	95
3.3.2	Isolamento termico dell'abbigliamento	57	96
3.4	Indici di comfort per ambienti moderati ma non moderati	58	97
3.4.1	Heat index	59	97
3.4.2	Humidex	61	100
3.5	Controllo del microclima ai fini del raggiungimento del comfort	61	102
3.5.1	Temperature dell'aria	62	107
3.5.2	Umidità relativa	62	107
3.5.3	Velocità dell'aria	62	108
3.5.4	Temperature radente	63	108
			109
			110
			111
			113
			113
			114
			116
			76
			76
			77
			77
			78
			78
			83
			84
			89
			89
			90
			90
			91
			93
			89
			89
			90
			90
			91
			93

Il percorso da seguire

Comfort

Stress da caldo

Stress da freddo

Strumenti di misura

Esistono vincoli sui parametri microclimatici legati all'attività produttiva?



AMBIENTI AD OBIETTIVO COMFORT

3.1. Metodo PMV (Predicted Mean Vote)

3.1.1 I principi del metodo

3.1.2 Parametri necessari per il metodo

3.1.3 Applicabilità del metodo PMV

3.1.4 Indici di comfort locale

3.1.5 Limiti di accettabilità

3.1.6 Proposta di metodo per la classificazione ..

3.1.7 Comfort a lungo termine

3.1.8 Sintesi e sequenza operativa

3.2 Misure dei parametri fisici

3.2.1 Quantità oggetto della misura

3.2.2 Collocazione spaziale e numero delle postazioni di misura

3.2.3 Collocazione temporale delle misure

3.2.4 Durata delle misure e intervallo fra due misure successive

3.3 Stima dei parametri soggettivi

3.3.1 Metabolismo

3.3.2 Isolamento termico dell'abbigliamento

3.4 Indici di comfort per ambienti moderabili ma non moderati

3.4.1 Heat Index

3.4.2 Humidex

3.5 Controllo del microclima ai fini del raggiungimento del comfort

AMBIENTI VINCOLATI CALDI

4.1 Metodo PHS (Predicted Heat Strain)

4.1.1 I principi del metodo

4.1.2 Parametri necessari per il metodo

4.1.3 Applicabilità del metodo

