



Sistema di Riferimento
Veneto per la Sicurezza
nelle Scuole

MICROCLIMA

MODULO A
Unità didattica

A6.7

**CORSO DI FORMAZIONE
RESPONSABILI
E ADDETTI SPP
EX D.Lgs. 195/03**

MICROCLIMA

Definizioni



CLIMA

Fattori atmosferici e geografici che determinano le condizioni meteorologiche di un luogo



MICROCLIMA

Condizioni climatiche di ambienti chiusi o ristretti influenzate sia dal clima esterno sia da fattori interni, quali la presenza di persone o la presenza di un ciclo tecnologico

MICROCLIMA

Normativa



Ambienti di lavoro

- difesa agenti atmosferici
- ricambio dell'aria naturale
- difesa contro l'umidità

D.Lgs. 81/08
Art. 63 e all. IV

Temperatura

- temperatura adeguata all'attività
- grado di umidità e movimento dell'aria
- temperatura locali di riposo
- difesa contro l'irraggiamento solare eccessivo
- difesa contro le temperature troppo alte o troppo basse con misure localizzate.

Umidità

- limitazione dell'umidità dell'aria eccessiva, a causa delle condizioni di lavoro, entro limiti minimi.

MICROCLIMA

Normativa



D.Lgs. 81/08
Art. 63 e all. IV

Valutazione dei rischi

- valutazione e programmazione delle misure di prevenzione difesa agenti atmosferici

Soluzioni praticabili

- DPI contro il caldo ed il freddo
- Difesa agenti atmosferici

MICROCLIMA

Normativa e Standard



Le leggi vigenti, salvo alcune eccezioni, non fissano i limiti da considerare ottimali per garantire condizioni di comfort nei luoghi di lavoro.

Le indicazioni fornite dagli standard nazionali e internazionali sono normalmente utilizzate per valutare l'idoneità dei luoghi di lavoro e tali indicazioni sono state ritenute valide, in più casi, anche dalla suprema Corte di Cassazione.

MICROCLIMA

Benessere termico



La maggior parte della popolazione trascorre
l'80 – 90 % del tempo in ambienti chiusi.

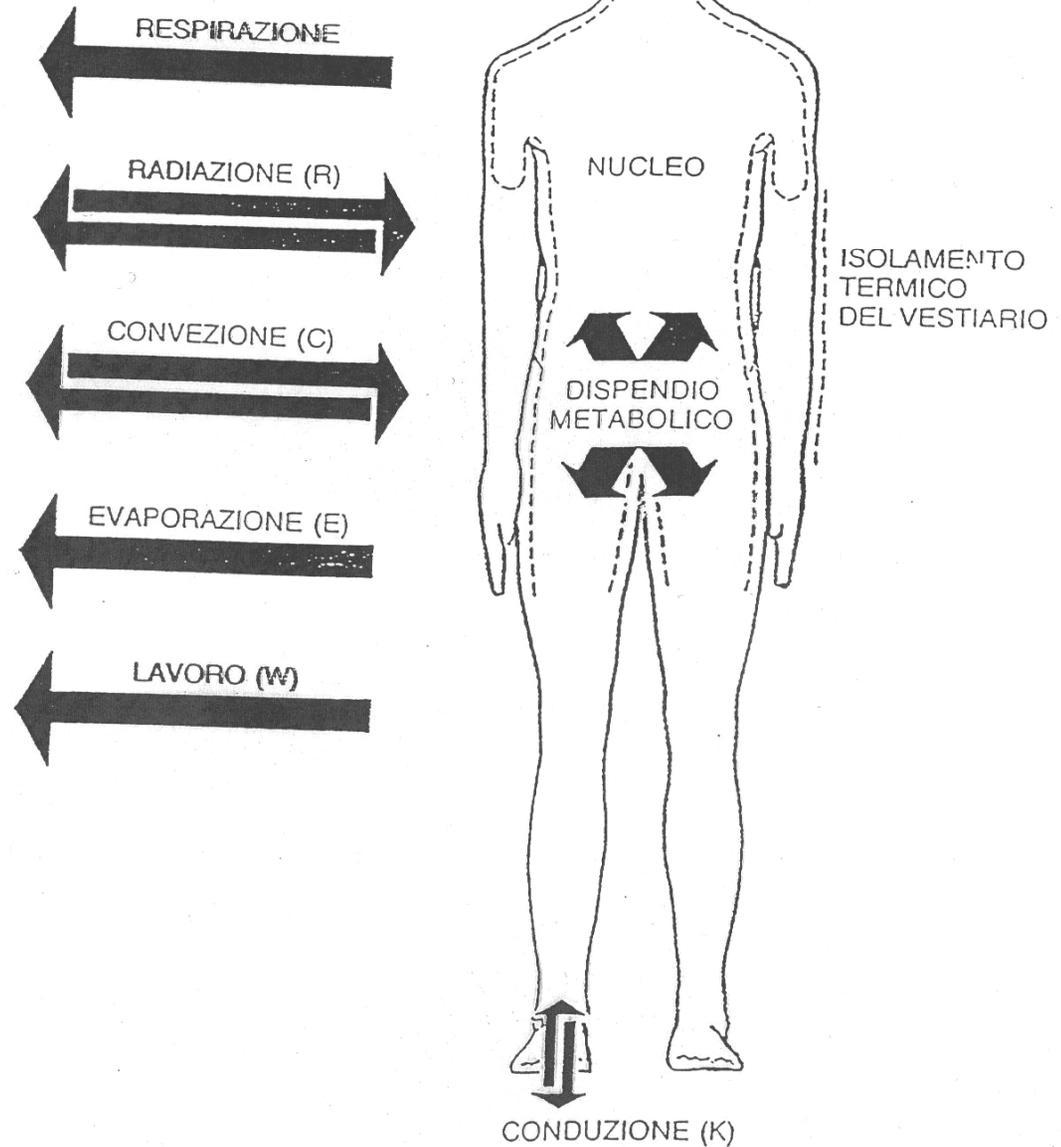
Il microclima condiziona lo **scambio termico tra uomo e ambiente** necessario a mantenere costante la temperatura corporea (10–20% lavoro, 80–90% calore)

