

Benessere termico e microclima

Gianfranco Tarsitani

I fattori condizionanti il benessere termico

- Gli scambi termici con l'ambiente
- La termoregolazione
- Le patologie da
 - calore
 - perfrigerazione



BILANCIO TERMICO

La temperatura corporea è mantenuta costante attraverso meccanismi termoregolatori riflessi che governano i processi di termolisi e termogenesi

o **TERMOPRODUZIONE**: l'energia chimica derivante dagli alimenti attraverso processi di ossidazione è trasformata in calore. La quota di calore prodotta in eccesso rispetto alle esigenze dell'organismo per mantenere la temperatura costante viene dispersa **TERMOGENESI**

TERMOLISI (termodispersione):

aria espirata (19%)

escreti (2%),

cute (79%).

Intervengono meccanismi di:

conduzione-convezione (25-30%)

irraggiamento (45-50%)

evaporazione (20-30%) →

perspiratio insensibilis, perspiratio sensibilis, sudorazione

MICROCLIMA o ARIA INDOOR o ARIA INFRAMURALE

*INSIEME DEI COMPONENTI CHIMICI E FATTORI
FISICI CHE CARATTERIZZANO L'ARIA DEGLI
AMBIENTI CONFINATI*

*definiscono uno stato di COMFORT (benessere)
individuale e collettivo*

Composizione chimica dell'aria indoor:

≈ 78% Azoto

≈ 21% Ossigeno

≈ 0,03 Anidride Carbonica

≈ 0,07 tracce di altri gas inerti, vapore acqueo, etc.

FATTORI FISICI

Strettamente correlati alla tipologia costruttiva dell'edificio, all'ampiezza dell'ambiente, alla presenza di finestre in numero adeguato, al ricambio naturale dell'aria

- ❑ temperatura dell'aria (T°)
- ❑ calore radiante
- ❑ umidità relativa (UR)
- ❑ movimento dell'aria (v)

FATTORI FISICI

TEMPERATURA dell'aria (T°) → Dovrebbe rimanere costante

CALORE RADIANTE → quota di calore che mediante onde elettromagnetiche si trasmette da un corpo più caldo ad uno più freddo senza intermediazioni. L'effetto radiante complessivo in un ambiente dipende da elementi presenti nell'ambiente stesso: persone, pareti, pavimenti, macchinari, etc. dev'essere trascurabile o assente ($\Delta t = \pm 2$)

MOVIMENTO DELL'ARIA (v) → Favorisce la perdita di calore dal corpo umano

condizioni di umidità e temperatura mal sopportate con aria immota, sono ben tollerate con una adeguata ventilazione!



FATTORI FISICI

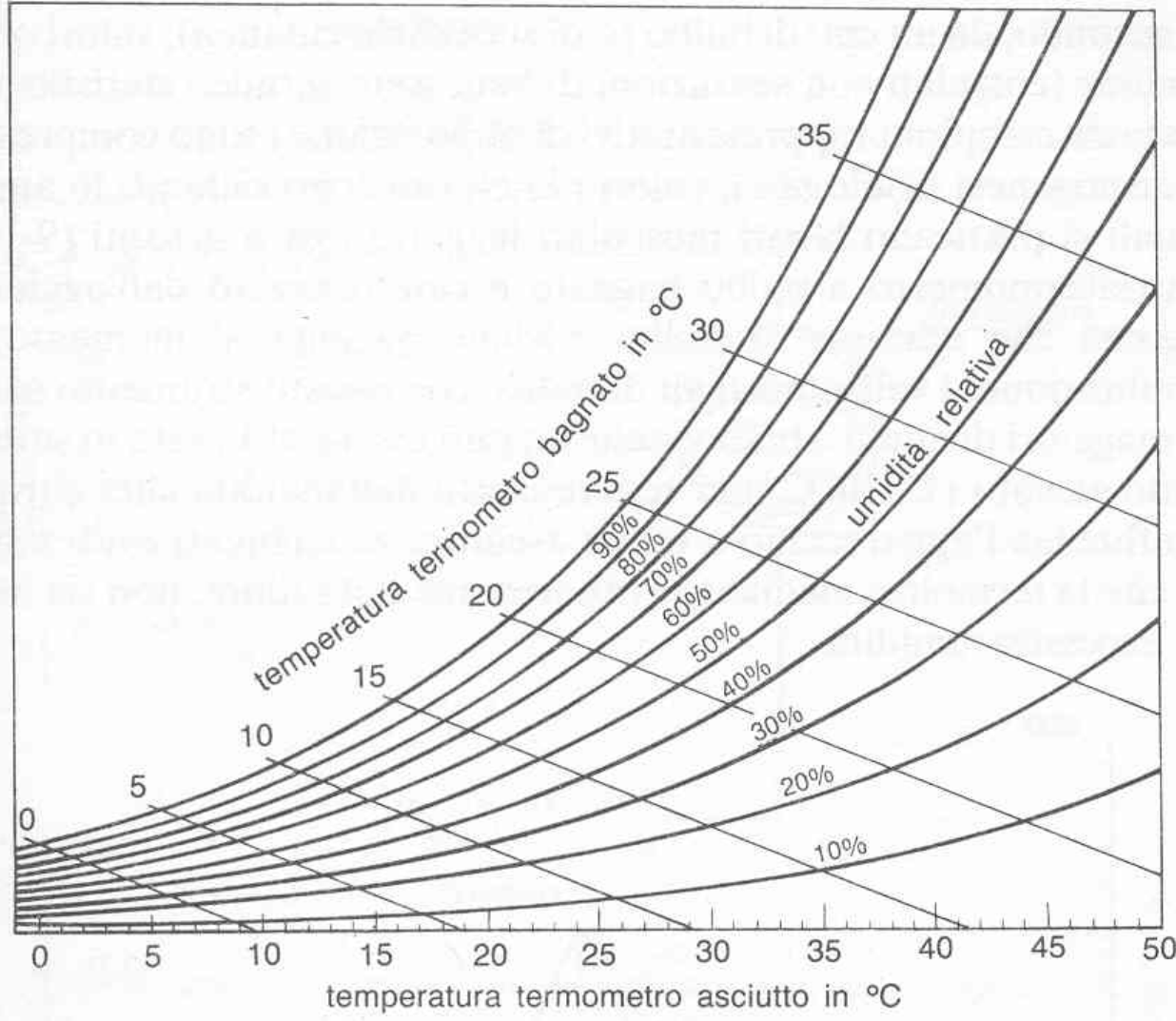
UMIDITÀ RELATIVA (UR) → È importante sia per lo stato di comfort ambientale, sia perché se si discosta troppo dal range di normalità può favorire l'insorgenza di malattie infettive e non infettive. Dipende da:

- ✓ livello igrometrico esterno,
- ✓ quota prodotta dalle persone presenti nell'ambiente (una persona a riposo emette circa 5 g/h di vapore acqueo),
- ✓ umidità delle pareti dell'edificio

$$UR = \frac{UA}{UM}$$

UA = umidità assoluta → quantità di acqua contenuta in 1mc di aria

UM = umidità massima → quantità massima di acqua che può sciogliersi in 1mc di aria



FATTORI FISICI

Valori ottimali in assenza di irraggiamento e per individui che compiono lavori sedentari e sono vestiti adeguatamente

Stagione	T° (° C)	U.R. (%)	v _{aria} (m/s)
Inverno	19-22	40-50	0,05-0,1
Estate	24-26	50-60	0,1-0,2

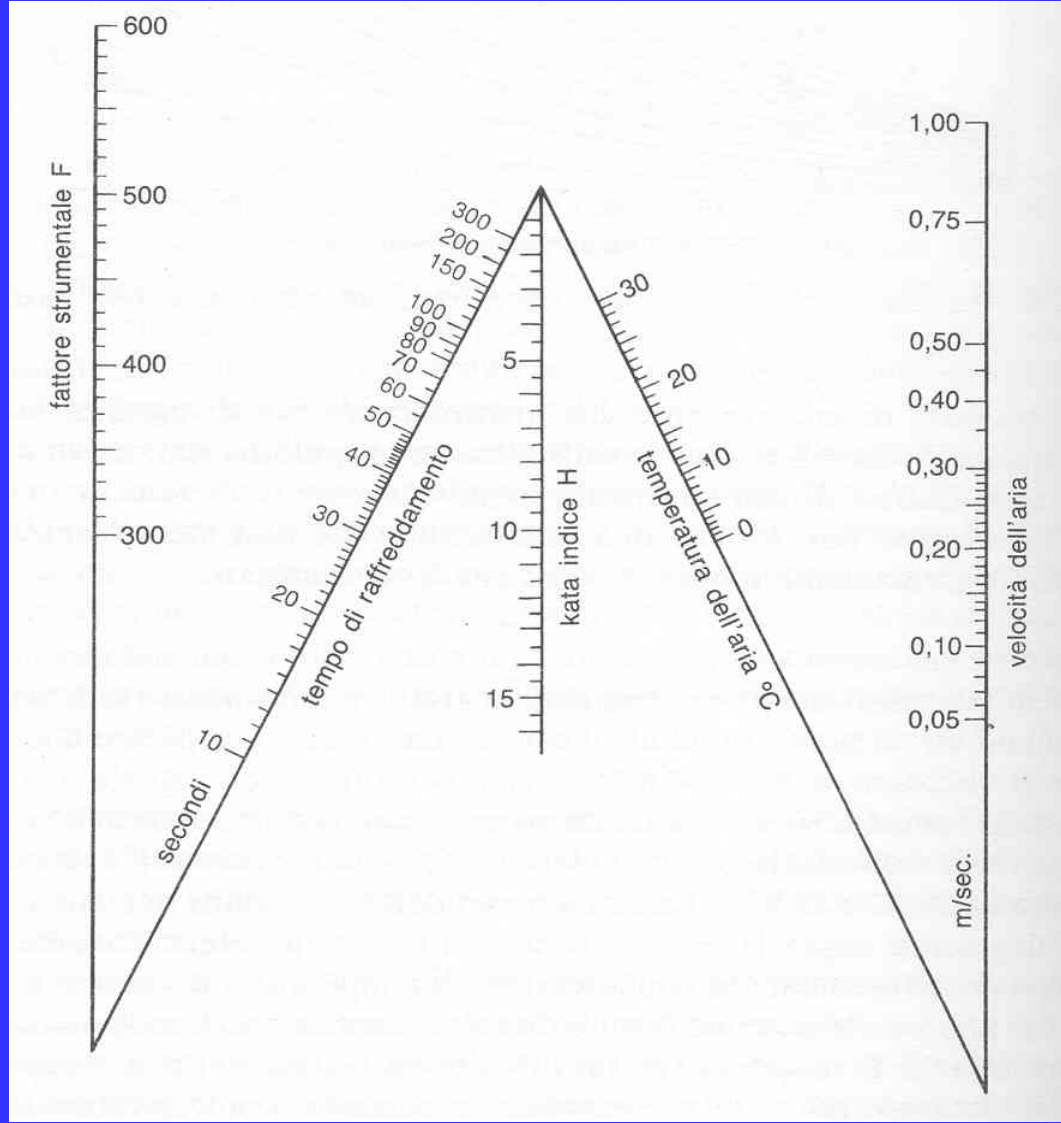
Correlazione tra temperatura, umidità relativa e capacità lavorativa (se $v \approx 0,3-0,5$ m/s)

