

PARTE 1 - INTRODUZIONE

1.1 SCOPO

Scopo del presente documento è quello di definire la classe di rischio derivante dalla esposizione ad ambienti severi caldi per tutte le mansioni lavorative, dell'azienda XXX e permettere così al Datore di Lavoro, se necessario, l'implementazione di eventuali misure tecniche, organizzative e procedurali per la riduzione dell'esposizione dei lavoratori.

Il D.Lgs. 81/08, all'articolo 180 del Titolo VIII "Agenti fisici", ha inserito il microclima (e implicitamente il macroclima) tra gli agenti fisici per i quali viene resa obbligatoria la valutazione del rischio ai sensi dell'articolo 181 del medesimo Decreto. Tale articolo specifica che valutazione deve essere *"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"*.

Nell'ambito delle attività lavorative dell'azienda XXX molte mansioni possono essere esposte a rischio da ambienti severi caldi, in quanto esse nel periodo estivo operano all'aperto a elevate temperature fino o oltre i 40 °C.

La presente valutazione è pertanto specifica per tale tipo di rischio.

1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

L'articolo 28, comma 1 del D.Lgs. 81/08 definisce gli obblighi per il datore di lavoro di indicare in ogni documento di valutazione dei rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori, i criteri adottati nella valutazione.

Nella stesura della valutazione dei rischi da ambienti severi caldi si è tenuto conto delle indicazioni riportate nei seguenti documenti legislativi, normativi e tecnici:

- Decreto Legislativo 9 aprile 2008 n.81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" e s.m.i., Titolo VIII capo I del D.Lgs. 81/08,
- Documento "Indicazioni operative per la prevenzione del rischio da Agenti Fisici ai sensi del Decreto Legislativo 81/08 Indicazioni operative per la prevenzione del rischio da Agenti Fisici - Parte 3: Microclima" redatto dal Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome, Revisione 01 del 21/07/21,
- "Portale Agenti Fisici - PAF" (<https://www.portaleagentifisici.it/>) gestito in collaborazione tra INAIL Regione Toscana e il relativo documento "Servizio Sanitario della regione Toscana, Servizio Sanitario Regionale della Regione Emilia Romagna - Indicazioni operative per la prevenzione del rischio da Agenti Fisici ai sensi del Decreto Legislativo 81/08"
https://www.portaleagentifisici.it/fo_microclima_index.php?lg=IT,
- Norma EN ISO 7726:2001 "Ergonomics of the thermal environment - Instruments for measuring physical quantities",
- Norma EN ISO 8996:2021 "Ergonomics of the thermal environment - Determination of metabolic rate",
- Norma EN ISO 9920:2009 "Ergonomics of the thermal environment - Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble",

- Norma EN ISO 9886:2004 "Ergonomics - Evaluation of thermal strain by physiological measurements",
- Norma EN ISO 10551:2019 "Ergonomics of the physical environment - Subjective judgement scales for assessing physical environments",
- Norma EN ISO 11399:2002 "Ergonomics of the thermal environment - Principles and application of relevant International Standards",
- Norma EN ISO 12894:2001 "Ergonomics of the thermal environment - Medical supervision of individuals exposed to extreme hot or cold environments" EN ISO 13731:2001 "Ergonomics of the thermal environment - Vocabulary and symbols",
- Norma EN ISO 15265:2004 "Ergonomics of the thermal environment - Risk assessment strategy for the prevention of stress or discomfort in thermal working conditions",
- Norma EN ISO 28803:2012 "Ergonomics of the physical environment - Application of international standards to people with special requirements",
- Norma EN ISO 7933:2004 "Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain",
- Norma EN ISO 13732-1:2008 "Ergonomics of the thermal environment - Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces - Part 1: Hot surfaces",
- Norma ISO/TS 14505-1: 2007 "Ergonomics of the thermal environment — Evaluation of thermal environments in vehicles - Part 1: Principles and methods for assessment of thermal stress",
- Norma EN ISO 14505-2:2006 "Ergonomics of the thermal environment - Evaluation of thermal environments in vehicles - Part 2: Determination of equivalent temperature",
- Norma EN ISO 14505-3:2006 "Ergonomics of the thermal environment - Evaluation of the thermal environment in vehicles - Part 3: Evaluation of thermal comfort using human subjects",
- Norma EN ISO 28803:2012 "Ergonomics of the physical environment - Application of international standards to people with special requirements".

PARTE 2 - GENERALITÀ SUL RISCHIO CLIMATICO

2.1 CLIMATOLOGIA

Con il termine climatologia si intende il complesso di parametri ambientali che caratterizzano l'ambiente in cui l'individuo vive e lavora e che congiuntamente a parametri individuali quali l'attività metabolica correlata al compito lavorativo, la resistenza termica del vestiario determinata dalle caratteristiche dell'abbigliamento indossato, condizionano gli scambi termici tra soggetto e ambiente circostante. L'approccio al problema, la metodologia d'indagine e le relative norme di riferimento, dipendono dalla tipologia di ambiente termico in questione.

La climatologia si divide, in funzione dell'area di indagine, in:

- macroclima che è la climatologia che studia l'effetto risultante dalla combinazione dei vari fattori meteorologici (temperatura, umidità relativa, velocità delle correnti di aria) che caratterizzano una regione in un lungo periodo;
- microclima che è la climatologia che studia l'effetto risultante dalla combinazione dei vari fattori meteorologici (temperatura, umidità relativa, velocità delle correnti di aria) che caratterizzano una piccola area del territorio per tempi relativamente brevi.

In funzione dei luoghi di lavoro in cui avviene la maggior parte delle attività lavorative degli operatori, per i luoghi di lavoro all'aperto si dovrà analizzare il macroclima, mentre per luoghi di lavoro all'interno di ambienti chiusi o prevalentemente chiusi si dovrà analizzare il microclima.

In qualche caso, per attività lavorative che vengono svolte, per tempi significativi, all'aperto e al chiuso, si dovranno analizzare entrambi i parametri.

2.2 AMBIENTI MODERATI E AMBIENTI SEVERI

Per gli ambienti moderati l'obiettivo da perseguire è il raggiungimento di una condizione di comfort, non essendo presente in genere, in questa tipologia di ambienti, un vincolo dettato da esigenze produttive legate o al clima esterno tali da impedire un intervento di carattere tecnico, organizzativo o procedurale che possa rendere l'ambiente termico confortevole ai fini dell'espletamento delle attività ivi svolte.

Esempi di ambienti moderati sono:

- uffici;
- industrie manifatturiere, senza presenza di fonti di calore severi;
- industrie del terziario;
- industrie della logistica;
- punti vendita grande distribuzione organizzata;
- ospedali;
- scuole;
- impianti sportivi;
- ecc.

Esempi di ambienti severi sono:

- industrie manifatturiere, senza presenza di fonti di calore severi;
- acciaierie;
- produzione di mattoni o ceramica;
- presenza di celle frigorifere;
- lavori all'aperto (agricoltura, edilizia, attività portuali).

Ambienti moderati e ambienti severi caldi o freddi possono coesistere all'interno della medesima azienda (ad esempio supermercati, i cui reparti di vendita costituiscono ambienti moderati, mentre le celle frigorifere costituiscono un ambiente severo fred-

do, oppure acciaierie dove i reparti di lavorazione a freddo costituiscono ambienti moderati, mentre i reparti di fonderia e di laminazione a caldo costituiscono ambienti severi caldi.

2.3 METODOLOGIE DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO

In tale paragrafo si illustrano, in linea di massima, le metodologie per ambienti moderati, per ambienti severi freddi e per valori severi caldi.

Nel capitolo XXX si definiranno in dettaglio le metodologie applicabili agli ambienti di lavoro dell'azienda XXX.