4.1.4 Descrittori di rischio

4.1.5 Limiti di accettabilità

4.1.6 Tempi massimi di esposizione

4.1.7 Pause ed esposizioni multifase

4.1.8 Sintesi e sequenza operativa

4.2 Misure dei parametri fisici

4.2.1 Quantità oggetto della misura

4.2.2 Collocazione spaziale e numero delle postazioni di misura

4.2.3 Collocazione temporale delle misure

4.3 Stima dei parametri soggettivi

4.3.1 Metabolismo

4.3.2 Isolamento termico dell'abbigliamento

4.4 Controllo del microclima in ambienti termici caldi

AMBIENTI VINCOLATI FREDDI

5.1 Metodo IREQ (Insulation REQired)

5.1.1 I principi del metodo

5.1.2 Parametri necessari per il metodo IREQ

5.1.3 Applicabilità del metodo IREQ

5.1.4 Descrittori di rischio

5.1.5 Limiti di accettabilità

5.1.6 Tempi massimi di esposizione

5.1.7 Pause

5.2 Misure dei parametri fisici

5.2.1 Numero di misure per postazione

5.2.2 Collocazione spaziale e numero delle postazioni di misura

5.2.3 Collocazione temporale delle misure

5.3 Stima dei parametri soggettivi

5.3.1 Metabolismo

5.3.2 Isolamento termico dell'abbigliamento

5.4 Controllo del microclima in ambienti termici freddi

AMBIENTI AD OBIETTIVO COMFORT

Metodo PMV (Predicted Mean Vote) UNI EN ISO 7730

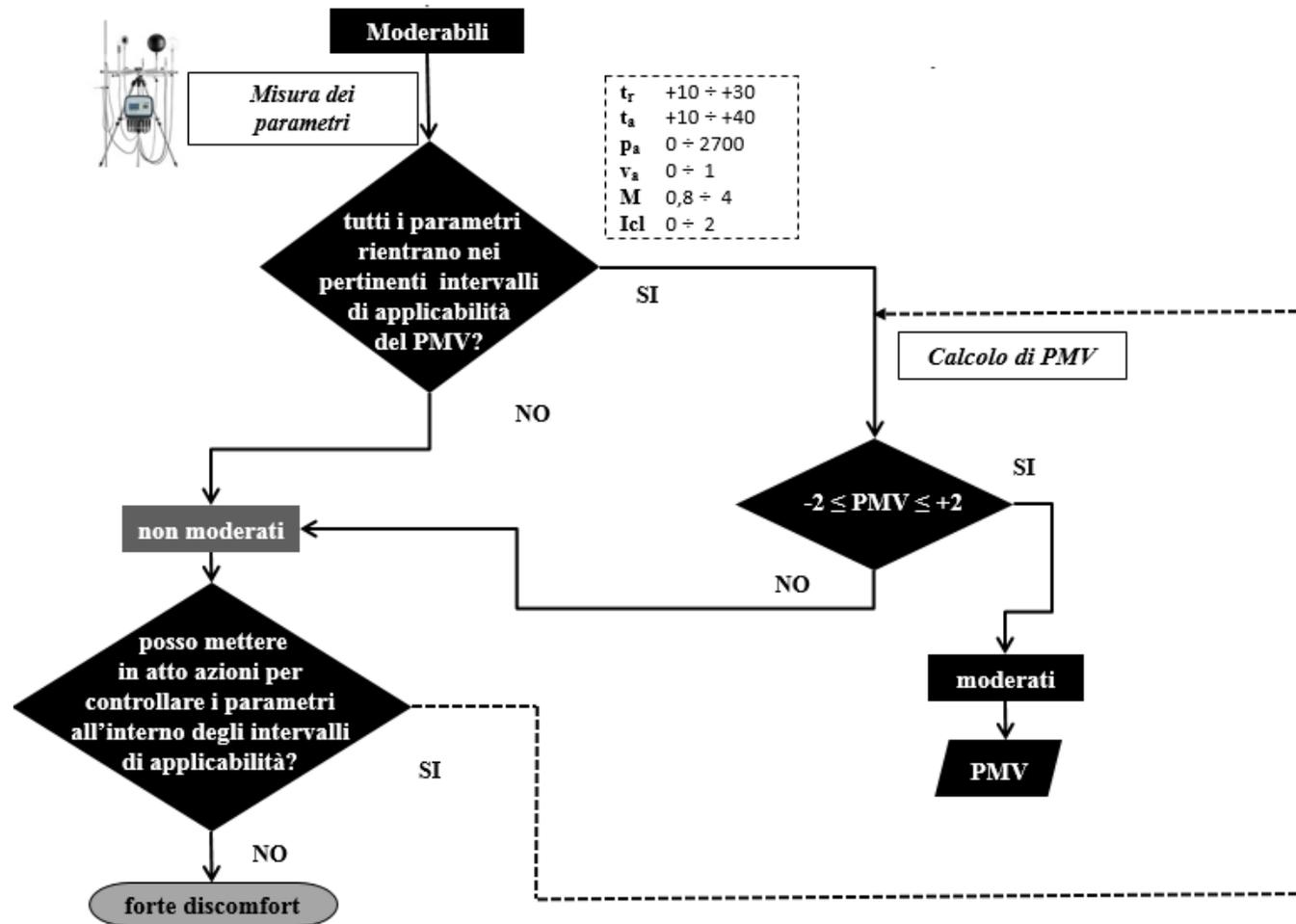


Tabella 1 – Limiti di accettabilità per il comfort termico-igrometrico (UNI EN ISO 7730, Tabella A.1)

Category	Thermal state of the body as a whole		Local discomfort			
	PPD %	PMV	DR %	PD % caused by		
				vertical air temperature difference	warm or cool floor	radiant asymmetry
A	< 6	- 0,2 < PMV < + 0,2	< 10	< 3	< 10	< 5
B	< 10	- 0,5 < PMV < + 0,5	< 20	< 5	< 10	< 5
C	< 15	- 0,7 < PMV < + 0,7	< 30	< 10	< 15	< 10

Tabella 2 – Categorie di qualità (UNI EN 15251, Tabella 1)

