

DOCUMENTO DI VALUTAZIONE

DEL RISCHIO MICROCLIMA

LIDO DI CAMAIORE, GIUGNO 2026

=

DOTT.ING.STEFANO RODA'

Ing. STEFANO RODA'
ORDINE INGEGNERI della Provincia di PISA
N° 1228 Sezione A
INGEGNERE CIVILE E AMBIENTALE
INDUSTRIALE, DELL'INFORMAZIONE

INDICE

VALUTAZIONE DEI RISCHI
RISCHIO MICROCLIMATICO

_RELAZIONE INTRODUTTIVA. 03

_DEFINIZIONI RICORRENTI. 03

_METODOLOGIA DI VALUTAZIONE. 06

_VALUTAZIONE MICROCLIMA.
BENESSERE TERMICO. 08

_CONFORT TERMICO. 10

_CONCLUSIONI. 19

ALLEGATI

__SCHEDA DI RILIEVO
__ORDINANZA N.2/28.05.26.
__ORDINANZA N.2/2025.

RELAZIONE INTRODUTTIVA

*IL PRESENTE DOCUMENTO È RELATIVO ALLA **VALUTAZIONE DEL RISCHIO MICROCLIMATICO** NEGLI AMBIENTI DI LAVORO, INTENDENDOSI PER MICROCLIMA IL COMPLESSO DEI PARAMETRI FISICI AMBIENTALI CHE CARATTERIZZANO L'AMBIENTE STESSO E CHE, INSIEME CON ALCUNI PARAMETRI INDIVIDUALI (QUALI L'ATTIVITÀ METABOLICA E L'ISOLAMENTO TERMICO DEL VESTIARIO) DETERMINANO GLI SCAMBI TERMICI FRA AMBIENTE E LAVORATORI PRESENTI.*

LA 'VALUTAZIONE DEL MICROCLIMA' È STATA EFFETTUATA IN BASE ALLA NORMA INTERNAZIONALE UNI EN ISO 7730, CHE FORNISCE I METODI PER PREVEDERE LA SENSAZIONE TERMICA GLOBALE ED IL GRADO DI DISAGIO (INSODDISFAZIONE TERMICA) DELLE PERSONE ESPOSTE AD AMBIENTI TERMICI MODERATI.
*_.LA NORMA PERMETTE LA DETERMINAZIONE ANALITICA E L'INTERPRETAZIONE DEL BENESSERE TERMICO MEDIANTE IL CALCOLO DEL **PMV** (VOTO MEDIO PREVISTO) E DEL **PPD** (PERCENTUALE PREVISTA DI INSODDISFATTI) ED I CRITERI DI BENESSERE TERMICO LOCALE.*

DEFINIZIONI RICORRENTI

***AMBIENTE MODERATO**: LUOGO DI LAVORO NEL QUALE NON ESISTONO SPECIFICHE ESIGENZE PRODUTTIVE CHE, VINCOLANDO UNO O PIÙ DEGLI ALTRI PRINCIPALI PARAMETRI MICROCLIMATICI (PRINCIPALMENTE TEMPERATURA DELL'ARIA, MA ANCHE UMIDITÀ RELATIVA, VELOCITÀ DELL'ARIA, TEMPERATURA RADIANTE E RESISTENZA TERMICA DEL VESTIARIO), IMPEDISCANO IL RAGGIUNGIMENTO DEL CONFORT.*

***AMBIENTE SEVERO**: VIENE DEFINITO "SEVERO" UN AMBIENTE TERMICO NEL QUALE SPECIFICHE ED INELUDIBILI ESIGENZE PRODUTTIVE (VICINANZA A FORNI CERAMICI O FUSORI, ACCESSO A CELLE FRIGO O IN AMBIENTI LEGATI AL CICLO ALIMENTARE DEL FREDDO, ECC.) O CONDIZIONI CLIMATICHE ESTERNE IN LAVORAZIONI EFFETTUATE ALL'APERTO: IN AGRICOLTURA, IN EDILIZIA, NEI CANTIERI DI CAVA, NELLE OPERE DI REALIZZAZIONE E MANUTENZIONE DELLE STRADE, ECC.) DETERMINANO LA PRESENZA DI PARAMETRI TERMOIGROMETRICI STRESSANTI.*

***INDICE PPD** (**P**REDICTED **P**ERCENTAGE OF **D**ISSATISFIED – PERCENTUALE PREVISTA DI INSODDISFAZIONE): DALL'INDICE PMV È DERIVATO UN SECONDO INDICE DENOMINATO **PPD** (**P**REDICTED **P**ERCENTAGE OF **D**ISSATISFIED) CHE QUANTIFICA PERCENTUALMENTE I SOGGETTI COMUNQUE "INSODDISFATTI" IN RAPPORTO A DETERMINATE CONDIZIONI MICROCLIMATICHE.*

BENESSERE TERMICO

IL CONFORT È DEFINIBILE COME LA SENSAZIONE DI BENESSERE FISICO E MENTALE O COME LA CONDIZIONE IN CUI UN INDIVIDUO ESPRIME SODDISFAZIONE NEI CONFRONTI DELL'AMBIENTE CHE LO CIRCONDA.

IN GENERALE, UNA PERSONA SI TROVA IN STATO DI BENESSERE QUANDO NON PERCEPISCE ALCUN TIPO DI SENSAZIONE FASTIDIOSA ED È QUINDI IN UNA CONDIZIONE DI NEUTRALITÀ ASSOLUTA RISPETTO ALL'AMBIENTE CIRCOSTANTE.

IL BENESSERE È UNA QUANTITÀ NON MISURABILE ANALITICAMENTE MA SOLO STATISTICAMENTE PERCHÉ DIPENDE DA TROPPE VARIABILI DI CUI ALCUNE STRETTAMENTE SOGGETTIVE E DI NATURA PSICOLOGICA.

CONFORT TERMICO

IL CONFORT TERMICO DIPENDE DA:

- *PARAMETRI FISICI: TEMPERATURA DELL'ARIA, TEMPERATURA MEDIA RADIANTE, UMIDITÀ RELATIVA, VELOCITÀ DELL'ARIA, PRESSIONE ATMOSFERICA;*
- *PARAMETRI ESTERNI: ATTIVITÀ SVOLTA CHE INFLUENZA IL METABOLISMO, ABBIGLIAMENTO;*
- *FATTORI ORGANICI: ETÀ, SESSO, CARATTERISTICHE FISICHE INDIVIDUALI;*
- *FATTORI PSICOLOGICI E CULTURALI.*

IN BASE ALLE CONDIZIONI SOCIALI E AMBIENTALI, INOLTRE, SI POSSONO TROVARE DIVERSI GRADI DI ACCETTAZIONE DI SITUAZIONI NON CONFORTEVOLI.
_.TROVANDOSI IN UNA PROLUNGATA SITUAZIONE DI DISAGIO, INFATTI, SI POSSONO RITENERE "NORMALI" ANCHE SITUAZIONI AMBIENTALI CHE IN CONTESTI DIVERSI SAREBBERO GIUDICATE DI MALESSERE.

