

Azienda

**BLUMATICA srl**

Sede

COMUNE DI **BATTIPAGLIA**  
Provincia SA

Datore di Lavoro  
**ROSSI PAOLO**

Resp. Servizio Prevenzione e Protezione  
**VERDI GIULIO**

Medico Competente  
**CASSANDRA LUCIO**

Rappresentante Lavoratori per la Sicurezza  
**BIANCHI ANDREA**



Tavola n°

1

Elaborato

Revisione n°

1

## **VALUTAZIONE MICROCLIMA AMBIENTI MODERATI**

Data

10.03.2011

*D.Lgs. 9 aprile 2008 n°81  
(Come modificato dal D.Lgs. 106/09)*



**DATI ANAGRAFICI AZIENDALI**

<b>Anagrafica</b>	
Ragione Sociale	BLUMATICA srl
Attività	Sviluppo SW Sicurezza
<b>Sede Legale</b>	
Indirizzo	Via Rosa Jemma 2
Comune	BATTIPAGLIA
Telefono	0828 302200
Fax	0828 305611
<b>Sede Operativa oggetto della valutazione</b>	
Indirizzo	Via Rosa Jemma 2
Comune	BATTIPAGLIA
Provincia	SA
Telefono	0828 302200
Fax	0828 305611
<b>Figure e Responsabili</b>	
Rappresentante Legale	MORELLI LUCIANO
Datore di Lavoro	ROSSI PAOLO
RSPD	VERDI GIULIO
RLS	BIANCHI ANDREA
Medico Competente	CASSANDRA LUCIO
Persona Qualificata	Ing. CICIRIELLO CLAUDIO

## INTRODUZIONE

Il presente documento è relativo alla **valutazione del Rischio Microclimatico** negli ambienti di lavoro, intendendosi per MICROCLIMA il complesso dei parametri fisici ambientali che caratterizzano l'ambiente stesso e che, insieme con alcuni parametri individuali (quali l'attività metabolica e l'isolamento termico del vestiario) determinano gli scambi termici fra ambiente e lavoratori presenti.

La valutazione è stata effettuata in accordo con la norma internazionale UNI EN ISO 7730, che fornisce i metodi per prevedere la sensazione termica globale ed il grado di disagio (insoddisfazione termica) delle persone esposte ad ambienti termici moderati. La norma permette la determinazione analitica e l'interpretazione del benessere termico mediante il calcolo del **PMV** (voto medio previsto) e del **PPD** (percentuale prevista di insoddisfatti) ed i criteri di benessere termico locale, fornendo le condizioni ambientali considerate accettabili per il benessere termico globale e quelle che caratterizzano il disagio locale. È applicabile ad uomini e donne in salute esposti ad ambienti chiusi nei quali si cerca di raggiungere il benessere termico o nei quali ci sono piccole deviazioni rispetto alle condizioni di benessere, nella progettazione di ambienti nuovi o nella valutazione di quelli esistenti.

## DEFINIZIONI RICORRENTI

Agli effetti del presente documento, si intende per:

**Ambiente Moderato** : luogo di lavoro nel quale non esistono specifiche esigenze produttive che, vincolando uno o più degli altri principali parametri microclimatici (principalmente temperatura dell'aria, ma anche umidità relativa, velocità dell'aria, temperatura radiante e resistenza termica del vestiario), impediscano il raggiungimento del confort.

**Ambiente Severo** : viene definito "severo" un ambiente termico nel quale specifiche ed ineludibili esigenze produttive (vicinanza a forni ceramici o fusori, accesso a celle frigo o in ambienti legati al ciclo alimentare del freddo, ecc.) o condizioni climatiche esterne in lavorazioni effettuate all'aperto: in agricoltura, in edilizia, nei cantieri di cava, nelle opere di realizzazione e manutenzione delle strade, ecc.) determinano la presenza di parametri termoigrometrici stressanti.

**Indice PMV (Predicted Mean Vote - voto medio previsto)** : E' un indice di confort termico (particolarmente adatto alla valutazione di ambienti lavorativi a microclima moderato) che rispecchia l'influenza delle variabili fisiche e fisiologiche sul confort termico. Sinteticamente esso deriva dall'equazione del bilancio termico il cui risultato viene rapportato ad una scala di benessere psicofisico ed esprime il parere medio (voto medio previsto) sulle sensazioni termiche di un campione di soggetti alloggiati nel medesimo ambiente. L'indice PMV viene generalmente espresso in una scala di sensazione termica a 7 punti (da -3 = molto freddo a +3 = molto caldo). In questo modo si ha direttamente la percezione della qualità dell'ambiente termico.