Categoria	Livello di aspettativa	Definizione
I	Alto	Livello che dovrebbe essere adottato in presenza di individui con necessità particolari (bambini, anziani, handicappati)
II	Medio	Livello normalmente usato per il progetto e l'utilizzo
III	Moderato	Livello che consente di mantenere l'ambiente accettabile. Introduce qualche rischio di perdita di performance
IV	Basso	Livello che dovrebbe essere adottato soltanto per una parte limitata dell'anno, o in spazi con permanenza limitata

10% dell'anno

Tabella 3.9 - Intervalli raccomandati (di progetto) dalle EN 16798-1 e EN 16798-2

Categoria	PPD (%)	PMV
I	< 6	-0,2 < PMV < +0,2
II	< 10	-0,5 < PMV < +0,5
III	< 15	-0,7 < PMV < +0,7
IV	< 25	-1 < PMV < +1

**-2 ≤ PMV ≤ +2
e tutti i parametri rientrano
nei pertinenti intervalli di
applicabilità
del PMV?**

SI

moderati

PMV

NO

non moderati

forte discomfort

classe A

classe B

classe C

no

no

no

-0,2 < PMV < +0,2

-0,5 ≤ PMV ≤ +0,5

-0,7 < PMV < +0,7

si

si

si

comfort

comfort

comfort

IV

discomfort

discomfort

discomfort

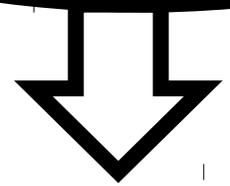
no

**-1 < PMV < +1
e per non oltre il
10% del tempo?**

si

Misura dei parametri fisici e stima di quelli individuali

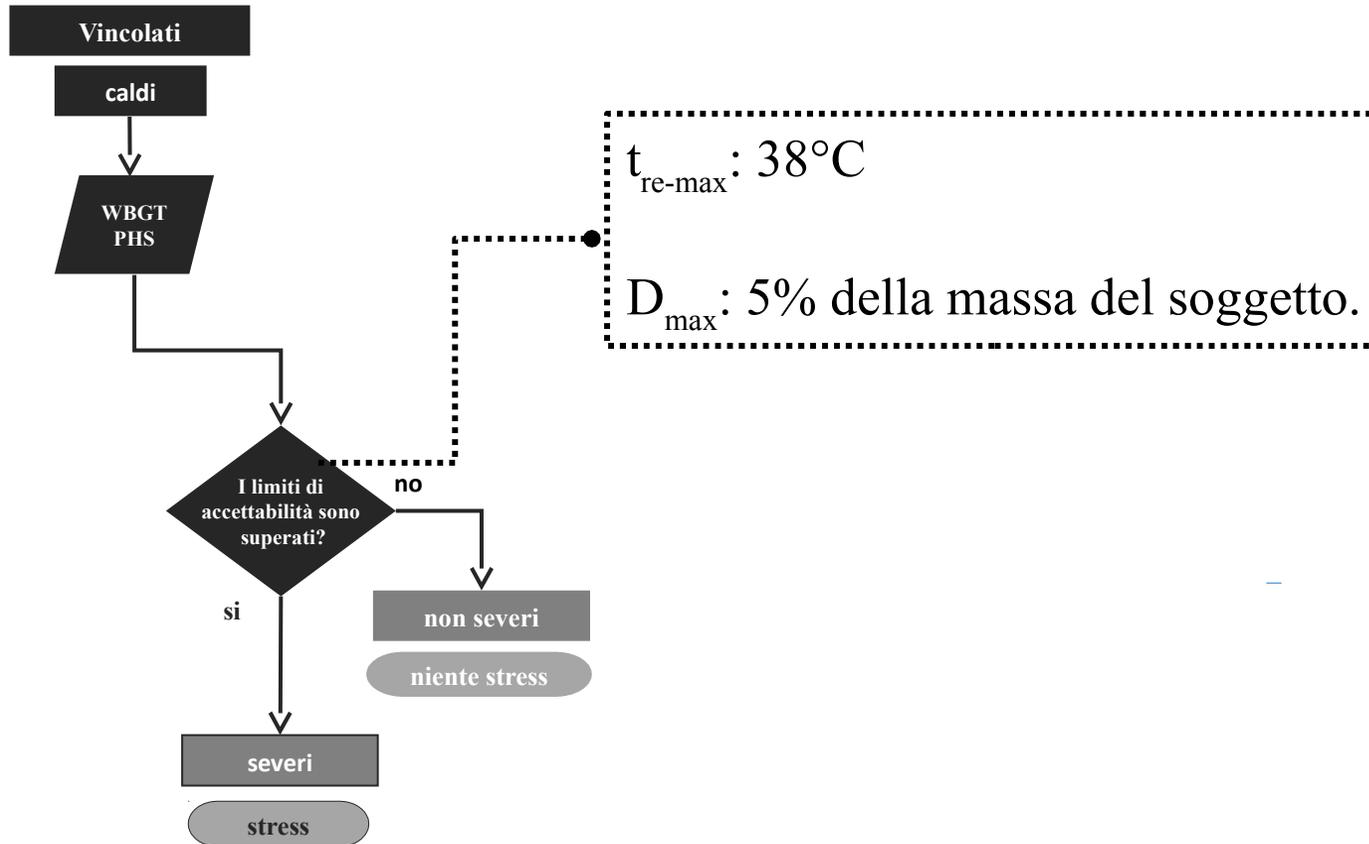
la sensibilità termica del soggetto (F_S)
l'accuratezza del compito svolto (F_A)
la praticabilità delle soluzioni tecniche (F_T)