In generale per i criteri da adottare per la valutazione del rischio legata a parametri climatici, rientrando tale rischio tra quelli indicati nell'articolo 180, comma 1 del D.Lgs.81/08, si è adottato come riferimento il "Portale Agenti Fisici - PAF" <https://www.portaleagentifisici.it/> gestito in collaborazione tra INAIL Regione Toscana e il relativo documento "Servizio Sanitario della regione Toscana, Servizio Sanitario Regionale della Regione Emilia Romagna - Indicazioni operative per la prevenzione del rischio da Agenti Fisici ai sensi del Decreto Legislativo 81/08".

2.3.1 Valutazione del rischio per ambienti moderati

Per gli ambienti moderati il metodo numerico/strumentale più efficace e il più utilizzato è quello definito dalla norma UNI EN ISO 7730:2006.

Tale norma prevede la misurazione dei seguenti parametri climatici, per periodi di tempo significativi (almeno 60 min) e in vari punti dei luoghi di lavoro, mediante specifica strumentazione:

- attività metabolica;
- isolamento termico;
- temperatura ambiente;
- temperatura media radiante
- velocità relativa dell'aria;
- pressione parziali di vapore.

In funzione di tali parametri l'algoritmo di calcolo, definito dalla norma di cui sopra, determina il valore dei due indici:

- PMV "Predicted Mean Vote (PMV)": Parametro medio previsto;
- PPD "Predicted Percentage of Dissatisfied": Percentuale prevista di insoddisfatti.

Tenendo conto della sensibilità personale, il PPD fornisce la percentuale di lavoratori insoddisfatti relativamente al medesimo fattore microclimatico.

Occorre osservare che tali indici di valutazione si applicano solo in determinati intervalli, relativamente ai parametri sopra descritti.

Pertanto, se qualora uno solo di tali parametri non ricada in tale intervallo gli indici PMV e PPD non sono più indicatori efficaci di comfort termico, in quanto in questi casi il sistema di termoregolazione del soggetto è già in una condizione di sollecitazione significativa nel tentativo di mantenere la temperatura centrale nei limiti fisiologici.

A tale proposito La UNI EN ISO 7730:2005 raccomanda di utilizzare gli indici PMV e PPD solo quando tutti i principali 6 parametri necessari per la sua valutazione, assumono valori compresi negli intervalli individuati nella tabella X.X, tratta da EN ISO 7730:2005).

PARAMETRO	INTERVALLO
attività metabolica	46 W/m ² ÷ 232 W/m ²
isolamento termico	0 m ² *K/W ÷ 0,31 m ² *K/W
temperatura ambiente	10 °C ÷ 30 °C
temperatura media radiante	10 °C ÷ 40 °C
velocità relativa dell'aria	0 m/s ÷ 1 m/s
pressione parziali di vapore	0 Pa ÷ 2.700 Pa

Tabella 2.1 – Limiti di applicabilità per la valutazione del PMV e PPD

Qualora uno solo di tali parametri non ricada in tale intervallo gli indici PMV e PPD non sono più indicatori efficaci di comfort termico, in quanto in questi casi il sistema di termoregolazione del soggetto è già in una condizione di sollecitazione significativa nel tentativo di mantenere la temperatura centrale nei limiti fisiologici. Pertanto, al di fuori di tali intervalli di applicabilità i criteri dettati dallo standard 7730:2005 basati sulla valutazione di PMV e PPD perdono di validità e vanno utilizzate altre metodiche di valutazione.

2.3.2 Valutazione del rischio per ambienti severi freddi

La valutazione del raffreddamento globale è basata sulla quantificazione dell'indice IREQ e dell'eventuale tempo massimo di esposizione Dlim.

Il IREQ ("Insulation Required") è l'isolamento termico del vestiario risultante richiesto nelle condizioni termiche in esame per mantenere il corpo in equilibrio termico per livelli accettabili di temperatura interna del corpo e di temperatura della pelle.

L'equilibrio termico può essere raggiunto a diversi livelli di attivazione del sistema di termoregolazione.

L'indice IREQ definito dalla norma viene ricavato mediante specifici algoritmi, ottenendo due valori distinti:

- IREQ_{min}: isolamento termico minimo richiesto per mantenere il corpo in equilibrio termico per livelli subnormali di temperatura corporea media interna
- IREQ_{neutral}: isolamento termico richiesto per garantire l'equilibrio termico.

La procedura è articolata nelle seguenti fasi:

- valutazione dell'isolamento termico risultante I_{cl,R} (UNI EN ISO 9920:2009 "Ergonomia dell'ambiente termico - Valutazione dell'isolamento termico e della resistenza evaporativa dell'abbigliamento");
- calcolo di IREQ_{neutral};
- confronto tra I_{cl,R} e IREQ_{min}/IREQ_{neutral};

Si possono verificare i tre casi riportati nella tabella 2.2

Condizione	Interpretazione
I _{cl,R} < IREQ _{min}	Isolamento termico insufficiente
IREQ _{min} < I _{cl,R} < IREQ _{neutral}	Isolamento termico sufficiente
I _{cl,R} > IREQ _{neutral}	Isolamento termico eccessivo

Tabella 2.2 – Definizione del rischio per ambienti freddi

Nel caso di $I_{cl,R}$ minore di I_{REQmin} è necessario calcolare anche la durata limite di esposizione (D_{lim}) per prevenire il progressivo raffreddamento del corpo e del periodo di recupero (D_{rec}) necessario per ristabilire il normale equilibrio termico del corpo.

2.3.3 Valutazione del rischio per ambienti severi caldi

In condizioni ambientali che ricadono all'esterno degli intervalli di applicabilità dei criteri di comfort termico potrebbero insorgere condizioni di "stress da calore", in relazione alle caratteristiche individuali e all'attività svolta dalle persone esposte.

Un primo indice legato esclusivamente a parametri ambientali (umidità, temperatura, esposizione diretta ai raggi solari) è l'indice di calore "Heat Index".

Un parametro per una valutazione più approfondita è l'indice PHS "Predicted Heat Strain" che si basa su quanto descritto all'interno della norma europea UNI EN ISO 7933:2023 "Ergonomia dell'ambiente termico - Determinazione analitica ed interpretazione dello stress termico da calore mediante il calcolo della sollecitazione termica prevedibile", che dettaglia un metodo per la valutazione analitica e l'interpretazione dello stress termico di un individuo che si trova in un ambiente caldo. Per la valutazione sono necessari sia parametri ambientali che parametri individuali.

PARTE 3 - RISCHI PER LA SALUTE DERIVANTI DA AMBIENTI SEVERI CALDI

3.1 GENERALITÀ

Come detto, negli ambienti severi caldi esiste un vincolo legato alle necessità produttive o alle condizioni ambientali che non consente di poter conseguire le condizioni di comfort. In tal caso, l'obiettivo da porsi è la salvaguardia della sicurezza e della salute dei lavoratori, il cui sistema di termoregolazione può essere sollecitato in maniera significativa nel tentativo di mantenere la temperatura centrale nei limiti fisiologici, causando stati di malessere temporaneo o cronici.

In tali ambienti, sarà necessario anche tenere conto dei rischi legati all'esposizione di soggetti sensibili, caratterizzati da una alterata capacità di termoregolazione fisiologica, come avviene ad esempio nelle donne durante la gravidanza, o indotta da patologie preesistenti che possono alterare la percezione termica, quali ad esempio patologie dell'apparato cardiocircolatorio o del sistema endocrino, che richiedano trattamento con farmaci che influiscono sul sistema di termoregolazione.

3.2 RISCHI PER LA SALUTE DERIVANTI DA AMBIENTI SEVERI CALDI E MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Le attività svolte in ambienti severi caldi, per i quali quindi non si possono modificare le caratteristiche climatiche, possono essere estremamente pericolose a causa delle caratteristiche climatiche stesse e di altri fattori (attività metabolica, tipo di vestiario, ecc.).

Nell'allegato 2 di questo documento di valutazione, di cui è parte integrante, sono riportati i possibili rischi per la salute derivati da attività lavorative in ambienti severi caldi.

