

I parametri soggettivi

Per ricavare un quadro verosimile della situazione microclimatica all'interno degli ambienti lavorativi è necessario determinare, con la massima precisione, i valori dei parametri soggettivi necessari alla valutazione, cioè del tasso metabolico M (o dispendio metabolico), dell'isolamento termico dovuto al vestiario I_{cl} e del rendimento meccanico dell'organismo η , fondamentali per ottenere risultati realmente descrittivi del fenomeno in esame.

Il dispendio metabolico (ovvero la quantità totale di energia prodotta dall'organismo) rappresenta uno dei parametri fondamentali della valutazione. L'organismo ha un tasso di metabolismo basale legato alle funzioni vitali ed un tasso di metabolismo energetico legato all'attività svolta. Il tasso metabolico viene determinato sia con metodi diretti, ad esempio misurando il quantitativo di ossigeno consumato, sia con metodi indiretti, basati sull'uso di prospetti di riferimento. Nei metodi di tipo indiretto la semplicità dell'applicazione è accompagnata da un margine di imprecisione, strettamente correlato all'esperienza di chi effettua la valutazione; nella tabella n. 1, ripresa dalla norma UNI EN ISO 8996:2022, sono elencati i diversi metodi di determinazione del tasso metabolico M , la loro precisione ed il loro livello di accuratezza.

(La riproduzione di stralci delle norme UNI è stata autorizzata da UNI Ente Italiano di Normazione. L'unica versione che fa fede è quella originale reperibile in versione integrale presso UNI, Via Sannio 2 20137 Milano, tel.02-70024200 e-mail: vendite@uni.com, web www.uni.com).

Tabella n.1		Metodi per la determinazione del dispendio metabolico	
Livello	Metodo	Precisione	Ispezione della postazione di lavoro
1 Controllo	Classificazione secondo il tipo di attività	Informazioni approssimative Rischio di errore molto elevato	Non necessaria
2 Osservazione	Analisi dei tempi e dei movimenti	Rischio di errore elevato Incertezza: $\pm 20\%$	Necessaria
3 Analisi	3A.Misurazione della frequenza cardiaca sotto condizioni definite	Rischio medio di errore Incertezza: da ± 10 a 15%	Necessaria analisi per determinare un periodo di tempo rappresentativo
	3B.Accelerometria	Rischio di errore elevato	
4 Valutazione di esperti	4A. Misurazione del consumo di ossigeno	Errori entro i limiti di precisione della misura o dell'analisi dei tempi e dei movimenti, se rispettate le condizioni dei punti 9.1.1, 9.1.4 Incertezza $\pm 5\%$	Necessaria l'analisi dei tempi e dei movimenti
	4B. Metodo della doppia marcatura dell'acqua		Non necessaria l'ispezione della postazione di lavoro; necessario valutare le attività durante le pause
	4C. Calorimetria diretta	Errori entro i limiti della precisione della misura o dell'analisi dei tempi e dei movimenti Incertezza $\pm 5\%$	Ispezione della postazione di lavoro non richiesta

Nota: l'incertezza di ciascun metodo è fornita in Tabella n. 1 come coefficiente di variazione, cioè la percentuale di deviazione standard dalla media; i valori devono essere intesi come indicativi.

In una valutazione microclimatica accurata occorre, quindi, analizzare i dati assumendo una "figura metabolica" rappresentativa delle attività della mansione indagata, attribuendo a questa figura tipo un valore appropriato del dispendio metabolico.

Nella valutazione più generica (ad esempio quella di livello 1 della tabella n. 1) il valore del dispendio metabolico M della mansione indagata è determinato in base a prospetti riferiti alle diverse lavorazioni. Un esempio di tali prospetti è riportato in tabella n. 2 con riferimento alle attività di ufficio.

Tabella n.2	Prospetto per l'attribuzione del valore di M alle diverse mansioni (1 metabolic unit = 1 met = 50 Kcal/h m ₂ = 58,2 W/m ₂)	
Tipo di attività	W/m ²	Met
Lavoro sedentario	55 - 65	0,9 - 1,1
Lavoro impiegatizio	65 -100	1,1 - 1,7
Portiere	80 -115	1,4 - 2,0

Nella valutazione di tipo 2, di cui alla tabella n. 3, viene considerato nel dettaglio il contributo di ogni singola componente di un'attività lavorativa (postura, energia metabolica basale, tipo di attività, movimento del corpo, ecc.). Tale metodologia è indicata per le attività di tipo prevalentemente ripetitivo.