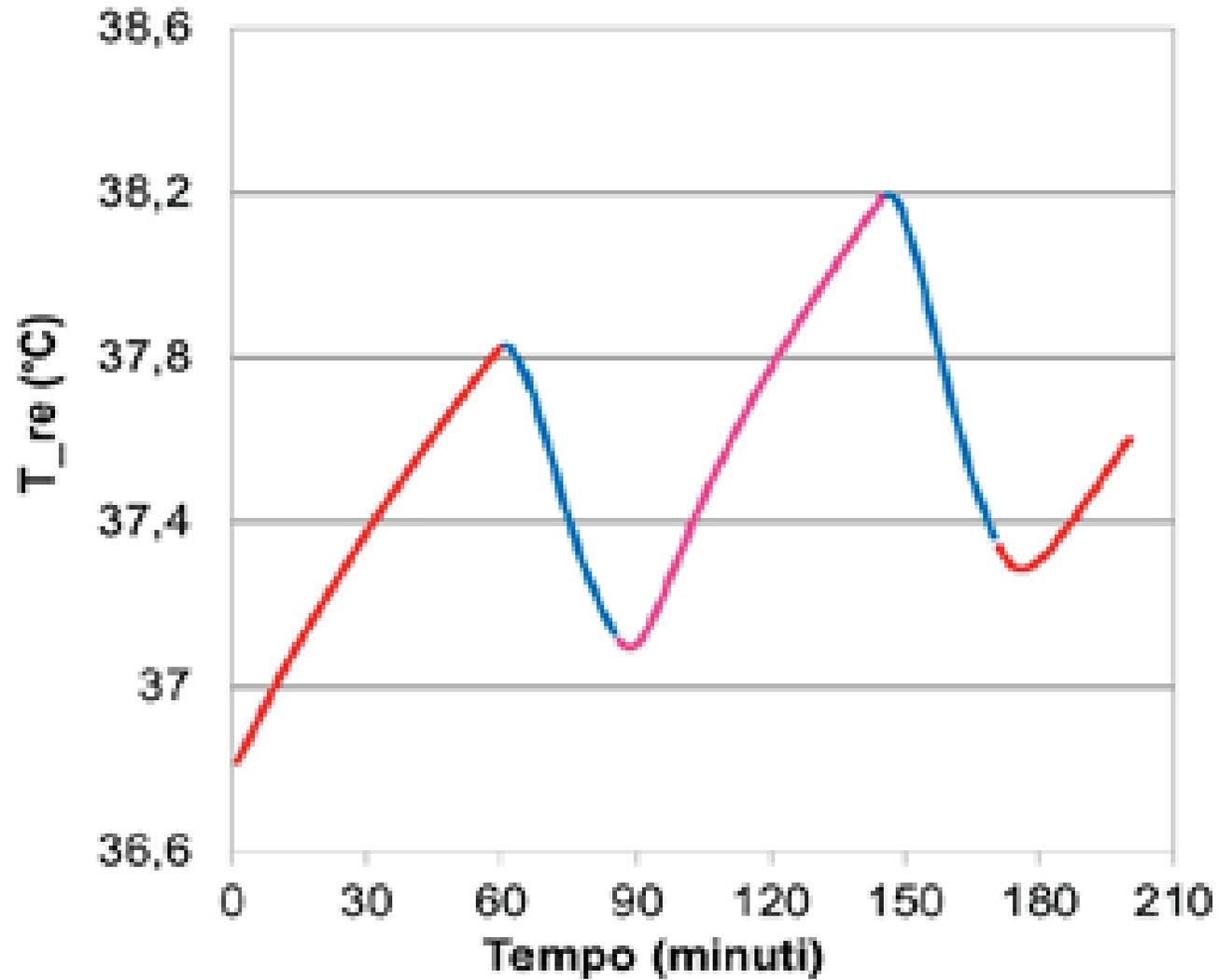
F_c

AMBIENTI VINCOLATI CALDI

Metodo PHS (Predicted Heat Strain) UNI