	ESTATE	INVERNO
TEMPERATURA DELL'ARIA	26°C	20°C
UMIDITÀ RELATIVA	30% < U < 60%	30% < U < 50%
VELOCITÀ DELL'ARIA	0,1 ÷ 0,2 M/S	0,05 ÷ 0,1 M/S
TEMPERATURA EFFETTIVA	20 ÷ 22°C	16 ÷ 18°C

TAB. 1 - LIMITI MEDI PER CONDIZIONI IGROTERMICHE OTTIMALI

- ***TEMPERATURA DELL'ARIA*** *(°C): INTESA COME TEMPERATURA DI BULBO SECCO, È IL FATTORE PIÙ IMPORTANTE NELLA DETERMINAZIONE DEL BENESSERE TERMICO.*

- ***TEMPERATURA MEDIA RADIANTE*** *(TMR,°C): È LA TEMPERATURA MEDIA PESATA DELLE TEMPERATURE DELLE SUPERFICI CHE DELIMITANO L'AMBIENTE INCLUSO L'EFFETTO DELL'IRRAGGIAMENTO SOLARE INCIDENTE. INFLUISCE SUGLI SCAMBI PER IRRAGGIAMENTO. ASSIEME ALLA TEMPERATURA DELL'ARIA, LA TMR È IL FATTORE CHE INFLUENZA MAGGIORMENTE LA SENSAZIONE DI CALORE PERCHÉ LA RADIAZIONE CHE CADE SULLA CUTE NE ATTIVA GLI STESSI ORGANI SENSORI.*

- ***VELOCITÀ DELL'ARIA*** *(M/S): IL MOVIMENTO DELL'ARIA PRODUCE EFFETTI TERMICI ANCHE SENZA VARIAZIONE DELLA TEMPERATURA DELL'ARIA E PUÒ FAVORIRE LA DISSIPAZIONE DEL CALORE, ATTRAVERSO LA SUPERFICIE DELL'EPIDERMIDE, NEI SEGUENTI MODI:*

  - *AUMENTO DELLA DISSIPAZIONE DEL CALORE PER CONVEZIONE, FINO A QUANDO LA TEMPERATURA DELL'ARIA RIMANE INFERIORE A QUELLA DELL'EPIDERMIDE;*
  - *ACCELERAZIONE DELL'EVAPORAZIONE E QUINDI PRODUZIONE DI RAFFRESCAMENTO FISIOLOGICO; ALLE BASSE UMIDITÀ (< 30 %) QUESTO EFFETTO È IRRILEVANTE IN QUANTO SI HA GIÀ UNA INTENSA EVAPORAZIONE ANCHE CON ARIA FERMA; ALLE ALTE UMIDITÀ (> 80 %) L'EVAPORAZIONE È COMUNQUE LIMITATA E IL MOVIMENTO DELL'ARIA NON HA GRANDI EFFETTI RINFRESCANTI. L'EVAPORAZIONE PUÒ ESSERE INVECE NOTEVOLMENTE ACCELERATA ALLE MEDIE UMIDITÀ (40-50 %): SE L'ARIA È FERMA, LO STRATO PIÙ VICINO ALL'EPIDERMIDE SI SATURA VELOCEMENTE, IMPEDENDO UN'ULTERIORE EVAPORAZIONE, IL MOVIMENTO DELL'ARIA INVECE PUÒ ASSICURARE UN RICAMBIO E QUINDI UNA CONTINUA EVAPORAZIONE.*

_.L'UTILIZZO DEL MOVIMENTO DELL'ARIA PER IL RAFFRESCAMENTO PUÒ ESSERE LIMITATO DAI SUOI EFFETTI FASTIDIOSI, INFATTI, LE REAZIONI MEDIE SOGGETTIVE ALLE VARIE VELOCITÀ SONO DIFFERENTI.

__.LA VENTILAZIONE INFLUISCE ANCHE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA E QUINDI SULLA SALUTE DEGLI OCCUPANTI.

- ***UMIDITÀ RELATIVA*** *(UR, %): È IL RAPPORTO FRA LA QUANTITÀ DI ACQUA CONTENUTA IN UN KG D'ARIA SECCA AD UNA CERTA TEMPERATURA E LA QUANTITÀ MASSIMA DI ACQUA CHE POTREBBE ESSERE CONTENUTA ALLA STESSA TEMPERATURA DALLO STESSO KG D'ARIA.*

_.L'UMIDITÀ DELL'ATMOSFERA, SE NON È ESTREMAMENTE ALTA O BASSA, HA UN EFFETTO LIEVE SULLA SENSAZIONE DI BENESSERE.

_.ALLE TEMPERATURE DI BENESSERE NON C'È NECESSITÀ DI RAFFRESCAMENTO EVAPORATIVO MENTRE A TEMPERATURE PIÙ ALTE QUESTO DIVENTA IL MEZZO PIÙ IMPORTANTE DI DISSIPAZIONE DEL CALORE. L'ARIA SATURA (100 % DI UR) IMPEDISCE QUALSIASI RAFFRESCAMENTO DI TIPO EVAPORATIVO. QUANDO L'UR È MINORE DEL 20 % LE MEMBRANE MUCOSE SI SECCANO ED AUMENTANO LE POSSIBILITÀ DI INFEZIONE.

_.A BASSE TEMPERATURE L'ARIA MOLTO SECCA ACCRESCE LA SENSAZIONE DI FREDDO IN QUANTO L'UMIDITÀ CHE RAGGIUNGE LA SUPERFICIE DELL'EPIDERMIDE EVAPORANDO

PROVOCA UNA SPIACEVOLE SENSAZIONE DI FREDDO.

_.PER TEMPERATURE DELL'ARIA SUPERIORI AI 32°C CON UR OLTRE IL 70 % SI ACCENTUA LA SENSAZIONE DI CALDO IN QUANTO IL SUDORE PRODOTTO NON PUÒ EVAPORARE.

_.IN REGIME STAZIONARIO UN AUMENTO DI UR DEL 10 % HA LO STESSO EFFETTO DI UN AUMENTO DI TEMPERATURA DI 0,3 °C.

_.L'INFLUENZA DELL'UR AUMENTA SE CI SI SPOSTA FRA AMBIENTI CON DIVERSE QUANTITÀ DELLA STESSA (CIOÈ IN REGIME DINAMICO) AUMENTANDO L'INCIDENZA SULLA SENSAZIONE DI BENESSERE FINO A 2 O 3 VOLTE.

- ***ATTIVITÀ SVOLTA*** *(TASSO DI METABOLISMO): IL CORPO PRODUCE COSTANTEMENTE CALORE IN QUANTITÀ VARIABILE: "METABOLISMO" È IL TERMINE CHE DESCRIVE TALI PROCESSI BIOLOGICI. IL TASSO DI METABOLISMO È L'ENERGIA LIBERATA PER UNITÀ DI TEMPO DALLA TRASFORMAZIONE DEGLI ALIMENTI.*

_.LA QUANTITÀ RICHIESTA DAL CORPO DIPENDE DAL LIVELLO DI ATTIVITÀ. SI ESPRIME IN WATT/MQ DI SUPERFICIE CORPOREA (CIRCA 1,8 MQ) O IN "MET" (1 MET = TASSO METABOLICO DI UNA PERSONA IN RIPOSO = 58 W/MQ).

METABOLISMO ENERGETICO PER DIVERSE ATTIVITA' (UNI EN ISO 7730 – UNI EN ISO 8996)

Tipo di attività prevalente esercitata	MET
Distesi o sdraiati	0,8
Seduti, rilassati	1,0
Attività sedentarie (ufficio, abitazione, laboratorio, scuola)	1,2
In piedi, a riposo	1,2
In piedi, attività leggere (shopping, laboratorio, industria leggera)	1,6
In piedi, attività medie (commesso, lavori domestici, lavori alle macchine)	2,0
Attività pesante (lavoro pesante su macchinari, garage)	2,6
Camminare in piano alla velocità di 2 Km/h	1,9
Camminare in piano alla velocità di 3 Km/h	2,4
Camminare in piano alla velocità di 4 Km/h	2,8
Camminare in piano alla velocità di 5 Km/h	3,4

Nota*: 1 MET = 58,15 Watt/mq*

- ***ISOLAMENTO TERMICO DEL VESTIARIO*** *(CLO): IL VESTIARIO INFLUISCE SULLE PERDITE DI CALORE PER EVAPORAZIONE, SUGLI SCAMBI DI CALORE PER CONDUZIONE E IRRAGGIAMENTO. IL VESTIARIO È L'ISOLAMENTO TERMICO DELLE PERSONE E IL CAMBIO DEL VESTIARIO RAPPRESENTA IL PIÙ EFFICACE SISTEMA COSCIENTE DI CONTROLLO SULLE DISPERSIONI TERMICHE.*

L'ISOLAMENTO TERMICO DEL VESTIARIO È ESPRESSO IN "CLO" (1 CLO = TENUTA INVERNALE TIPICA DA INTERNO = 0,155 MQ K/W).

