



DOCUMENTO DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO MICROCLIMA

Azienda

AZIENDA ESEMPIO

Sede

COMUNE DI SALERNO
Indirizzo: Via Irno

Datore di lavoro

Rossi Paolo

Responsabile Servizio Prevenzione e Protezione

De Santis Francesca

Medico Competente

Bellini Giuseppe

Rappresentante Lavoratori per la Sicurezza

Neri Maurizio



Data elaborazione: 09/01/2014



DATI GENERALI DELL'AZIENDA

DATI AZIENDALI

Dati anagrafici

| | |
|--------------------|------------------------|
| Ragione Sociale | <i>Azienda esempio</i> |
| Attività economica | - |
| Codice ATECO | - |
| ASL | - |
| Posizione INPS | - |
| Posizione INAIL | - |

Titolare/Rappresentante Legale

| | |
|------------|--------------------|
| Nominativo | <i>Rossi Mario</i> |
|------------|--------------------|

Sede Legale

| | |
|-----------|-----------------|
| Comune | <i>Salerno</i> |
| Provincia | <i>SA</i> |
| CAP | <i>84100</i> |
| Indirizzo | <i>Via Irno</i> |

SERVIZIO DI PREVENZIONE E PROTEZIONE AZIENDALE

Datore di lavoro

| | |
|------------|--------------------|
| Nominativo | <i>Rossi Mario</i> |
|------------|--------------------|

Responsabile del servizio di prevenzione e protezione

| | |
|-------------|----------------------------|
| Nominativo | <i>De Santis Francesca</i> |
| Data nomina | <i>01/01/2013</i> |

| | |
|--|-------------------------|
| Addetto primo soccorso | <i>Verdi Anna</i> |
| Addetto antincendio ed evacuazione | <i>Ferrara Armando</i> |
| Medico Competente | <i>Bellini Giuseppe</i> |
| Rappresentante dei lavoratori per la sicurezza | <i>Neri Maurizio</i> |

RELAZIONE INTRODUTTIVA

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

.....**OMISSIS VERSIONE DEMO**.....

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 termometrici stressanti.

.....**OMISSIS VERSIONE DEMO**.....

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:

.....**OMISSIS VERSIONE DEMO**.....

BENESSERE TERMICO

Il confort è definibile come la sensazione di benessere fisico e mentale o come la condizione in cui un individuo esprime soddisfazione nei confronti dell'ambiente che lo circonda.

In generale, una persona si trova in stato di benessere quando non percepisce alcun tipo di sensazione fastidiosa ed è quindi in una condizione di neutralità assoluta rispetto all'ambiente circostante.

Già dalla definizione è chiaro che il benessere è una quantità non misurabile analiticamente ma solo statisticamente perché dipende da troppe variabili di cui alcune strettamente soggettive e di natura psicologica.

CONFORT TERMICO

Il confort termico dipende da:

- parametri fisici: temperatura dell'aria, temperatura media radiante, umidità relativa, velocità dell'aria, pressione atmosferica;
- parametri esterni: attività svolta che influenza il metabolismo, abbigliamento;

- fattori organici: età, sesso, caratteristiche fisiche individuali;
- fattori psicologici e culturali.

In base alle condizioni sociali e ambientali, inoltre, si possono trovare diversi gradi di accettazione di situazioni non confortevoli. Trovandosi in una prolungata situazione di disagio, infatti, si possono ritenere "normali" anche situazioni ambientali che in contesti diversi sarebbero giudicate di malessere

| | ESTATE | INVERNO |
|-----------------------|---------------|----------------|
| Temperatura dell'aria | 26 °C | 20 °C |
| Umidità relativa | 30% < U < 60% | 30% < U < 50% |
| Velocità dell'aria | 0,1 ÷ 0,2 m/s | 0,05 ÷ 0,1 m/s |
| Temperatura effettiva | 20 ÷ 22 °C | 16 ÷ 18 °C |

Tab. 1 - Limiti medi per condizioni igrotermiche ottimali

- **Temperatura dell'aria** (°C): intesa come temperatura di bulbo secco, è il fattore più importante nella determinazione del benessere termico.
- **Temperatura media radiante** (TMR, °C): è la temperatura media pesata delle temperature delle superfici che delimitano l'ambiente incluso l'effetto dell'irraggiamento solare incidente. Influisce sugli scambi per irraggiamento. Assieme alla temperatura dell'aria, la TMR è il fattore che influenza maggiormente la sensazione di calore perché la radiazione che cade sulla cute ne attiva gli stessi organi sensori. Se il

.....**OMISSIS VERSIONE DEMO**.....

