

COMFORT TERMICO

$$T = 37 \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (temperatura corpo umano)}$$

- Energia convertita nell'unità di tempo -

M = Energia Metabolica

M_b = Metabolismo basale

M_a = Energia per l'organismo per svolgere attività

$$M = M_b + M_a$$

$$M = [W/m^2] = Met \text{ (1 Met} = 58,1 W/m^2)$$

$$M = L + Q$$

L = Lavoro prodotto meccanicamente

Q = Calore

$$\eta = \frac{L}{M} = 0,25$$

Equazione del bilancio termico del corpo umano

- Ambiente in condizioni costanti
- Attività costante

$$M = L + E_d + E_{sw} + E_{re} + P + R + C + C_k$$

M = costante ; E_d = Calore di evaporazione per traspirazione

E_{sw} = Calore di evaporazione per sudorazione

E_{re} = Calore di evaporazione per respirazione

P = calore sensibile ceduto per effetto della respirazione

R = calore ceduto per radiazione ; C = Calore ceduto per convezione

C_k = Calore ceduto per conduzione (parimento, sedia ecc.)

- Tutti i termini della equazione sono espressi per unità di superficie corporea

Superficie del corpo umano A_{Du}

$$A_{Du} = 0,202 \times (W_b)^{0,425} \times (h_b)^{0,725}$$

W_b = peso in Kg
 h_b = altezza in m

calore specifico del corpo $C_{pm} = 0,98 \text{ W/Kg} \cdot \text{K}$

S = quantità di calore acquistata o ceduta dal corpo umano

$$S = M - L - E_d - E_{sk} - E_{re} - P - R - C$$

Un tempo non lungo l'integrale di S deve essere uguale a \emptyset

per mezzo:

- VASODILATAZIONE
- SUDORAZIONE
- DIMINUIZIONE ATTIVITA' FISICA
- VASOCONSTRIZIONE
- BRIVIDI

Indici di benessere Termico

- Temperatura operante: Temperatura uniforme di un ambiente immaginario nel quale l'individuo scambia lo stesso calore sensibile per convezione e radiazione scambiato nell'ambiente reale.

$$t_o = \frac{(t_{mr} + t_a)}{2}$$

t_{mr} = temperatura media radianti

- Temperatura effettiva [ASHRAE] ET^*

temperatura di un ambiente immaginario al solo UR nel quale una persona scambia la stessa quantità di calore scambiato nell'ambiente reale

- Due ambienti con uguale ET^* ma con diversa T_e UR (ma = velocità d'aria) evocano la stessa sensazione termica

- Voto medio previsto (sviluppato da Fanger)

PMV (Predicted Mean Vote)

Valore compreso tra -3 e +3

La sensazione termica del corpo (ad una determinata attivita' e' una funzione del "Carico Termico" del corpo definito come la differenza fra la produzione interna di calore e le dispersioni nell'ambiente in cui il soggetto si trova. Il "Discomfort" e' maggiore quanto maggiore e' il carico ostress (esempio: il discomfort e' tanto piu' grande - in un ambiente caldo - quanto piu' copiosa e' la sudorazione)

- Percentuale prevista di insoddisfatti (Predicted Percentage of Dissatisfied PPD)

voto medio previsto riferito ad un grande gruppo di persone. Non e' possibile (statisticamente) avere meno del 5% di insoddisfatti