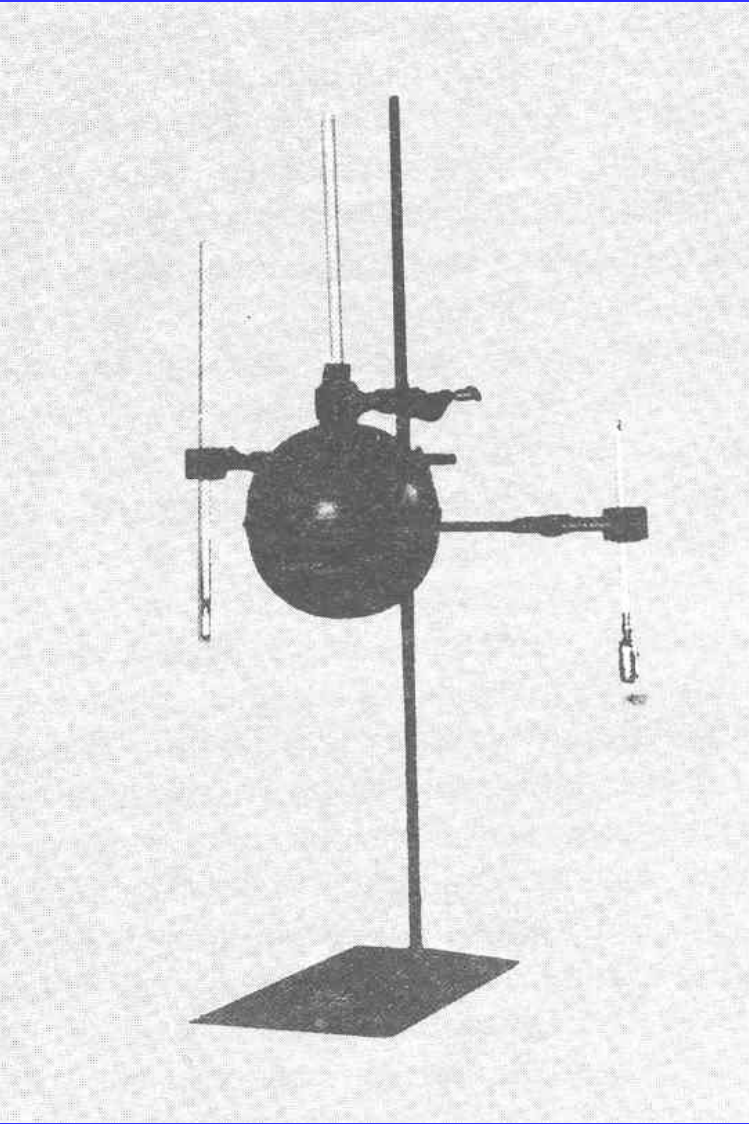
T (° C)	U.R. (%)	capacità lavorativa
	40	Massimo benessere
21	85	Benessere a riposo
	91	Fatica e depressione
	20	Nessun malessere
	65	Malessere
26	80	Riposo necessario
	100	Impossibile il lavoro pesante
	25	Nessun malessere
30	50	Poche possibilità di lavoro continuo
	65	Impossibile il lavoro pesante