ISOLAMENTO TERMICO DEL VESTIARIO (UNI EN ISO 7730 – UNI EN ISO 9920)

Tipo di attività prevalente esercitata	CLO
Tipico abbigliamento tropicale: slip, pantaloncini, camicia a maniche corte, scarpe	0,30
Tipico abbigliamento leggero estivo	0,50
Slip, tuta, calzini, scarpe	0,70
Slip, camicia, tuta, calzini, scarpe	0,80
Slip, camicia, pantaloni, grembiule, calzini, scarpe	0,90
Biancheria intima a maniche e gambe corte, camicia, pantaloni, giacca, calzini, scarpe	1,00
Tipico abbigliamento invernale per ambienti chiusi	1,00
Biancheria intima a maniche e gambe lunghe, giacca termica, calzini, scarpe	1,20
Biancheria intima a maniche e gambe corte, camicia, pantaloni, giacca, giacca con imbottitura pesante e tuta, calzini, scarpe, berretto e guanti	1,40
Completo invernale tipico	1,50
Biancheria intima a maniche e gambe lunghe, camicia, pantaloni, giacca, giacca con imbottitura pesante e tuta, calzini, scarpe	2,00
Biancheria intima a maniche e gambe lunghe, giacca termica e pantaloni, parka, parka con imbottitura pesante, tuta con imbottitura pesante, calzini, scarpe, berretto e guanti	2,55

Nota*: 1 CLO = gradiente termico di 0,18 °C su un'area di 1 m^2 attraversata da un flusso termico di 1 Kcal/h*

METODOLOGIA DI VALUTAZIONE

*L'INDICE **PMV** (PREDICTED MEAN VOTE) È UNA FUNZIONE MATEMATICA DI 6 PARAMETRI CHE ESPRIME IL VALORE MEDIO DEI VOTI DI UN CAMPIONE SIGNIFICATIVO DI PERSONE SU UNA SCALA DI SENSAZIONI TERMICHE A 7 PUNTI CHE VARIA DA -3 A +3.*

_.LA SEGUENTE TABELLA 1 RIPORTA, IN FUNZIONE DEI VALORI DI PMV, I CORRISPONDENTI VALORI DI PPD (PERCENTUALE DI LAVORATORI INSODDISFATTI) ED IL CORRISPONDENTE GIUDIZIO TERMICO SULL'AMBIENTE DI LAVORO.

***TABELLA 1** – VALORI DI PMV, PPD E VALUTAZIONE AMBIENTE TERMICO.*

PMV	PPD (%)	VALUTAZIONE AMBIENTE TERMICO
+ 3	100	MOLTO CALDO
+ 2	75.5	CALDO
+ 1	26.5	TIEPIDO
+ 0.50	10	BENESSERE TERMICO
0	0	
- 0.50	10	
- 1	26.5	FRESCO
- 2	75.5	FREDDO
- 3	100	MOLTO FREDDO

*IL VALORE DI **PMV** VIENE CALCOLATO CON UNA EQUAZIONE COMPLESSA, IN FUNZIONE DEI SEGUENTI PARAMETRI:*

***TA:** TEMPERATURA DELL'ARIA IN °C*
***TR:** TEMPERATURA MEDIA RADIANTE IN °C*

_.LA UMIDITÀ RELATIVA UR (%) È LEGATA ALLA PRESSIONE PARZIALE DEL VAPOR D'ACQUA DALLA SEGUENTE RELAZIONE :

$$PA = UR \times 10 \times E^{(16{,}6536 - 4030{,}183/(TA+235))}$$

*LA **FIGURA 1** RAPPRESENTA IL GRAFICO RELATIVO ALLA EQUAZIONE GIÀ RIPORTATA IN PRECEDENZA:*

$$PPD = 100 - 95 \times EXP\,-(0{,}03353 \times PMV^4 + 0{,}2179 \times PMV^2)$$

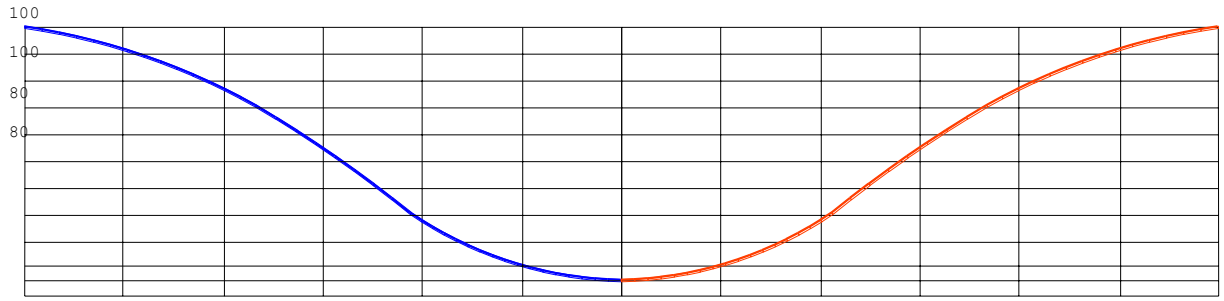


***FIGURA 1** – DIAGRAMMA **PPD** (PERCENTUALE PREVISTA DI INSODDISFATTI) IN FUNZIONE DEL **PMV** (VOTO MEDIO PREVISTO)*

*L'INDICE **PMV** (PREDICTED MEAN VOTE) È UNA FUNZIONE MATEMATICA DI 6 PARAMETRI CHE ESPRIME IL VALORE MEDIO DEI VOTI DI UN CAMPIONE SIGNIFICATIVO DI PERSONE SU UNA SCALA DI SENSAZIONI TERMICHE A 7 PUNTI CHE VARIA DA -3 A +3.*

*_.L'INDICE **PMV** DOVREBBE ESSERE USATO SOLO PER VALORI DI PMV COMPRESI TRA -2 E +2 IN FUNZIONE DEI SEI PARAMETRI PRINCIPALI.*
_Ta = TEMPERATURA DELL'ARIA (°C) _Tr = TEMPERATURA MEDIA RADIANTE (°C)
_Va = VELOCITA' DELL'ARIA (M/S) _Ur = UMIDITA' RELATIVA (§%)
_M = ATTIVITA' METABOLICA (MET) _ICL = ISOLAMENTO TERMICO VESTIARIO (CLO)

_.IL CALCOLO DEL **PMV** CONSENTE DI ATTRIBUIRE UN VOTO A QUALSIASI CONDIZIONE AMBIENTALE.
_.PER STABILIRE QUALE VOTAZIONE SIA CONSIDERATA SUFFICIENTE VIENE INTRODOTTA UN'ULTIMA GRANDEZZA: LA PERCENTUALE PREVISTA DI INSODDISFATTI (**PPD** – PREDICTED PERCENTAGE OF DISSATISFIED).
_.VIENE DEFINITO CONVENZIONALMENTE INSODDISFATTO UN SOGGETTO CHE DIA UNA VOTAZIONE ALL'AMBIENTE MAGGIORE O UGUALE A +2 O MINORE O EGUALE A -2, CORRISPONDENTI RISPETTIVAMENTE ALLE SENSAZIONI DI CALDO E DI FREDDO.
_.IL RESPONSO È DI CARATTERE STATISTICO, PER CUI ANCHE IN CONDIZIONI DI NEUTRALITÀ SI HA MEDIAMENTE UNA CERTA PERCENTUALE DI INSODDISFATTI O VERSO IL CALDO (2,5%) O VERSO IL FREDDO (2,5%).
(CIÒ SIGNIFICA CHE NELLE MIGLIORI CONDIZIONI IL 5% DEI SOGGETTI RISULTA INSODDISFATTO. TALE PERCENTUALE AUMENTA QUANDO CI SI ALLONTANI DA CONDIZIONI DI NEUTRALITÀ).