- **Velocità dell'aria** (m/s): il movimento dell'aria produce effetti termici anche senza variazione della temperatura dell'aria e può favorire la dissipazione del calore, attraverso la superficie dell'epidermide, nei seguenti modi:
 - aumento della dissipazione del calore per convezione, fino a quando la temperatura dell'aria rimane inferiore a quella dell'epidermide;
 - accelerazione dell'evaporazione e quindi produzione di raffrescamento fisiologico; alle basse umidità (< 30 %) questo effetto è irrilevante in quanto si ha già una intensa evaporazione anche con aria ferma; alle alte umidità (> 80 %) l'evaporazione è comunque limitata e il movimento dell'aria non ha grandi effetti rinfrescanti. L'evaporazione può essere invece notevolmente accelerata alle medie umidità (40-50 %): se l'aria è ferma, lo strato più vicino all'epidermide si satura velocemente, impedendo un'ulteriore evaporazione, il movimento dell'aria invece può assicurare un ricambio e quindi una continua evaporazione.

L'utilizzo del movimento dell'aria per il raffrescamento può essere limitato dai suoi effetti fastidiosi, infatti, le reazioni medie soggettive alle varie velocità sono le seguenti:

.....**OMISSIS VERSIONE DEMO**.....

La ventilazione influisce anche sulla qualità dell'aria interna e quindi sulla salute degli occupanti.

- **Umidità relativa** (UR, %): è il rapporto fra la quantità di acqua contenuta in un Kg d'aria secca ad una certa temperatura e la quantità massima di acqua che potrebbe essere contenuta alla stessa temperatura dallo stesso kg d'aria.

L'umidità dell'atmosfera, se non è estremamente alta o bassa, ha un effetto lieve sulla sensazione di benessere.

Alle temperature di benessere non c'è necessità di raffrescamento evaporativo mentre a temperature più alte questo diventa il mezzo più importante di dissipazione del calore. L'aria satura (100 % di UR) impedisce qualsiasi raffrescamento di tipo evaporativo. Quando l'UR è minore del 20 % le membrane mucose si seccano ed aumentano le possibilità di infezione.

A basse temperature l'aria molto secca accresce la sensazione di freddo in quanto l'umidità che raggiunge la superficie dell'epidermide evaporando provoca una spiacevole sensazione di freddo.

Per temperature dell'aria superiori ai 32°C con UR oltre il 70 % si accentua la sensazione di caldo in quanto il sudore prodotto non può evaporare.

In regime stazionario un aumento di UR del 10 % ha lo stesso effetto di un aumento di temperatura di 0,3 °C.

L'influenza dell'UR aumenta se ci si sposta fra ambienti con diverse quantità della stessa (cioè in regime dinamico) aumentando l'incidenza sulla sensazione di benessere fino a 2 o 3 volte.

- **Attività svolta** (tasso di metabolismo): il corpo produce costantemente calore in quantità variabile: "metabolismo" è il termine che descrive tali processi biologici. Il tasso di metabolismo è l'energia liberata per unità di tempo dalla trasformazione degli alimenti.

La quantità richiesta dal corpo dipende dal livello di attività. Si esprime in Watt/mq di superficie corporea (circa 1,8 mq) o in "Met" (1 Met = tasso metabolico di una persona in riposo = 58 W/mq).

METABOLISMO ENERGETICO PER DIVERSE ATTIVITA' (UNI EN ISO 7730 – UNI EN ISO 8996)

| Tipo di attività prevalente esercitata | MET |
|---|-----|
| Distesi o sdraiati | 0,8 |
| Seduti, rilassati | 1,0 |
| Attività sedentarie (ufficio, abitazione, laboratorio, scuola) | 1,2 |
| In piedi, a riposo | 1,2 |
| In piedi, attività leggera (shopping, laboratorio, industria leggera) | 1,6 |
| In piedi, attività medie (commesso, lavori domestici, lavori alle macchine) | 2,0 |
| Attività pesante (lavoro pesante su macchinari, garage) | 2,6 |
| Camminare in piano alla velocità di 2 Km/h | 1,9 |
| Camminare in piano alla velocità di 3 Km/h | 2,4 |
| Camminare in piano alla velocità di 4 Km/h | 2,8 |
| Camminare in piano alla velocità di 5 Km/h | 3,4 |

Nota: 1 MET = 58,15 Watt/mq

- **Isolamento termico del vestiario** (CLO): il vestiario influisce sulle perdite di calore per evaporazione, sugli scambi di calore per conduzione e irraggiamento. Il vestiario è l'isolamento termico delle persone e il cambio del vestiario rappresenta il più efficace sistema cosciente di controllo sulle dispersioni termiche.