Indici di benessere termico

- Katatermometro
- Indice di temperatura effettiva
- Indici di Fanger
- La quota di ventilazione – Il cubo d'aria







ALCUNI INDICI PER LA VALUTAZIONE DEL BENESSERE AMBIENTALE

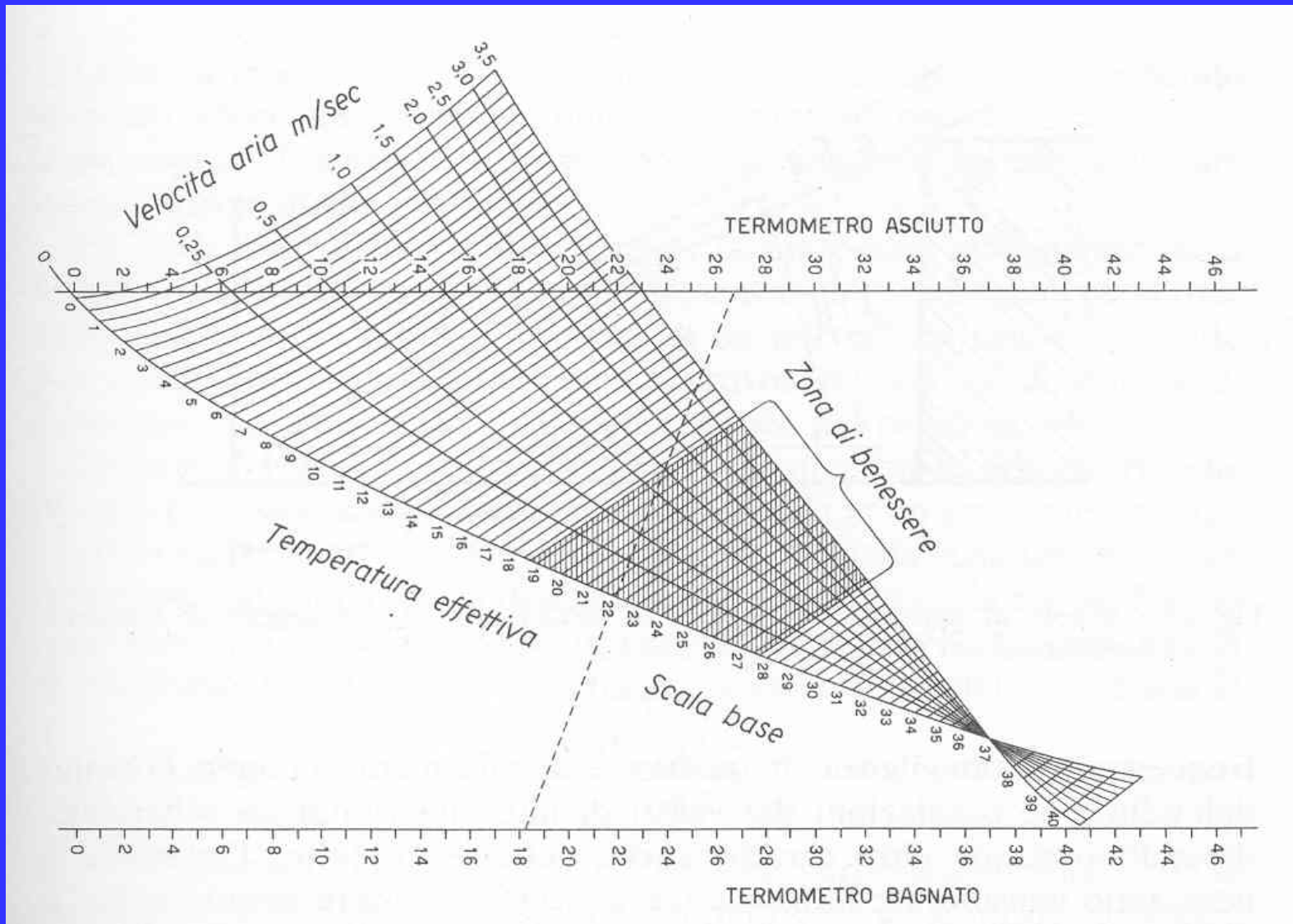
TEMPERATURE EFFECT (TE): impropriamente tradotto "temperatura effettiva", è in realtà l'effetto fisiologico prodotto dalla Temperatura ambientale in condizioni di umidità satura e di aria immota.