PER OGNI AMBIENTE VENGONO CALCOLATI :

- **PMV** (VOTO MEDIO PREVISTO)
- **PPD** (PERCENTUALE PREVISTA DI INSODDISFATTI)
- **TO** (TEMPERATURA OPERATIVA)

_.LA **VALUTAZIONE DEL MICROCLIMA AMBIENTALE** E DEL **CONFORT** DEI LAVORATORI AVVIENE MEDIANTE LA MISURAZIONE DI PARAMETRI AMBIENTALI ED INDIVIDUALI, MISURAZIONE SEGUITA DALL'ELABORAZIONE DI SPECIFICI **INDICI DI CONFORT** CHE PERMETTONO DI ESPRIMERE NUMERICAMENTE LE CONDIZIONI MICROCLIMATICHE DI UN AMBIENTE.

_.RICORDIAMO CHE IL **CONFORT TERMICO** VIENE DEFINITO DALLA AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE) COME "CONDIZIONE DI BENESSERE PSICOFISICO DELL'INDIVIDUO RISPETTO ALL'AMBIENTE IN CUI VIVE E OPERA" E LA VALUTAZIONE DI TALE BENESSERE PUÒ ESSERE QUANTIFICATA SPECIALMENTE ATTRAVERSO DUE INDICI:
-**PMV** (VOTO MEDIO PREVISTO): È IL VALORE MEDIO DEI VOTI PREVISTO IN UN CONSISTENTE GRUPPO DI PERSONE, SECONDO UNA SCALA DI SENSAZIONE TERMICA A 7 PUNTI (DA +3 (MOLTO CALDO) A -3 (MOLTO FREDDO) PASSANDO PER 0 (NÉ CALDO NÉ FREDDO);
-**PPD** (PERCENTUALE PREVISTA DI INSODDISFATTI): PERCENTUALE DI SOGGETTI TERMICAMENTE INSODDISFATTI IN UNO SPECIFICO AMBIENTE: È UN INDICE CALCOLATO A PARTIRE DAL VALORE DI PMV.
_.IL PMV È UN INDICE ADATTO ALLA VALUTAZIONE DI **AMBIENTI LAVORATIVI A MICROCLIMA MODERATO**, AD ESEMPIO UFFICI, LABORATORI DI RICERCA, SCUOLE, OSPEDALI, ... UNO STATO DI COMFORT TERMICO SI RAGGIUNGE PER VALORI DI **PMV COMPRESI TRA + 0,5 E - 0,5**, CUI CORRISPONDE UNA PERCENTUALE DI INSODDISFATTI DELLE CONDIZIONI TERMICHE (PPD) INFERIORE AL 10%.

_.DAL PUNTO DI VISTA TERMICO SI DISTINGUONO DIVERSE **TIPOLOGIE DI AMBIENTE:**
.."**AMBIENTI MODERATI**, IN CUI SI POSSONO RAGGIUNGERE CONDIZIONI DI COMFORT";
.."**AMBIENTI SEVERI** IN CUI TALI CONDIZIONI NON POSSONO ESSERE GARANTITE E PERTANTO CI SI DEVE PREOCCUPARE DI ASSICURARE LA SALUTE E LA SICUREZZA DEL LAVORATORE".
_.NEGLI **AMBIENTI MODERATI** IL LAVORATORE NON CORRE GENERALMENTE RISCHI PER LA SALUTE ED È POSSIBILE RAGGIUNGERE LA CONDIZIONE DI **BENESSERE TERMICO**, UNA SORTA DI "EQUILIBRIO TERMICO TRA SOGGETTO ED AMBIENTE OTTENUTA MEDIANTE UN'ATTIVAZIONE MINIMA DEI MECCANISMI DI TERMOREGOLAZIONE PER MANTENERE COSTANTE LA TEMPERATURA CORPOREA INTORNO AI 37°C".
..IN QUESTO CASO PER LA VALUTAZIONE GLI INDICI PIÙ UTILIZZATI SONO DESCRITTI NELLA UNI EN ISO 7730 E SONO, COME ABBIAMO VISTO, IL **PMV** (PREDICTED MEAN VOTE) E IL **PPD** (PREDICTED PERCENTAGE OF DISSATISFIED). SI DEVE INOLTRE TENER CONTO DEI DISCOMFORT LOCALI INDIVIDUATI DALLA STESSA UNI EN ISO 7730.

VALUTAZIONE MICROCLIMA
GRIGLIA DI RILIEVO DEI DATI MICROCLIMATICI

EDIFICIO: *PLESSO SCOLASTICO DELL'ISTITUTO COMPRENSIVO.*

LA 'VALUTAZIONE DEL MICROCLIMA' VIENE EFFETTUATA MEDIANTE IL CALCOLO DEL 'PMV' IN FUNZIONE DEI 6 PARAMETRI PRINCIPALI (V Ta U Tr M Icl).

_.L'AGGIONAMENTO DEI DATI VIENE AGGIORNATO ENTRO IL:

15 SETTEMBRE 2026

STRUMENTO RILEVATORE:

I DATI VENGONO EFFETTUATI TRAMITE 'CENTRALINA MICROCLIMATICA' REGOLARMENTE REVISIONATA

*LA **'CENTRALINA'** E' COSTITUITA DA:*

_SONDA DI TEMPERATURA GLOBOTERMOMETRICA SENSORE Pt100_GLOBO Φ =50 mm

_SONDA COMBINATA TEMPERATURA_UM.RELATIVA PER LA MISURA DI: .PMV E PPD.

_CAVO USB PER SCARICO DATI E CARICA BATTERIE [ALIMENTATORE 220V]

DATI RILEVATI:

_VELOCITA' DELL'ARIA
(V = [m/s])

(ANENOMETRO)

_TEMPERATURA DELL'ARIA
(Ta = [C])
_TEMPERATURA RADIANTE DELL'ARIA
(Ta = [C])

(TERMOMETRO)

_UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA
(Ur = [%])

(IGROMETRO)

DATI TABULATI:

_ISOLAMENTO TERMICO DEL VESTIARIO

(UNI EN ISO 7730 _ UNI EN ISO 9920)

***Icl** (ESTIVO)* **= ---** *[CLO]*

_METABOLISMO ENERGETICO PER LE DIVERSE ATTIVITA'

(UNI EN ISO 7730 _ UNI EN ISO 8996)

***M** (UFFICIO)* **= ---** *[MET]*

M = da 46 a 232 W/m² *(0,8 _ 4 MET)*
(1 MET = TASSO METABOLICO DI UNA PERSONA IN RIPOSO = 58 W/MQ)

Icl = da 0 a 0,310 m² C/W *(0 _ 2 CLO)*
(1 CLO = TENUTA INVERNALE TIPICA DA INTERNO = 0,155 MQ K/W)

Ta = da 10 a 30 C

Tr = da 10 a 40 C

V = da 0 a 1 m/s

Pa = da 0 a 2700 Pa *(30 _ 70 % UR).*
*(UMIDITÀ RELATIVA **UR** (%) È LEGATA A **Pa** PRESSIONE PARZIALE VAPOR D'ACQUA)*

BENESSERE TERMICO:

_P.M.V. F(V Ta U Tr M Icl)

_P.P.D. F(PMV)

IN FUNZIONE DEI DATI RILEVATI NELLE MISURAZIONI VIENE INDIVIDUATO IL 'LIVELLO DI CONFORT AMBIENTALE' E VIENE INDIVIDUATO

L'**INDICE DI RISCHIO**

P					
4	4	8	12	16	
3	3	6	9	12	
2	2	4	6	8	
1	1	2	3	4	
0	1	2	3	4	G

LA SUDDIVISIONE DEI RISCHI, GIÀ INDICATA GRAFICAMENTE NELLA TABELLA, PUÒ ESSERE COSÌ ESEMPLIFICATA:

	Indice	
Non applicabile	R = 0	PMV =0
Rischio Irrilevante	R = 1, 2, 3	0,00<PMV<=+0,50
Rischio Lieve	R = 4, 6	0,50<PMV<=1,00
Rischio Moderato	R = 8	1,00<PMV<=1,40
Rischio Medio	R = 9, 12	1,40<PMV<=2,40
Rischio Alto	R = 16	2,40<PMV<=3,00

IL DATORE DI LAVORO ADOTTA ACCORGIMENTI/ADEMPIMENTI PER OTTENERE IL 'CONFORT TERMICO' (PMV <= 0,50)

TABELLA 1

Valori di PMV - PPD e valutazione ambiente termico.

