

Il microclima nei luoghi di lavoro

Marcello LIBENER

**Tecnico della Prevenzione nell'Ambiente e nei Luoghi di Lavoro
Servizio Prevenzione e Sicurezza
Ambienti di Lavoro (SPreSAL)**

**Azienda Sanitaria Locale di
ALESSANDRIA**



MICROCLIMA

E' IL COMPLESSO DEI PARAMETRI CLIMATICI (TEMPERATURA, UMIDITA', VELOCITA' DELL'ARIA, ETC.) RELATIVI AGLI AMBIENTI CONFINATI CHE INFLUENZANO O GLI SCAMBI TERMICI TRA SOGGETTO ED AMBIENTE.

Il microclima ed il D.Lgs. 81/08.

Titolo VIII AGENTI FISICI

Capo I Disposizioni generali

Art. 180. Definizioni e campo di applicazione

Ai fini del presente decreto legislativo per agenti fisici si intendono il rumore, gli ultrasuoni, gli infrasuoni, le vibrazioni meccaniche, i campi elettromagnetici, le radiazioni ottiche di origine artificiale, il microclima e le atmosfere iperbariche che possono comportare rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori.

N.B. Riguarda i Datori di Lavoro

Il microclima ed il D.Lgs. 81/08 (2)

Titolo VIII - AGENTI FISICI - *Capo I - Disposizioni generali*

Art. 181. Valutazione dei rischi c. 1

Nell'ambito della valutazione di cui all'articolo 28, il datore di lavoro valuta tutti i rischi derivanti da esposizione ad agenti fisici 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 ed il D.Lgs. 81/08 (3)

Titolo VIII - AGENTI FISICI - *Capo I - Disposizioni generali*

Art. 181. Valutazione dei rischi c. 2

La valutazione dei rischi derivanti da esposizioni ad agenti fisici é 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 verificano 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 ed il D.Lgs. 81/08 (4)

Titolo VIII - AGENTI FISICI - *Capo I - Disposizioni generali*

Art. 181. Valutazione dei rischi c. 3

Il datore di lavoro nella valutazione dei rischi precisa quali misure di prevenzione e protezione devono essere adottate. La valutazione dei rischi é riportata sul documento di valutazione di cui all'articolo 28; essa può includere una giustificazione del datore di lavoro secondo cui la natura e l'entità dei rischi non rendono necessaria una valutazione dei rischi più dettagliata.

Il microclima ed il D.Lgs. 81/08 (5)

Titolo VIII - AGENTI FISICI - *Capo I - Disposizioni generali*

Art. 182. Disposizioni miranti ad eliminare o ridurre i rischi

Tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di misure per controllare il rischio alla fonte, i rischi derivanti dall'esposizione agli agenti fisici sono eliminati alla fonte o ridotti al minimo.

La riduzione dei rischi derivanti dall'esposizione agli agenti fisici si basa sui principi generali di prevenzione contenuti nel presente decreto.

Il microclima ed il D.Lgs. 81/08 – Allegato IV “Requisiti dei luoghi di lavoro”.

Art. 63. Requisiti di salute e di sicurezza

1. I luoghi di lavoro devono essere conformi ai requisiti indicati nell'allegato IV.

Il microclima ed il D.Lgs. 81/08 – Allegato IV “Requisiti dei luoghi di lavoro”.

1.9 Microclima

1.9.1. Aerazione dei luoghi di lavoro chiusi

1.9.1.1. Nei luoghi di lavoro chiusi, è necessario far sì che tenendo conto dei metodi di lavoro e degli sforzi fisici ai quali sono sottoposti i lavoratori, essi dispongano di aria salubre in quantità sufficiente ottenuta preferenzialmente con aperture naturali e quando ciò non sia possibile, con impianti di areazione.

1.9.1.2. Se viene utilizzato un impianto di aerazione, esso deve essere sempre mantenuto funzionante. Ogni eventuale guasto deve essere segnalato da un sistema di controllo, quando ciò è necessario per salvaguardare la salute dei lavoratori.

1.9.1.3. Se sono utilizzati impianti di condizionamento dell'aria o di ventilazione meccanica, essi devono funzionare in modo che i lavoratori non siano esposti a correnti d'aria fastidiosa.

1.9.1.4. Gli stessi impianti devono essere periodicamente sottoposti a controlli, manutenzione, pulizia e sanificazione per la tutela della salute dei lavoratori.

1.9.1.5. Qualsiasi sedimento o sporcizia che potrebbe comportare un pericolo immediato per la salute dei lavoratori dovuto all'inquinamento dell'aria respirata deve essere eliminato rapidamente.

Il microclima ed il D.Lgs. 81/08 – Allegato IV “Requisiti dei 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.

1.9.2.3. La temperatura dei locali di riposo, dei locali per il personale di sorveglianza, dei servizi igienici, delle mense e dei locali di pronto soccorso deve essere conforme alla destinazione specifica di questi locali.

1.9.2.4. Le finestre, i lucernari e le pareti vetrate devono essere tali da evitare un soleggiamento eccessivo dei luoghi di lavoro, tenendo conto del tipo di attività e della natura del luogo di lavoro.

1.9.2.5. Quando non è conveniente modificare la temperatura di tutto l'ambiente, si deve provvedere alla difesa dei lavoratori contro le temperature troppo alte o troppo basse mediante misure tecniche localizzate o mezzi personali di protezione.

1.9.2.6. Gli apparecchi a fuoco diretto destinati al riscaldamento dell'ambiente nei locali chiusi di lavoro di cui al precedente articolo, devono essere muniti di condotti del fumo privi di valvole regolatrici ed avere tiraggio sufficiente per evitare la corruzione dell'aria con i prodotti della combustione, ad eccezione dei casi in cui, per l'ampiezza del locale, tale impianto non sia necessario.

Il microclima ed il D.Lgs. 81/08 – Allegato IV “Requisiti dei luoghi di lavoro”.