Pur non essendo possibile modificare le caratteristiche marco climatiche è tuttavia possibile adottare misure di prevenzione e protezione tali da mitigare l'effetto negativi dei parametri climatici e, di conseguenza ridurre il valore degli indicatori del rischio.

Nell'allegato 3 di questo documento di valutazione, di cui è parte integrante, sono riportate le misure di prevenzione e protezione in caso di attività lavorative in ambienti severi caldi.

3.3 SENSIBILITÀ INDIVIDUALE

Si fa presente che i criteri per la valutazione del rischio da ambienti severi caldi (vedi parte 5) non si possono applicare in genere a soggetti particolarmente sensibili, o con requisiti termici speciali, per i quali si raccomanda di mantenere sempre condizioni termiche molto prossime alla "neutralità", secondo quanto indicato nella norma specifica UNI CEN/TR 16798-2:2020.

In tali ambienti, in condizioni esterne agli intervalli di applicabilità degli indici PMV/PPD, sarà necessario tenere conto dei rischi legati all'esposizione di soggetti sensibili, caratterizzati da una alterata capacità di termoregolazione fisiologica, come avviene ad esempio nelle donne durante la gravidanza, o indotta da patologie preesistenti che possono alterare la percezione termica, quali ad esempio patologie dell'apparato cardiocircolatorio o del sistema endocrino, che richiedano trattamento con farmaci che influiscono sul sistema di termoregolazione.

3.3.1 Donne in gravidanza

In gravidanza il caldo può essere causa di disidratazione, con la perdita, attraverso la sudorazione, di liquidi e sali minerali, preziosi per l'equilibrio materno-fetale.

3.3.2 Minori

La tutela dei lavoratori minorenni è prevista da disposizioni normative, che elencano le mansioni alle quali non possono essere adibiti gli adolescenti, per i quali viene fatto esplicito riferimento a:

- esercizio dei forni a temperatura superiore a 500 °C, come ad esempio quelli per la produzione di ghisa, ferroleghie, ferro o acciaio; operazioni di demolizione, ricostruzione e riparazione degli stessi; lavoro ai laminatoi;
- lavorazioni nelle fonderie;
- lavorazioni in gallerie, cave, miniere, torbiere e industria estrattiva in genere;
- lavori in pozzi, cisterne ed ambienti assimilabili;
- lavori nei magazzini frigoriferi;
- pulizia di camini e focolai negli impianti di combustione.

Nessuna di tali mansioni è presente nelle attività lavorative dell'**azienda XXX**. Ciò nonostante, all'interno dell'azienda non sono presenti lavoratori minorenni.

3.3.3 Persone con malattie croniche

All'interno delle mansioni dell'**azienda XXX** possono rientrare persone afflitte da malattie legate ad esempio alle seguenti patologie croniche, incompatibili con attività lavorative in ambienti severi caldi (elenco indicativo, ma non esaustivo):

- ipertensione e cardiopatie;
- diabete;
- insufficienza renale e/o dializzate;
- disturbi psichici;
- persone che assumono regolarmente alcuni tipi di farmaci non compatibili con le attività in ambienti severi caldi.

Relativamente a tali patologie, prima di essere considerati idonei al lavoro in ambienti severi caldi, il Medico Competente analizza, nell'ambito della sorveglianza sanitaria l'anamnesi del singolo lavoratore.

3.3.4 Sorveglianza sanitaria

La sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti ad ambienti severi caldi viene svolta secondo i principi generali di cui all'articolo 41 e in particolare di cui all'articolo 185.

Gli specifici protocolli della sorveglianza sanitaria sono definiti dal Medico Competente sulla base dei risultati della valutazione del rischio che gli sono trasmessi dal datore di lavoro per il tramite del servizio di prevenzione e protezione. A seguito delle visite mediche svolte secondo i protocolli di cui sopra, il singolo lavoratore verrà giudicato dal Medico Competente idoneo o meno al lavoro in ambienti severi caldi.

PARTE 4 - METODICHE DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA AMBIENTI SEVERI CALDI

4.1 INDIVIDUAZIONE DELLE MANSIONI POTENZIALMENTE ESPOSTE A RISCHIO DA AMBIENTE SEVERO CALDO

Analizzando le attività lavorative delle mansioni dell'**azienda XXX**, quelle teoricamente sottoposte a rischio da ambiente severo caldo sono quelle riportate nella tabella X.X.

4.2 CRITERI ADOTTATI PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA AMBIENTE SEVERO CALDO

4.2.1 Premessa

Nelle condizioni esterne agli intervalli di applicabilità per ambienti moderati freddi o caldi (vedi tabella 4.1), potrebbero insorgere condizioni di "stress da calore", in relazione ai parametri climatici, ma anche all'attività svolta e alle caratteristiche generali dalle persone esposte.

PARAMETRO	INTERVALLO
attività metabolica	46 W/m ² ÷ 232 W/m ²
isolamento termico	0 m ² *K/W ÷ 0,31 m ² *K/W
temperatura ambiente	10 °C ÷ 30 °C
temperatura media radiante	10 °C ÷ 40 °C
velocità relativa dell'aria	0 m/s ÷ 1 m/s
pressione parziali di vapore	0 Pa ÷ 5.700 Pa

Tabella 4.1 – Limiti di applicabilità per la valutazione del PMV e PPD

In generale per i criteri da adottare per la valutazione del rischio legata a parametri climatici, rientrando tale rischio tra quelli indicati nell'articolo 180, comma 1 del D.Lgs.81/08, si è adottato come riferimento il "Portale Agenti Fisici – PAF" <https://www.portaleagentifisici.it>, gestito in collaborazione tra INAIL Regione Toscana, Servizio Sanitario della regione Toscana, Servizio Sanitario Regionale della Regione Emilia Romagna.

La valutazione del rischio dello stress prodotto da un ambiente estremo caldo viene effettuata in due modi, utilizzando le seguenti metodologie:

- un primo indice legato esclusivamente a parametri ambientali (umidità, temperatura, esposizione diretta ai raggi solari) è l'indice di calore "Heat Index".
- il modello PHS che è una procedura utilizzata per una valutazione più approfondita e che tiene conto di altri parametri (velocità del vento, presenza di zone d'ombra, sforzo fisico, vestiario, ecc.).

Tali criteri forniscono un indice di rischio legato solo alle condizioni climatiche e lavorative, senza entrare nel merito della maggiore o minore sensibilità del lavoratore a tali fattori (vedi punto 3.3).

Soggetti particolarmente sensibili agli ambienti severi caldi necessitano quindi di una analisi medica specifica in relazione alle condizioni individuali e alla tipologia di attività svolta, tramite la sorveglianza sanitaria effettuata dal Medico Competente, che esprimerà il suo giudizio di idoneità o meno alla mansione.

4.2.2 Determinazione dei parametri climatici

La valutazione del rischio macroclimatico da ambiente severi caldi per attività svolte all'aperto è fortemente legata ai parametri climatici (temperatura, umidità, velocità del vento, precipitazioni) della località e della singola giornata.

Pertanto, non è possibile esprimere un unico fattore di rischio, mentre è necessario fornire tali fattori in funzione delle condizioni climatiche.

Numerosi siti web di meteorologia riportano l'andamento di tali fattori per la località scelta come riferimento, giorno per giorno e forniscono per esse anche i valori storici.

Per la valutazione legata a questi parametri i valori di temperatura, umidità, velocità del vento sono stati ricavati dal sito meteorologico "Il Meteo".

Si riportano, a titolo di esempio, nelle figure 4.1 e 4.2, i valori storici dei parametri meteorologici per la località di XXX separatamente per la prima e la seconda quindicina di agosto 2023, ricavati da tale sito.



