Non è una situazione reale, ma un indice arbitrario che consente il confronto di situazioni diverse: mediante carte termometriche è possibile ricavare per ciascuna combinazione dei tre parametri, T° , U.R. e v dell'aria, il valore di TE corrispondente (in quanto produrrebbe lo stesso effetto), cui equivale un giudizio qualitativo dell'ambiente in termini di comfort/discomfort.

TE = 19-23,6 ° C (estate), 17,4-22 ° C (inverno) → BENESSERE

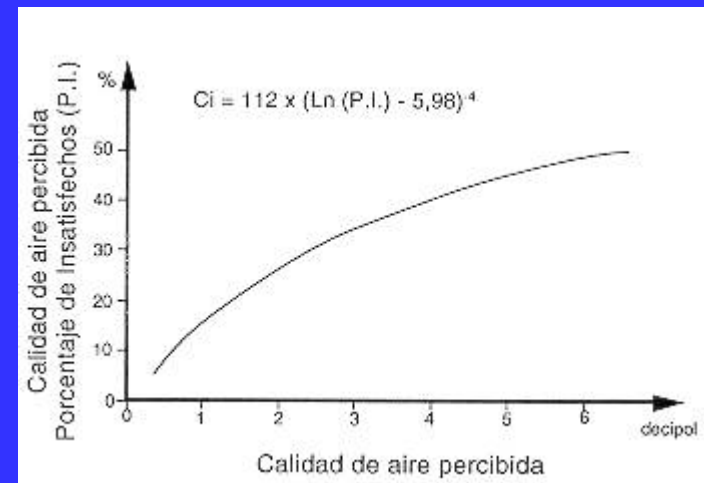
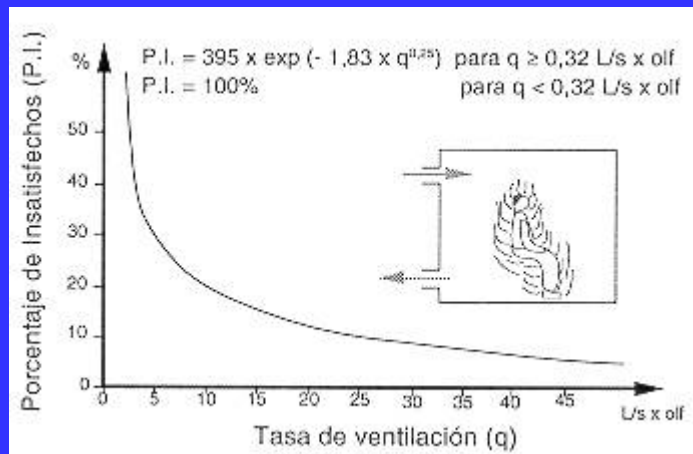
TE = 24-27 → RIDUZIONE DELL'ATTENZIONE