1.9.3 Umidità

1.9.3.1 Nei locali chiusi di lavoro delle aziende industriali nei quali l'aria è soggetta ad inumidirsi notevolmente per ragioni di lavoro, si deve evitare, per quanto è possibile, la formazione della nebbia, mantenendo la temperatura e l'umidità nei limiti compatibili con le esigenze tecniche.





MICROCLIMA NEI LUOGHI DI LAVORO

Nei luoghi di lavoro chiusi, è necessario far sì che tenendo conto dei metodi di lavoro e degli sforzi fisici ai quali sono sottoposti i lavoratori, essi **dispongano di aria salubre in quantità sufficiente ottenuta preferenzialmente con aperture naturali e quando ciò non sia possibile, con impianti di aerazione.**

IL RAPPORTO AEROILLUMINANTE = RAPPORTO TRA LA SUPERFICIE
FINESTRATA E LA SUPERFICIE DELLA PAVIMENTAZIONE

AREAZIONE DEI LUOGHI DI LAVORO CHIUSI (linee guida)

Prospetto riepilogativo:

TIPOLOGIA DI LOCALE	Altezza locale Superficie pavimento Superficie aerante
<p style="text-align: center;"></p> <p>LUOGHI DI LAVORO "GENERICI", UFFICI, SALE RIUNIONI, CUCINE, MENSE, REFETTORI, INFERMERIA, LOCALI DI RIPOSO, SPOGLIATOI, CENTRI COMMERCIALI (OVUNQUE STAZIONI PERSONE) (AREE CASSA, UFFICI, NEGOZI)</p> <p style="text-align: center;"></p>	<p>$\leq 4 \text{ m}$ $< 400 \text{ m}^2$</p> <p style="text-align: center;">1/8 della superficie del pavimento</p> <p style="text-align: center;"></p> <hr/> <p>$400 \div 1000 \text{ m}^2$ $50 \text{ m}^2 + 1/12$ della quota eccedente i 400 m^2</p> <p>$> 1000 \text{ m}^2$ $100 \text{ m}^2 + 1/16$ della quota eccedente i 1000 m^2</p> <p>$> 4 \text{ m}$ $< 400 \text{ m}^2$</p> <p style="text-align: center;">1/12 della superficie del pavimento</p> <p style="text-align: center;"></p> <p>$400 \div 1000 \text{ m}^2$ $33.3 \text{ m}^2 + 1/16$ della quota eccedente i 400 m^2</p> <p>$> 1000 \text{ m}^2$ $70.8 \text{ m}^2 + 1/20$ della quota eccedente i 1000 m^2</p>
<p>W.C. E ANTI-W.C., SALE D'ATTESA</p>	<p>Preferibilmente aerazione naturale diretta. Ove non possibile, accettabile anche l'aspirazione meccanica N° 5 vol/h se continua, 10 vol/h se temporizzata</p>
<p>ARCHIVI, DEPOSITI – MAGAZZINI, DISPENSA ANNESSA A CUCINA, (NON PRESIDATI)¹⁴</p>	<p>Superficie aerante pari a 1/30 del pavimento Fatto salvo quanto previsto da altre norme (es. VV.FF.)</p>
<p>MAGAZZINO STOVIGLIE, CORRIDOI, DISIMPEGNI, SGABUZZINI, RIPOSTIGLI, VANI TECNICI</p>	<p>Non è obbligatoria l'aerazione naturale</p>

UTILI CONSIDERAZIONI riprese dalla Linea Guida Regionale

VENTILAZIONE realizzata anche secondo le modalità previste dai Regolamenti comunali o regionali di igiene edilizia

LE PORTE E I PORTONI apribili sono computabili solo fino al massimo di 1/3 della superficie richiesta.

SERRAMENTI a "vasistas" conteggiati in misura pari al 100% di un normale serramento, a condizione che l'angolo di apertura di detti serramenti non sia inferiore a 30° ed il rapporto altezza/larghezza non sia inferiore ad 1.

Angoli di apertura inferiori a 30° o rapporto altezza/larghezza inferiore a 1 comportano il conteggio in misura pari al 50% della superficie

Il microclima ed il D.Lgs. 81/08 – Locali sotterranei e semisotterranei

Art. 65. Locali sotterranei o semisotterranei

1. È vietato destinare al lavoro locali chiusi sotterranei o semisotterranei.
2. In deroga alle disposizioni di cui al comma 1, possono essere destinati al lavoro locali chiusi sotterranei o semisotterranei, quando ricorrano particolari esigenze tecniche. In tali casi il datore di lavoro provvede ad assicurare idonee condizioni di aerazione, di illuminazione e di microclima.
3. L'organo di vigilanza può consentire l'uso dei locali chiusi sotterranei o semisotterranei anche per altre lavorazioni per le quali non ricorrono le esigenze tecniche, quando dette lavorazioni non diano luogo ad emissioni di agenti nocivi, sempre che siano rispettate le norme del presente decreto legislativo e si sia provveduto ad assicurare le condizioni di cui al comma 2.

ALLEGATO A



**LINEE GUIDA PER LA NOTIFICA RELATIVA A COSTRUZIONE,
AMPLIAMENTO O ADATTAMENTO DI LOCALI E AMBIENTI DI
LAVORO**

(ex art. 48 D.P.R. 19.03.1956 n.303)



A cura di:
Dott. Pierluigi Cavazzin

DIPARTIMENTO DI PREVENZIONE

07 ottobre 2016

Linee guida regionali aggiornate al D.Lgs. 81/08



***REQUISITI PER LA NUOVA
EDIFICAZIONE,
LA RISTRUTTURAZIONE
E L'AMPLIAMENTO
DI FABBRICATI DESTINATI
AD ATTIVITÀ LAVORATIVE***