Giorno	T Media	T min	T max	Precip.	Umidità	Vento Max	Raffica	Fenomeni	Info
1	29 °C	25 °C	34 °C	-	54 %	24 km/h	-	Nessuno	
2	29 °C	26 °C	35 °C	-	49 %	28 km/h	-	Nessuno	
3	29 °C	24 °C	33 °C	-	51 %	30 km/h	-	Nessuno	
4	28 °C	22 °C	34 °C	-	51 %	21 km/h	-	Nessuno	
5	27 °C	22 °C	29 °C	n/d	54 %	31 km/h	-		
6	26 °C	23 °C	30 °C	n/d	54 %	39 km/h	-		
7	26 °C	23 °C	30 °C	-	54 %	31 km/h	-	Nessuno	
8	26 °C	22 °C	30 °C	-	48 %	28 km/h	-	Nessuno	
9	26 °C	22 °C	30 °C	-	53 %	33 km/h	-	Nessuno	
10	25 °C	21 °C	29 °C	-	50 %	33 km/h	-	Nessuno	
11	26 °C	22 °C	30 °C	-	54 %	24 km/h	-	Nessuno	
12	26 °C	21 °C	31 °C	n/d	54 %	24 km/h	-		
13	27 °C	21 °C	31 °C	-	49 %	24 km/h	-	Nessuno	
14	26 °C	21 °C	31 °C	-	51 %	22 km/h	-	Nessuno	
15	26 °C	23 °C	31 °C	-	56 %	30 km/h	-	Nessuno	

Figura 4.1 - Valori storici dei parametri meteorologici per la località dell'azienda XXX nella prima quindicina di agosto 2023 ricavati dal sito meteorologico "Il Meteo".




















Giorno	T Media	T min	T max	Precip.	Umidità	Vento Max	Raffica	Fenomeni	Info
10	25 °C	21 °C	29 °C	-	50 %	33 km/h	-	Nessuno	
16	26 °C	24 °C	29 °C	-	62 %	33 km/h	-	Nessuno	
17	27 °C	25 °C	31 °C	-	64 %	31 km/h	-	Nessuno	
18	29 °C	25 °C	33 °C	-	59 %	28 km/h	-	Nessuno	
19	30 °C	25 °C	35 °C	-	48 %	28 km/h	-	Nessuno	
20	29 °C	26 °C	34 °C	-	59 %	26 km/h	-	Nessuno	
21	28 °C	25 °C	31 °C	-	63 %	33 km/h	-	Nessuno	
22	29 °C	27 °C	34 °C	n/d	60 %	31 km/h	-		
23	29 °C	24 °C	34 °C	-	47 %	28 km/h	-	Nessuno	
24	29 °C	25 °C	34 °C	-	52 %	26 km/h	-	Nessuno	
25	31 °C	27 °C	36 °C	-	47 %	28 km/h	-	Nessuno	
26	31 °C	28 °C	35 °C	-	34 %	24 km/h	-	Nessuno	
27	29 °C	26 °C	35 °C	-	52 %	17 km/h	-	Nessuno	
28	28 °C	23 °C	32 °C	-	55 %	33 km/h	-	Nessuno	
29	26 °C	22 °C	30 °C	n/d	51 %	26 km/h	-		
30	25 °C	20 °C	29 °C	-	50 %	28 km/h	-	Nessuno	
31	26 °C	21 °C	31 °C	-	48 %	22 km/h	-	Nessuno	

Figura 4.2 - Valori storici dei parametri meteorologici per la località dell'azienda **XXX** nella seconda quindicina di agosto 2023 ricavati dal sito meteorologico "Il Meteo".

Tali dati possono essere scaricati in formato csv per ulteriori elaborazioni.

4.3 VALUTAZIONE DEL RISCHIO SECONDO IL MODELLO HEAT INDEX

Uno degli indicatori più comuni usati per valutare se e in che misura le condizioni dell'ambiente termico possono compromettere la salute dei lavoratori sottoposte a rischio da ambienti severi caldi, è l'indice di calore ("Heat Index") elaborato dall'Istituto Nazionale Francese per la Ricerca sulla Sicurezza [INRS].

Il parametro "Heat Index" (espresso in °C) viene ricavato dal valore della temperatura dell'aria (in °C), misurata con un termometro e della "umidità relativa (in %)", misurata con un igrometro.

Il valore così calcolato, mediante uno specifico algoritmo, è confrontato con i valori riportati tabella 4.2 che permette di identificare 4 livelli di allerta da "basso" a "Molto alto".

Heat Index	Livello di rischio	Misure di protezione
< 80 °C	Basso	Nessun rischio da colpo di calore
80 °C ÷ 90 °C	Moderato	Cautela per possibile affaticamento
90 °C ÷ 104 °C	Alto	Cautela possibili crampi muscolari, esaurimento fisico
104 °C ÷ 129 °C	Molto alto	Rischio di possibilità di colpo di calore

Tabella 4.2 –Classificazione del rischio secondo il valore del parametro Heat Index

L'utilizzo dell'indice di calore risulta valido per lavoro all'ombra e con leggera ventilazione.

L'algoritmo di calcolo (su foglio di calcolo in formato csv o xls) si può scaricare dal portale Agenti Fisici al seguente indirizzo:

https://www.portaleagentifisici.it/fo_microclima_metodiche.php?lg=IT

4.4 VALUTAZIONE DEL RISCHIO SECONDO IL MODELLO PREDICTED HEAT STRAIN (PHS)

4.4.1 Premessa

Quando è necessario effettuare una valutazione più approfondita dello stress termico determinato da un ambiente caldo, si procede al calcolo della sollecitazione termica prevedibile utilizzando il modello PHS (Predicted Heat Strain).

La norma di riferimento in cui viene descritto il modello PHS è la norma EN ISO 7933:2004 "Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain",

La procedura di calcolo indicata nella norma permette di valutare la risposta fisiologica del corpo umano alla sollecitazione termica, a seguito della quale viene definito un indice numerico relativo allo stress da ambiente estremo caldo.

La procedura di calcolo è basata sul principio che lo stress termico è tanto più intenso quanto maggiore è il guadagno di energia (ovvero l'aumento di energia interna al corpo).

Per poter applicare il modello PHS è necessario che i 6 parametri fondamentali assumano valori compresi negli intervalli riportati nella tabella 4.3.

Parametro	Minimo	Massimo
Ta (°C)	15	50
Pa (kPa)	0	4,5
Tr - Ta (°C)	0	60
Va (m/s)	0	3
M (W)	100	450
Icl (clo)	0,1	1

Tabella 4.3 – Limiti di applicabilità del metodo PHS

Dove:

- T_a = temperatura dell'aria ($^{\circ}\text{C}$);
- P_a = pressione atmosferica;
- T_r = temperatura media radiante (temperatura media pesata incluso l'effetto dell'irraggiamento solare incidente);
- V_a (m/s) = velocità del vento;
- M (W) potenza meccanica reale dell'attività lavorativa;
- I_{cl} (clo) = isolamento termico vestiario (dove clo è l'unità si misura dell'isolamento termico).

4.4.2 Dati di input del modello PHS

Il modello PHS, a differenza del calcolo del Heat Index, tiene conto non solo dei parametri ambientali, ma anche di quelli legati alle caratteristiche morfologiche del singolo lavoratore, dell'attività metabolica, del vestiario indossato, ecc.