TE > 27 → MALESSERE

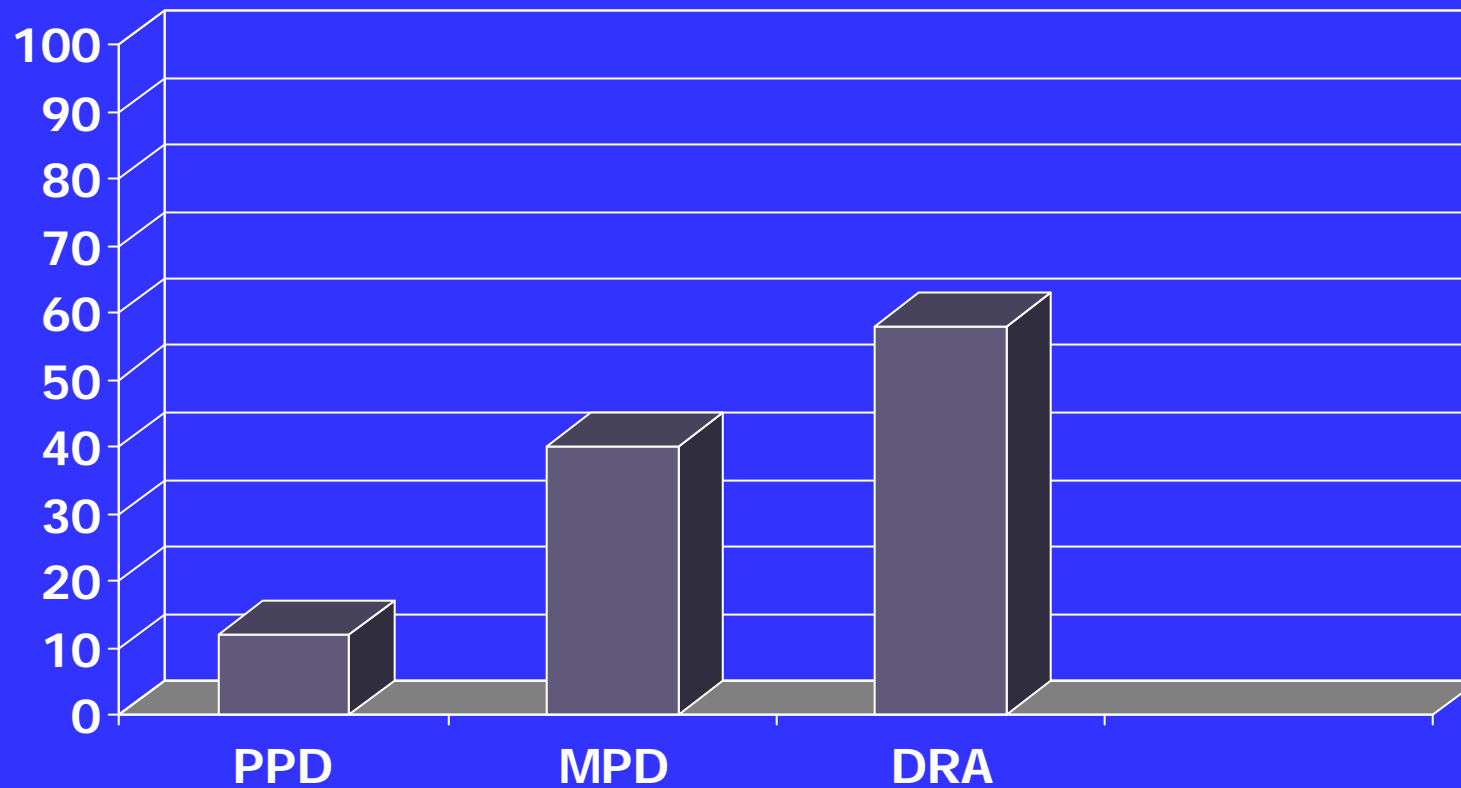


Indici di Fanger

- PMV
 - PPD
- olf
- decipol



PERCENTUALE DI INSODDISFATTI PREVISTA (PPD), MISURATA (MPD) E DISTURBI RIFERITI ALL'AMBIENTE (DRA) IN IMPIEGATI IN UFFICI



VIZIATURA

ALTERAZIONE DELL'ORIGINARIO STATO DI BENESSERE AMBIENTALE (COMFORT) DOVUTA A MODIFICAZIONE DEI PARAMETRI FISICI E CHIMICI.

È dovuta all'**uso** degli ambienti confinati da parte di una utenza numerosa e/o per un lungo periodo di tempo

Possibili conseguenze sull'uomo:

Diminuzione rendimento lavorativo

Aumento incidenti ed infortuni (fino al 30-50% in più)

Malessere

Disturbi tipici del collasso da calore (*congestione, tachicardia, cefalea, depressione psichica, lipotimia*).

Fonti di viziatura

Uomo e sue attività

- Affollamento
- igiene corpo e abiti
- stati morbosi
- abitudini alimentari
- funzionalità alcune ghiandole
- attività svolta
- Strumenti e oggetti d'uso presenti

Effetto: $\uparrow T^\circ$, $\uparrow UR$, produzione di odori molesti

Cubo d'aria: q.ta d'aria per ora per
persona CO₂ <1 per 1000

$$V = \frac{K}{m - q} = \text{circa } 33 \text{ m}^3$$

V: quota di ventilazione

K: CO₂ emessa in un'ora (22,5 l)

m: indice antracometrico (1 per mille)

q: CO₂ atmosferica (0,33 per mille)



