



Modena 7 ottobre 2010

**PROPOSTA DI CLASSIFICAZIONE  
DEGLI AMBIENTI TERMICI MODERATI**

del Gaudio M., Freda D. , Lenzuni P.

**Ambienti termicamente moderati**



*Ambienti caratterizzati da condizioni omogenee e piuttosto costanti nel tempo, scarsi scambi termici fra i soggetti e l'ambiente, attività fisica ridotta ed un abbigliamento uniforme.*

**Povi Ole Fanger**  
(July 16, 1934 – September 20, 2006)

Voto	Sensazione termica
+3	Molto caldo
+2	Caldo
+1	Leggermente caldo
0	Neutro
-1	Leggermente freddo
-2	Freddo
-3	Molto Freddo

M. Del Gaudio - Modena 7 ottobre 2010

### UNI EN ISO 7730

ta = temperatura dell'aria  
UR = Umidità relativa

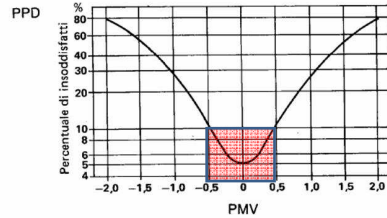
tr = Temperatura radiante  
Va = Velocità dell'aria

M = metabolismo  
I = isolamento del vestiario

Voto	Sensazione termica
+3	Molto caldo
+2	Caldo
+1	Leggermente caldo
0	Neutro
-1	Leggermente freddo
-2	Freddo
-3	Molto Freddo

M. Del Gaudio - Modena 7 ottobre 2010

PMV = Predicted Mean Vote    PPD = Predicted Percentage of Dissatisfied



UNI EN ISO 7730:1997

		<b>Limite insoddisfatti</b>
Gradienti termici verticali	Max 3 °C/m	5 %
Temperatura del pavimento	19° < T <sub>f</sub> < 29°	10 %
Asimmetrie radianti	Max 10 °C orizz. Max 5 °C vert.	5 %
Correnti d'aria	calcolo indice Dr	15 %

M. Del Gaudio - Modena 7 ottobre 2010



EN ISO 7730 (edizione novembre 2005).

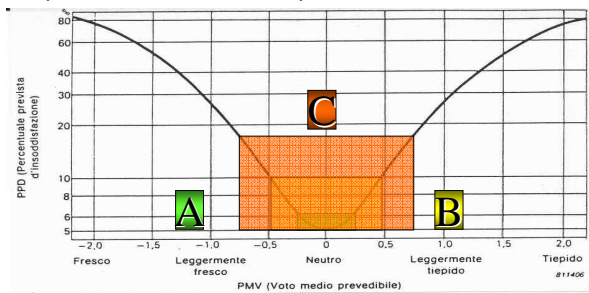


Table A.1 — Categories of thermal environment

Category	Thermal state of the body as a whole		Local discomfort			
	PPD %	PMV	DR %	PD % caused by		
				vertical air temperature difference	warm or cool floor	radiant asymmetry
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

M. Del Gaudio - Modena 7 ottobre 2010



NORMA  
EUROPEA

**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

UNI EN ISO 7730

FEBBRAIO 2006

*Due to local or national priorities, technical developments and climatic regions, a higher thermal quality (fewer dissatisfied) or lower quality (more dissatisfied) in some cases may be accepted. In such cases, the PMV and PPD, the model of draught, the relation between local thermal discomfort parameters (see Clause 6), and the expected percentage of dissatisfied people may be used to determine different ranges of environmental parameters for the evaluation and design of the thermal environment.*

*Examples of different categories of requirements are given in Annex A.*

M. Del Gaudio - Modena 7 ottobre 2010



*“Il livello al quale settare l'accettabilità termica  
può essere influenzato da ciò che è tecnicamente possibile,  
da considerazioni economiche, energetiche,  
di inquinamento ambientale e performance.  
I singoli paesi, o i contratti fra cliente e impresa  
possono specificare quali criteri devono essere adottati”*



Bjarne Wilkens Olesen

Direttore dell'International Centre  
for Indoor Environment and Energy  
nonché

Convenor dell'ISO TC 159 – SC5 – WG1  
“Thermal Environments”

M. Del Gaudio - Modena 7 ottobre 2010



### Fattori di base della proposta di classificazione

Sensibilità termica



Accuratezza del compito



Praticabilità di soluzioni tecniche

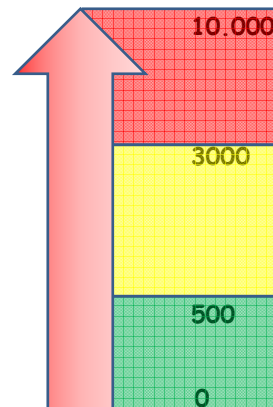


M. Del Gaudio - Modena 7 ottobre 2010



### Algoritmo sperimentale

$$F_C = (F_S)^{5/3} \times (F_A)^{4/3} \times (F_T)^1$$



M. Del Gaudio - Modena 7 ottobre 2010



$F_S$ **Fattore di sensibilità**

$$\text{Età } y < 14 \text{ anni} \quad F_S = 7,5 + 2,5 \times \tanh\left(\frac{7-y}{3}\right)$$

$$\text{Età } y > 60 \text{ anni} \quad F_S = 7,5 + 2,5 \times \tanh\left(\frac{y-72}{6}\right)$$

Disabili o soggetti affetti da handicap motorio	10
Donne in gravidanza	8
Presenza di patologie che riducono la termoregolazione del soggetto	+2
Tutti gli altri	5

