



Valutazione del rischio ambienti freddi

EN ISO 15743 | Gestione

EN ISO 11079 | IREQ e t_{wc}

Sommario

1.	TEMPI DI PERMANENZA IN AMBIENTI FREDDI	3
2.	IL RISCHIO NEGLI AMBIENTI FREDDI	4
3.	LA SORVEGLIANZA SANITARIA NEGLI AMBIENTI FREDDI	5
4.	LA GESTIONE DEL RISCHIO NEGLI AMBIENTI FREDDI.....	7
5.	IL RUOLO DELL'ABBIGLIAMENTO NELLA PROTEZIONE CONTRO IL FREDDO.....	7
6.	FASE I - IDENTIFICAZIONE DEI RISCHI DA FREDDO - ALLEGATO A EN ISO 15743.....	8
7.	FASE II - QUANTIFICAZIONE DEGLI EFFETTI DA FREDDO - ALLEGATO B EN ISO 15743.....	11
8.	LA DETERMINAZIONE DELLO STRESS DA FREDDO	13
9.	INDICI PER LO STRESS TERMICO DA FREDDO	13
9.1	GLI INDICI DI STRESS DA FREDDO.....	13
9.2	IL RAFFREDDAMENTO GLOBALE	13
9.3	IL RAFFREDDAMENTO LOCALE	14
10.	IL RAFFREDDAMENTO CONVETTIVO	14
11.	INDICE IREQ (RAFFREDDAMENTO COMPLESSIVO)	15
12.	INDICE TWC (RAFFREDDAMENTO LOCALE)	16
13.	DETERMINAZIONE DEL RAFFREDDAMENTO DAL VENTO (ISO 11079:2007, ALLEGATO D)	17
14.	AMBIENTI TERMICI SEVERI FREDDI: LIMITI.....	19
15.	IL RAFFREDDAMENTO PER CONTATTO.....	21
16.	IL RAFFREDDAMENTO DELLE ESTREMITÀ.....	21
17.	IL RAFFREDDAMENTO RESPIRATORIO	21
18.	IL CALCOLO DI IREQ.....	22
18.1	LE FORMULE.....	22
18.2	IL CALCOLO DI IREQ.....	23
18.3	SIGNIFICATO DEI PARAMETRI	24
19.	L'INTERPRETAZIONE DI IREQ.....	26
20.	IL CALCOLO DEL TEMPO LIMITE DI ESPOSIZIONE E DEL TEMPO DI RECUPERO	27
21.	SIMBOLOGIA	28
22.	ESEMPIO (TRADUZIONE IT NON UFFICIALE APPENDICE E - EN ISO 15743).....	29
	FONTI	32

1. TEMPI DI PERMANENZA IN AMBIENTI FREDDI

La Tabella seguente, estratta da SUVA, esprime il tempo massimo di permanenza senza interruzione in un ambiente in funzione della temperatura, valori empirici, vedasi parti seguenti per indicazioni più dettagliate.

Temperatura °C	Tempo mass. di permanenza senza interruzione (in minuti)
da +10 a -5	150
da -5 a -18	90
da -18 a -30	90
da -30 a -40	60
sotto -40	20

Per la valutazione degli ambienti freddi si utilizza l'indice IREQ, isolamento termico richiesto che è oggetto della norma UNI EN ISO 11079.

UNI EN ISO 11079:2008

Ergonomia degli ambienti termici

Determinazione e interpretazione dello stress termico da freddo con l'utilizzo dell'isolamento termico dell'abbigliamento richiesto (IREQ) e degli effetti del raffreddamento locale

La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN ISO 11079 (edizione dicembre 2007). La norma specifica i metodi e le strategie per la valutazione dello stress termico associato all'esposizione ad ambienti freddi. Questi metodi si applicano ad esposizioni continue, intermittenti o occasionali, ed a lavori al chiuso e all'aperto. Essi non sono applicabili ad effetti specifici associati a certi fenomeni meteorologici, quali le precipitazioni, che sono valutati con altri metodi.

Il protocollo di valutazione degli ambienti freddi è invece oggetto della norma UNI EN ISO 15743, che affronta il problema con un approccio basato sulla logica del ciclo PDCA (Plan Do Check Act) come mostrato in Figura 1.

UNI EN ISO 15743:2008

Ergonomia dell'ambiente termico

Posti di lavoro al freddo - Valutazione e gestione del rischio

La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN ISO 15743 (edizione luglio 2008). La norma fornisce una strategia ed uno strumento pratico per valutare e gestire il rischio nei posti di lavoro al freddo e comprende:

- modelli e metodi per la valutazione e la gestione del rischio al freddo,
- un elenco di controlli per identificare i problemi legati al lavoro al freddo,- un modello, un metodo ed un questionario utilizzabili dai medici del lavoro per identificare coloro che presentano sintomi tali da aumentare la sensibilità al freddo e, col supporto di tale identificazione, offrire la guida e le istruzioni per la protezione individuale contro il freddo,
- linee guida sull'applicazione delle norme sugli ambienti termici e altri metodi scientifici validati per la valutazione dei rischi legati al freddo, e
- un esempio pratico per il lavoro al freddo.