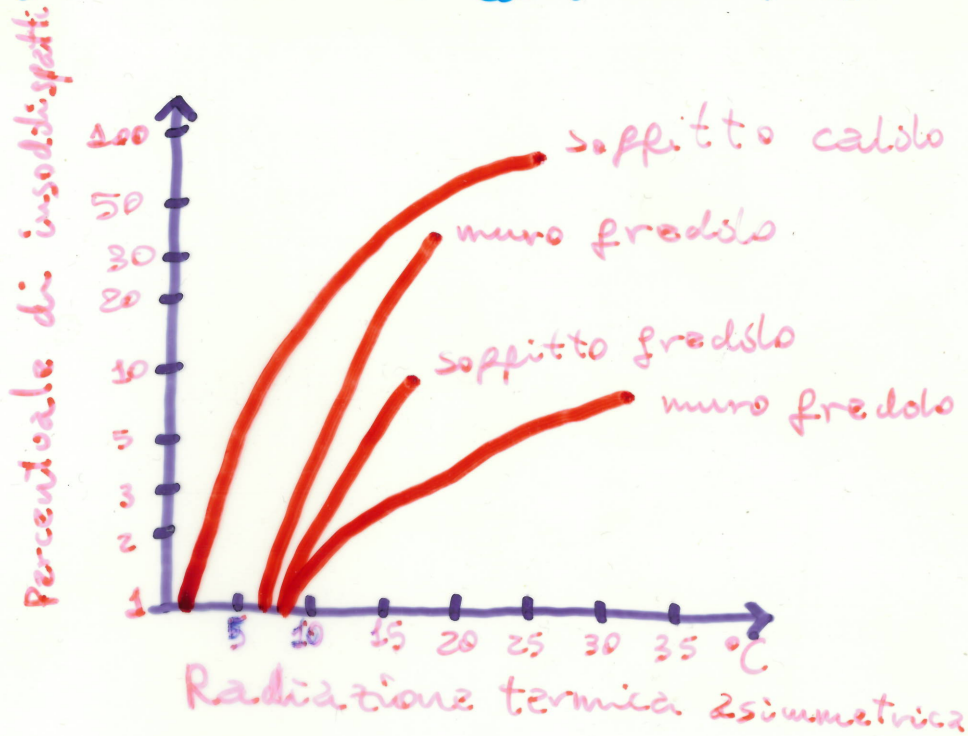
Modello di adattamento (t_n)