Dal benessere termoisometrico al **benessere ambientale**

- Aggiunge altri due fattori
 - Rumore
 - Illuminazione



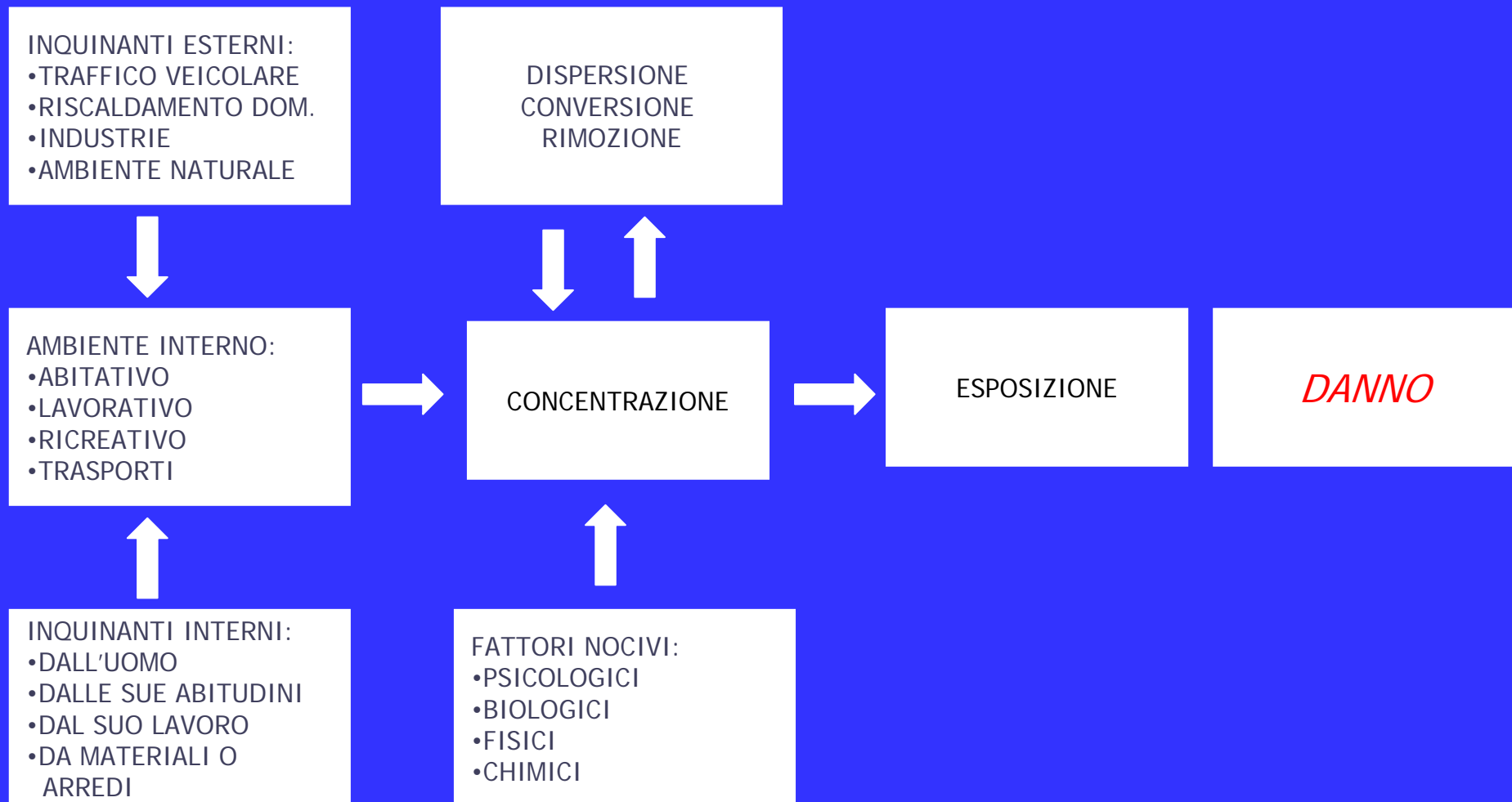
MODIFICAZIONI IN NEGATIVO DEL MICROCLIMA

VIZIATURA

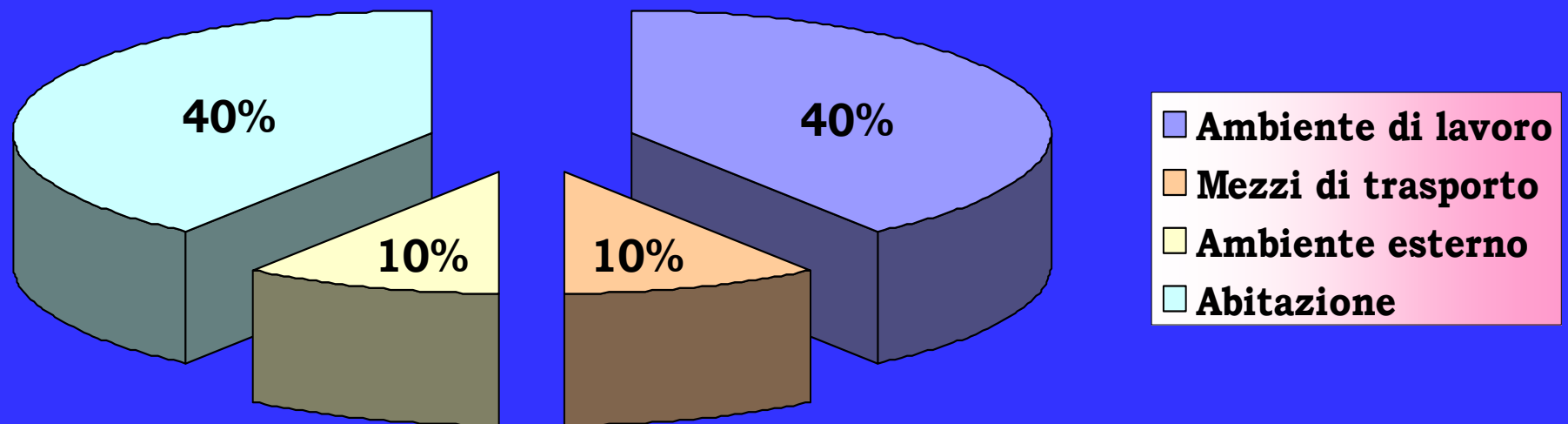
INQUINAMENTO



I FATTORI DI NOCIVITÀ NELL'AMBIENTE INDOOR



DISTRIBUZIONE PERCENTUALE TEMPO TRASCORSO IN AMBIENTI DIVERSI DALLA POPOLAZIONE ROMANA / INVERNO



SICK BUILDING SYNDROME

Consiste in un insieme di percezioni multisensoriali, o di sensazioni non specifiche di malessere, o in un quadro sintomatologico preciso: manifestazioni oculari e nasali, dolori muscolari ed articolari, disturbi respiratori, patologie cutanee, cefalea, stati ansiosi. I disturbi compaiono di solito il primo giorno lavorativo della settimana, al ritorno dalle ferie o altro tipo di interruzione; aumentano nel corso della settimana e degli anni di lavoro. Colpisce la maggior parte degli occupanti un edificio, anche se sembra più frequente nelle donne.

Sintomi principali:

- irritazione agli occhi
- irritazione cutanea
- sintomi al naso
- mal di testa
- aumento numero raffreddori
- affaticamento, ecc.



INQUINAMENTO BIOLOGICO

Serbatoi e veicoli	Agenti biologici	Patologie
Uomo	Artropodi	Allergiche
Animali	Attinomiceti termofili	Alveolite allergica
Alimenti	Batteri	Asma
Aria esterna	B. sporigeni	Congiuntiviti
Arredi	Endotossine	Febbre da umidificatori
Condizionatori	Escreti	Malattia da condizionatori
Impianti idraulici	Forfora	Otiti
Materiale edilizio	Miceti	Riniti
Piante	Micotossine	Sinusiti
Polvere	Pollini	Infettive
Tessuti	Scaglie cutanee	Aspergillosi
Umidificatori	Virus	Infezioni polmonari
		Legionellosi
		Malattie esantematiche

INQUINAMENTO FISICO

Fonti	Agenti fisici	Patologie
Materiale edilizio	Radon, articolato, fibre minerali	Mutagenesi, cancerogenesi