Benessere termico

Condizioni in cui l'organismo riesce a mantenere l'equilibrio termico (**OMEOTERMIA**) senza l'intervento del sistema di termoregolazione propria.

MICROCLIMA

Scambi di energia tra uomo e ambiente



MICROCLIMA

Meccanismi di termoregolazione

TERMOGENESI

Contrazioni muscolari (brividi)
Vasocostrizione periferica
Accelerazione del metabolismo
dei carboidrati

TERMOLISI

Vasodilatazione
Sudorazione
Aumento della ventilazione
polmonare

TEMPERATURA CORPOREA: $36,7 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,2$

MICROCLIMA

Bilancio termico

$$BT = M - W \pm R \pm C - E \pm K - Resp$$

- M: energia metabolica prodotta dalle reazioni biochimiche
- W: energia ceduta sottoforma di lavoro meccanico
- C: calore scambiato per convezione
- R: calore scambiato per irraggiamento
- K: calore scambiato per conduzione
- E: calore ceduto per evaporazione
- Resp: calore ceduto per respirazione

BT=0 omeotermia condizione di benessere

BT>0 aumento della temperatura corporea

BT<0 diminuzione della temperatura corporea

MICROCLIMA

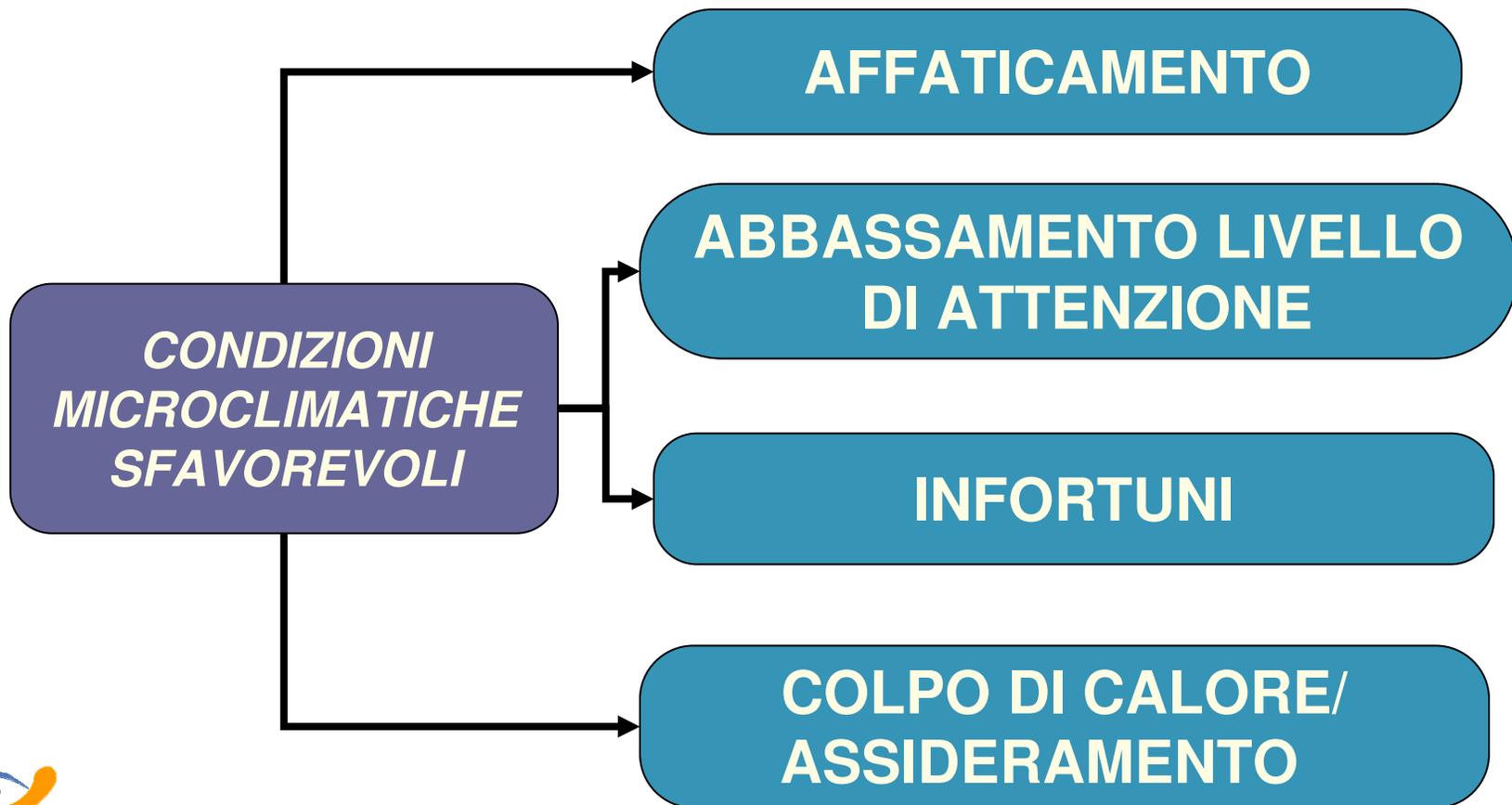
Equilibrio termico

EQUILIBRIO TERMICO $BT \rightarrow 0$

BT=0 minimo sforzo termoregolazione	BENESSERE
BT=0 discreto sforzo termoregolazione	DISAGIO
BT≠0 massimo sforzo termoregolazione	STRESS TERMICO

MICROCLIMA

Effetti



MICROCLIMA

Parametri di riferimento



FATTORI AMBIENTALI

Temperatura dell'aria

t_a °C termometro schermato

Temperatura radiante

t_r °C globotermometro

Umidità relativa

UR % psicrometro

Velocità dell'aria

v_a m/sec anemometro