**Indice PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied - percentuale prevista di insoddisfazione)** : Dall'indice PMV è derivato un secondo indice denominato **PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied)** che quantifica percentualmente i soggetti comunque "insoddisfatti" in rapporto a determinate condizioni microclimatiche. La relazione tra PMV e PPD è data dalla seguente espressione:

$$PPD = 100 - 95 \times \exp -(0,03353 \times PMV^4 + 0,2179 \times PMV^2)$$

## CRITERI DI VALUTAZIONE GLOBALE AMBIENTE TERMICO

La seguente Tabella 1 riporta, in funzione dei valori di PMV, i corrispondenti valori di PPD (Percentuale di lavoratori insoddisfatti) ed il corrispondente giudizio termico sull'ambiente di lavoro.

**TABELLA 1 - Valori di PMV, PPD e valutazione ambiente termico.**

PMV	PPD (%)	VALUTAZIONE AMBIENTE TERMICO
+ 3	100	<b>MOLTO CALDO</b>
+ 2	75.5	<b>CALDO</b>
+ 1	26.5	<b>TIEPIDO</b>
+ 0.50	10	<b>BENESSERE TERMICO</b>
0	0	
- 0.50	10	
- 1	26.5	<b>FRESCO</b>
- 2	75.5	<b>FREDDO</b>
- 3	100	<b>MOLTO FREDDO</b>

Il valore di PMV viene calcolato con una equazione complessa, in funzione dei seguenti parametri:

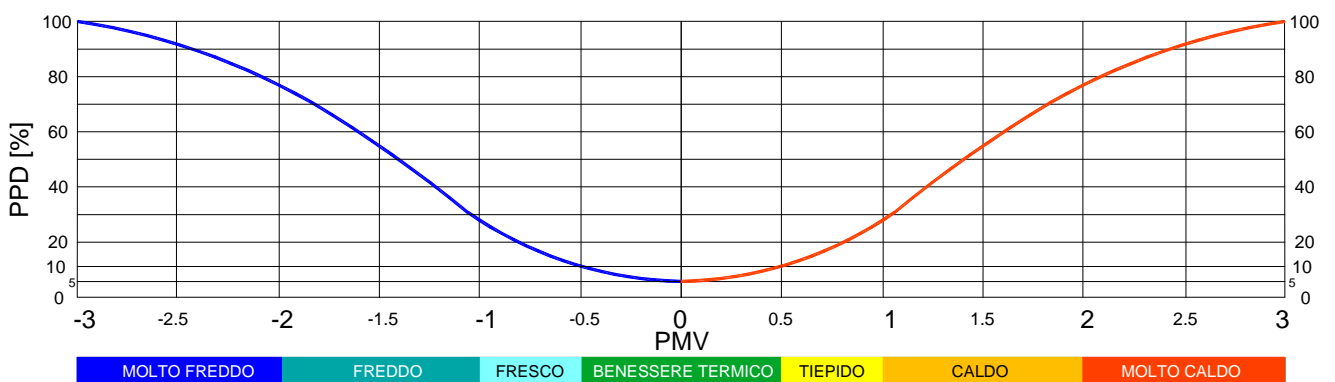
- Ta Temperatura dell'aria in °C
- Tr Temperatura media radiante in °C
- Va Velocità relativa dell'aria in m/s
- Icl Isolamento termico dell'abbigliamento in clo (1 clo = 0,155 m<sup>2</sup> K/W)
- M Metabolismo energetico, in watt per metro quadrato (W/m<sup>2</sup>)
- Pa Pressione parziale del vapor d'acqua, in pascal Pa

La umidità relativa Ur (%) è legata alla pressione parziale del vapor d'acqua dalla seguente relazione :

$$Pa = Ur \times 10 \times e^{(16,6536 - 4030,183 / (Ta + 235))}$$

La seguente Figura 1 rappresenta il grafico relativo alla equazione già riportata in precedenza:

$$PPD = 100 - 95 \times \exp -(0,03353 \times PMV^4 + 0,2179 \times PMV^2)$$



**Figura 1 - Diagramma PPD (Percentuale prevista di insoddisfatti) in funzione del PMV (Voto Medio Previsto)**

L'indice PMV dovrebbe essere usato solo per valori di PMV compresi tra -2 e +2 e quando i sei parametri principali sono compresi nei seguenti intervalli:

<b>M</b>	tra 46 W/m <sup>2</sup> e 232 W/m <sup>2</sup> (0,8 met e 4 met)
<b>Icl</b>	tra 0 m <sup>2</sup> K/W e 0,310 m <sup>2</sup> K/W (0 clo e 2 clo)
<b>Ta</b>	tra 10 °C e 30 °C
<b>Tr</b>	tra 10 °C e 40 °C
<b>Var</b>	tra 0 m/s e 1 m/s
<b>Pa</b>	tra 0 Pa e 2700 Pa

Nelle successive tabelle vengono riportati i diversi ambienti di lavoro per i quali è stato ritenuto necessario procedere alla valutazione del microclima mediante il metodo dell'indice PMV.

Per ogni ambiente vengono calcolati :

- **PMV** (Voto Medio Previsto)
- **PPD** (Percentuale prevista di insoddisfatti)
- **To** (Temperatura operativa)

In funzione dei valori di PMV e PPD viene espresso un giudizio termico secondo i criteri illustrati nella tabella 1.



## ADEMPIMENTI E MISURE DI PREVENZIONE

La chiave di lettura con cui interpretare i risultati delle misurazioni e dei calcoli effettuati risultati, nel caso di **ambienti moderati-caldi** può basarsi sulle seguenti tre aree di riferimento:

- area di “**confort**” con  $PMV \leq +0,5$  (ovvero  $PPD \leq 10\%$ ), nella quale eventuali lamentele dovrebbero risultare oltremodo improbabili, eventualmente associabili ai fattori locali di discomfort (situazione che merita uno specifico approfondimento) o risolvibili con minimi interventi tecnici;
- area di “**disconfort**” con  $+0,5 < PMV \leq +2$  (ovvero  $10\% < PPD \leq 77\%$ ), nella quale si osservano frequenti manifestazioni di disagio degli operatori che, se non occasionali, richiedono interventi correttivi, programmabili ma da prevedere;
- area di “**allarme**” con, in modo ricorrente e per più settimane,  $PMV > +2$  (ovvero  $PPD > 77\%$ ), che indica un ambiente nel quale importanti errori di progettazione, carenze costruttive, assenza di protezioni o problemi gestionali comportano l’esigenza di urgenti interventi tecnici. E’ questa un’area nella quale possono anche manifestarsi rischi per la salute e determinarsi situazioni che richiedono interventi immediati, ad esempio sospendendo il proseguimento del lavoro.

In modo del tutto analogo, la chiave di lettura con cui andare all’interpretazione dei risultati delle misurazioni nel caso di **ambienti moderati-freddi** può basarsi sulle seguenti tre aree di riferimento:

- area di “**confort**” con  $PMV \geq -0,5$  (ovvero  $PPD \leq 10\%$ ), nella quale eventuali lamentele dovrebbero risultare oltremodo improbabili, eventualmente associabili ai fattori locali di discomfort (situazione che merita uno specifico approfondimento) o risolvibili con minimi interventi tecnici;
- area di “**disconfort**” con  $-0,5 > PMV \geq -2$  (ovvero  $10\% < PPD \leq 77\%$ ), nella quale si osservano frequenti manifestazioni di disagio degli operatori che, se non occasionali, richiedono interventi correttivi, programmabili ma da prevedere;
- area di “**allarme**” con, in modo ricorrente e per più settimane,  $PMV < -2$  (ovvero  $PPD > 77\%$ ), che indica un ambiente nel quale importanti errori di progettazione, carenze costruttive, assenza di Le direttrici di intervento che consentono di superare i problemi di confort microclimatico sono protezioni o problemi gestionali comportano l’esigenza di urgenti interventi tecnici. E’ questa un’area nella quale possono anche manifestarsi rischi per la salute e determinarsi situazioni che richiedono interventi immediati, ad esempio sospendendo il proseguimento del lavoro.

### AMBIENTI con $-0,5 \leq PMV \leq +0,5$

Per questi ambienti il grado di insoddisfazione previsto (PPD) è inferiore al 10 %, per cui non sono necessari interventi particolari o specifiche misure di prevenzione, trattandosi di aree di “confort” o di benessere termico. In caso di lamentele da parte dei lavoratori si procederà alla verifica dei fattori locali di discomfort.