Ambiente costruito	Rumore, vibrazioni, temperatura, umidità, viziatura aria, irraggiamento	Nausea, irritabilità, ansia, vertigini
Condizioni illumino-tecniche	Energia luminosa	Irritazione occhi, disturbi visivi
Condizionatori	Aria secca, particolato, ionizzazione	Secchezza mucose, dermatiti
Videoterminali	Energia luminosa, ionizzazione, radiazioni non ionizzanti	Irritazione occhi, cefalea

Building related illness

**QUADRI PATOLOGICI SPECIFICI,
CARATTERIZZATI
DA UNA SPECIFICA EZIOLOGIA E CHE
SOLITAMENTE INTERESSANO UNA QUOTA
LIMITATA DEGLI UTENTI DI UN DETERMINATO
COMPLESSO EDILIZIO**

Esempi più importanti:

- malattia del legionario
- febbre di Pontiac
- febbre da umidificatore
- dermatiti
- infezioni aerodiffuse



EFFETTI SULLA SALUTE

AGENTI CAUSALI E CONCAUSALI

PSICOLOGICI

BIOLOGICI

FISICI

CHIMICI

IMMEDIATI

Cefalea

irritazione occhi/vie aeree superiori

nausea/malessere

allergia

confusione mentale/irritazione

υ

Π

Π

Π

Π

υ

υ

Π

Π

Π

BREVE TERMINE

Infezioni aerodiffuse

building-related illness:

•legionellosi/aspergillosi

Π

υ

Π

υ

MEDIO TERMINE

Building-related illness:

•febbre umidificatori

•malattia condizionatori

•alveolite allergiva

asma

sick building syndrome

Π

Π

υ

Π

Π

υ

Π

Π

υ

Π

Π

Π

Π

Π

Π

LUNGO TERMINE

Broncopneumopatie croniche

attività mutagena, inducente,

di iniziazione/promozione (MIIP)

Π

υ

Π

Π

Π

Prevenzione inquinamento indoor Problematiche

VECCHIE COSTRUZIONI (mitigazione)

Risanamento dell'edificio

- controllo delle fonti inquinanti
- controllo della qualità dell'aria
- destinazione d'uso

NUOVE COSTRUZIONI

Progetto

- caratteri generali dell'edificio
- materiali costruttivi
- tecniche costruttive

Collaudo

Ricerca su nocività dell'edificio
Diffusione delle conoscenze
Normativa
Gestione dell'edificio

Aumento costi di costruzione, ricerca, informazione, gestione, bonifica

Valutazione costi-beneficio