

**PREMESSA**

Con il termine microclima si intende l'insieme di 4 parametri (temperatura dell'aria  $t_a$ , temperatura media radiante  $\bar{t}_r$ , velocità dell'aria  $v_a$ , umidità relativa  $\phi$ ) che caratterizzano un ambiente dal punto di vista termico. È importante valutare il rischio microclima nei luoghi di lavoro per verificare se l'ambiente termico in cui il lavoratore opera sia adeguato alla attività lavorativa che deve svolgere oppure possa comprometterne la sicurezza e lo stato di salute.

Il D.Lgs. 81/2008 nel Titolo VIII, Capo I, art. 180 classifica il microclima tra gli agenti fisici e ai sensi dell'art. 181 ne rende obbligatoria la valutazione del rischio. Non esiste, nel Titolo VIII, un capo specifico dedicato al microclima così come avviene, invece, per altri agenti fisici ma l'art. 181 dispone di far riferimento alle norme di buona tecnica (UNI, ISO ecc.) ed alle buone prassi per valutare il rischio in modo da identificare ed adottare le opportune misure di prevenzione e protezione.

I parametri di cui tener conto nella valutazione del rischio sono 6 di cui 4 ambientali (misurabili con una centralina microclimatica) e 2 relativi al lavoratore (attività metabolica  $M$ , isolamento termico dell'abbigliamento  $I_{cl}$ ) valutabili in maniera rapida ma non sempre accurata, rispettivamente tramite le tabelle della UNI EN ISO 8996 e della UNI EN ISO 9920.

Dal punto di vista termico si distinguono ambienti moderati, in cui si possono raggiungere condizioni di *comfort*, ed 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.

**AMBIENTI MODERATI**

Ambienti in cui il lavoratore non corre rischi per la salute e nei quali si può raggiungere la condizione di benessere termico, in cui una persona non avverte sensazione di caldo o di freddo ed esprime una completa soddisfazione per l'ambiente in cui si trova.

**Fisiologia**

La condizione di benessere termico corrisponde ad una situazione 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.

**Valutazione**

Per la valutazione gli indici più comunemente utilizzati sono descritti nella UNI EN ISO 7730:

- > PMV (*Predicted Mean Vote*), indice di *comfort* globale, che esprime una condizione di neutralità termica nel caso  $PMV=0$ .
- > PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied*), associato al PMV, indica la percentuale di insoddisfatti rispetto all'ambiente considerato.

Si deve, inoltre, tener conto dei *discomfort* locali individuati dalla UNI EN ISO 7730, valutati attraverso specifici indici PD. La UNI EN ISO 7730 individua 3 categorie di *comfort* termico definite dalle condizioni riportate in Tabella 1 che devono valere contemporaneamente nell'ambito della stessa categoria.

**AMBIENTI SEVERI**

Ambienti in cui non si possono realizzare condizioni di *comfort* termico ma deve essere valutato il rischio per la salute e la sicurezza dei lavoratori ed individuate opportune misure di protezione.

**AMBIENTI SEVERI CALDI**

**Fisiopatologia**

Il soggetto può non riuscire a dissipare calore oltre un certo limite con i meccanismi di termoregolazione (vasodilatazione e sudorazione), con conseguente innalzamento della temperatura centrale.

Si va dal deficit idrico, a quello sodico, all'esaurimento della sudorazione, alla sincope da calore e alle ustioni da calore, in caso di esposizione a fonti di calore radiante.

**Valutazione**

- > Indice WBGT - UNI EN 27243  
È un indice di facile determinazione, che può dare un'idea immediata sulla necessità di una valutazione più accurata. Tiene conto solo dei parametri ambien-

LE TRE CATEGORIE DI COMFORT TERMICO DELLA UNI EN ISO 7730:2006						
CATEGORIA	COMFORT GLOBALE		DISCOMFORT LOCALI			
	PPD(%)	PMV	DR (%)	PD(%) causato da		
				Gradiente verticale di temperatura	Pavimento caldo o freddo	Asimmetria radiante
A	<6	-0.2<PMV<0.2	<10	<3	<10	<5
B	<10	-0.5<PMV<0.5	<20	<5	<10	<5
C	<15	-0.7<PMV<0.7	<30	<10	<15	<10

tali e non dell'attività lavorativa e dell'abbigliamento indossato dal lavoratore.