EN ISO 7933



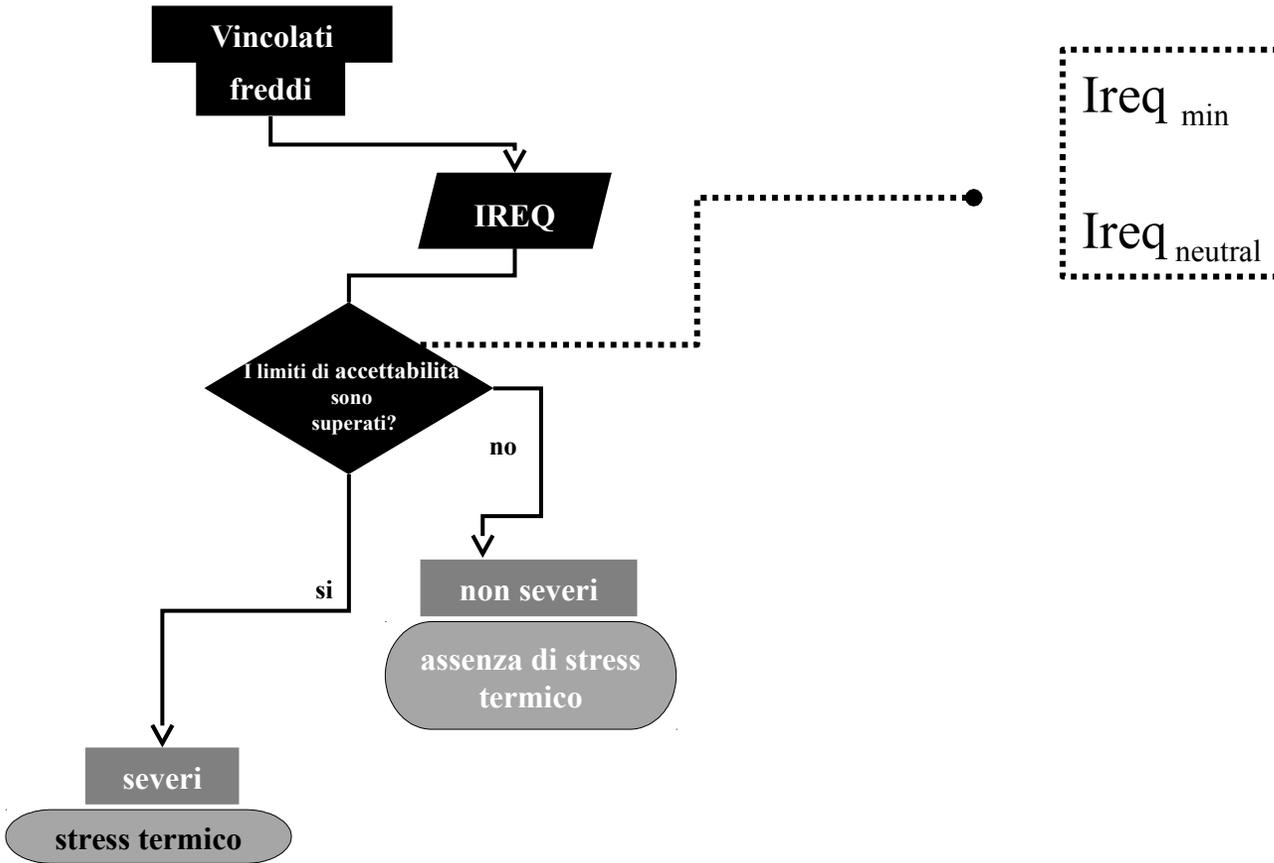
UNI EN ISO 7933 Pause ed esposizioni multifase