Calcolo dello stress termico da calore

Peso	<input type="text" value="75"/>	Kg
Altezza	<input type="text" value="1.9"/>	m
Possibilità di idratazione	<input checked="" type="radio"/> Vero <input type="radio"/> Falso	
Soggetto acclimatato	<input checked="" type="radio"/> Vero <input type="radio"/> Falso	
Temperatura dell'aria	<input type="text" value="40"/>	$^{\circ}\text{C}$
Temperatura media radiante	<input type="text" value="40"/>	$^{\circ}\text{C}$
Umidità relativa	<input type="text" value="33.9"/>	%
Velocità relativa dell'aria	<input type="text" value="0.3"/>	m/s
Attività metabolica	<input type="text" value="155"/>	W/m^2
Potenza meccanica reale	<input type="text" value="0"/>	W
Postura	<input type="text" value="in piedi"/>	
Isolamento termico vestiario	<input type="text" value="0.5"/>	clo
Permeabilità statica all'umidità	<input type="text" value="0.38"/>	
Frazione del corpo coperta da vestiario riflettente	<input type="text" value="0.5"/>	
Emissività del vestiario riflettente	<input type="text" value="0.9"/>	
Dati velocità camminata	<input type="radio"/> disponibili <input checked="" type="radio"/> non disponibili	
Velocità di camminata	<input type="text" value="0"/>	m/s
Dati direzione del vento	<input type="radio"/> disponibili <input checked="" type="radio"/> non disponibili	$^{\circ}$
Direzione del vento	<input type="text" value="0"/>	$^{\circ}$

Figura 4.3 – Esempio di schermata dove inserire i dati necessari per il calcolo

I valori di input dell'algoritmo di calcolo del modello PHS sono i seguenti:

- peso (kg);
- altezza (m);
- possibilità di idratazione (si/no);
- soggetto acclimatato (si/no);
- temperatura dell'aria (°C);
- temperatura media radiante (°C);
- umidità relativa (%);
- velocità relativa dell'aria (m/s);
- attività metabolica (W/m²);
- potenza meccanica reale (W) [se disponibile, altrimenti = 0];
- postura (seduto, in piedi, accovacciato);
- isolamento termico vestiario (clo);
- permeabilità statica all'umidità [se disponibile, altrimenti = 0,38];
- frazione del corpo coperta da vestiario riflettente [se disponibile, altrimenti = 0,54];
- emissività del vestiario riflettente [se disponibile, altrimenti = 0,97];
- velocità camminata (m/s) [se disponibile, altrimenti specificarlo e inserire il valore 0];
- direzione del vento [se disponibile, altrimenti specificarlo e inserire il valore 0];

dove, tra parentesi tonde, sono indicate le unità di misura dei dati da inserire nell'algoritmo di calcolo.

In caso di mancanza di alcune informazioni dei parametri di cui sopra, il metodo PHS indica di inserire nell'algoritmo i dati riportati tra parentesi quadre.

L'algoritmo per il calcolo del PHS è disponibile all'indirizzo:

https://www.portaleagentifisici.it/fo_microclima_calcolo_stress_termico.php?lg=IT

Nella figura 4.3 è riportata l'esempio di una schermata con i vari tipi di indicati dati necessari per il calcolo.

Per alcuni parametri, che non possono ricavati da osservazione diretta, la norma EN ISO 7933:2004 definisce dei parametri di riferimento da inserire nell'algoritmo di calcolo (vedi punto 6.2.7).

Relativamente al peso corporeo e all'altezza, il metodo PHS non dà indicazioni. Sono stati pertanto considerati i valori medi della popolazione italiana, suddivisi tra maschi e femmine, come riportati dai dati raccolti nel corso del tempo da NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC) e pubblicati su The Lancet. Tali valori sono riportati nella tabella 4.4.

Genere	Altezza media - m	Massa ("Peso") media - kg
Maschile	1,78 m	80,9
Femminile	1,65 m	64,8

Tabella 4.4 – Valori medi della popolazione italiana di altezza e peso.

I campi di inserimento nella schermata di "possibilità di idratazione" e "soggetto acclimatato" possono assumere i valori "vero" o "falso" a seconda che il lavoratore abbia, rispettivamente, la possibilità di bere liberamente o meno, e sia un individuo acclimatato oppure no.

Relativamente al valore temperatura radiante, essa è definita come la temperatura media pesata delle temperature delle superfici che delimitano l'ambiente incluso l'effetto dell'irraggiamento solare incidente.

Poiché gli ambienti severi caldi di cui alla presente relazione sono relativi a luoghi di lavoro all'aperto e quindi non sono delimitati da pareti, vetrate, coperture, etc. si è assunto che la temperatura radiante sia uguale alla temperatura dell'aria.

Relativamente all'attività metabolica, la norma riporta un prospetto nel quale vengono codificate varie tipologie di attività e il loro livello indicativo di attività metabolica (vedi tabella 4.5)

Attività	Attività metabolica W/m²	Esempi
Riposo	70	Seduto o in piedi, a riposo
Attività molto leggera	90	Lavoro manuale leggero (uso di video-terminale, piccoli attrezzi da banco, controllo, assemblaggio di oggetti leggeri)
Attività leggera	115	Lavoro che interessa le braccia (guida di veicoli in condizioni normali, lavorazioni con attrezzature a bassa potenza, camminata lenta)
Attività moderata	145	Lavoro continuo che interessa mani e braccia (inchiodatura, limatura), lavoro che interessa braccia e gambe (guida in fuori strada di veicoli pesanti, trattori o veicoli per costruzioni edili)
Attività tra moderata e pesante	175	Lavoro che interessa corpo e braccia (lavoro con martello pneumatico, lavoro manuale con materiali mediamente pesanti, trazione o spinta di carrelli leggere, camminata ad una velocità dai 4 ai 5 km/h)
Attività intensa	200	Lavoro intenso che interessa tronco e braccia (trasporto di oggetti pesanti, taglio alberi con motosega, sfalcio manuale dell'erba, camminata ad una velocità dai 5 ai 6 km/h, trazione o spinta di carrelli pesanti, posizionamento blocchi di cemento, ripulitura colate, guida di motoslitte in terreni difficili)
Attività molto Intensa	maggiore di 230	Attività intensa a ritmo sostenuto: lavoro con ascia, spalatura o scavo, salita di scale, rampe o scale a pioli, camminata veloce a piccoli passi (velocità superiore a 6 km/h), corsa, camminata nella neve fresca

Tabella 4.5 - Livello di attività metabolica per varie tipologie di attività di lavoro

Nella schermata di input dell'algoritmo, per la postura si può indicare, tramite menù a tendina, uno delle seguenti parametri:

- in piedi;
- seduto;
- accovacciato.

Per quanto riguarda l'isolamento termico del vestiario, nella norma UNI EN ISO 7933:2023, sono riportati i valori di isolamento termico (espresso in clo) associati ad alcune combinazioni di vestiario da lavoro (vedi tabella 4.6).

Combinazione di vestiario	Isolamento termico
Mutande, maglietta a maniche corte, pantaloni aderenti, calzini al polpaccio, scarpe	0,5
Mutande, maglietta a maniche lunghe, pantaloni aderenti, calzini, scarpe	0,6
Mutande, tuta da lavoro, calzini, scarpe	0,7
Mutande, maglietta a maniche lunghe, camice, pantaloni, calzini, scarpe	0,9
Mutande, canottiera, maglietta a maniche lunghe, camice, calzini al polpaccio, scarpe	1,0
Mutande, canottiera, maglietta a maniche lunghe, pantaloni, giacchetto, calzini, scarpe	1,1

Tabella 4.6 - Isolamento termico del vestiario (espresso in clo)

4.4.3 Dati di output del modello PHS

Utilizzando il metodo descritto nella norma EN ISO 7933:2004, l'algoritmo consente di calcolare i seguenti parametri:

- andamento nel tempo della temperatura rettale (°C);
- la quantità di liquido perduto nel corso dell'esposizione (g);
- tempo massimo di esposizione (minuti);
- tempo massimo di esposizione all'ambiente (minuti) affinché la temperatura rettale rimanga inferiore ai 38 °C;
- tempo massimo di esposizione all'ambiente (minuti) affinché la quantità di liquido perduto sia inferiore a quella massima possibile per il 50% della popolazione lavorativa;
- tempo massimo di esposizione all'ambiente (minuti) affinché la quantità di liquido perduto sia inferiore a quella massima possibile per il 95% della popolazione lavorativa (limite più protettivo).

Nella figura 4.4 è riportata l'esempio di schermata dove sono riportati i risultati del calcolo.