La norma supporta la salute e la sicurezza sul lavoro è applicabile alle situazioni di lavoro sia all'interno che all'esterno (il lavoro all'interno comprende quello svolto all'interno dei veicoli, il lavoro esterno quello sotto la superficie terrestre ed in mare), ma non è applicabile alle immersioni o ad altri tipi di lavoro svolti in acqua.

Infine, la norma UNI EN ISO 15265 definisce una metodologia di valutazione del rischio per gli ambienti di lavoro in generale, siano essi moderati o severi.

UNI EN ISO 15265:2005

Ergonomia dell'ambiente termico

Strategia di valutazione del rischio per la prevenzione dello stress o del disagio termico in condizioni di lavoro

La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN ISO 15265 (edizione agosto 2004). La norma descrive una strategia di valutazione ed interpretazione del rischio di costrizione fisiologica o di disagio che si possono verificare quando si lavora in un certo ambiente climatico. E' applicabile in tutte le situazioni di lavoro, a prescindere da eventuale variazione di clima, metabolismo energetico o abbigliamento. La norma non descrive una singola procedura, ma una strategia, articolata su tre livelli, che può essere utilizzata per approfondire i problemi connessi alle condizioni di lavoro ogniqualvolta sia necessario definire il rischio a questo connesso e identificare le misure ottimali per il controllo e la prevenzione. Essa è orientata esclusivamente alla prevenzione e/o al controllo dei problemi legati al lavoro al caldo o al freddo, per cui il rischio di disturbi e/o disagio da caldo o da freddo è valutato solo nei termini richiesti per raggiungere questo scopo.

2. IL RISCHIO NEGLI AMBIENTI FREDDI

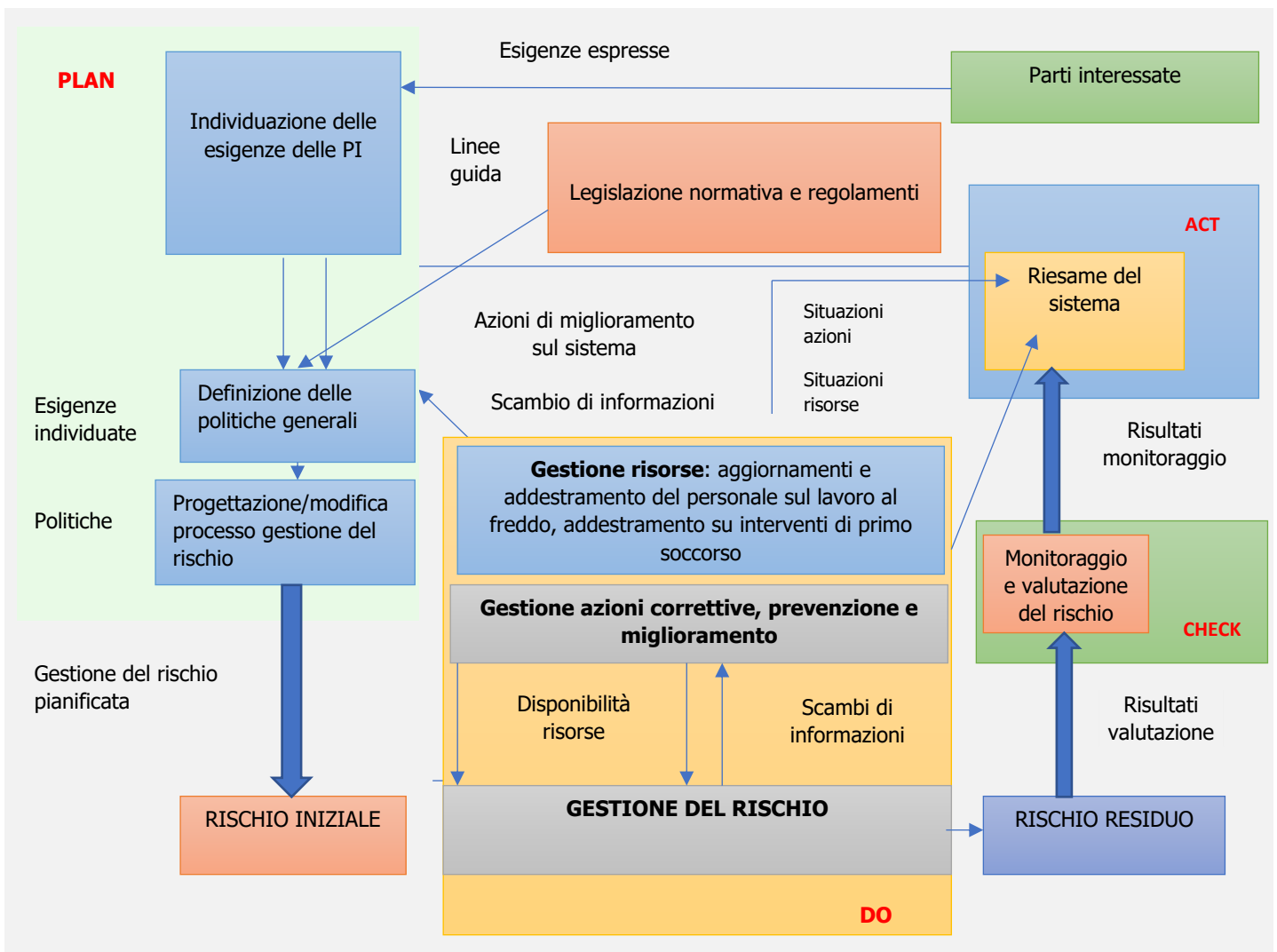


Figura 1 - Flusso dei processi nella valutazione del rischio negli ambienti freddi