PMV	PPD (%)	VALUTAZIONE AMBIENTE TERMICO (LEGENDA)
+ 3	100	MOLTO CALDO
+ 2	75.5	CALDO
+ 1	26.5	TIEPIDO
+ 0.50	10	BENESSERE TERMICO
0	0	
- 0.50	10	
- 1	26.5	FRESCO
- 2	75.5	FREDDO
- 3	100	MOLTO FREDDO

All. A

Linee di indirizzo per la protezione dei lavoratori dal calore e dalla radiazione solare

Giugno 2025

Introduzione

L'aumento della temperatura ambiente media, previsto a causa dei cambiamenti climatici, può avere un impatto significativo sui luoghi di lavoro; infatti lavorare in condizioni di calore estremo comporta un aumentato rischio di patologie da calore, può accrescere il rischio di infortuni dovuti alla stanchezza e alla mancanza di concentrazione, può incidere sui livelli di produttività; temperature più elevate possono avere un impatto su alcuni materiali e attrezzature, o su sostanze chimiche presenti nell'ambiente di lavoro.
Tutti i lavoratori hanno diritto ad un ambiente di lavoro in cui i rischi per la salute e sicurezza siano adeguatamente controllati e il microclima e la radiazione solare rientrano fra questi.
Il datore di lavoro è tenuto alla gestione di questo rischio attraverso il consolidato processo che inizia con la valutazione dei rischi, passa per la individuazione delle misure di prevenzione e aspira al miglioramento continuo attraverso il controllo della efficacia, tenendo conto in particolare delle persone maggiormente suscettibili.
Con le presenti linee di indirizzo si intende dare una visione di insieme degli elementi che caratterizzano il percorso che porta alla realizzazione di condizioni di lavoro salubri e sicure, in relazione al rischio costituito dalle alte temperature e dalla radiazione solare.

Esse rappresentano una sintesi, realizzata dal Gruppo Interregionale Tematico "Agenti Fisici", dei vari documenti emanati dalle Regioni e Province Autonome per prevenire il rischio di stress da caldo e da *radiazione* solare, con l'obiettivo di fornire indicazioni utili ai datori di lavoro e a tutti gli operatori coinvolti nella prevenzione.

Rispetto al documento del Gruppo interregionale Tematico "Agenti Fisici", adottato dal Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro della Conferenza delle Regioni e delle Province autonome, le presenti linee di indirizzo riportano anche le indicazioni dedicate al rischio calore individuate nelle "Linee di indirizzo attività lavorative in cava in condizioni meteo avverse e calore intenso", approvate con Decreto dirigenziale n. 3525 del 21 febbraio 2025.

Contesto normativo

Ai sensi dell'art. 28 del D. Lgs. 81/08, il Datore di lavoro è obbligato alla valutazione di tut t i i rischi per la salute e la sicurezza, inclusi, pertanto, quelli dovut i all'esposizione a microclima e alla radiazione solare, in relazione ai quali esiste quindi l'obbligo (sanzionabile) della valutazione ed dell'identificazione delle misure preventive e protettive per minimizzare i rischi. L' analisi deve essere effettuata sia in relazione a quanto prescritto all'allegato IV, relativo ai requisiti degli ambienti di lavoro, che a quanto previsto all'art. 180 del titolo VIII, dove il microclima è citato come uno degli agenti di rischio fisico.

Poiché nel Titolo VIII non esiste un capo specificamente dedicato a microclima o alla radiazione solare, si applicano le disposizioni generali contenute negli articoli 181 - 186.

Strumenti di ausilio alla valutazione sono stati prodotti dalle Regioni e da enti e organismi nazionali (Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province Autonome, INAIL) e sono reperibili in rete, in particolare sul Portale Agenti Fisici e sul portale Worklimate [1, 2,3]

Sussiste inoltre l'obbligo, di cui all'art. 184, di provvedere affinché i lavoratori esposti a rischi derivanti da agenti fisici sul luogo di lavoro, e i loro rappresentanti, vengano informati e formati in relazione al risultato della valutazione dei rischi. Tale obbligo assume particolare rilevanza nel caso dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio ove una corretta informazione può condurre il lavoratore a formulare motivata richiesta di sorveglianza sanitaria, nei casi in cui non sia già attivata, come previsto dall'art. 41. A norma dell'art. 181, comma 2, la valutazione dei rischi derivanti da esposizioni ad agenti fisici è programmata ed effettuata, con cadenza almeno quadriennale, oltreché aggiornata in occasione di modifiche che potrebbero renderla non più valida, (ad esempio nel processo produttivo, nell'organizzazione del lavoro, ecc.).

Ambito di applicazione:
Le present i linee di indirizzo possono essere utilizzate in tut t i i settori, dove sia prevedibile il rischio dovuto ad esposizione a elevate temperature e esposizione alla radiazione solare. Si fa presente che il rischio da radiazione solare è presente solo negli ambienti outdoor, mentre il rischio da calore può essere presente anche negli ambienti indoor quando non siano opportunamente isolati e climatizzati e le condizioni termiche siano influenzate dalle condizioni meteoclimatiche esterne o presentino un layout non favorevole al raggiungimento di una situazione di comfort.
Si precisa comunque che negli ambienti non vincolati, cioè dove non sono presenti vincoli dovuti al processo produttivo che impediscono di raggiungere condizioni microclimatiche favorevoli, l'obiettivo dovrebbe sempre essere il comfort.

	
Ambiente outdoor	Esempio di ambiente indoor fortemente influenzato dalle condizioni meteoclimatiche esterne

Fattori favorenti il rischio da calore e radiazione solare:

Condizioni predisponenti a malattie da calore:

- Alta temperatura e umidità anche in assenza di esposizione al sole (compresi gli ambienti indoor non climatizzati e non ventilati)
- Basso consumo di liquidi
- Esposizione diretta al sole (senza ombra) o a temperature elevate

- Movimento d'aria limitato (assenza di aree ventilate)
- Attività fisica intensa
- Alimentazione non adeguata
- Insufficiente periodo di acclimatamento
- Uso di indumenti pesanti e dispositivi di protezione
- Condizioni individuali di suscettibilità al caldo

(vedi brochure informative su portale Worklimate)

Condizioni predisponent i agli effetti delle radiazioni solari:

- Esposizione alla radiazione solare diretta
- Presenza di grandi superfici riflettenti

Effetti sulla salute:

Le malattie da calore sono condizioni cliniche correlate all'esposizione al calore e comprendono:

1. **La DERMATITE DA SUDORE** è causata dalla eccessiva sudorazione e si manifesta con irritazione, prurito e comparsa di piccole vescicole e papule. L'eruzione cutanea può comparire sul collo, sulle ascelle, sulla parte superiore del torace, sull'inguine, sotto il seno e sulle pieghe del gomito.
   Cosa fare: Il miglior trattamento consiste nello spostarsi in un ambiente di lavoro più fresco e meno umido. L'area dell'eruzione cutanea deve essere mantenuta asciutta. E' sconsigliato l'utilizzo di unguenti o creme che potrebbero peggiorare la situazione.
2. **I CRAMPI DA CALORE** sono dolori muscolari causati dalla perdita di sali e liquidi corporei durante la sudorazione.
   Cosa fare: I lavoratori con crampi da calore dovrebbero reintegrare i sali minerali persi consumando integratori salini ed eventualmente essere reidratati con liquidi per via orale o con una soluzione isotonica per via endovenosa. È utile massaggiare i muscoli colpiti dal crampo per ridurre il dolore.
3. **SQUILIBRI IDROMINERALI**. Conseguenti a profuse perdite idriche, in genere dovute a sudorazione, in assenza di adeguato reintegro di acqua. Successivamente si instaura un deficit sodico dovuto ad inadeguato ripristino del sodio perso con il sudore. I sintomi e segni più comuni sono debolezza improvvisa, irritabilità, sonnolenza, sete intensa, pelle e mucose asciutte, calo della pressione arteriosa
   Cosa fare: Stimolare subito il lavoratore a bere in abbondanza. In caso di forte sudorazione, reintrodurre insieme ai liquidi anche i sali minerali persi con uno snack e/o integratori. Se i sintomi non migliorano contattare il medico competente e in caso di sintomi gravi allertare il 112/118
4. **L'ESAURIMENTO O STRESS DA CALORE** è caratterizzato da un esaurimento della capacità di adattamento (del cuore e del sistema termoregolatorio), specie in soggetti non acclimatati sottoposti a sforzi fisici intensi.
   I segni e sintomi di esaurimento da calore sono: **mal di testa, nausea, vertigini, debolezza, irritabilità, confusione, sete, forte sudorazione e una temperatura corporea superiore a 40° C**.
   Cosa fare: I lavoratori con esaurimento da calore devono essere spostati in un luogo fresco e, se non è presente nausea, incoraggiati a sorseggiare acqua fresca con sorsi brevi ma frequenti, ad alleggerire l'abbigliamento e a r**affreddare con acqua fredda** testa, collo, viso e arti.
   I lavoratori con segni o sintomi di esaurimento da calore dovrebbero essere portati all'osservazione del medico o al pronto soccorso per la valutazione e il trattamento

medico.
Se i sintomi peggiorano, deve essere allertato il 112/118. Qualcuno deve sempre rimanere con il lavoratore fino all'arrivo dei soccorsi.

5. Il **COLPO DI CALORE**, la condizione clinica più grave associata all'esposizione al calore.
   Si verifica quando il centro di termoregolazione dell'organismo è gravemente compromesso dall'esposizione al caldo e la temperatura corporea sale a livelli critici (superiori a 40°C).
   Si tratta di un'emergenza medica che può provocare danni agli organi interni e nei casi più gravi la morte.
   I segni e sintomi del colpo di calore comprendono: cute secca e ardente per blocco dei meccanismi centrali della termoregolazione e arresto della sudorazione, **alterazione dello stato mentale (es. delirio), iperventilazione, tachicardia, aritmie cardiache, rabdiomiolisi, malfunzionamento organi interni, perdita di coscienza, fino allo shock**.
   Cosa fare: Se un lavoratore mostra i segni di un possibile colpo di calore, è **necessario chiamare immediatamente il 112/118**. **Fino all'arrivo dei soccorsi è importante spostare il lavoratore in un'area fresca e ombreggiata e rimuovere quanti più indumenti possibile, bagnare il lavoratore con acqua fredda,** ad esempio passando asciugamani bagnati con acqua fredda su testa, collo e viso arti **e far circolare l'aria per accelerare il raffreddamento.**

Per le lavorazioni effettuate all'aperto, soprattutto, ma non solo, in estate, è necessario prevenire anche gli effetti dell'esposizione alla radiazione solare. Essi sono prevalentemente a carico della cute e degli occhi e possono essere con insorgenza sia a breve termine che a lungo termine.
Fra i più frequenti effetti a breve termine ricordiamo:

- **L'eritema solare** a carico della cute: indotto essenzialmente dalla componente UVB. Nelle forme gravi (ustioni solari) un eritema marcato può accompagnarsi a edema e flittene (ustioni gravi) nelle zone foto- esposte
- **fotocongiuntivite**, per interessamento della membrana congiuntivale esposta, o **fotocheratite** per il coinvolgimento della cornea

Sarebbe auspicabile integrare i presidi di primo soccorso con ausili idonei ad eseguire azioni di primo intervento in caso di insorgenza di disturbi correlati al caldo e/o alla radiazione solare previa consultazione con il medico competente che collabora con il datore di lavoro nella predisposizione delle misure di emergenza ai sensi dell'art. 45 del D. Lgs. 81/08 (a titolo puramente esemplicativo si potrebbero aggiungere integratori di sali minerali, mantellina esotermica, maggior numero di confezioni di ghiaccio). Gli addetti al primo soccorso devono essere adeguatamente formati sulle misure di emergenza da mettere in atto inerenti tali particolari fattori di rischio.

Sorveglianza sanitaria [4]
Ai sensi dell' art.185 del D. Lgs. 81/08, la sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti agli agenti fisici viene svolta secondo i principi generali di cui all'articolo 41, ed è effettuata dal medico competente nelle modalità e nei casi previsti ai rispettivi capi del Titolo VIII sulla base dei risultati della valutazione dei rischi effettuata dal datore di lavoro a cui lo stesso medico deve collaborare ai sensi dell'art. 25 del D. Lgs. 81/08. La sorveglianza sanitaria permetterà sia di formulare il giudizio di idoneità alla mansione specifica che di monitorare le condizioni di salute dei lavoratori. Particolare attenzione sarà posta dal medico competente ai soggetti particolarmente suscettibili (assunzione di farmaci e condizioni mediche particolari).

Analisi preliminare alla valutazione del rischio

Negli ambienti indoor occorre prima di tutto verificare se siano presenti vincoli legati al ciclo produttivo che impediscano il raggiungimento del comfort termico; in caso di assenza di tali vincoli, l'obiettivo deve essere il comfort termico (ad esempio uffici, aule, attività commerciali); in particolare vista la maggiore probabilità di presenza in tali ambienti di soggetti particolarmente sensibili, i requisiti dovrebbero essere quelli degli edifici di categoria A secondo la norma EN 16768-2, che implicano condizioni molto prossime alla neutralità termica [5]

Al contrario, qualsiasi ambiente all'aperto è vincolato perché direttamente legato alle condizioni climatiche, ed è quindi a rischio stress da caldo.

Al fine di individuare in via preliminare la presenza/assenza di criticità relative al microclima in una attività lavorativa, a prescindere dalla tipologia di attività e dal fatto che essa sia effettuata all'aperto o al chiuso, può essere usata la seguente lista di controllo già presente nel documento delle Indicazioni Operative redatto dal Coordinamento Tecnico delle Regioni [2]:

Fattore	Descrizione	SI
Temperatura aria	Ambienti chiusi: La temperatura dell'aria è mai superiore a 28 °C o inferiore a 12 °C?	
	La temperatura dell'aria è soggetta a escursioni termiche nell'arco della giornata lavorativa?	
	La temperatura dell'aria è soggetta a forti cambiamenti in relazione alle condizioni meteorologiche esterne?	
Temperatura radiante	Sono presenti sorgenti calde nell'ambiente legate al ciclo produttivo?	
	Sono presenti vetrate, coperture etc. che inducono disagio termico nell'ambiente in relazione alle condizioni meteo esterne?	
Umidità	Ci sono macchinari /attrezzature che producono vapore?	
	L'umidità dell'ambiente di lavoro è influenzata dalle condizioni esterne? Sono evidenti macchie di umidità/ muffa?	
	L'aria è percepita come troppo secca? (umidità relativa è mai inferiore al 30%)?	
Flussi d'aria	Nell'ambiente di lavoro sono riscontrabili flussi d'aria calda o fredda ?	
	I lavoratori lamentano spifferi/ correnti d'aria fastidiose?	
Dispendio metabolico (sforzo fisico)	Il lavoro svolto richiede mai sforzo fisico in condizioni di caldo?	
	I lavoratori svolgono lavoro sedentario in condizioni di freddo?	
DPI e Indumenti di lavoro	Il lavoro richiede l'impiego di DPI per proteggersi da agenti chimici, fisici e biologici, maschere, tute speciali, guanti, caschi etc.)	
	I lavoratori usano DPI impermeabili al vapore?	
	E' necessario indossare indumenti di lavoro non modificabili in relazione alle condizioni meteo?	
	E' necessario indossare protezioni delle vie respiratorie?	