FATTORI INDIVIDUALI*

Dispendio energetico metabolico

met, Kcal/h

Resistenza termica del vestiario

clo

*ricavabili da tabulati

1 met = 50 Kcal m² = 58 W/ m²

1 clo = 0,155 m² °C/W = 0,180 m² °C h /Kcal

MICROCLIMA

Gli ambienti termici

AMBIENTI MODERATI

Scuole, uffici, abitazioni, negozi, ecc.

AMBIENTI SEVERI CALDI

Acciaieria, fonderia, filatura, stireria, ecc.

AMBIENTI SEVERI FREDDI

Industria alimentare, lavori all'aperto,
(edilizia, porti, manutenzioni
movimentazioni, ecc.)



MICROCLIMA

Valutazione dell'ambiente termico

La **misura isolata** delle singole variabili che determinano il microclima **è insufficiente** a quantificare gli scambi termici tra uomo-ambiente e a valutare le caratteristiche di un ambiente termico

MICROCLIMA

Indici microclimatici sintetici

Esprimono in modo sintetico (o integrato) più grandezze e costituiscono valori (di disagio o di stress) da confrontare con uno standard di riferimento



Indici strumentali

ricavati da strumenti che simulano le reazioni umane

Indici fisiologici (o empirici)

ottenuti in base alle risposte umane

Indici razionali

dedotti dall'analisi del bilancio termico

MICROCLIMA

Ambienti termici: valutazione

Ambienti termici moderati	UNI EN ISO 7730	Determinazione degli indici PMV e PPD e specifica delle condizioni di benessere termico
Ambienti severi caldi	UNI EN 27243	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 11079	Valutazione degli ambienti freddi. Determinazione dell'isolamento richiesto dagli indumenti(IREQ)

MICROCLIMA

Discomfort locali