I rischi legati al freddo sono di vario tipo, come mostrato in figura 1, nella quale per ogni tipo di stress sono riportati i fattori che lo determinano. Secondo il tipo di stress, i rischi legati all'esposizione al freddo vanno

dal discomfort alle difficoltà respiratorie, dal dolore all'ipotermia, senza contare che il freddo può provocare anche incidenti legati all'intorpidimento muscolare. In particolare va fatta distinzione tra il lavoro svolto in ambienti esterni, nei quali le condizioni ambientali possono variare nel tempo ed ambienti interni, nei quali le condizioni ambientali si mantengono generalmente costanti e possono essere più facilmente controllate.

3. LA SORVEGLIANZA SANITARIA NEGLI AMBIENTI FREDDI

La norma 15743 prevede una fase di valutazione dello stato di salute dei lavoratori, che è affidata al medico del lavoro e che ha lo scopo di definirne l'attitudine del singolo soggetto al lavoro al freddo.

La procedura, in sostanza, prevede nella prima fase la somministrazione di un questionario, per evidenziare eventuali patologie che potrebbero comportare rischi in caso di esposizione al freddo, mentre le successive due fasi consistono nell'analisi e nella esperienza in cui gli eventuali problemi rilevati nella prima fase vengono analizzati per trovarne la soluzione.

La norma UNI EN ISO 12894 affronta nel dettaglio gli aspetti sanitari del lavoro al freddo, con riferimento anche all'adattamento fisiologico, alle risposte psicologiche e alle reazioni comportamentali.

UNI EN ISO 12894:2002

Ergonomia degli ambienti termici

Supervisione medica per persone esposte ad ambienti molto caldi o molto freddi

La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN ISO 12894 (edizione giugno 2001) e tiene conto delle correzioni introdotte il 7 novembre 2001. La norma fornisce consigli riguardanti la sicurezza degli individui esposti ad ambienti termici estremi, caldi o freddi. Gli ambienti termici estremi sono quelli in cui il corpo registra perdite o aumenti considerevoli di calore.