GRUPPO DI LAVORO ASL AT, ASL AL E ASL CN2

ALLEGATO A



**LINEE GUIDA PER LA NOTIFICA RELATIVA A COSTRUZIONE,
AMPLIAMENTO O ADATTAMENTO DI LOCALI E AMBIENTI DI
LAVORO**

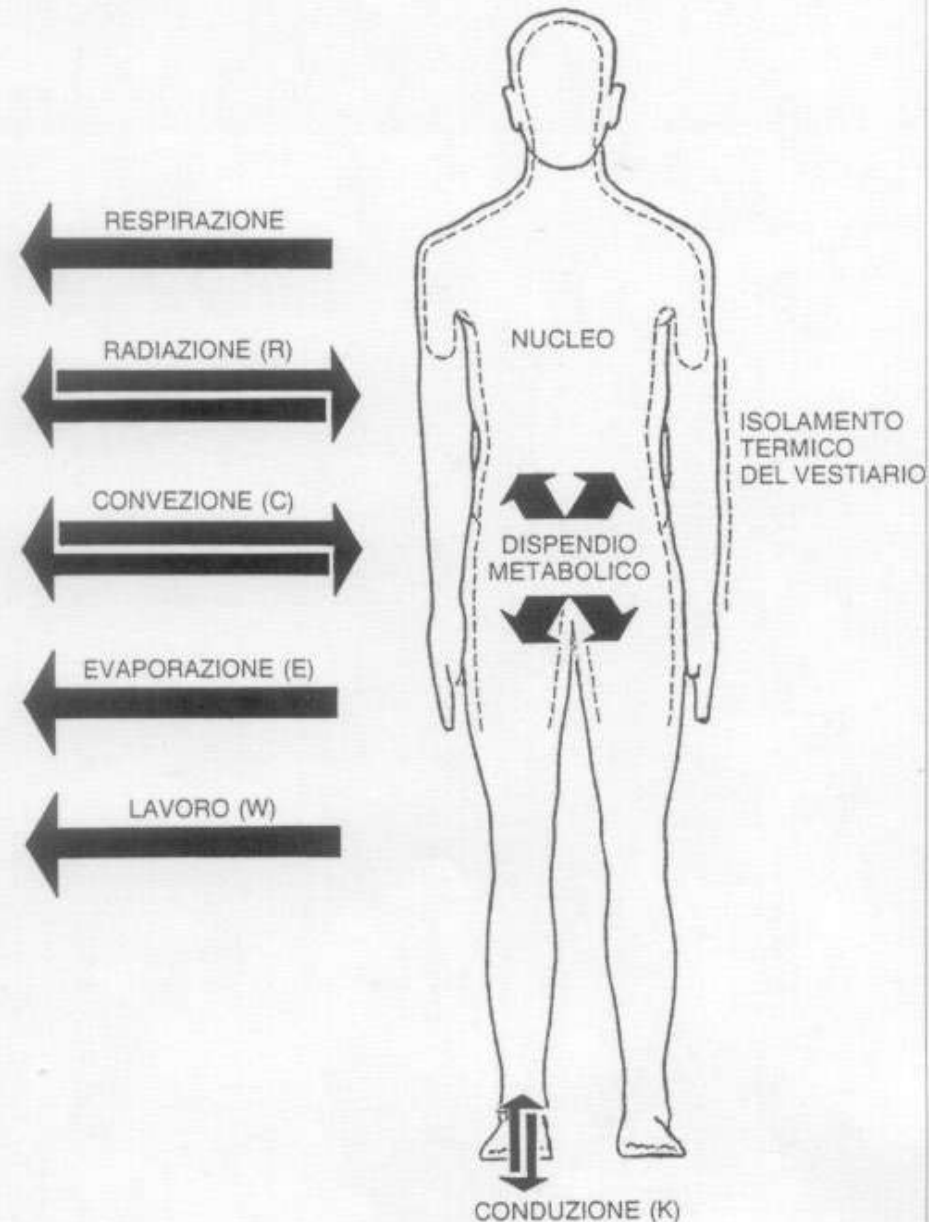
(ex art. 48 D.P.R. 19.03.1956 n.303)

**Alcune previsioni
saranno da rivedere alla
luce del recente decreto
sulla “casa” (per
esempio le altezze
minime di alcune
tipologie di locali di
lavoro)**



SISTEMA TERMICO

La situazione termica di un organismo può essere analizzata come **SISTEMA TERMICO** interessato da flussi di energia entrante ed uscente attraverso la sua superficie e da generazione di energia al suo interno. Se l'effetto di tali flussi non è nullo si osserverà un $>$ o $<$ del contenuto termico del sistema con $>$ o $<$ della temperatura. Il fenomeno può essere evidenziato mediante **l'EQUAZIONE DI BILANCIO TERMICO**



EQUAZIONE DI BILANCIO TERMICO

$$B = M - W \pm C \pm R - E$$

B: potenza termica accumulata o perduta dall'organismo

M: potenza termica prodotta dai processi metabolici

W: potenza meccanica impegnata per compiere lavoro meccanico

C: potenza termica scambiata per convezione (con l'aria ambiente)

R: potenza termica scambiata per irraggiamento

E: potenza termica ceduta per evaporazione (traspirazione e sudorazione)

CONDIZIONI DI EQUILIBRIO OMEOTERME

l'organismo tende a permanere in condizioni di **equilibrio ($B = 0$) omeoterme**, ovvero:

1. la potenza ceduta attraverso la sua superficie sia uguale alla potenza assorbita dall'ambiente sommata a quella termica generata dai processi metabolici;
2. la temperatura del nucleo si mantenga costante intorno a valori ottimali (*indicativamente compresi nell'intervallo $36,7 + 0,2$ °C*)

MECCANISMI DI TRASMISSIONE DEL CALORE

CONDUZIONE: PROPAGAZIONE SENZA TRASPORTO DI MATERIA

CONVEZIONE: PROPAGAZIONE MEDIANTE TRASPORTO DI MATERIA

IRRAGGIAMENTO TERMICO: RADIAZIONE TERMICA

EVAPORAZIONE: SISTEMI BIOLOGICI

RESPIRAZIONE: SISTEMI BIOLOGICI (trascurabile)

OMEOTERMIA E PARAMETRI MICROCLIMATICI

L' OMEOTERMIA è grandemente influenzata da vari parametri microclimatici:

- **temperatura dell'aria**, più questa è bassa e maggiore è la termodispersione, più è alta e minore è la perdita di calore fino all'inversione, ovvero l'organismo assume calore dall'ambiente;
- **presenza di oggetti radianti** può ridurre il principale meccanismo di termodispersione fino a creare condizioni per cui il corpo riceve calore per irraggiamento;
- aumento della **velocità dell'aria** rende più efficiente il meccanismo di termodispersione per convezione e per evaporazione;
- la velocità di evaporazione è dipendente dalla tensione di vapore d'acqua, è ovvio che quanto più l'aria ambiente è satura di **umidità** tanto minore è l'evaporazione.