Calcolo dello stress termico da calore	
Temperatura rettale (C°)	37.6
Liquido perduto (g)	6598
Durata massima esposizione (min)	279
Durata massima esposizione per temperatura rettale (min)	480
Durata massima esposizione che protegge il 50% degli individui (min)	412
Durata massima esposizione che protegge il 95% degli individui (min)	279

Figura 4.4 – Esempio di schermata dove sono riportati i risultati del calcolo

4.4.4 Valori limiti del modello PHS

Per definire i valori limiti di esposizione ad agenti severi caldi, il modello PHS calcola, in funzione dei parametri di input descritti al punto 4.4.2 i seguenti valori:

- Tre - Temperatura rettale (C°)
- Loss - Liquido perduto in percentuale al peso corporeo (%)

I valori limiti per tali parametri secondo il modello PHS sono:

- Tre,max - Valore massimo temperatura rettale (C°) = 38,0 ;
- Loss95,max - Valore massimo liquido perduto in percentuale al peso corporeo relativamente al 95 percentile della popolazione (%) = 5,00.

Ovviamente, poiché tali parametri dipendono strettamente dal tempo di esposizione all'ambiente severo caldo, il modello PHS calcola anche i seguenti parametri relativamente al tempo di esposizione in minuti:

- DTre,max - durata massima di esposizione in relazione alla temperatura rettale (min);
- DLoss95,max - durata massima esposizione in relazione al liquido perduto 95 percentile (min).

Il limite del tempo di esposizione viene individuato tra il minore dei due parametri DTre,max e DLoss95,max con un valore limite pari a

- Dmax = 480 min.

4.5 Sensibilità individuale

Come già osservato al punto 4.3 è tuttavia importante essere consapevoli del fatto che tutti gli indici di stress termico hanno limitazioni nel predire in maniera completa la risposta di un individuo soggetto a condizioni ambientali estreme calde e, in generale, non possono tenere conto di tutte le variabili associate con l'ambiente, l'interazione individuo-ambiente e con l'individuo.

Da notare che in relazione a quest'ultimo aspetto vari fattori individuali come caratteristiche fisiologiche, malattie, trattamenti farmacologici, soglie di tolleranza e fattori di vulnerabilità non sono componenti che vengono considerate nel metodo PHS descritto nella norma UNI EN ISO 7933:2023 e in generale negli indicatori di stress termico.

Tali fattori devono essere valutati nell'ambito della Sorveglianza Sanitaria del singolo lavoratore, di competenza e responsabilità del Medico Competente, nelle visite di idoneità sanitaria alla mansione, ai sensi dell'articolo 41 del D.Lgs. 81/08.

Per questo motivo i valori forniti dal calcolatore devono essere intesi come uno strumento valutativo utile ai fini della gestione della prevenzione e non per determinare

possibili soglie tra situazioni di sicurezza e situazioni pericolo. A tal proposito la norma UNI EN ISO 7933:2023 dice espressamente:

"[...] questo standard internazionale non predice la risposta fisiologica dei singoli soggetti, ma considera solamente individui in buona salute e allenati al lavoro che svolgono. È quindi da considerare uno strumento per valutare le condizioni di lavoro per ergonomi, igienisti industriali [...]".

PARTE 5 - ANALISI E CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO

5.1 ANALISI E CLASSIFICAZIONE CON IL METODO HEAT INDEX

Come indicato al punto 5.3 della presente valutazione del rischio da ambienti severi caldi, il calcolo dell'Heat Index è estremamente semplice.

Basta infatti estrarre un sito meteorologico (nel caso presente dal portale "Il Meteo") i valori di temperatura, umidità e applicare l'algoritmo proposto dal "Portale Agenti Fisici - PAF".

I valori dell'Heat Index per la località XXX per i mesi da giugno 2023 a settembre 2023 compresi sono riportati nella tabella 5.1.

Data	Temperatura massima °C	Umidità %	HI
01/06/23	24,0	78,0	76,1
02/06/23	26,0	63,0	80,7
03/06/23	27,0	66,0	83,4
04/06/23	25,0	76,0	78,7
05/06/23	23,0	84,0	72,8
06/06/23	25,0	73,0	78,7
07/06/23	25,0	71,0	78,8
08/06/23	27,0	70,0	83,9
09/06/23	29,0	58,0	87,3
10/06/23	26,0	71,0	81,2
11/06/23	28,0	67,0	86,5
12/06/23	28,0	68,0	86,7
13/06/23	28,0	68,0	86,7
14/06/23	25,0	81,0	78,5
15/06/23	26,0	73,0	81,3
16/06/23	27,0	69,0	83,8
17/06/23	28,0	64,0	85,8
18/06/23	28,0	54,0	83,9
19/06/23	31,0	48,0	90,0
20/06/23	30,0	44,0	86,3
21/06/23	33,0	43,0	94,0
22/06/23	33,0	45,0	94,9
23/06/23	35,0	31,0	94,8
24/06/23	30,0	61,0	91,5
25/06/23	30,0	65,0	93,0
26/06/23	30,0	66,0	93,4
27/06/23	30,0	65,0	93,0
28/06/23	33,0	46,0	95,4
29/06/23	28,0	70,0	87,2
30/06/23	27,0	81,0	85,7
01/07/23	32,0	63,0	100,4
02/07/23	29,0	62,0	88,4
03/07/23	31,0	64,0	96,6
04/07/23	30,0	58,0	90,4

Data	Temperatura massima °C	Umidità %	HI
05/07/23	30,0	64,0	92,6
06/07/23	31,0	60,0	94,7
07/07/23	32,0	51,0	94,3
08/07/23	30,0	64,0	92,6
09/07/23	30,0	72,0	96,0
10/07/23	31,0	61,0	95,2
11/07/23	32,0	57,0	97,2
12/07/23	30,0	60,0	91,1
13/07/23	30,0	62,0	91,8
14/07/23	36,0	45,0	105,8
15/07/23	35,0	58,0	111,4
16/07/23	36,0	50,0	109,6
17/07/23	37,0	37,0	104,1
18/07/23	38,0	32,0	104,3
19/07/23	40,0	29,0	108,9
20/07/23	42,0	17,0	106,1
21/07/23	38,0	35,0	106,3
22/07/23	43,0	32,0	123,3
23/07/23	42,0	36,0	123,6
24/07/23	36,0	46,0	106,6
25/07/23	43,0	32,0	123,3
26/07/23	33,0	54,0	99,5
27/07/23	31,0	45,0	89,1
28/07/23	31,0	50,0	90,7
29/07/23	33,0	48,0	96,3
30/07/23	33,0	53,0	98,9
31/07/23	33,0	50,0	97,3
01/08/23	34,0	54,0	103,7
02/08/23	35,0	49,0	104,5
03/08/23	33,0	51,0	97,8
04/08/23	34,0	51,0	101,7
05/08/23	29,0	54,0	86,3
06/08/23	30,0	54,0	89,1
07/08/23	30,0	54,0	89,1
08/08/23	30,0	48,0	87,3
09/08/23	30,0	53,0	88,8
10/08/23	29,0	50,0	85,4
11/08/23	30,0	54,0	89,1
12/08/23	31,0	54,0	92,2
13/08/23	31,0	49,0	90,4
14/08/23	31,0	51,0	91,1
15/08/23	31,0	56,0	93,0
16/08/23	29,0	62,0	88,4
17/08/23	31,0	64,0	96,6
18/08/23	33,0	59,0	102,5