### AMBIENTI con $+0,5 < PMV \leq +2$

Per questi ambienti (termicamente definiti da TIEPIDI a CALDI), il grado di insoddisfazione previsto (PPD) supera il 10 %, fino ad un massimo di circa il 75 %, per cui sono necessari interventi particolari o specifiche misure di prevenzione, trattandosi di aree di “disconfort” nella quale si osservano frequenti manifestazioni di disagio degli operatori che, se non occasionali, richiedono interventi correttivi, programmabili ma da prevedere.

estremamente differenziate, ma le più frequenti consistono nel:

- installare o potenziare gli impianti per la regolazione termoigrometrica;
- dotare i diversi ambienti di regolatori autonomi dei parametri termoigrometrici;
- aumentare l’umidità relativa invernale e ridurre quella estiva;
- ridurre le velocità dell’aria o direzionarne il flusso;

- schermare le sorgenti radianti.

Qualora la soluzione del problema non fosse immediatamente evidente si provvederà a rilievi strumentali finalizzati a fornire precise indicazioni tecniche per le misure di bonifica adottabili.

*Se il lavoro comporta funzioni intellettuali superiori, prontezza, attenzione, c'è da attendersi un sostanziale calo delle prestazioni. Nell'esecuzione di un lavoro fisico pesante, c'è da attendersi un lieve calo in soggetti capaci di svolgere tale attività in ambienti a microclima confortevole in maniera efficiente.*

#### AMBIENTI con $-2 \leq PMV < -0,5$

Per questi ambienti (termicamente definiti da FRESCHI a FREDDI), il grado di insoddisfazione previsto (PPD) supera il 10 %, fino ad un massimo di circa il 75 %, per cui sono necessari interventi particolari o specifiche misure di prevenzione, trattandosi di aree di “disconfort” nella quale si osservano frequenti manifestazioni di disagio degli operatori che, se non occasionali, richiedono interventi correttivi, programmabili ma da prevedere.

Le direttrici di intervento che consentono di superare i problemi di confort microclimatico sono estremamente differenziate, ma le più frequenti consistono nel:

- installare o potenziare gli impianti per la regolazione termoigrometrica;
- dotare i diversi ambienti di regolatori autonomi dei parametri termoigrometrici;
- aumentare l'umidità relativa invernale e ridurre quella estiva;
- ridurre le velocità dell'aria o direzionarne il flusso;
- migliorare il grado di isolamento termico dell'ambiente
- utilizzare un vestiario più appropriato

Qualora la soluzione del problema non fosse immediatamente evidente si provvederà a rilievi strumentali finalizzati a fornire precise indicazioni tecniche per le misure di bonifica adottabili.



## CONCLUSIONI

Il presente documento di valutazione del rischio MICROCLIMA è stato redatto ai sensi del D.Lgs. 81/08 e s.m.i..

Il documento è soggetto ad aggiornamento con cadenza almeno quadriennale e sarà rielaborato ogni qual volta si verificano mutamenti che potrebbero renderla obsoleta.

La valutazione dei rischi è stata effettuata dal sottoscritto Datore di Lavoro con la collaborazione del Medico Competente, per quanto di sua competenza, con personale qualificato nell'ambito del Servizio di Prevenzione e Protezione ed il coinvolgimento preventivo del Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza.

Figure	Nominativo	Firma
Datore di Lavoro	ROSSI PAOLO	
Medico Competente	CASSANDRA LUCIO	
Resp.Serv.Prev.Protezione	VERDI GIULIO	
Persona qualificata	Ing. CLAUDIO CICIRIELLO	
Rappr. dei Lav. per la Sicurezza	BIANCHI ANDREA	

Battipaglia, 10.03.2011

## SOMMARIO

DATI ANAGRAFICI AZIENDALI .....	1
INTRODUZIONE.....	2
DEFINIZIONI RICORRENTI .....	2
CRITERI DI VALUTAZIONE GLOBALE AMBIENTE TERMICO.....	3
AMBIENTI DI LAVORO MODERATI - VALORI RILEVATI - RISULTATI DI CALCOLO .....	5
ADEMPIMENTI E MISURE DI PREVENZIONE .....	6
<i>AMBIENTI con</i> $- 0,5 \leq PMV \leq + 0,5$ .....	6
<i>AMBIENTI con</i> $+ 0,5 < PMV \leq + 2$ .....	6
<i>AMBIENTI con</i> $- 2 \leq PMV < - 0,5$ .....	7
CONCLUSIONI.....	8