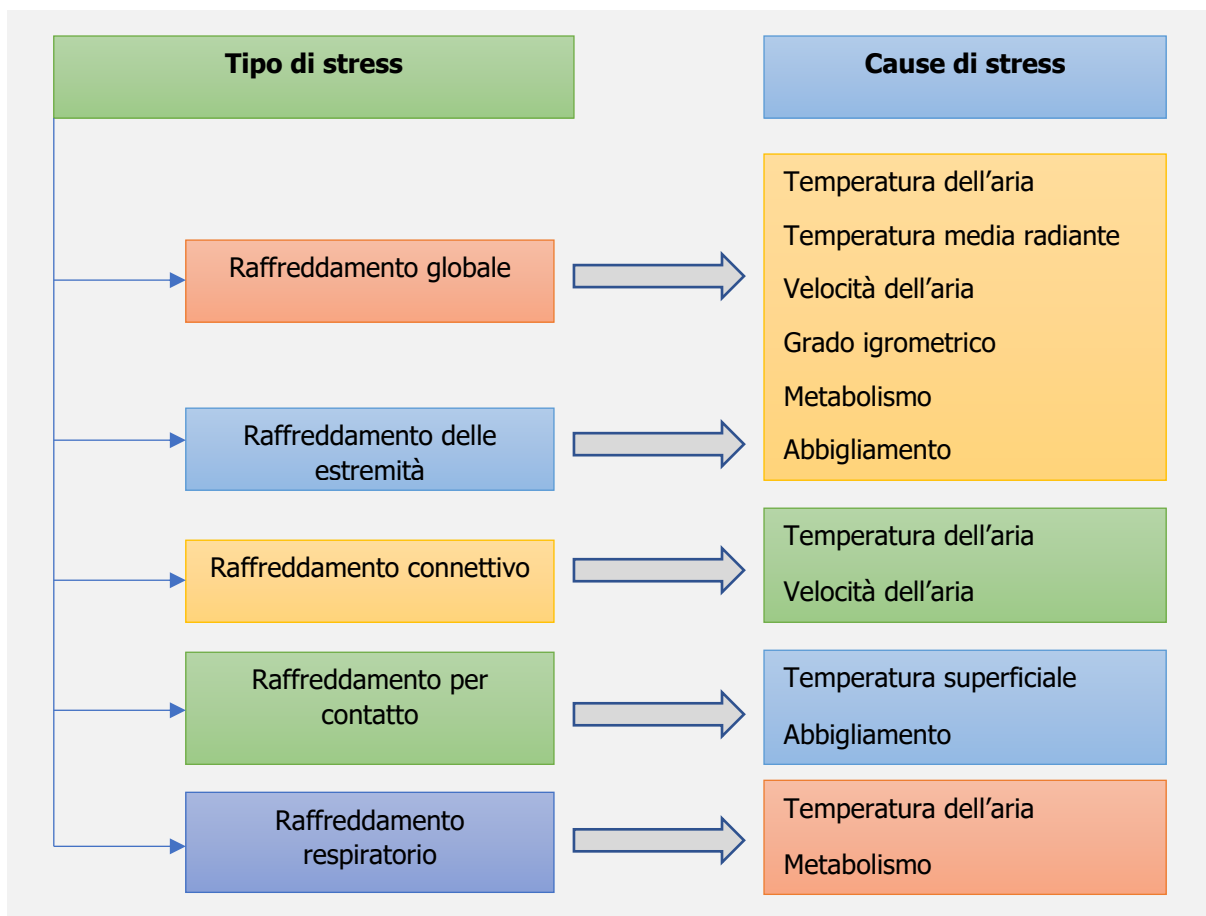


Figura 2 – Relazione tra i diversi tipi di stress da freddo e i fattori fisici che li determinano.

Come calcolare il valore di IREQ (ICL)

La resistenza termica ICL (IREQ) viene espressa in $m^2\text{C}^\circ/\text{W}$ oppure in "clo" unità di misura incoerente pari a $0,155 m^2\text{C}^\circ/\text{W} = 0,180 m^2 \text{C}^\circ/\text{Kcal}$

Il valore della resistenza termica dell'abbigliamento ICL (IREQ) può essere ricavato da tabelle, come in figura di cui sopra, che riportano valori ottenuti con misure sperimentali.

L'isolamento termico dei tessuti si misura in Clothing (Clo; $0,180 m^2 \text{C}^\circ/\text{Kcal}$) e da zero Clo nel soggetto nudo si passa a 0,50 per un abbigliamento in cotone, a 1,50 per abbigliamento invernale sino a 4 Clo per il freddo estremo.

Isolamento termico del vestiario:

Esempi di misurazione in clothing

Resistenza termica			
Singoli indumenti		Combinazione di indumenti	
Indumenti uomini/donna	Clo	Abbigliamento	Clo
Biancheria intima	$0,05 \div 0,25$	Nudo	0,00
Camicie/bluse	$0,14 \div 0,43$	Abbigliamento leggero estivo e intermedio	$0,50 \div 1,20$
Abiti	$0,10 \div 0,80$	Abbigliamento invernale e pesante	$0,94 \div 2,44$
Accessori (calze, ecc...)	$0,10 \div 0,20$		
Scarpe	$0,02 \div 0,10$	Abito polare	4,00

Per ottenere l'isolamento termico di un insieme di capi (indumenti), sommare il valore di Clo di ogni capo di abbigliamento e moltiplicare per 0,82.

Clothing: unità di misura della resistenza termica. $1 \text{ Clo} = 0,155 m^2 \text{C}^\circ/\text{W} = 0,180 m^2 \text{C}^\circ/\text{Kcal}$

Quando l'abbigliamento è insufficiente a garantire una neutralità termica è necessario stimare:

il **DLE (durata limite di esposizione)**

$$DLE = \frac{40,0}{S}$$

l'**RT (tempo di recupero)**

$$RT = \frac{40,0}{S_{rec}}$$

12. INDICE TWC (RAFFREDDAMENTO LOCALE)

L'indice utilizzato a suo tempo per la valutazione dello stress termico da raffreddamento locale era (vedi nota (1)) il **WCI (Wind Chill Index)** che esprimeva, l'entità della potenza termica per unità di superficie perduta dall'organismo in funzione della temperatura e della velocità del vento

$$WCI = 1.16 \left(10,45 + 10 \sqrt{v_a - v_a} \right) (33 - t_a)$$

dove

t_a la temperatura dell'aria ($^\circ\text{C}$)

v_a la velocità dell'aria (m/s)

La grandezza correlata, attuale, al WCI è il **twc (wind chilling temperature)**, definita come la

temperatura equivalente di sensazione di freddo in aria calma (1,8m/s)

$$t_{wc} = 33 - \frac{WCI}{25,5}$$

Temperatura mani ($t_{min} 15^{\circ}C$)

Temperatura occhi e vie respiratorie ($t_a < 40$)

Principi del metodo:

Lo stress da freddo viene valutato in termini di raffreddamento di tutto il corpo o di una parte del corpo

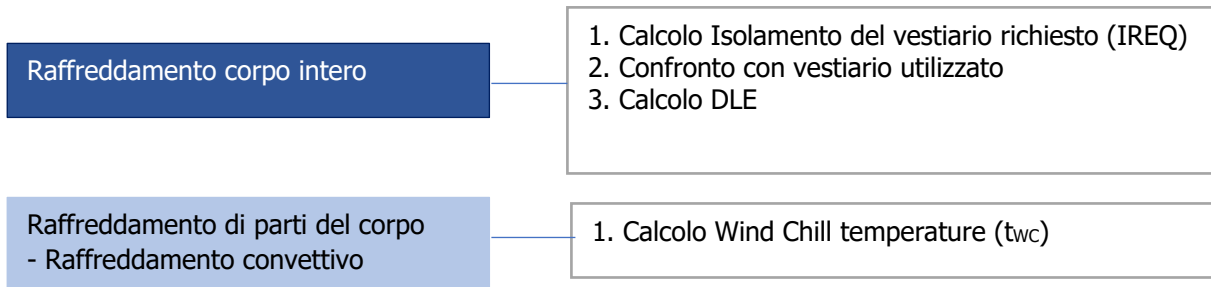


Figura 8 – Metodi di calcolo raffreddamento corpo intero o parti

(1) Allo scopo di determinare il danno provocato dall'esposizione al freddo di singole parti scoperte del corpo, tipicamente il viso, il metodo classico ormai in disuso, è quello del Wind Chill Index, definito per la prima volta nel 1945 (Siple e Passel, 1945).