Criteri di valutazione rischio microclimatico

Il criterio di valutazione più immediato prevede la verifica dei valori assunti dai principali parametri microclimatici, soprattutto temperatura ed umidità.

Criteri di valutazione rischio microclimatico – valori ottimali

Temperatura dell'aria: 20 ± 2 °C

Umidità relativa 35 – 60 %

Velocità dell'aria 0,05 -0,15 m/s

Criteri di valutazione rischio microclimatico

Una valutazione più approfondita utilizza criteri che fanno riferimento ad indici microclimatici sintetici i quali consentono di valutare una situazione microclimatica verificando il valore assunto dalla grandezza/indice rispetto ai valori di riferimento.

Esistono numerosi indici che possono condurre ad una valutazione del disagio o dello stress termico.

Gli indici possono essere stati elaborati su presupposti “razionali” oppure su osservazioni empiriche.

AMBIENTI TERMICI

- **AMBIENTI MODERATI**
- **AMBIENTI CALDI**
- **AMBIENTI FREDDI**

AMBIENTI MODERATI

Caratteristiche:

- condizioni ambientali piuttosto omogenee e con ridotta variabilità nel tempo
- assenza di scambi termici localizzati fra soggetto ed ambiente che abbiano effetti rilevanti sul bilancio termico complessivo
- attività fisica modesta e sostanzialmente analoga per i diversi soggetti
- sostanziale uniformità di vestiario indossato dai diversi operatori

AMBIENTI MODERATI

Valutazione:

- realizzata con riferimento al livello di benessere o disagio termico provato, dove il **COMFORT TERMICO** è la **“condizione mentale che esprime soddisfazione per l’ambiente termico”** e dove il mantenimento della “neutralità termica” viene ottenuto senza dover impegnare eccessivamente il sistema di termoregolazione del corpo umano.

NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO:

ISO 7730 su “ambienti termici moderati - determinazione degli indici PMV e PPD e specifiche per le condizioni di benessere

VALUTAZIONE DELLA SENSAZIONE TERMICA

Per l'analisi degli ambienti vengono applicati i criteri di valutazione distinti utilizzando **INDICI MICROCLIMATICI SINTETICI**

- **TE** (temperatura effettiva) - **empirico**
- **NTE** (nuova temperatura effettiva) - **razionale**
- **PMV** (predicted mean vote) e **PPD** (predicted percentage of dissatisfied) - **sperimentale**
- **T_{req}** (temperatura effettiva scivetta)
- **WBGT** (indice temperatura a tubi bagnati - globotermometro)
- **WGT** (indice temperatura globotermometro umido)
- **HSI** (heat stress index - **indice di stress da calore definito dal rapporto tra carico termico globale dell'ambiente e quantità massima di calore eliminabile tramite sudorazione**)
- **P4SR** (predicted 4 hours swet rate index - **misura dell'affaticamento calorico basato sulla misura della sudorazione prodotta in 4 ore**)
- **IREQ** (isolamento richiesto)
- **tch** e **WCI** (indici per esposizione locale ad integrazione dell'IREQ)

Ambienti moderati

ANALISI E VALUTAZIONI PER AMBIENTI MODERATI – Indici di Fanger – Norma ISO 7730

Indici di FANGER

PMV è il valore medio della sensazione soggettiva di benessere (o meno) termico

PPD è la predizione della percentuale delle persone insoddisfatte

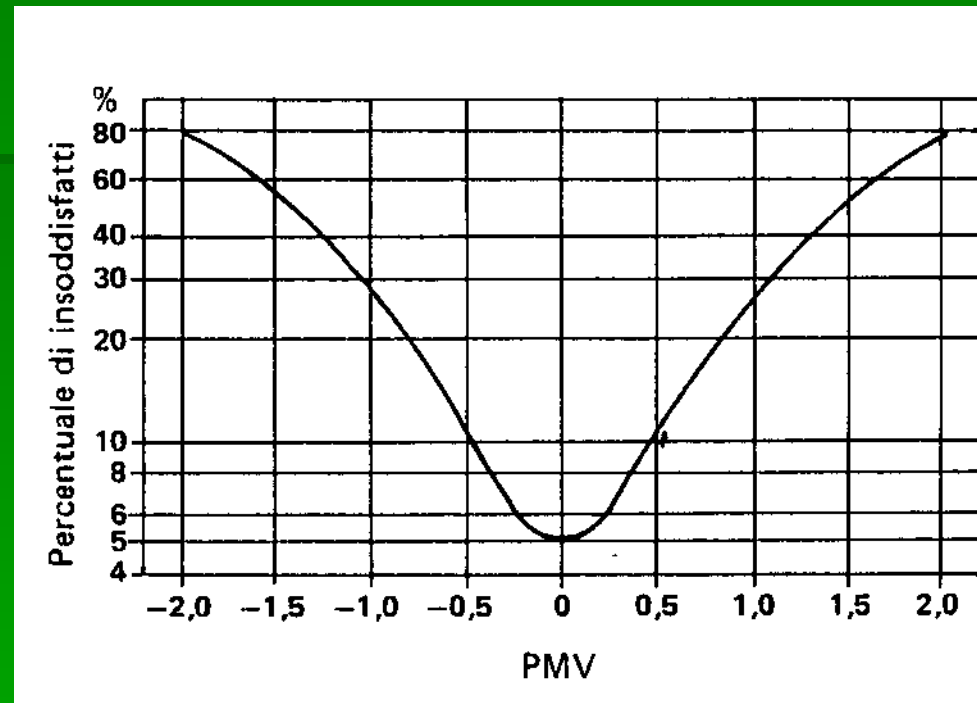
ANALISI E VALUTAZIONI PER AMBIENTI MODERATI

L'indice tiene conto di:

- ⇒ **Temperatura dell'aria**
- ⇒ **Temperatura di bulbo umido**
- ⇒ **Velocità dell'aria**
- ⇒ **Temperatura media radiante**
- ⇒ **Produzione metabolica**
- ⇒ **Rendimento meccanico (dell'attività lavorativa)**
- ⇒ **Resistenza termica del vestiario**

indice PMV in funzione dell'indice PPD

PMV	PPD		
	sensazione di freddo	sensazione di caldo	Totale
-2.0	76.4%		76.4%
-1.5	52.0%		52.0%
-1.0	26.8%		26.8%
-0.9	22.5%		22.5%
-0.8	18.7%	0.1%	18.8%
-0.7	15.3%	0.2%	15.5%
-0.6	12.4%	0.3%	12.7%
-0.5	9.9%	0.4%	10.3%
-0.4	7.7%	0.6%	8.3%
-0.3	6.0%	0.9%	6.9%
-0.2	4.5%	1.3%	5.8%
-0.1	3.4%	1.8%	5.2%
0	2.5%	2.5%	5.0%
0.1	1.8%	3.4%	5.2%
0.2	1.3%	4.5%	5.8%
0.3	0.9%	5.9%	6.8%
0.4	0.6%	7.7%	8.3%
0.5	0.4%	9.8%	10.2%
0.6	0.3%	12.2%	12.5%
0.7	0.2%	15.2%	15.4%
0.8	0.1%	18.5%	18.6%
0.9		22.2%	22.2%
1.0		26.4%	26.4%
1.5		51.4%	51.4%
2.0		75.7%	75.7%



un ambiente viene ritenuto accettabile per valori di PMV $\pm 0,5$ e corrispondente al PPD circa il 10%

VALUTAZIONE DELLA SENSAZIONE TERMICA

Per l'analisi degli ambienti vengono applicati i criteri di valutazione distinti utilizzando **INDICI MICROCLIMATICI SINTETICI**

- **TE** (temperatura effettiva) - empirico
- **NTE** (nuova temperatura effettiva) - razionale
- **PMV** (predicted mean vote) e **PPD** (predicted percentage of dissatisfied) - sperimentale
- **TEC** (temperatura effettiva corretta) - empirico
- **WBGT** (indice temperatura bulbo bagnato-globotermometro) - empirico
- **WGT** (indice temperatura globotermometro umido) - empirico
- **HSI** (heat stress index - indice di stress da calore definito dal rapporto tra carico termico globale dell'ambiente e quantità massima di calore eliminabile tramite sudorazione) - razionale
- **P4SR** (predicted 4 hours swet rate index - misura dell'affaticamento calorico basato sulla misura della sudorazione prodotta in 4 ore) - razionale
- **IREQ** (isolamento richiesto)
- **tch** e **WCI** (indici per esposizione locale ad integrazione dell'IREQ)

Ambienti termici caldi

AMBIENTI TERMICI SEVERI CALDI

Sono quegli ambienti nei quali è richiesto un notevole intervento del sistema di termoregolazione (*attraverso i meccanismi di vasodilatazione e sudorazione*) dell'organismo al fine di diminuire il potenziale accumulo di calore nel corpo e sono caratterizzati da:

- valori di t_{op} elevati in relazione all'attività svolta (M) e alle caratteristiche del vestiario (I_{cl})
- condizioni termoigrometriche non omogenee in ambiente
- sensibile variabilità temporale delle condizioni
- disuniformità del vestiario e dell'attività svolta dai vari soggetti

La valutazione degli ambienti severi caldi viene fatta in termini di **STRESS TERMICO** cui è soggetto il lavoratore, derivante da produzione di calore metabolico, da fattori ambientali e dal vestiario

NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO:

ISO 7243 su "ambienti caldi - determinazione dello stress termico sui lavoratori basato sull'indice WBGT"

INDICI TERMICI PER AMBIENTI TERMICI SEVERI CALDI

- **WBGT** (Wet Bulbe Globe Temperature) è l'indice di bulbo bagnato - globotermometro, °C
- si ricava dalla misura delle temperature a bulbo asciutto, bagnato (*ventilato naturalmente*) e del globotermometro

INDICI TERMICI PER AMBIENTI TERMICI SEVERI CALDI - WBGT

Ambienti interni:

$$WBGT = 0,7 t_{\text{bulbo umido}} + 0,3 t_{\text{globotermometro}}$$

Ambienti esterni:

$$WBGT = 0,7 t_{\text{bulbo umido}} + 0,2 t_{\text{globotermometro}} + 0,1 t_{\text{aria}}$$

INDICI TERMICI PER AMBIENTI CALDI

TLV per esposizione a calore non breve – WBGT (°C)

% lavoro % riposo per ogni ora	carico di lavoro		
	leggero	moderato	pesante
lavoro continuo	30	26,7	25
75% lavoro, 25% riposo	30,6	28	25,9
50% lavoro, 50% riposo	31,4	29,4	27,9
25% lavoro, 75% riposo	32,2	31,1	30

fonte: ACGIH

AMBIENTI TERMICI SEVERI FREDDI

Sono quegli ambienti nei quali è richiesto un notevole intervento del sistema di termoregolazione dell'organismo al fine di limitare la potenziale diminuzione della temperatura dei diversi distretti ed in particolare del nucleo corporeo e sono caratterizzati da:

- *valori di t_{op} bassi ($0 \div 10$ °C per ambienti moderatamente freddi e inferiori a 0 °C per ambienti severi freddi)*
- *condizioni termoigrometriche non omogenee in ambiente con contenuta variabilità spaziale e temporale delle condizioni*
- *attività fisica e tipologia del vestiario abbastanza uniformi*

VALUTAZIONE DELLA SENSAZIONE TERMICA

Per l'analisi degli ambienti vengono applicati i criteri di valutazione distinti utilizzando **INDICI MICROCLIMATICI SINTETICI**

Ambienti termici freddi

- **ET** (temperatura effettiva) - empirico
- **NTE** (nuova temperatura effettiva) - razionale
- **PMV** (predicted mean vote) e **PPD** (predicted percentage of dissatisfied) - sperimentale
- **TEC** (temperatura effettiva corretta) - empirico
- **WBGT** (indice temperatura bulbo bagnato-globotermometro) - empirico
- **WGT** (indice temperatura globotermometro umido) - empirico
- **HSI** (heat stress index - indice di stress da calore definito dal rapporto tra carico termico globale dell'ambiente e quantità massima di calore eliminabile tramite sudorazione) - razionale
- **P4SR** (predicted 4 hours swet rate index - misura dell'affaticamento calorico basato sulla misura della sudorazione prodotta in 4 ore) - razionale
- **IREQ** (isolamento richiesto) - razionale
- **tch** e **WCI** (indici per esposizione locale ad integrazione dell'IREQ) - empirico

NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO:

La valutazione dello stress termico in ambienti severi freddi viene effettuata mediante una procedura detta “Isolamento richiesto” descritta nella norma tecnica UNI EN ISO 11079

INDICI TERMICI PER AMBIENTI TERMICI SEVERI FREDDI

L'equazione di bilancio di energia del corpo umano in termini di potenza viene in questo caso risolta per l'isolamento termico del vestiario **IREQ** (acronimo di *Insulation REQuired*, ovvero *isolamento richiesto*)

La procedura di valutazione degli ambienti termici severi freddi prevede la soluzione della equazione di bilancio di energia sul corpo umano in due diverse ipotesi e pertanto impone il calcolo di due diversi valori di IREQ, indicati come **IREQmin** (*sensazione di freddo*) e **IREQneutral** (*neutralità termica*)

INDICI TERMICI PER AMBIENTI TERMICI SEVERI FREDDI

Dal confronto di queste due quantità con l'isolamento termico I_{clr} effettivamente garantito dall'abbigliamento utilizzato, tenuto conto dell'effetto della ventilazione e del movimento del soggetto, si determina l'appartenenza del caso in esame ad uno dei tre seguenti:

Isolamento termico dell'abbigliamento è inferiore all'isolamento richiesto per evitare la sensazione di freddo:

$I_{clr} < IREQ_{min}$ implica protezione insufficiente, e conseguente rischio di ipotermia;

Isolamento termico dell'abbigliamento ha un valore intermedio tra quello dell'isolamento richiesto per evitare la sensazione di freddo e quello dell'isolamento per la neutralità termica:

- **$IREQ_{min} \leq I_{clr} \leq IREQ_{neutral}$** definisce l'intervallo di accettabilità, garantendo condizioni caratterizzate da una sensazione soggettiva di freddo che varia da minima a significativa, senza tuttavia mai indurre significative variazioni di temperatura del nucleo e conseguenti possibili ipotermie;

INDICI TERMICI PER AMBIENTI TERMICI SEVERI FREDDI

Dal confronto di queste due quantità con l'isolamento termico I_{clr} effettivamente garantito dall'abbigliamento utilizzato, tenuto conto dell'effetto della ventilazione e del movimento del soggetto, si determina l'appartenenza del caso in esame ad uno dei tre seguenti:

Isolamento termico dell'abbigliamento ha un valore superiore a quello dell'isolamento per la neutralità termica:

- **$I_{clr} > IREQ_{neutral}$** implica iper-protezione, e conseguente rischio di sudorazione, che, in presenza di un ambiente rigido, può produrre effetti nocivi; in aggiunta, l'assorbimento di umidità da parte del vestiario ne degrada le proprietà isolanti e introduce un potenziale rischio di ipotermia.

INDICI TERMICI PER AMBIENTI TERMICI SEVERI FREDDI

L'esposizione ad ambienti severi freddi risulta limitata ad una durata massima nel caso l'isolamento garantito dal vestiario sia minore di **IREQneutral**. In questo caso la potenza termica uscente dall'organismo (S) – ricavata dall'equazione di bilancio termico – si utilizza nel seguente modo :

$$DLE = Q_{lim} / S$$

Q_{lim} = massima perdita di energia tollerabile senza serie conseguenze, assunto pari a 40 Wh/m²;

S = rappresenta il raffreddamento del corpo umano il cui valore si ottiene dalla soluzione dell'equazione di bilancio di energia.

Durata limite di esposizione

INDICI TERMICI PER AMBIENTI TERMICI SEVERI FREDDI

Un indice aggiuntivo di tipo “locale” ad integrazione dell'indice “globale” **IREQ** è detto **“chilling temperature”** ed è identificato dal simbolo **tch** utilizzato per proteggere il soggetto esposto dalle conseguenze di un eccessivo raffreddamento in specifiche parti del corpo (mani, piedi, testa) particolarmente sensibili al raffreddamento di tipo convettivo dovuto alla azione combinata della bassa temperatura e del vento

Indice di analogo significato ma di difficoltosa lettura è il **WCI (Wind Chill Index)**, che messo in rapporto con il tch permette un'immediata interpretazione

I valori limite di tch contenuti nella norma tecnica UNI EN ISO 11079:2001 sono di -14°C (soglia di allarme) e di -30°C (soglia di pericolo). Quest'ultimo valore corrisponde al livello al quale si ha congelamento della parte esposta in un'ora