Qualora la lista di riscontro presenti almeno un "SI" andrà condotta una valutazione specifica finalizzata alla riduzione ed al controllo delle criticità evidenziate, ed all'attuazione delle misure di tutela conseguenti. Si ribadisce che se la presenza del rischio non è determinata da una specifica esigenza produttiva il Datore di Lavoro, ai sensi dei punti 1.9.2: Temperatura dei locali ed 1.9.3:

Umidità, dell'All. IV del D. Lgs. 81/08, deve come prima azione riportare le condizioni di comfort termico nell'ambiente di lavoro (climatizzazione, isolamento dell'ambiente).

Strumenti di ausilio alla valutazione del rischio

Gli strumenti di supporto alla valutazione del rischio di tipo previsionale possono essere:

- l'indice HI (L'indice di calore, o Heat Index), è normalmente utilizzato per comunicare alla popolazione condizioni in cui è necessario adottare misure di prevenzione perché di più facile applicazione, maggiormente cautelativo, tenuto conto che la popolazione comprende anche soggetti in età non lavorativa, molto giovani o molto anziani e soggetti con varie fragilità. Tiene conto solo dei parametri temperatura e umidità relativa dell'aria e viene normalmente riportato anche dai siti che diffondono le previsioni del tempo. Tale indice non tiene conto di fattori quali l'intensità dell'attività svolta, l'abbigliamento indossato (e presenza di DPI), pertanto la valutazione del rischio andrà svolta con indici che tengano conto di maggiori fattori.
- il portale Worklimate ospita una piattaforma previsionale di allerta a 3 giorni, per un primo screening dei rischi legati allo stress da caldo dei lavoratori sul territorio nazionale. La valutazione è effettuata stimando l'Indice WBGT (vedi paragrafo seguente). Le ipotesi di calcolo sono fornite per un lavoratore sano (in assenza di condizioni individuali di suscettibilità termiche), non acclimatato al caldo e che non indossa dispositivi di protezione individuale o che comunque indossa un abbigliamento che non determina un ulteriore aumento del rischio. Le previsioni sono personalizzate sulla base di diversi scenari espositivi outdoor (ombra/sole/attività fisica intensa/attività fisica moderata). [6]

Tali strumenti sono prevalentemente utilizzabili per gli ambienti outdoor ma possono essere utili per tutti quegli ambienti che risentono delle condizioni meteo esterne.

Le valutazioni del rischio di esposizione al caldo o a radiazione solare possono essere effettuate a partire dai parametri fisici direttamente misurati nel luogo di lavoro o dati storici e che quindi sono utilizzati da specialisti e richiedono una specifica preparazione e la disponibilità di strumenti di misura sofisticati. In questo caso le metodologie più utilizzate sono l'Indice WBGT ed il metodo PHS (vedi ad esempio calcolatori sul Portale Agenti Fisici [7]).

Indici per la valutazione del rischio

Gli indici e le metodiche che abbiamo oggi a disposizione e che sono riconosciuti dagli standard internazionali, per effettuare una valutazione degli ambienti caldi sono due: l'indice WBGT (descritto nella UNI EN ISO 7243) ed il metodo PHS (affrontato nella UNI EN ISO 7933).

La metodica che utilizza l'Indice WBGT, tiene conto, oltre ai parametri fisici ambientali, anche del vestiario e dell'impegno metabolico. L'indice WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) nasce nella metà del secolo scorso ad uso militare, è di facile calcolo a partire dai dati di temperatura e velocità dell'aria, temperatura radiante, umidità ed isolamento del vestiario, il risultato deve essere confrontato con i valori limite stabiliti sulla base del dispendio metabolico e dello stato di acclimatamento del lavoratore.

L'indice WBGT è sicuramente di facile applicazione ma permette di fare una valutazione dello stress termico grossolana, di primo screening. La metodica da preferire per una valutazione più accurata

di un ambiente caldo è rappresentata dal metodo PHS, che restituisce gli andamenti nel tempo della stima della temperatura rettale e della quantità di liquidi persi nel corso delle otto ore lavorative e, se necessario, la durata massima di esposizione [7]. Si tratta di un algoritmo iterativo che può essere applicato solo quando i parametri fondamentali sono compresi negli intervalli riportati nella tabella

Parameters	Units	Minimum	Maximum
t_a	°C	15	50
p_a	kPa	0,5	4,5
$t_r - t_a$	°C	0	60
v_a	ms^{-1}	0	3
M	$W \cdot m^{-2}$	56	250
I_{cl}	clo	0,1	1,0

L'ultimo aggiornamento dello standard UNI EN ISO 7933 di ottobre 2023 evidenzia che il metodo non è stato ampiamente validato per condizioni non costanti (sia riguardo i parametri ambientali che per il metabolismo e l'isolamento termico dell'abbigliamento)

Per prevenire il rischio da esposizione a radiazione solare sono presenti nella sezione "Radiazioni ottiche naturali" del Portale Agenti Fisici sia un calcolatore previsionale basato su dati storici, che un calcolatore basato sui dati metereologici giornalieri e sulle differenti condizioni espositive.

Raccomandazioni per prevenire gli effetti del calore e della radiazione solare [8, 9,10**]**

- Organizzazione del lavoro: limitare o evitare il lavoro nelle ore più calde della giornata, soprattutto per i lavoratori outdoor qualora, nonostante l'adozione di specifiche misure di prevenzione, lo stress da calore comporti rischi rilevanti per la salute del lavoratore; limitazione dei tempi di esposizione mediante rotazione del personale. Si fa presente che l'individuazione delle ore più a rischio della giornata deve essere effettuata valutando gli indici riconosciuti dalla normativa internazionale (WBGT, PHS) avvalendosi anche degli strumenti presenti sul Portale Agenti Fisici e sul portale Worklimate;
- Acclimatamento: deve essere sempre preso in considerazione nel definire specifiche procedure aziendali, sia per i nuovi assunti che a seguito di interruzioni dell'attività lavorativa
- Favorire l'acclimatamento quando esiste uno sbalzo termico fra ambienti diversi, ad esempio utilizzando ambienti di passaggio con condizioni termiche intermedie [11]
- Vestiario idoneo, comodo, di fibre naturali e con colori chiari
- Corrette Idratazione ed alimentazione sia durante l'attività lavorativa che in previsione di condizioni termiche complesse, tenendo anche conto di eventuali esigenze religiose
- Disponibilità di acqua fresca sul posto di lavoro, con la raccomandazione che i lavoratori facciano la massima attenzione al loro stato di idratazione
- Informazione e formazione ai lavoratori sugli effetti sulla salute dello stress da caldo e dell'esposizione alla radiazione solare, sulle misure di tutela dei rischi specifici e sull'attuazione delle procedure di emergenza, da effettuarsi in una lingua che i lavoratori comprendono
- Qualora il processo di valutazione del rischio evidenzi un'esposizione ai rischi microclima caldo o esposizione solare, deve essere predisposta la sorveglianza sanitaria per verificare la presenza di fattori di rischio, costituzionali o acquisiti.
- Prevedere pause da effettuarsi in luoghi confortevoli

- Designare una persona che sovraintenda al piano di sorveglianza per la prevenzione degli effetti del caldo e della radiazione solare
- Evitare di lavorare in solitario

Particolare attenzione deve essere posta dal Datore di Lavoro durante i periodi in cui è previsto un "rischio alto" per gli effetti del calore o della radiazione solare. Al fine di garantire le condizioni di salute e sicurezza del personale, il Datore di Lavoro, con il supporto di personale qualificato, dovrà verificare che nella specifica situazione di lavoro sia possibile prevenire le condizioni di stress termico o esposizione solare mettendo in atto specifiche misure di prevenzione e protezione, per esempio con utilizzo di schermi, coperture, lavorazioni al chiuso, gestione degli orari di lavoro.

In caso di lavorazioni in appalto è necessario provvedere all'integrazione del DUVRI con indicazioni specifiche al fine di coordinare le azioni di prevenzione da mettere in atto.