Nel caso delle attività di ufficio si può assumere un valore di M pari a circa 2,0, così come risulta dalla tabella n. 3, dove è riportato un esempio di determinazione del dispendio metabolico M con questo metodo per questo tipo di attività.

Tabella n.3	Esempio di applicazione del metodo 2 per la determinazione del valore di M	
	W/m ²	Met
Tasso metabolico basale	45	0,77
Tasso metabolico per la postura (seduto)	0	0
Tasso metabolico per l'attività (lavoro manuale leggero)	70	1,21
Tasso metabolico per lo spostamento	0	0
Totale dispendio metabolico	115	1,98

Quando si usa un metodo come quello sopra descritto occorre valutare in ogni caso le pause lavorative e, nel caso di attività lavorative disomogenee, effettuare una media ponderata in funzione del tempo impiegato per le diverse attività.

Nell'analisi dei dati microclimatici è di fondamentale importanza stimare correttamente l'isolamento termico dovuto al vestiario (Icl).

Durante i rilievi è pertanto necessario prendere nota del vestiario indossato dai vari lavoratori al fine di valutare il contributo all'isolamento termico. Da appositi prospetti presenti nelle norme tecniche (UNI EN ISO 7730:2006; UNI EN ISO 9920:2009) si ricavano i valori tipici dell'isolamento dei singoli capi di abbigliamento, misurati

nell'unità di misura Clo (1 clothing unit = 1 clo = 0,155 m² °C/W = 0,180 m² °C h/Kcal); è importante identificare anche il tipo di tessuto, che influenza notevolmente il grado di isolamento. Nella tabella n. 4 è riportato un esempio di calcolo del suddetto indice per un impiegato in ambiente di ufficio.

Tabella n. 4	Esempio di calcolo per la determinazione del valore di Icl per un impiegato
Capi di abbigliamento	Clo
Giacca leggera	0,25
Camicia leggera a maniche lunghe	0,20
Pantaloni lunghi	0,25
Calzini	0,02
Mutande	0,03
Scarpe chiuse	0,04
Totale	0,79

Durante l'attività lavorativa gran parte dell'energia metabolica viene trasformata in calore, mentre solo una frazione minima viene convertita in energia meccanica (lavoro utile).

Anche per la determinazione del rendimento meccanico η si può far riferimento a diversi metodi di valutazione che permettono di attribuire il corretto valore di rendimento meccanico alle diverse tipologie di lavorazioni.

Il campo di variabilità del rendimento meccanico oscilla tra lo 0% e il 25% dell'attività metabolica: ai fini della valutazione del benessere termico tale parametro assume importanza per lavorazioni molto pesanti, nelle quali l'energia meccanica in gioco assume valori significativi.

Nel caso di lavori sedentari, come i lavori di ufficio, si può attribuire un rendimento meccanico pari allo 0 %.

Bibliografia

- AA. VV. (Coordinamento Tecnico interregionale della Prevenzione dei luoghi di lavoro 2006) - Microclima, aerazione e illuminazione nei luoghi di lavoro: requisiti e standard, indicazioni operative e progettuali. Atti del Convegno DBA 2006: rischi fisici negli ambienti di lavoro, volume 2 – Microclima. Modena, 12-13 ottobre 2006.

- ALFANO G., D'AMBROSIO F. R., RICCIO G. (1998) – Disagio e stress termico: effetti, normative, valutazione e controllo. Atti del Convegno DBA "Dal rumore ai rischi fisici", Modena, 17-19 settembre 1998, 531-553.
- BARBATO F. (1998) – La valutazione dell'ambiente termico inserita nel programma di valutazione dei rischi. Atti del Convegno DBA "Dal rumore ai rischi fisici", Modena, 17-19 settembre 1998, 573-596.
- UNI EN ISO 7730 (2006) – Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort effects.
- UNI EN ISO 8996 (2022) – Ergonomics – Determination of metabolic heat production.
- UNI EN ISO 9920 (2009) – Ergonomics of the thermal environment – Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble.

Data di chiusura del documento

31/05/2022

Conoscere il rischio

Nella sezione Conoscere il rischio del portale Inail, la Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione (Contarp) mette a disposizione prodotti e approfondimenti normativi e tecnici sul rischio professionale, come primo passo per la prevenzione di infortuni e malattie professionali e la protezione dei lavoratori. La Contarp è la struttura tecnica dell'Inail dedicata alla valutazione del rischio professionale e alla promozione di interventi di sostegno ad aziende e lavoratori in materia di prevenzione.

Per informazioni

contarp@inail.it