Data	Temperatura massima °C	Umidità %	HI
19/08/23	35,0	48,0	103,8
20/08/23	34,0	59,0	107,2
21/08/23	31,0	63,0	96,1
22/08/23	34,0	60,0	107,9
23/08/23	34,0	47,0	99,4
24/08/23	34,0	52,0	102,4
25/08/23	36,0	47,0	107,3
26/08/23	35,0	34,0	96,0
27/08/23	35,0	52,0	106,7
28/08/23	32,0	55,0	96,2
29/08/23	30,0	51,0	88,2
30/08/23	29,0	50,0	85,4
31/08/23	31,0	48,0	90,0
01/09/23	30,0	51,0	88,2
02/09/23	29,0	57,0	87,1
03/09/23	30,0	59,0	90,7
04/09/23	30,0	55,0	89,4
05/09/23	28,0	48,0	82,9
06/09/23	28,0	58,0	84,6
07/09/23	29,0	63,0	88,7
08/09/23	29,0	63,0	88,7
09/09/23	30,0	59,0	90,7
10/09/23	30,0	54,0	89,1
11/09/23	31,0	49,0	90,4
12/09/23	32,0	54,0	95,7
13/09/23	32,0	41,0	90,4
14/09/23	31,0	51,0	91,1
15/09/23	29,0	50,0	85,4
16/09/23	28,0	67,0	86,5
17/09/23	28,0	73,0	87,9
18/09/23	29,0	62,0	88,4
19/09/23	35,0	43,0	100,7
20/09/23	30,0	69,0	94,6
21/09/23	31,0	64,0	96,6
22/09/23	30,0	65,0	93,0
23/09/23	31,0	63,0	96,1
24/09/23	26,0	63,0	80,7
25/09/23	24,0	69,0	76,9
26/09/23	26,0	72,0	81,3
27/09/23	28,0	57,0	84,4
28/09/23	29,0	62,0	88,4
29/09/23	27,0	63,0	82,9
30/09/23	28,0	66,0	86,3

Tabella 5.1 - Valore del Heat Index per i luoghi di lavoro dell'azienda XXX

I valori sono relativi per lavoro all'ombra e con leggera ventilazione.

Heat Index	Livello di rischio	Misure di protezione
< 80 °C	Basso	Nessun rischio da colpo di calore
80 °C ÷ 90 °C	Moderato	Cautela per possibile affaticamento
90 °C ÷ 104 °C	Alto	Cautela per possibili crampi muscolari, esaurimento fisico
104 °C ÷ 129 °C	Molto alto	Rischio di possibilità di colpo di calore

Tabella 5.2 – Classificazione del rischio secondo il valore del parametro Heat Index

Come indicato al punto 5.3 il valore del "Heat Index", è un valore indicativo, che non tiene conto di altri parametri che non siano temperatura e umidità e quindi ha validità per una valutazione di massima da approfondire con il metodo PHS (punto 5.4).

5.2 ANALISI E CLASSIFICAZIONE CON IL MODELLO PREDICTED HEAT STRAIN (PHS)

Il metodo PHS richiede l'inserimento on line di numerosi dati di calcolo, in modo da poter fornire una valutazione del rischio da ambienti caldi più approfondita.

Si riporta nel seguito il valore dei dati utilizzati nel calcolo del PSH, secondo quanto disposto dalla norma EN ISO 7933:2004 (vedi punto 5.4)

5.2.1 Peso e altezza

Tenendo conto che i lavoratori che operano nelle aree operative dell'azienda XXX sono, al momento, solo di genere maschile si sono assunti dalla tabella 5.4 i seguenti valori:

- peso medio = 80,9 kg;
- altezza media = 1,78 m.

5.2.2 Possibilità di idratazione

Ai lavoratori che operano nelle aree operative vengono fornite, secondo bisogno, bottiglie di acqua minerale. Pertanto, tale parametro assume valore "vero".

5.2.3 Soggetto acclimatato

Giunti sul posto di lavoro, i lavoratori si sono già acclimatati a seguito del viaggio verso le aree operative. Non si ha quindi una brusca variazione di temperatura e umidità all'inizio delle attività lavorative. Pertanto, tale parametro assume valore "vero".

5.2.4 Parametri macroclimatici

Per la valutazione legata a questi parametri i valori di temperatura dell'aria, umidità, velocità del vento sono stati ricavati dal sito meteorologico "Il Meteo" (vedi punto 5.2.2).

Va osservato che, ovviamente tali valori cambiano nel corso di stagione, mesi e giorni. Si è deciso di calcolare tali valori, eseguendo una loro media matematica sui giorni del periodo da giugno a settembre 2023, in cui il Heat Index rientra nei range di rischio basso, moderato, alto, molto alto (vedi tabella 5.2).

Relativamente al valore temperatura radiante, essa è definita come la temperatura media pesata delle temperature delle superfici che delimitano l'ambiente incluso l'effetto dell'irraggiamento solare incidente.

Poiché gli ambienti severi caldi di cui alla presente relazione sono relativi a luoghi di lavoro all'aperto e quindi non sono delimitati da pareti, vetrate, coperture, etc. si è assunto che la temperatura radiante sia uguale alla temperatura dell'aria.

In tale modo si ottengono i valori riportati nella tabella 5.3.

Heat Index	Temperatura massima °C	Temperatura radiante °C	Umidità %	Velocità media del vento m/s
Basso	24,4	24,4	76,0	3,3
Medio	28,4	28,4	60,2	4,5
Alto	31,7	31,7	55,0	4,9
Molto alto	37,6	37,6	42,1	4,6

Tabella 5.3 – Parametri medi macroclimatici medi in funzione del range del Heat Index

5.2.5 Attività metabolica

Per le mansioni sottoposte a rischio e dalla relativa descrizione dell'attività lavorativa e dalla classificazione sopra riportate si può considerare che l'attività metabolica sia assimilabile a quella definita come "moderata" nella tabella 5.5. Si può assumere pertanto per l'attività metabolica un valore di 145 W/m².

5.2.6 Postura

Le attività lavorative delle mansioni riportate nella tabella 5.2, la postura è prevalentemente in piedi.

5.2.7 Isolamento termico del vestiario

Nell'intervallo di giorni considerato (da giugno a settembre compresi) i lavoratori potenzialmente esposti a rischio da ambienti estremi caldi, il vestiario è costituito da mutande, pantaloni corti in cotone, maglietta a maniche corte in cotone, calzini, scarpe antinfortunistiche.

Tale combinazione non è riportata tra quelle della tabella 5.6. La combinazione che si avvicina a quella dei lavoratori dell'**azienda XXX** è costituita da "Mutande, maglietta a maniche corte, pantaloni aderenti, calzini al polpaccio, scarpe". Per tale paramento si è assunto quindi un valore di 0,5 clo.

5.2.8 Altri parametri

Per alcuni dei parametri di calcolo del metodo non sono disponibili informazioni attendibili.

Di conseguenza, secondo quanto riportato al punto 5.4.2, si sono assunti, come specificato dal metodo PHS, i dati riportati tra parentesi quadre dell'elenco presente al punto 5.4.2 stesso:

- potenza meccanica reale (W) = 0;
- permeabilità statica all'umidità = 0,38;
- frazione del corpo coperta da vestiario riflettente = 0,54;
- emissività del vestiario riflettente = 0,97;
- velocità camminata (m/s) = 0;
- direzione del vento = 0.

5.2.9 Risultati del calcolo del modello PHS

Come specificato al punto 5.2.3 il calcolo fattore di rischio secondo il metodo PHS è stato svolto adottando come parametri macroclimatici medi per le giornate con Heat Index nel medesimo range ("basso", "medio", "alto", "molto alto" come definitivo dalla tabella 5.2.

Nelle tabelle da 5.4 a 5.7 si riportano i risultati nelle diverse condizioni macroclimatiche.