Sono riportate di seguito specifiche schede di autovalutazione che possono essere di supporto al datore di lavoro nell'attività di valutazione dei rischi suddetti.

REGIONE TOSCANA

Ordinanza del presidente della Giunta Regionale N° **2** del **28 maggio 2026**

Oggetto:
Ordinanza contingibile ed urgente per motivi di igiene e sanità pubblica: attività lavorativa nel settore agricolo e florovivaistico, nei cantieri edili all'aperto e nelle cave in condizioni di esposizione prolungata al sole

Dipartimento Proponente: DIREZIONE SANITA', WELFARE E COESIONE SOCIALE

Struttura Proponente: **DIREZIONE SANITA', WELFARE E COESIONE SOCIALE**

Pubblicità / Pubblicazione: **Atto pubblicato su BURT e Banca Dati (PBURT/PBD)**

ALLEGATI N°0

IL PRESIDENTE DELLA GIUNTA REGIONALE

VISTO lo Statuto della Regione Toscana ed in particolare l'art.4 comma 1 lettera a);

VISTO l'art. 32 della Legge 23 dicembre 1978, n. 833 recante "Istituzione del servizio sanitario nazionale" e, in particolare, l'art. 32 che dispone "il Ministro della sanità può emettere ordinanze di carattere contingibile e urgente, in materia di igiene e sanità pubblica e di polizia veterinaria, con efficacia estesa all'intero territorio nazionale o a parte di esso comprendente più regioni", nonché "nelle medesime materie sono emesse dal presidente della giunta regionale e dal sindaco ordinanze di carattere contingibile e urgente, con efficacia estesa rispettivamente alla regione o a parte del suo territorio comprendente più comuni e al territorio comunale";

VISTO l'articolo 117 comma 1, del d.lgs. 31 marzo 1998, n. 112;

VISTO l'art. 650 del codice penale;

VISTO il d.lgs. n. 81/2008 e ss.mm.ii.;

CONSIDERATO che l'innalzamento delle temperature tipico della presente stagione renderà rischioso lo svolgimento dell'attività lavorativa, soprattutto nei settori per i quali il lavoro viene svolto prevalentemente in ambiente esterno, con esposizione diretta alla radiazione solare;

CONSIDERATE le "Linee di indirizzo per la protezione dei lavoratori dal calore e dalla radiazione solare", approvate con Delibera di Giunta Regionale n. 806 del 16/06/2025, che prevedono, nell'ambito delle varie raccomandazioni per prevenire gli effetti del calore e della radiazione solare, misure relative all'organizzazione del lavoro, quali limitare o evitare il lavoro nelle ore più calde della giornata, soprattutto per i lavoratori all'aperto qualora, nonostante l'adozione di specifiche misure di prevenzione, lo stress da calore comporti rischi rilevanti per la salute del lavoratore;

RITENUTO che l'applicazione delle suddette linee di indirizzo in tutte le lavorazioni all'aperto e nelle lavorazioni che avvengono in ambienti chiusi non climatizzati, ove le condizioni termiche siano influenzate dalle condizioni meteoclimatiche esterne, garantisca un'adeguata tutela della salute e sicurezza dei lavoratori;

CONSIDERATO che l'elevata temperatura dell'aria, l'umidità e la prolungata esposizione al sole, rappresentano un pericolo per la salute dei lavoratori esposti per lunghi periodi di tempo alle radiazioni solari, a rischio, quindi, di stress termico e colpi di calore con esiti anche letali;

CONSIDERATO altresì che l'INAIL nell'ambito del progetto Worklimate (Inail-CNR), ha reso disponibile in tempo reale sul sito web www.worklimate.it le mappe nazionali di previsione del rischio di esposizione occupazionale al caldo, proprio al fine di contenere il rischio al quale sono esposti i lavoratori;

RITENUTA la necessità, per tutte le aree o zone del territorio di Regione Toscana interessate dallo svolgimento di attività lavorativa nei settori agricolo e florovivaistico, nei cantieri edili all'aperto e nelle cave, in condizioni di esposizione prolungata al sole, di emanare un provvedimento a tutela della salute e igiene pubblica finalizzato a ridurre l'impatto dello stress termico ambientale sulla salute e, quindi, i rischi cui è esposto il relativo personale, evitando così conseguenze gravemente pregiudizievoli;

RITENUTA quindi la necessità, per tutte le aree o zone del territorio toscano interessate dallo svolgimento di attività lavorativa agricolo e florovivaistico, nonché nei cantieri edili all'aperto e nelle cave, con esposizione prolungata al sole, di disporre, fino al 31 agosto 2026, il divieto lavorativo tra le ore 12:30 e le ore 16:00, limitatamente ai soli giorni in cui la mappa del rischio indicata sul sito internet www.worklimate.it/scelta-mappa/sole-attivita-fisica-alta/ riferita a: "lavoratori esposti al sole" con "attività fisica intensa" ore 12:00 segnali un livello di rischio "ALTO";

DATO ATTO che sussistono le condizioni e i presupposti di cui all'art.32 della legge 23 dicembre 1978, n. 833, per l'adozione di Ordinanza in materia di igiene sanità pubblica;

ORDINA

per i motivi di ordine sanitario rappresentati in premessa:

è vietato il lavoro in condizioni di esposizione prolungata al sole, dalle ore 12:30 alle ore 16:00, con efficacia immediata e fino al 31 agosto 2026, sull'intero territorio regionale nelle aree o zone interessate dallo svolgimento di attività lavorativa nel settore agricolo e florovivaistico, nonché nei cantieri edili all'aperto e nelle cave, qualora, nonostante l'adozione di specifiche misure di prevenzione, come previste dalle "Linee di indirizzo per la protezione dei lavoratori dal calore e dalla radiazione solare", approvate con Delibera di Giunta Regionale n. 806 del 16/06/2025, lo stress da calore comporti rischi rilevanti per la salute del lavoratore, limitatamente ai soli giorni in cui la mappa del rischio indicata sul sito www.worklimate.it/scelta-mappa/sole-attivita-fisica-alta/ riferita a: "lavoratori esposti al sole" con "attività fisica intensa" ore 12:00, segnali un livello di rischio "ALTO";

il divieto di cui al precedente punto non trova applicazione per le Pubbliche Amministrazioni, per i concessionari di pubblico servizio, per i loro appaltatori, quando trattasi di interventi di pubblica utilità, di protezione civile o di salvaguardia della pubblica incolumità, purché siano applicate idonee misure organizzative ed operative, come previsto dalle "Linee di indirizzo per la protezione dei lavoratori dal calore e dalla radiazione solare", approvate con Delibera di Giunta Regionale n. 806 del 16/06/2025;

in tutte le lavorazioni all'aperto e nelle lavorazioni che avvengono in ambienti chiusi non climatizzati, ove le condizioni termiche siano influenzate dalle condizioni meteoclimatiche esterne, è raccomandato il rispetto delle "Linee di indirizzo per la protezione dei lavoratori dal calore e dalla radiazione solare", approvate con Delibera di Giunta Regionale n. 806 del 16/06/2025;

la mancata osservanza degli obblighi di cui alla presente Ordinanza, comporterà le conseguenze sanzionatorie come per legge (art. 650 c.p. se il fatto non costituisce più grave reato).

La presente Ordinanza è pubblicata sul BURT e sul sito istituzionale della Giunta della Regione Toscana e viene trasmessa, per gli adempimenti di legge, ai Prefetti e a tutti Sindaci dei comuni toscani, alle Aziende Sanitarie Provinciali della Regione Toscana, ai rappresentanti delle Organizzazioni Sindacali e dei datori di lavoro e alle Associazioni nazionali di categoria;

Avverso la presente Ordinanza è ammesso ricorso giurisdizionale innanzi al Tribunale Amministrativo Regionale nel termine di sessanta giorni dalla pubblicazione, ovvero ricorso straordinario al Capo dello Stato entro il termine di giorni centoventi.

Il Presidente