Il WCI è un indice empirico proposto per esposizioni all'aperto, che rappresenta il flusso termico che si disperde nell'ambiente reale da un cilindro tenuto con la superficie esterna a $33^{\circ}C$ e che vuole simulare le dispersioni che si hanno da parti del corpo umano non protette. Il WCI non è più utilizzato essenzialmente perché

- fu ricavato per un cilindro di plastica di 57 mm di diametro, quindi con caratteristiche radianti, di curvatura e di rugosità molto diverse da quelle delle parti del corpo umano che si vuole simulare;
- non tiene conto del carico radiante e di quello solare né degli scambi evaporativi;
- non dipende dalla temperatura superficiale, che può essere diversa da $33^{\circ}C$;
- la funzione che lega WCI al valore della velocità relativa dell'aria ha un massimo in corrispondenza di circa 25 m/s (90 km/h) per poi diminuire, laddove evidentemente il flusso termico non può diminuire all'aumentare della velocità relativa dell'aria.

13. DETERMINAZIONE DEL RAFFREDDAMENTO DETERMINATO DAL VENTO (ISO 11079:2007, ALLEGATO D)

Il vento provoca un effetto rinfrescante sulla pelle. Questo effetto può essere espresso come una temperatura di raffreddamento convettivo. Il raffreddamento convettivo (t_{wc}) definisce la temperatura ambiente, che ad una velocità del vento di $4,2 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ produce la stessa potenza di raffreddamento (sensazione) delle effettive condizioni ambientali. Il raffreddamento convettivo (in gradi Celsius) è determinato con la seguente formula:

$$t_{wc} = 13,12 + 0,6215 * t_a - 11,37 * v_{10}^{0,16} + 0,3965 * t_a v_{10}^{0,16}$$

La velocità del vento (v_{10}) è definita come valore standard meteorologico misurato a 10 m sopra il livello del suolo. Questo valore è ottenuto dalle stazioni meteorologiche e dalle previsioni del tempo. Se la velocità del vento locale (v_a) a livello del suolo viene misurata, deve essere moltiplicata per 1,5 prima di essere inserita nell'equazione.

Valori calcolati per t_{wc} ed i criteri associati alla valutazione del rischio di danno da freddo basati sull'indice sono riportati nelle tabelle 3 e 4.

T _a ' °C		0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
V ₁₀ m/s												
Km/h	m/s											
5	1,4	-2	-7	-13	-19	-24	-30	-36	-41	-47	-53	-58
10	2,8	-3	-9	-15	-21	-27	-33	-39	-45	-51	-57	-63
15	4,2	-4	-11	-17	-23	-29	-35	-41	-48	-54	-60	-66
20	5,6	-5	-12	-18	-24	-31	-37	-43	-49	-56	-62	-68
25	6,9	-6	-12	-19	-25	-32	-38	-45	-51	-57	-64	-70
30	8,3	-7	-13	-20	-26	-33	-39	-46	-52	-59	-65	-72
35	9,7	-7	-14	-20	-27	-33	-40	-47	-53	-60	-66	-73
40	11,1	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-48	-54	-61	-68	-74
45	12,5	-8	-15	-21	-28	-35	-42	-48	-55	-62	-69	-75
50	13,9	-8	-15	-22	-29	-35	-42	-49	-56	-63	-70	-76
55	15,3	-9	-15	-22	-29	-36	-43	-50	-57	-63	-70	-77
60	16,7	-9	-16	-23	-30	-37	-43	-50	-57	-64	-71	-78
65	18,1	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-79
70	19,4	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-59	-66	-73	-80
75	20,8	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-59	-66	-73	-80
80	22,2	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-60	-67	-74	-81

*Tabella 3 - Potenza di raffreddamento del vento sulla pelle esposta espressa come raffreddamento convettivo (t_{wc}) a una velocità del vento definita di 4,2 km*h⁻¹*

Classificazione del rischio	t _{wc} [°C]	Effetto
1	-10 ÷ -24	Discomfort da freddo
2	-25 ÷ -34	Freddo con rischio di congelamento della pelle
3	-35 ÷ -59	Molto freddo, con rischio di congelamento della pelle dopo 10 minuti di esposizione
4	< -60	Estremo freddo, con rischio di congelamento della pelle dopo 2 minuti di esposizione

Tabella 4 – Classi di rischio per il raffreddamento convettivo

14. AMBIENTI TERMICI SEVERI FREDDI: LIMITI

La temperatura operativa t_0 è la media ponderata della temperatura ambiente e della temperatura media radiante, usando come coefficienti di peso, rispettivamente, il valore della conduttanza termica convettiva e quello della conduttanza termica radiativa