Quantità	Ambiente		
	A	B	Pausa
temperatura dell'aria (°C)	35	35	25
temperatura media radiante (°C)	35	58,4	26,4
umidità relativa (%)	71,2	35	45
velocità relativa dell'aria (m/s)	0,30	0,30	0,3
attività metabolica (met)	2,58	3,44	0,9
isolamento termico del vestiario (clo)	0,5	1	0,5
Sequenza Temporale: A (60 minuti); Pausa (25 minuti); B (60 minuti); Pausa (25 minuti); A (30 minuti)			

AMBIENTI VINCOLATI FREDDI

Metodo IREQ (Insulation REQired) UNI EN ISO 11079



CALCULATION OF REQUIRED INSULATION, IREQ AND DURATION LIMITED EXPOSURE, Dlim

116	M (W/m ²), Metabolic energy production (58 to 400 W/m ²)
0	W (W/m ²), Rate of mechanical work, (normally 0)
-20	Ta (C), Ambient air temperature (< +10 C)
-20	Tr (C), Mean radiant temperature (often close to ambient air temperature)
50	p (l/m ² s), Air permeability (low < 5, medium 50, high > 100 l/m ² s)
0.3	w (m/s), Walking speed (or calculated work created air movements)
0.4	v (m/s), Relative air velocity (0.4 to 18 m/s)
85	rh (%), Relative humidity
2	Icl (clo), AVAILABLE basic clothing insulation (1 clo = 0.155 W/m ² K)

IREQ & Dlim RESULTS (minimal to neutral)

Insulation Required, IREQ 2.9 to 3.2 (clo)

REQUIRED basic clothing insulation (ISO 9920), Icl 3.2 to 3.5 (clo)

Duration limited exposure, Dlim 0.8 to 0.6 (hours)

Figura 5.2 - Schermata del software on-line "IREQ2009"

QUANDO fare misure?