e' funzione della temperatura media mensile esterna t_m

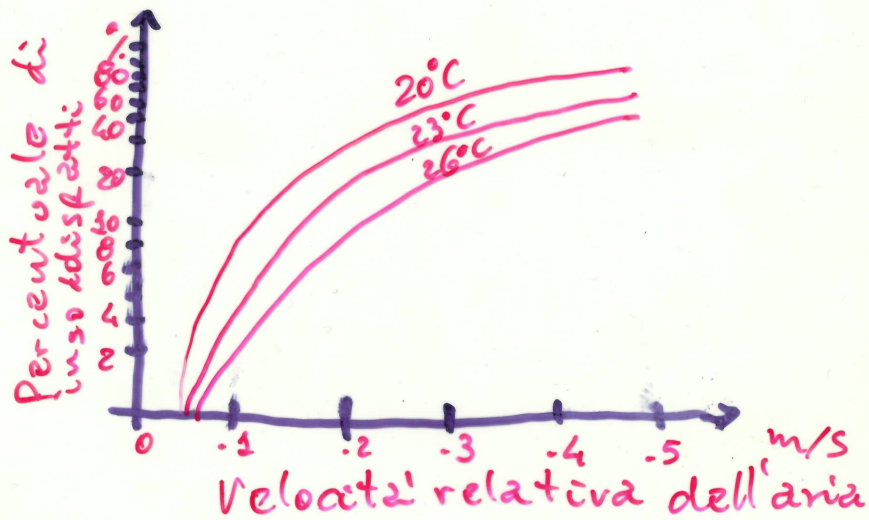
$$t_n = 0,53t_m + 11,9$$

CAUSE DI DISCOMFORT LOCALE

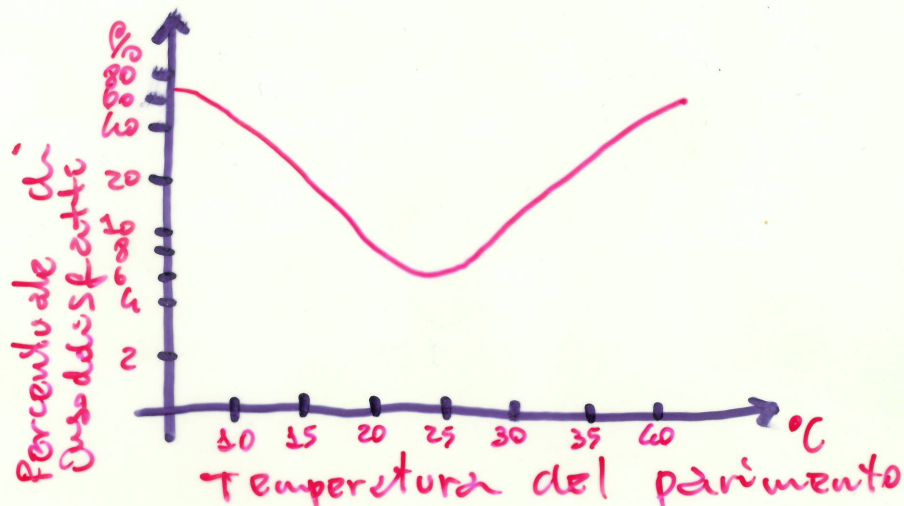
- Radiazione termica asimmetrica



- Correnti d'aria



- Temperatura del pavimento



DIFESA TERMICA

- In situazioni di freddo = occorre realizzare resistenze alla dispersione termica e dissipazione del calore corporeo mediante la coibentazione
 - avere superfici "calde" assorbono onde corte (emissioni infrarosse)
- In situazioni di caldo = impedire il riscaldamento delle superfici interne dell'envolucro (effetto serra) e di espellere il calore eccedente verso l'esterno (danzosa la coibentazione) occorre una elevata "CAPACITA' TERMICA" della parete accumulando energia termica senza elevare (e temperature della superficie (dissipando nelle ore notturne) il calore accumulato)

L'edificio allora dovrebbe possedere:

- Minime superfici vetrate (trasparenti)
- Superfici selettiva "fredda" riflettere i raggi solari
- Pareti con elevate capacita' termiche e pareti molto spesse
- Superfici con elevato potere emissivo
- Basse immissioni di aria dall'esterno

STUDIO DELL'ORIENTAMENTO

- ORIENTAMENTO EOLICO (difesa dai venti)
- ORIENTAMENTO ELIOTROPICO (limita o utilizza l'azione dei raggi solari - L. Da venti)
- ORIENTAMENTO FOTOTROPICO (studia principalmente i raggi luminosi del sole)
- ORIENTAMENTO TERMICO (sfrutta l'energia termica del sole)

ARCHITETTURA BIOCLIMATICA

- Sistema solare diretto (sistema serra)
- Sistema solare indiretto (massa immagazzinante)
- Sistema solare passivo (solarium)

SOLEGGIAMENTO E CLIMATIZZAZIONE NATURALE

Soleggiamento dipende da alcuni fattori

- flusso energetico unitario trasportato dai raggi solari nell'unità di tempo su una superficie unitaria disposta normalmente alla direzione dei raggi.
- Orientamento della superficie soleggiata
"In inverno il sole scende di meno perché si trova più vicino all'orizzonte e quindi è migliore l'assorbimento atmosferico"
 - In estate una superficie verticale esposta a sud assorbe quattro volte in meno energia solare di una superficie orizzontale
 - L'orientamento a sud è più soleggiato in inverno, in estate grazie alla verticalità dei raggi (soprattutto a mezzogiorno) presenta una superficie ridotta
 - L'orientamento a Nord viene soleggiato solo poche ore all'anno (al mattino e alla sera con poca energia)
 - L'orientamento ad EST riceve sole al mattino ad OVEST al pomeriggio

ASSE ELIOTERMICO

disposizione ottimale dell'edificio con prospetto orientato a est-sud-est e l'altro ad ovest-nord-ovest

Ai nostri climi è preferibile l'orientamento con prospetti uno a SUD e l'altro a NORD

● Durata del soleggiamento

- Riduzione energetica causate dall'atmosfera e dalle interferenze delle diverse condizioni climatiche

Il controllo climatico

Dispersione di calore attraverso gli elementi di chiusura

$$Q_t = S \times K \times \Delta t \quad [W]$$

S = superficie di un elemento di chiusura $[m^2]$

K = coefficiente di trasmissione del calore

Δt = differenza di temperatura tra le facce

$$\frac{1}{K} = R = 0,22 + \frac{S_1}{\lambda_1} + \frac{S_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{S_n}{\lambda_n} \quad \text{Nel caso di elementi composti da pi\u00f9 strati.}$$

S_i = spessore dello strato n. i

λ_i = conducibilit\u00e0 dello strato n. i

0,22 = resistenza dello strato dell'aria

R = resistenza termica dell'elemento

\u00e8 inoltre possibile considerare un K_{medio} di tutti gli elementi che compongono l'edificio

$$K_m = \frac{K_1 \times S_1 + K_2 \times S_2 + \dots + K_n \times S_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n}$$

Bilancio termico

$$Q_v + Q_t \leq Q_s$$

$$\frac{W \times 0,36 \times \Delta t}{\Delta x} + S \times K \times \Delta t \leq Q_s$$

$$K \leq \frac{Q_s}{S \times \Delta t} - \frac{0,36 W}{S \times \Delta x}$$