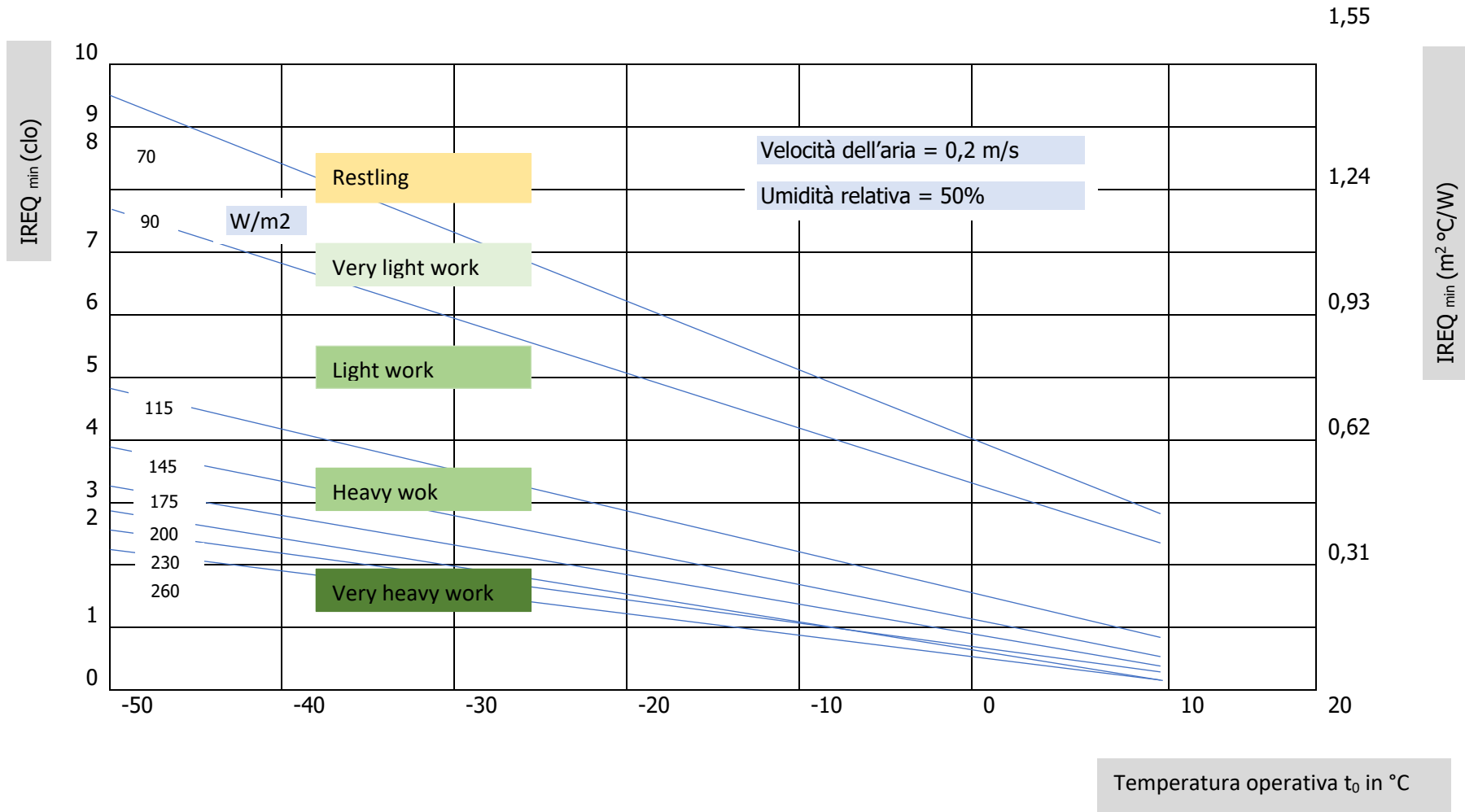


Figura 9 - $IREQ_{min}$ in funzione della temperatura operativa dell'ambiente per 8 livelli del metabolismo energetico

Come calcolare il valore di IREQ (ICL)

La resistenza termica ICL (IREQ) viene espressa in $m^2\text{C}/W$ oppure in "clo" unità di misura incoerente pari a $0,155 m^2\text{C}/W = 0,180 m^2 C^\circ / Kcal$

Il valore della resistenza termica dell'abbigliamento ICL (IREQ) può essere ricavato da tabelle, come in figura di cui sopra, che riportano valori ottenuti con misure sperimentali.

L'esposizione ad ambienti severi freddi risulta limitata ad una durata massima:

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

E' possibile calcolare le pause con le quali interrompere l'attività negli ambienti severi freddi, onde permettere un adeguato recupero termico.

RT (Recovery Time) può essere calcolata con lo stesso metodo con il quale viene calcolato DLE, ovvero

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

Specifiche parti del corpo (mani, piedi, testa) sono esposte ad un eccessivo raffreddamento perché particolarmente sensibili al raffreddamento di tipo convettivo dovuto alla azione combinata della bassa temperatura e del vento.

L'indice sintetico utilizzato è il "wind chilling temperature"

$$twc = 33 - WCI / 25,5$$

dove l'indice WCI (Wind Chill Index) è funzione della temperatura dell'aria e della velocità del vento secondo l'espressione:

$$WCI = 1,16 \times (10,45 + 10 \sqrt{(v_a - v_a)} \times (33 - t_a)$$

I valori limite di twc contenuti nella norma tecnica UNI EN ISO 11079 sono di:

- 14°C (soglia di allarme)
- 30°C (soglia di pericolo).