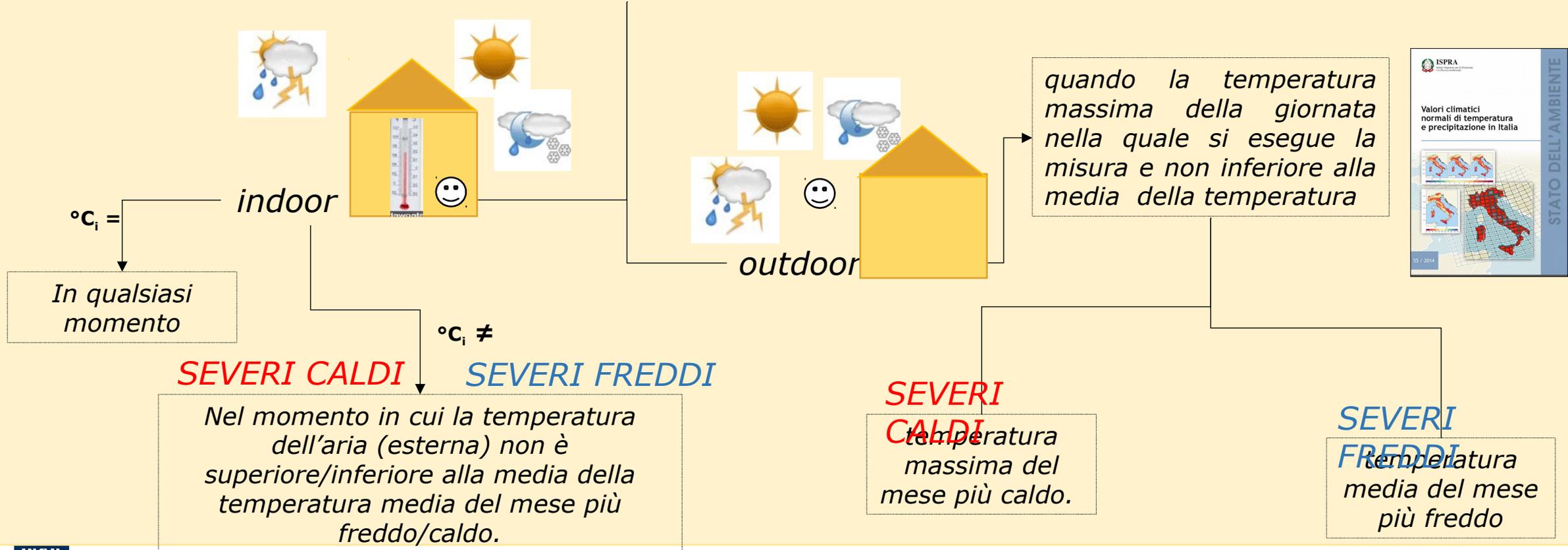
comfort

"massimo discomfort ricorrente"

Condizioni termo-igrometriche peggiori fra quelle che si ripetono regolarmente

stress

"massimo rischio ricorrente"



DOVE fare le misurare?

"postazioni rappresentative"



- in presenza di superfici vetrate su più di una parete e di dimensioni complessive significative rispetto all'area in pianta del locale, l'ambiente tende ad essere termicamente omogeneo e due-tre misure risultano sufficienti a dare una buona caratterizzazione di tutta l'area;
- in presenza di superfici vetrate su un'unica parete si crea una stratificazione termica lungo la direzione perpendicolare alla superficie vetrata stessa. Inoltre le zone ai bordi tendono ad essere meno sensibili all'irraggiamento solare. In queste circostanze, a seconda delle dimensioni dell'ambiente, possono essere necessarie fino a 5-6 misure.
- Numeri intermedi (3-5 misure) risultano appropriati per ambienti di caratteristiche intermedie fra quelli sopra descritti.
- Nel caso di edifici nei quali le stesse condizioni di esposizione alla radiazione solare si ripetono identiche su più piani (NPiani-totale), la misura deve essere eseguita almeno su



$$N_{\text{Piani-min}} = \text{int} \left[\frac{N_{\text{Piani-totale}}}{2} \right]$$

STRUMENTI DI MISURA

I parametri ambientali che è necessario misurare ai fini del calcolo degli indici microclimatici, sia in ambienti moderabili che in ambienti vincolati, sono:

- Temperatura dell'aria;
- Umidità relativa dell'aria;
- Velocità dell'aria;
- Temperatura media radiante.

Nel caso si esegua una indagine mirata ai fattori di discomfort locale, si richiede inoltre la misura di:

- Temperatura del pavimento;
- Temperatura piana radiante.



La norma UNI EN ISO 7726 fornisce tanto le principali indicazioni per la misura dei parametri microclimatici quanto le caratteristiche della strumentazione da utilizzare.



È necessario sempre verificare che la strumentazione sia adatta alle misure che si intende eseguire. In particolare per quanto riguarda gli ambienti molto caldi o molto freddi, è necessario verificare che la strumentazione (Data logger, sonde ed accessori) sia in grado di funzionare correttamente nelle condizioni termo-igrometriche oggetto dell'indagine. È inoltre necessario rispettare i tempi di taratura previsti dal costruttore rivolgendosi a centri abilitati.



- > Avvisi e scadenze
- > News ed eventi
- > Sala Stampa
- > Campagne
- > Pubblicazioni
 - > **Catalogo Generale**
 - > Come acquisire una pubblicazione
 - > Rapporti e relazioni Inail
 - > Quaderni di ricerca
 - > Quaderni del CIV
 - > Dati Inail
 - > Rivista Infortuni
 - > Bollettino trimestrale
 - > Superabile
 - > Multimedia

La Valutazione del Microclima

Il rischio microclima nei luoghi di lavoro viene trattato nel titolo VIII e nell'allegato IV del titolo II del D.lgs. 81/08. Le modalità con cui effettuare la valutazione del rischio non sono indicate in un specifico Capo del testo di legge.