M. Del Gaudio - Modena 7 ottobre 2010

 $F_A$ **Fattore di accuratezza**

Attività	Fattore di accuratezza $F_A$
<b>attività artigianali</b>	
artigiano ed operaio	6
artigiani e operai specializzati	6/8
artigiano ed operaio specializzato delle lavorazioni comportanti rischi particolari per la salute	8
cliente	4
addetto alle pulizie	4
guardarobiere	2
assistente di sala	4
portiere/custode	4/6
addetto alla security	6/8
addetto al magazzino/carico e scarico merci	4
barbiere	6

UNI EN ISO 12464-1

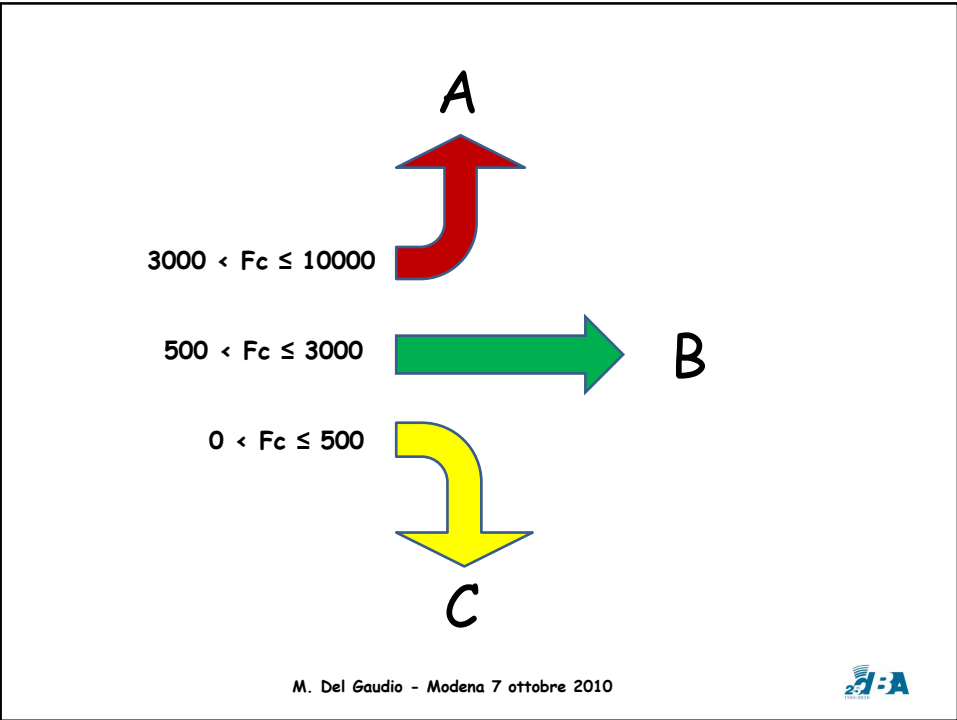
 $F_T$ **Applicabilità di soluzioni tecniche**

Ambiente	Fattore di controllo termico $F_T$
Manipolabilità piena	10
Manipolabilità limitata	5

*E' preferibile utilizzare inizialmente  $F_t = 10$  per verificare se la presenza di soggetti sensibili consiglia una classe A*

M. Del Gaudio - Modena 7 ottobre 2010





*Esempio di applicazione*

Ufficio

$t_a = 25,3 \text{ C}^\circ$  UR = 37,3 %,  
 $t_g = 24,5 \text{ C}^\circ$   $V_a = 0,08 \text{ m/s}$ .  
 1,4 met 1,0 clo

**PMV = 0,74**

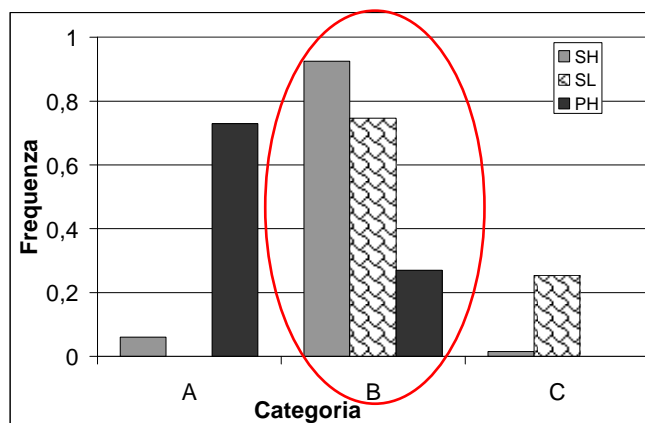
$F_s = 5$   
 $F_a = 6$   
 $F_t = 10$

$F_c = 1593$

Categoria	Criterio
A	$3000 < F_c \leq 10000$
<b>B</b>	<b><math>500 &lt; F_c \leq 3000</math></b>
C	$0 < F_c \leq 500$

M. Del Gaudio - Modena 7 ottobre 2010

S = soggetti non protetti      P = soggetti protetti  
H = Alta manipolabilità termica    L = Bassa manipolabilità termica



M. Del Gaudio - Modena 7 ottobre 2010



### Conclusioni

•Le tre quantità  $F_S$ ,  $F_A$  e  $F_T$  fanno riferimento al soggetto, all'attività e al luogo di lavoro e quindi permettono di tutelare i soggetti deboli, privilegiare attività di maggiore importanza e infine di considerare eventuali impedimenti tecnici legati all'edificio.

•Il metodo costituisce un primo strumento utilizzabile per la scelta della classe di comfort, evitando interpretazioni troppo soggettive.

*E' aperto il dibattito per eventuali miglioramenti.....*

## Grazie per l'attenzione

M. Del Gaudio - Modena 7 ottobre 2010