Quest'ultimo valore corrisponde al livello al quale si ha congelamento della parte esposta in un'ora.

WCI (W/m2)	twc (°C)	EFFETTO
1200	-14	sensazione di freddo intenso
1400	-22	limite del rischio di congelamento rapido
1600	-30	congelamento dopo 1 h di esposizione
1800	-38	
2000	-45	congelamento dopo 1 min di esposizione
2200	-53	
2400	-61	congelamento dopo 30 s di esposizione
2600	-69	

Tabella 5 - WCI - twc ed effetti su parti del corpo nude direttamente esposte

(1) Allo scopo di determinare il danno provocato dall'esposizione al freddo di singole parti scoperte del corpo, tipicamente il viso, il metodo classico ormai in disuso, è quello del Wind Chill Index, definito per la prima volta nel 1945 (Siple e Passel, 1945).

Il WCI è un indice empirico proposto per esposizioni all'aperto, che rappresenta il flusso termico che si disperde nell'ambiente reale da un cilindro tenuto con la superficie esterna a 33°C e che vuole simulare le dispersioni che si hanno da parti del corpo umano non protette. Il WCI non è più utilizzato essenzialmente perché

22. ESEMPIO (TRADUZIONE IT NON UFFICIALE APPENDICE E - EN ISO 15743)

Valutazione e gestione del lavoro a freddo nel lavoro indoor - Esempio da l'industria alimentare

E.1 Il luogo di lavoro

I rischi da freddo sono stati analizzati in una società di trasformazione alimentare, dove sono stati studiati i reparti di imballaggio della salsiccia, della carne congelata e marinata.

La temperatura dell'aria nei reparti variava tra 3 °C e 6 °C. La velocità dell'aria era di solito inferiore a 0,2 m/s , ma occasionalmente superiore vicino alle aperture. L'umidità era di circa l'80%. La temperatura dei prodotti e delle superfici della macchina era di solito tenuta tra 3 °C e 4 °C, e alcune volte a -2 °C (carne marinata). Le pause, di circa 8 minuti ogni ora, con 35 minuti per il pranzo, si svolgevano in una stanza con una temperatura normale (circa 21 °C). Gli indumenti indossati dai lavoratori consistevano in biancheria intima lunga e abbigliamento di media lunghezza e di uno speciale indumento per lo strato esterno. Erano utilizzati guanti di cotone sottili coperti da sottili guanti di plastica. Il lavoro era solitamente leggero, costituito da movimenti ripetitivi di entrambe le braccia. Il lavoro era fatto solitamente in due turni, a partire dalle 06:00 o dalle 14:30.

Circa il 70% dei lavoratori erano donne di età compresa tra 19-56 anni.

E.2 Fase 1 - Osservazione (Allegato A EN ISO 15743)

Per l'analisi dei rischi nella prima fase, è stata utilizzata la checklist di controllo del punto A.2 per l'identificazione dei problemi legati al freddo. Il sistema di punteggio applicato è stato quello specificato in A.1.2.

1. Aria fredda

Analisi: la temperatura dell'aria provoca problemi evidenti (punteggio 2). I problemi riscontrati sono stati in particolare quelli connessi alla mano, vedi quesiti 3, 4 e 6.

2. Vento/Movimenti dell'aria

Analisi: spostamenti d'aria leggeri (ad esempio spifferi, vento leggero) (punteggio 1).

3. Contatto con superfici fredde durante la manipolazione di utensili/materiale o quando si è seduti, in ginocchio o sdraiati su superfici fredde

Analisi: lavoro con le mani nude o non sufficientemente protette o per periodi più lunghi seduti, inginocchiati, in piedi o sdraiati su superfici fredde (punteggio 2). Il raffreddamento delle mani ha causato decremento delle prestazioni, dolore da freddo e intorpidimento occasionale.

4. Esposizione ad acqua/liquidi/umidità

Analisi : lunghi periodi di esposizione (ad esempio continua movimentazione di liquidi freddi o materiali umidi) (punteggio 2).

5. Indumenti protettivi dal freddo (esclusi quelli per le mani, i piedi e la testa)

Analisi: Sufficiente (punteggio 0).

6. Protezione dal freddo: mani, piedi, testa

Analisi: insufficiente (punteggio 2). Protezione delle mani insufficiente.

7. Uso di dispositivi di protezione individuale (casco, otoprotettori, ecc.)

Analisi: nessuna interferenza (punteggio 0).

8. Altri problemi relativi al freddo

- Esposizione al freddo a lungo termine/lavoro al freddo (ad esempio: continuo > 2h): punteggio 2.
- Lavoro leggero (ad esempio misurazione, monitoraggio): punteggio 1.
- Carichi di lavoro molto variabili (leggero): punteggio 0.
- Variazioni degli ambienti termici (ad esempio frequenti spostamenti tra dentro e fuori): punteggio 1.
- Scivolosità: punteggio 0.
- Strumenti vibranti: punteggio 0.
- Illuminazione insufficiente: punteggio 0.