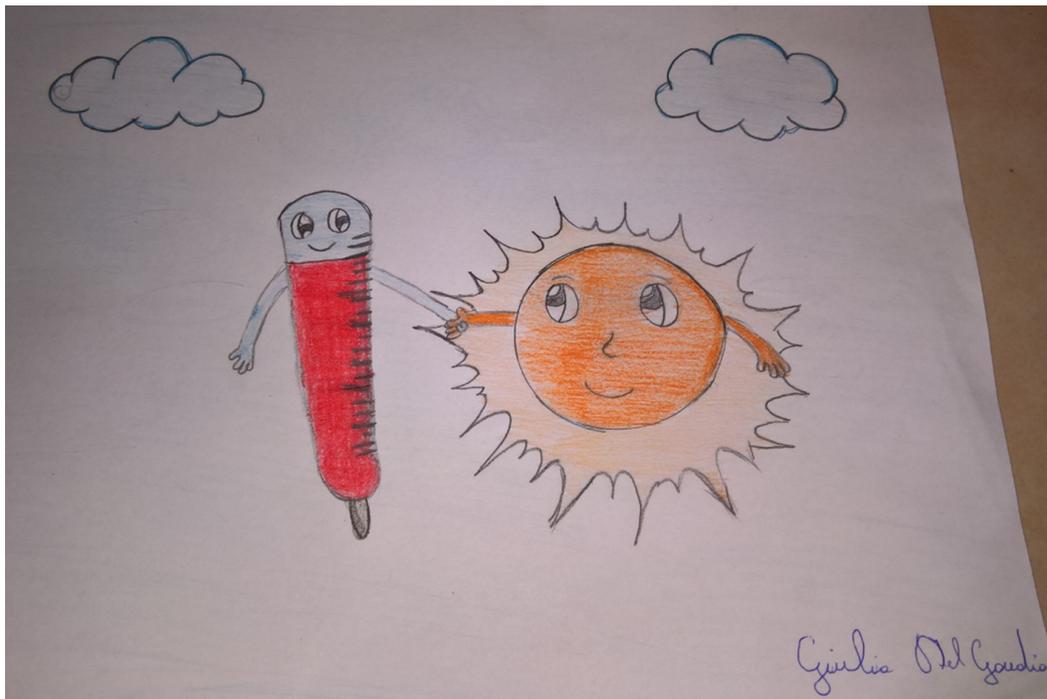
I principali riferimenti sono quindi gli standard tecnici prodotti dagli organismi di normazione nazionali e internazionali. Questo opuscolo si propone quale strumento di consultazione per gli operatori della sicurezza nei luoghi di lavoro fornendo le indicazioni necessarie per giungere a una corretta valutazione del rischio microclima.

Prodotto: Volume
Edizioni: Inail - 2018
Disponibilità: Sì - Consultabile anche in rete
Info: dcpianificazione-comunicazione@inail.it



> [La Valutazione del Microclima](#)
(.pdf - 3,09 mb)

> [Calcolo dell'esposizione multifase in ambienti caldi, secondo il metodo PHS](#)
(.xls - 587 kb)



Grazie per l'attenzione

Pubblicazione realizzata da

Inail

Direzione regionale per la Campania

Responsabili scientifici

Michele del Gaudio¹, Daniela Freda²

Autori

Michele del Gaudio¹, Daniela Freda², Paolo Lenzuni³, Pietro Nataletti⁴, Raffaele Sabatino⁵

Collaborazioni

Angela Nicotera⁵

¹ Inail, Unità Operativa Territoriale di Avellino

² Inail, Dipartimento di innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici

³ Inail, Unità Operativa Territoriale di Firenze

⁴ Inail, Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale

⁵ Inail, Direzione regionale Campania

Immagine di copertina

Annachiara Di Salvio

per informazioni

Inail - Direzione regionale Campania
via Nuova Poggioreale - 80143 Napoli
campania@inail.it
www.inail.it

Inail - U.O.T. Avellino

Via F. Iannaccone 12/14 - 83100 Avellino
avellino-uotcvr@inail.it

© 2018 Inail
isbn 978-88-7484-114-1

Gli autori hanno la piena responsabilità delle opinioni espresse nelle pubblicazioni, che non vanno intese come posizioni ufficiali dell'Inail.
Distribuita gratuitamente. Vietata la vendita e la riproduzione con qualsiasi mezzo. È consentita solo la citazione con l'indicazione della fonte.