L'isolamento termico del vestiario è espresso in "Clo" (1 Clo = tenuta invernale tipica da interno = 0,155 mq K/W).

ISOLAMENTO TERMICO DEL VESTIARIO (UNI EN ISO 7730 – UNI EN ISO 9920)

| Tipo di attività prevalente esercitata | CLO |
|--|------|
| Tipico abbigliamento tropicale: slip, pantaloncini, camicia a maniche corte, scarpe | 0,30 |
| Tipico abbigliamento leggero estivo | 0,50 |
| Slip, tuta, calzini, scarpe | 0,70 |
| Slip, camicia, tuta, calzini, scarpe | 0,80 |
| Slip, camicia, pantaloni, grembiule, calzini, scarpe | 0,90 |
| Biancheria intima a maniche e gambe corte, camicia, pantaloni, giacca, calzini, scarpe | 1,00 |
| Tipico abbigliamento invernale per ambienti chiusi | 1,00 |
| Biancheria intima a maniche e gambe lunghe, giacca termica, calzini, scarpe | 1,20 |
| Biancheria intima a maniche e gambe corte, camicia, pantaloni, giacca, giacca con imbottitura pesante e tuta, calzini, scarpe, berretto e guanti | 1,40 |
| Completo invernale tipico | 1,50 |
| Biancheria intima a maniche e gambe lunghe, camicia, pantaloni, giacca, giacca con imbottitura pesante e tuta, calzini, scarpe | 2,00 |
| Biancheria intima a maniche e gambe lunghe, giacca termica e pantaloni, parka, parka con imbottitura pesante, tuta con imbottitura pesante, calzini, scarpe, berretto e guanti | 2,55 |

Nota: 1 CLO = gradiente termico di 0,18 °C su un'area di 1 m² attraversata da un flusso termico di 1 Kcal/h

METODOLOGIA DI VALUTAZIONE

L'indice PMV (Predicted Mean Vote) è una funzione matematica di 6 parametri che esprime il valore medio dei voti di un campione significativo di persone su una scala di sensazioni termiche a 7 punti che varia da -3 a +3

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 | MOLTO CALDO |
| + 2 | 75.5 | CALDO |
| + 1 | 26.5 | TIEPIDO |
| + 0.50 | 10 | BENESSERE TERMICO |
| 0 | 0 | |
| - 0.50 | 10 | |
| - 1 | 26.5 | FRESCO |
| - 2 | 75.5 | FREDDO |
| - 3 | 100 | MOLTO FREDDO |

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

.....**OMISSIS VERSIONE DEMO**.....

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:

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

L'indice PMV (Predicted Mean Vote) è una funzione matematica di 6 parametri che esprime il valore medio dei voti di un campione significativo di persone su una scala di sensazioni termiche a 7 punti che varia da -3 a +3.

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:

.....**OMISSIS VERSIONE DEMO**.....

Il calcolo del PMV consente di attribuire un voto a qualsiasi condizione ambientale. Per stabilire quale votazione sia considerata sufficiente viene introdotta un'ultima grandezza: la percentuale prevista di insoddisfatti (PPD - Predicted Percentage of Dissatisfied).

Viene definito convenzionalmente insoddisfatto un soggetto che dia una votazione all'ambiente maggiore o uguale a +2 o minore o uguale a -2, corrispondenti rispettivamente alle sensazioni di caldo e di freddo.

Il responso è di carattere statistico, per cui anche in condizioni di neutralità si ha mediamente una certa percentuale di insoddisfatti o verso il caldo (2,5%) o verso il freddo (2,5%).

Ciò significa che nelle migliori condizioni il 5% dei soggetti risulta insoddisfatto. Tale percentuale aumenta quando ci si allontani da condizioni di neutralità.