5.2.9.1 Risultati del modello PHS per valore di Heat Index "basso"

Valori di input

Parametro	Valore
Peso (kg)	80,9
Altezza (m)	1,78
Possibilità di idratazione	vero
Soggetto acclimatato	vero
Temperatura dell'aria (°C)	24,4
Temperatura media radiante (°C)	24,4
Umidità relativa (%)	76,0
Velocità relativa dell'aria (m/s)	3,3
Attività metabolica (W/m ²)	145
Potenza meccanica reale (W)	0
Postura	in piedi
Isolamento termico vestiario (clo)	0,50
Permeabilità statica	0,38
Frazione coperta da vestiario riflettente	0,54
Emissività del vestiario riflettente	0,97
Velocità della camminata (m/s)	0
Direzione del vento	0

Valori di output

Parametro	Valore
Tre - Temperatura rettale (C°)	37,4
Tre,max - Temperatura rettale massima (C°)	38,0
Liquido perduto (kg)	1,044
Loss95 - Liquido perduto in percentuale al peso corporeo (%)	1,29
Loss95,max - Massimo valore limite per il liquido perduto in percentuale al peso corporeo (%)	5,00
Dtre,max - Durata massima di esposizione in relazione alla temperatura rettale (min)	480
DLoss95,max - Durata massima esposizione in relazione al liquido perduto 95 percentile (min)	480
Dmax - Durata massima esposizione in relazione ai parametri Dtre,max e DLoss95,max (min)	480

Tabella 5.4 - Risultati del modello PHS per valore di Heat Index "basso"

5.2.9.2 Risultati del modello PHS per valore Heat Index "medio"

Valori di input

Parametro	Valore
Peso (kg)	80,9
Altezza (m)	1,78
Possibilità di idratazione	vero
Soggetto acclimatato	vero
Temperatura dell'aria (°C)	28,4
Temperatura media radiante (°C)	28,4
Umidità relativa (%)	60,2
Velocità relativa dell'aria (m/s)	4,5
Attività metabolica (W/m ²)	145
Potenza meccanica reale (W)	0
Postura	in piedi
Isolamento termico vestiario (clo)	0,50
Permeabilità statica	0,38
Frazione coperta da vestiario riflettente	0,54
Emissività del vestiario riflettente	0,97
Velocità della camminata (m/s)	0
Direzione del vento	0

Valori di output

Parametro	Valore
Tre - Temperatura rettale (C°)	37,5
Tre,max - Temperatura rettale massima (C°)	38,0
Liquido perduto (kg)	2,049
Loss95 - Liquido perduto in percentuale al peso corporeo (%)	2,53
Loss95,max - Massimo valore limite per il liquido perduto in percentuale al peso corporeo (%)	5,00
Dtre,max - Durata massima di esposizione in relazione alla temperatura rettale (min)	480
DLoss95,max - Durata massima esposizione in relazione al liquido perduto 95 percentile (min)	480
Dmax - Durata massima esposizione in relazione ai parametri Dtre,max e DLoss95,max (min)	480

Tabella 5.5 - Risultati del modello PHS per valore di Heat Index "medio"

5.2.9.3 Risultati del modello PHS per valore Heat Index "alto"

Valori di input

Parametro	Valore
Peso (kg)	80,9
Altezza (m)	1,78
Possibilità di idratazione	vero
Soggetto acclimatato	vero
Temperatura dell'aria (°C)	31,7
Temperatura media radiante (°C)	31,7
Umidità relativa (%)	55,0
Velocità relativa dell'aria (m/s)	4,9
Attività metabolica (W/m ²)	145
Potenza meccanica reale (W)	0
Postura	in piedi
Isolamento termico vestiario (clo)	0,50
Permeabilità statica	0,38
Frazione coperta da vestiario riflettente	0,54
Emissività del vestiario riflettente	0,97
Velocità della camminata (m/s)	0
Direzione del vento	0

Valori di output

Parametro	Valore
Tre - Temperatura rettale (C°)	37,6
Tre,max - Temperatura rettale massima (C°)	38,0
Liquido perduto (kg)	2,925
Loss95 - Liquido perduto in percentuale al peso corporeo (%)	3,62
Loss95,max - Massimo valore limite per il liquido perduto in percentuale al peso corporeo (%)	5,00
Dtre,max - Durata massima di esposizione in relazione alla temperatura rettale (min)	480
DLoss95,max - Durata massima esposizione in relazione al liquido perduto 95 percentile (min)	480
Dmax - Durata massima esposizione in relazione ai parametri Dtre,max e DLoss95,max (min)	480

Tabella 5.6 - Risultati del modello PHS per valore di Heat Index "alto"

5.2.9.4 Risultati del modello PHS per valore Heat Index “molto alto”

Valori di input

Parametro	Valore
Peso (kg)	80,9
Altezza (m)	1,78
Possibilità di idratazione	vero
Soggetto acclimatato	vero
Temperatura dell'aria (°C)	37,6
Temperatura media radiante (°C)	37,6
Umidità relativa (%)	42,1
Velocità relativa dell'aria (m/s)	4,6
Attività metabolica (W/m ²)	145
Potenza meccanica reale (W)	0
Postura	in piedi
Isolamento termico vestiario (clo)	0,50
Permeabilità statica	0,38
Frazione coperta da vestiario riflettente	0,54
Emissività del vestiario riflettente	0,97
Velocità della camminata (m/s)	0
Direzione del vento	0

Valori di output

Parametro	Valore
Tre - Temperatura rettale (C°)	37,8
Tre,max - Temperatura rettale massima (C°)	38,0
Liquido perduto (kg)	4,574
Loss95 - Liquido perduto in percentuale al peso corporeo (%)	5,65
Loss95,max - Massimo valore limite per il liquido perduto in percentuale al peso corporeo (%)	5,00
Dtre,max - Durata massima di esposizione in relazione alla temperatura rettale (min)	480
DLoss95,max - Durata massima esposizione in relazione al liquido perduto 95 percentile (min)	426
Dmax - Durata massima esposizione in relazione ai parametri Dtre,max e DLoss95,max (min)	426

Tabella 5.6 - Risultati del modello PHS per valore di Heat Index “molto alto”

PARTE 6 – RISULTATI DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO

6.1 MODELLO HEAT INDEX (HI)

Confrontando i valori del parametro Heat Index con quelli limiti definiti dalla metodologia di calcolo (vedi paragrafo 5.1), riportati nella tabella 5.2, si evince che, da fine giugno 23 a fine settembre 23, il rischio da ambienti severi caldi per lavoro all'ombra e con leggera ventilazione è presente in maniera significativa con valori di picco tra il 14 luglio al 26 luglio.

Come indicato nella letteratura di riferimento riportata al punto 1.6 (documento "Indicazioni operative per la prevenzione del rischio da Agenti Fisici - Parte 3: Microclima" e "Portale Agenti Fisici" (<https://www.portaleagentifisici.it/>) e come specificato al punto 5.3 della presente relazione del rischio, il valore del "Heat Index", è un valore indicativo, che non tiene conto di altri parametri che non siano temperatura e umidità e quindi ha validità per una prima valutazione di massima da approfondire con il metodo PHS (punto 5.4).

6.2 PREDICTED HEAT STRAIN (PHS)

6.2.1 Temperatura rettale

In nessuna delle condizioni macroclimatiche, valutate in termini del valore del Heat Index riportate nella tabella 5.3, la temperatura rettale Tre non supera mai il valore limite Tre,max di 38 C°.

6.2.2 Tempi limiti di esposizione

Solo nelle condizioni in cui il valore di Heat Index identifica un rischio "molto alto", il valore Dmax "Durata massima esposizione" risulta pari a 426 min ed è quindi inferiore al limite di 480 min.

Va però osservato, che la durata del turno di lavoro per le mansioni riportate nella tabella 5.2 è di 360 minuti al giorno, quindi in ogni caso inferiore al valore calcolato per Dmax di 426 min.

6.3 CONCLUSIONI

Nelle condizioni lavorative e per le mansioni come descritte al punto 5.2 il rischio da ambienti severi alti, valutato secondo il metodo PHS risulta basso.

Non. sono necessarie ulteriori misure di prevenzione e protezione se non quelle già adottate.

6.4 RIPETIZIONE DELLA ANALISI E DELLA CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO

Ai sensi dell'articolo 181, comma 2 del D.Lgs. 81/08, la presente valutazione del rischio da ambienti severi caldi dovrà essere ripetuta entro 4 anni dalla presente emissione.

Ovviamente, ai sensi dell'articolo 29 comma 3 del D.Lgs. 81/08, la valutazione dovrà essere aggiornata il prima possibile e comunque non oltre trenta giorni, in caso di introduzione di modifiche del ciclo produttivo/organizzativo che incidano significativamente sul rischio da ambienti severi caldi.