> **Modello PHS - UNI EN ISO 7933**

La procedura utilizza un modello analitico sofisticato che tiene conto anche di fattori complessi, restituendo risultati più affidabili e rendendo la valutazione più veritiera. Il modello calcola i valori della temperatura rettile, della perdita totale di acqua e del tempo di permanenza. In situazioni critiche viene limitata la durata del tempo di esposizione all'ambiente in esame.

## **AMBIENTI SEVERI FREDDI**

### **Fisiopatologia**

Il soggetto non riesce, oltre certi limiti, a trattenere calore all'interno del corpo mediante i meccanismi di termoregolazione (vasocostrizione e brivido), con conseguente abbassamento della temperatura centrale. Il raffreddamento globale può portare al rischio di ipotermia fino alla morte per fibrillazione cardiaca, mentre il raffreddamento locale può comportare il rischio di congelamento delle estremità.

### **Valutazione**

Si tiene conto sia del raffreddamento globale (corpo inte-

ro) che del raffreddamento locale ovvero di alcune parti specifiche come viso, mani e piedi.

> **Raffreddamento globale - Indice IREQ - UNI EN ISO 11079**

Si utilizza una procedura analitica basata sulla valutazione dell'isolamento dell'abbigliamento richiesto (IREQ) affinché il corpo sia in equilibrio termico con l'ambiente. Quando le situazioni si rivelano critiche viene limitata la durata del tempo di esposizione all'ambiente in esame.

> **Raffreddamento Locale**

La UNI EN ISO 11079 individua 4 tipi di raffreddamento locale:

- Raffreddamento dovuto al vento freddo, da valutare mediante la *wind chill temperature* (Allegato D).
- Raffreddamento della pelle per contatto con superficie fredde (v. UNI EN ISO 13732 - 3).
- Raffreddamento delle estremità (v. UNI EN 511).
- Raffreddamento delle vie respiratorie.

## **RIFERIMENTI NORMATIVI**

- *D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.*

## **PRINCIPALI NORME TECNICHE**

### **Tutti i tipi di ambienti**

UNI EN ISO 7726:2002. Ergonomia degli ambienti termici - Strumenti per la misurazione delle grandezze fisiche.

UNI EN ISO 8996:2005. Ergonomia dell'ambiente termico - Determinazione del metabolismo energetico.

UNI EN ISO 9886:2004. Ergonomia - Valutazione degli effetti termici (*thermal strain*) mediante misurazioni fisiologiche.

UNI EN ISO 9920:2009. Ergonomia dell'ambiente termico - Valutazione dell'isolamento termico e della resistenza evaporativa dell'abbigliamento.

UNI EN ISO 12894:2002. Ergonomia degli ambienti termici - Supervisione medica per persone esposte ad ambienti molto caldi o molto freddi.

### **Ambienti moderati**

UNI EN ISO 7730:2006. Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale.

### **Ambienti severi caldi**

UNI EN ISO 7933:2005. Ergonomia dell'ambiente termico - Determinazione analitica ed interpretazione dello stress termico da calore mediante il calcolo della sollecitazione termica prevedibile UNI EN 27243. Ambienti caldi. Valutazione dello stress termico per l'uomo negli ambienti di lavoro, basata sull'indice WBGT (temperatura a bulbo umido e del globotermometro).

### **Ambienti severi freddi**

UNI EN 342:2004. Indumenti di protezione - Completi e capi di abbigliamento per la protezione contro il freddo.

UNI EN 511:2006. Guanti di protezione contro il freddo.

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.

## **PER ULTERIORI INFORMAZIONI**

Contatti: v.molinaro@inail.it; s.delferraro@inail.it

## **BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE**

FANGER, P.O. *Thermal Comfort*. Danish Technical Press, 1970.

PARSONS, K.C. *Human Thermal Environments. The Effects of Hot, Moderate, and Cold Environments on Human Health, Comfort and Performance*. Taylor & Francis, 2003.

COORDINAMENTO TECNICO PER LA SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO DELLE REGIONI E DELLE PROVINCE AUTONOME (in collaborazione con ISPESL). *Microclima, aerazione e illuminazione nei luoghi di lavoro*. Linee Guida. 2006.

## **PAROLE CHIAVE**

*Ambienti termici; Valutazione del rischio; Comfort termico.*