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 :

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

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

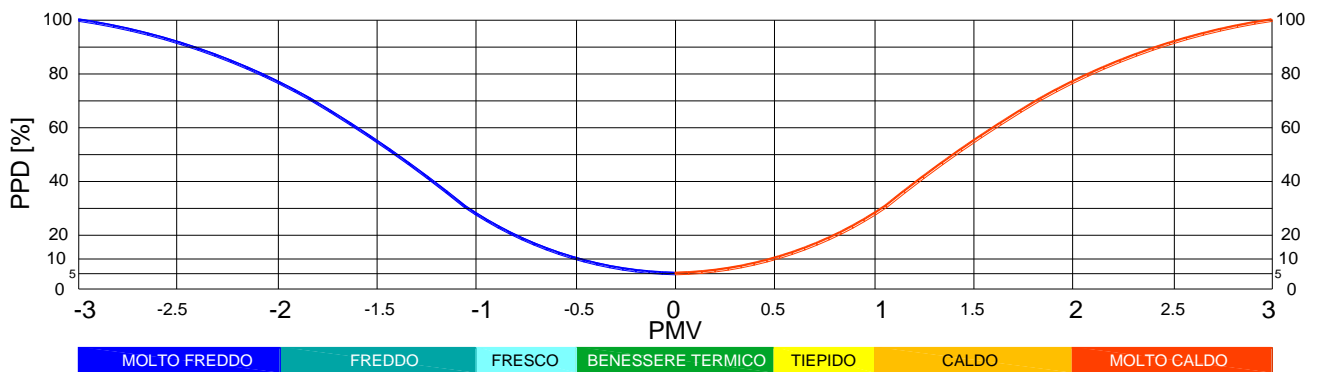


Figura 1 - Diagramma PPD (Percentuale prevista di insoddisfatti) in funzione del PMV (Voto Medio Previsto)

VALUTAZIONE Esempio Microclima

Data valutazione: 26/12/2013
 Strumento di supporto: Norma tecnica
 Mansioni: Carrellista, Magazziniere

AMBIENTI DI LAVORO MODERATI - VALORI RILEVATI - RISULTATI DI CALCOLO

Nella seguente Tabella vengono riportati gli ambienti di lavoro con i parametri rilevati (prima parte) ed i valori calcolati di T_o (Temperatura Operativa), **PMV** (Predicted Mean Vote) e di **PPD** (Predicted Percentage of Dissatisfied).

T_a = Temperatura dell'aria (°C)
 (m/sec)
 Icl = Isolamento Termico Vestiario (clo)

T_r = Temperatura media radiante (°C)
 Ur = Umidità relativa (%)
 M = Attività Metabolica (Met)

V_a = Velocità dell'aria

| DATI RILEVATI | | | | | | | | RISULTATI | | | |
|---------------|---------------------|------------|------------|-------------|--------|---------|-----------|------------|---------------------------|--------------------------|------------------|
| Ambiente | Parametro | T_a (°C) | T_r (°C) | V_a (m/s) | Ur (%) | M (met) | Icl (clo) | T_o (°C) | PMV | PPD (%) | GIUDIZIO TERMICO |
| | Range Applicabilità | 10÷30 | 10÷40 | 0÷1 | 30÷60 | 0,8÷4 | 0÷2 | | | | |
| | Origine | T_a | T_r | V_a | Ur | M | Icl | | | | |
| Magazzino | | 20 | 18 | 0,15 | 40 | 2 | 1 | 19 | 0,50419 2114011 077 | 10,3137 197371 493 | Tiepido |

MISURE DI SICUREZZA

In funzione della classe di rischio d'appartenenza si adottano le seguenti misure:

TECNICHE ORGANIZZATIVE

- Il datore di lavoro si eseguono rilievi strumentali finalizzati a fornire precise indicazioni tecniche per le misure di bonifica adottabili.
- Laddove la valutazione ha evidenziato un rischio medio, si è provveduto a:
 - 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.

CONCLUSIONI

Il presente Documento di Valutazione del Rischio Microclima:

- è stato redatto ai sensi del D. Lgs. 81/2008;
- è soggetto ad aggiornamento periodico ove si verificano significativi mutamenti che potrebbero averlo reso superato.

La valutazione dei rischi è stata condotta dal Datore di Lavoro e dal Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione con la collaborazione del Medico Competente, per quanto di sua competenza e il coinvolgimento preventivo del Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza.

| Figure | Nominativo | Firma |
|-------------------|----------------|-------|
| Datore di lavoro | <Nuovo utente> | |
| RSPP | | |
| Medico competente | | |
| RLS | | |

, 09/01/2014