STRUMENTI DI MISURA



Fonte: archivio personale,
2006

STRUMENTI DI MISURA

globotermometr

○

psicometro

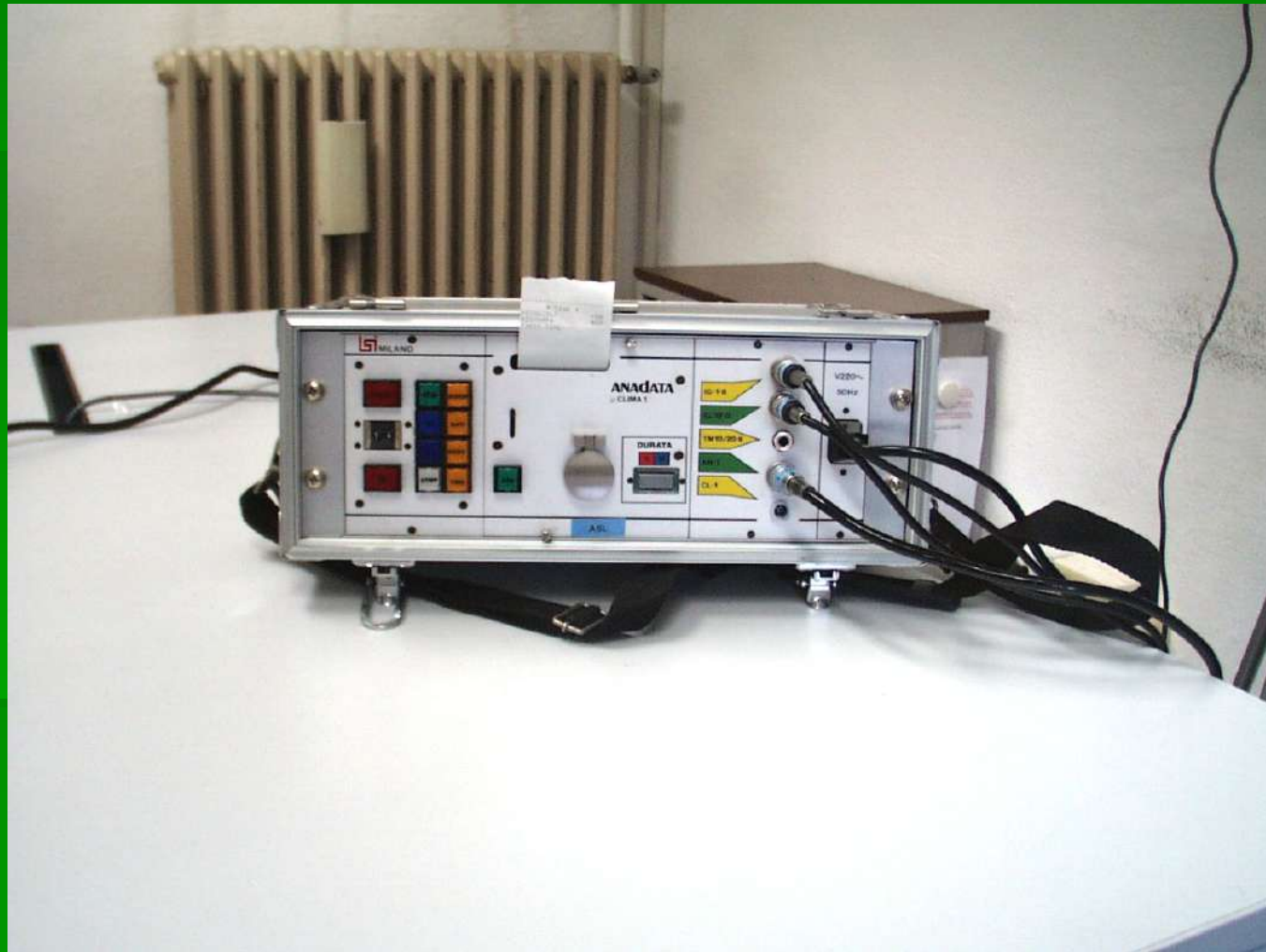
anemometr

○



Fonte: archivio personale, 2006

STRUMENTI DI MISURA



Fonte: archivio personale,
2006

Sorveglianza sanitaria (S.S.)

Come per altri rischi la sorveglianza sanitaria rappresenta una delle misure di tutela.

E' opinione prevalente che i lavoratori soggetti a stress termico microclimatico siano da sottoporre a S.S. (vedi modifica D.Lgs. 81/08)

E' dubbio che in presenza della esigenza di S.S. per il solo rischio stress termico il Datore di lavoro debba obbligatoriamente nominare il Medico Competente.

La norma tecnica individua la necessità di S.S. per i lavoratori soggetti ad ambienti a $T < 0 \text{ } ^\circ\text{C}$ o a $\text{WBGT} > 25 \text{ } ^\circ\text{C}$

Sorveglianza sanitaria

Organi ed apparati interessati da situazioni di stress termico:

- Cute
- Apparato cardiovascolare
- Apparato respiratorio
- Ipofisi
- Tiroide
- Rene e surrene

Sorveglianza sanitaria

Sorveglianza sanitaria si basa in primo luogo sull'anamnesi indagando per esposizioni al caldo:

➤ Patologie cardiovascolari compresa ipertensione ed utilizzo di farmaci anti-ipertensivi

➤ Patologie gastroenteriche

➤ Patologie quali il diabete mellito

➤ Interventi con possibile riduzione della sudorazione

Sorveglianza sanitaria

Sorveglianza sanitaria si basa in primo luogo sull'anamnesi indagando per esposizioni al freddo:

- Presenza di tireopatie, ipertensione e assunzione farmaci antiipertensivi
- Vasculopatie periferiche e malattie osteoarticolari
- Carenze immunitarie
- Orticaria da freddo
- Asma bronchiale da sforzo non controllata con farmaci
- Cirrosi epatica
- Ipoglicemia e diabete mellito
- ...ed altre forme di patologie

Sorveglianza sanitaria

Nel giudizio di idoneità per lavori in ambienti caldi e caldo umidi si deve tener conto:

- **Età** – la tolleranza diminuisce con il crescere
- **Sesso** – tolleranza maggiore nell'uomo rispetto alla donna
- **Peso** – tolleranza diminuisce con il crescere del pannicolo adiposo e del peso
- **Consumo di alcool**
- **Malattie pregresse o in atto**

INL, prot. 13 luglio 2023, n. 5056 - Tutela dei lavoratori sul rischio legato ai danni da calore – Valutazione rischio

In ragione delle condizioni climatiche in atto, si ritiene opportuno richiamare l'attenzione di codesti Uffici (*dell'ITL NdR*) sui profili di tutela dei lavoratori per i rischi legati ai danni da calore, sia in fase di vigilanza ispettiva, sia in occasione dell'attività di informazione e prevenzione da rivolgersi ai datori di lavoro e ai lavoratori finalizzata a fornire utili elementi di conoscenza sugli effetti delle temperature estreme negli ambienti di lavoro e sulla relativa percezione del rischio.

Nel rinviare ai contenuti delle note [prot. INL n. 4639 del 02/07/2021](#) e [n. 3783 del 22/06/2022](#), e ribadendo in particolare le indicazioni operative già condivise nella [nota prot. INL 4753 del 26/07/2022](#), si forniscono le seguenti integrazioni.

INL, prot. 13 luglio 2023, n. 5056 - Tutela dei lavoratori sul rischio legato ai danni da calore – Valutazione del rischio

Per l'indagine sulla valutazione dei rischi da stress termico e l'individuazione delle relative misure di mitigazione, è possibile fare riferimento alla documentazione consultabile sul Portale Agenti Fisici https://www.portaleagentifisici.it/fo_microclima_index.php?lg=IT nella Sezione "Microclima", ai contenuti informativi reperibili ai link <https://www.inail.it/cs/internet/attivita/prevenzione-e-sicurezza/conoscere-il-rischio/agenti-fisici/stress-termico.html> con informazioni relative alle strategie e tecniche di misura dello stress termico e alle relative metodologie di misurazione e di controllo del microclima, che possono avvalersi di analisi del calcolo dell'esposizione mediante gli indici WBGT, PHS, IREQ, degli indici di ergonomia e di temperatura. È possibile anche consultare, per tali metodologie di valutazione del rischio termico, le relative norme tecniche di riferimento, consultabili sulla banca dati UNI resa disponibile per il personale abilitato di codesti Uffici.

INL, prot. 13 luglio 2023, n. 5056 - Tutela dei lavoratori sul rischio legato ai danni da calore – Gestione del rischio

L'esposizione eccessiva allo stress termico comporta l'aumento del rischio infortunistico atteso che la prestazione lavorativa si espone a situazioni particolari di vulnerabilità.

Maggiormente interessate da tali fenomeni sono le mansioni che comportano attività non occasionale all'aperto, nei settori più esposti al rischio: edilizia civile e stradale (con particolare rilevanza per i cantieri e i siti industriali), comparto estrattivo, settore agricolo e della manutenzione del verde, comparto marittimo e balneare, per citare i maggiori.

Solo aumento del rischio infortunistico????

Tutela dei lavoratori sul rischio legato ai danni da calore – Gestione del rischio

Altri fattori importanti che possono concorrere nella valutazione del rischio e/o del suo aggravamento, in chiave prevenzionistica ed ispettiva, da considerare nelle misure volte ad affrontare e mitigare i rischi del lavoro in condizioni di calore, sono:

⇒ gli orari di lavoro che comprendono le ore più calde e soleggiate della giornata a elevato rischio di stress termico (14:00 - 17:00)

⇒ le mansioni

⇒ le attività che richiedono intenso sforzo fisico, anche abbinato all'utilizzo di dispositivi di protezione individuale (DPI)

⇒ l'ubicazione del luogo di lavoro

⇒ la dimensione aziendale

⇒ le caratteristiche di ogni singolo lavoratore (età, salute, status socioeconomico, genere)

Tutela dei lavoratori sul rischio legato ai danni da calore – Gestione del rischio

Si segnala, al riguardo, l'ordinanza del 18 agosto 2022 del Tribunale di Palermo, in relazione alla prestazione lavorativa dei rider, con le quali il giudice di merito, stante il generico obbligo di tutela dell'integrità psico-fisica del lavoratore, ha ritenuto "che la società convenuta sia tenuta all'adozione delle misure preventive e protettive indicate dall'INAIL nel Progetto Workclimate" e condanna la stessa "ad effettuare ex art. 17 e 28 d.lgs. 81/08 una specifica valutazione del rischio da esposizione ad ondate di calore... a fornire ...un'adeguata formazione e informazione ... " e a consegnare una serie di necessari dispositivi atti a proteggere i lavoratori dai possibili shock termici.

Dispositivi atti a proteggere da possibili shock termici??!!

INL, prot. 13 luglio 2023, n. 5056 - Tutela dei lavoratori sul rischio legato ai danni da calore – Gestione del

rischio
Resta ferma la possibilità per le aziende, nel caso di temperature elevate registrate dai bollettini meteo o “percepite” in ragione della particolare tipologia di lavorazioni in atto, di richiedere la cassa integrazione guadagni ordinaria evocando la causale “eventi meteo”. Si considerano elevate le temperature superiori a 35° centigradi. Nella domanda di CIGO e nella relazione tecnica da allegare, l'azienda deve solo indicare le giornate di sospensione o riduzione dell'attività lavorativa e specificare il tipo di lavorazione in atto nelle giornate medesime, senza necessità di produrre dichiarazioni che attestino l'entità della temperatura o di produrre bollettini meteo.

Indipendentemente dalle temperature rilevate, la CIGO è riconosciuta in tutti i casi in cui il responsabile della sicurezza dell'azienda dispone la sospensione delle lavorazioni in quanto ritiene sussistano rischi o pericoli per la sicurezza e la salute dei lavoratori, ivi compresi i casi in cui le sospensioni siano dovute a temperature eccessive.