Conclusioni: il lavoro ripetitivo a lungo termine nell'ambiente freddo con mani insufficientemente protette ha causato pericoli da freddo, in particolare nelle mani (1., 3., 4. e 6.). I pericoli, molto comuni in questo tipo di industria, mostrano necessità immediata di azioni correttive.

E.3 Fase 2 - Analisi (dall'allegato B)

1. Aria fredda

Il calcolo di IREQ mostra che la necessità di isolamento è 1,8 clo. L'isolamento dell'abbigliamento disponibile è tra 1,6 clo e 2,1 clo. Di conseguenza, non ci sono problemi evidenti con l'isolamento termico di tutto il corpo.

vedi Fig. 9: Impostando $t_o=0$ | Metabolismo Light work 90 W/m²

In forma analitica:

Analisi della situazione lavorativa									
Dati dell'ambiente termico				Dati dell'attività			Dati dell'abbigliamento		Vento
t _a	rh	t _r	V _a	D	M	V _w	I _{cl}	p	t _{wc}
[°C]	[%]	[°C]	[m/s]	[min]	[W/m ²]	[m/s]	clo	[l/m ² s]	[°C]
0	85%	0	0,10	480	100	0	1,8	50	5

t _a	temperatura dell'aria [°C]
t _r	temperatura media radiante [°C]
rh	umidità relativa dell'aria [%]
v _a	velocità dell'aria [m/s]
D	Orario di lavoro [min]
M	metabolismo energetico [W/m ²]
v _w	velocità di marcia [m/s]
I _{cl}	Isolamento termico dell'abbigliamento [clo]
p	Permeabilità dell'abbigliamento all'aria [l/m ² s]
t _{wc}	Temperatura Wind Chill [°C]

2. Vento/Movimenti d'aria

I movimenti dell'aria non producono problemi evidenti.

3. Raffreddamento da contatto

Il materiale con cui si viene a contatto sono la carne e le salsicce. La temperatura del prodotto è 4 °C. Il tipo di contatto è mediante presa del prodotto. Il contatto è molto breve ma ripetuto. Il raffreddamento da contatto non causa alcun pericolo immediato di congelamento o intorpidimento ma gradualmente le mani si raffreddano al di sotto di 15 °C, causando diminuzione delle prestazioni e dolore da freddo. Il problema con le mani e le dita è ulteriormente analizzato ai punti 4 e 6.

4. Contatto con materiali umidi

La superficie del materiale con cui si viene a contatto è generalmente umida. Facilita il raffreddamento da contatto ma non inumidisce l'interno dei guanti grazie alla protezione data dai guanti in plastica esterni.

5. Indumenti protettivi contro il freddo

L'isolamento termico degli indumenti protettivi contro il freddo è generalmente sufficiente (vedi punto 1).

6. Protezione dal freddo per mani, piedi e testa

Le temperature delle dita scendono spesso al di sotto di 15 °C, provocando dolore da freddo (ISO 9886 e ISO 10551). Questo era dovuto a guanti sottili, con insufficiente isolamento termico e all'accumulo di umidità nell'interno guanti a causa della sudorazione. Si è raccomandato di cambiare i guanti bagnati con un paio asciutti, se necessario. Inoltre, si è raccomandato di utilizzare guanti delle giuste dimensioni in modo da mantenere un'efficiente circolazione sanguigna nelle mani e nelle dita, senza compromettere la capacità manuale.

7. Possibilità di eseguire il lavoro a una temperatura ambiente più elevata

Per motivi igienici, la temperatura della stanza non può essere aumentata.

E.4 Fase 3 - Competenza

Perché la protezione dal freddo delle mani sembrava essere il problema più difficile, è stata portata avanti un'analisi speciale.

Nell'analisi sono stati confrontati tutti i guanti disponibili ed è stato scelto il guanto ottimale. L'analisi ha anche aumentato la consapevolezza dei lavoratori sui problemi del freddo e sulle soluzioni disponibili.

FONTI

UNI EN ISO 12894

Ergonomia degli ambienti termici – Supervisione medica per persone esposte ad ambienti molto caldi o molto freddi.

UNI EN ISO 15265

Ergonomia dell'ambiente termico – Strategia di valutazione del rischio per la prevenzione dello stress o del disagio termico in condizioni di lavoro.

UNI EN ISO 8996

Ergonomia dell'ambiente termico – Determinazione del metabolismo energetico.

UNI EN ISO 11079

Ergonomia degli ambienti termici – Determinazione e interpretazione dello stress termico da freddo con l'utilizzo dell'isolamento termico dell'abbigliamento richiesto (IREQ) e degli effetti del raffreddamento locale.

UNI EN ISO 15743

Ergonomia dell'ambiente termico – Posti di lavoro al freddo – Valutazione e gestione del rischio.

UNI EN ISO 9920

Ergonomia dell'ambiente termico – Valutazione dell'isolamento termico e della resistenza evaporativa dell'abbigliamento.

UNI EN ISO 13732-3

Ergonomia degli ambienti termici - Metodi per la valutazione della risposta dell'uomo al contatto con le superfici - Parte 3: Superfici fredde

Il rischio termico in ambienti severi freddi

Francesca R. d'Ambrosio Alfano, Giuseppe Riccio e Boris I. Palella