

# Criteri di valutazione del grado di affaticamento termico nei frantoi oleari durante le operazioni di estrazione olearia<sup>1</sup>.

Panaro V.<sup>1</sup>, Pascuzzi S.<sup>2</sup>, Santoro F.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Dipartimento Pro.Ge.S.A. Sezione Meccanica - Università degli Studi di Bari

## Riassunto

Le operazioni di estrazione olearia all'interno dei frantoi comportano l'esposizione a molteplici fattori di rischio per gli addetti: movimentazione di carichi, posture particolari, rumore elevato, ecc.; fra questi, uno forse meno analizzato è quello relativo alle condizioni microclimatiche all'interno dei locali di lavoro. Va altresì detto che un microclima non appropriato, anche quando non crea effetti patologici, può interferire con il sistema di termoregolazione di un individuo, creando una situazione di discomfort.

Sulla base di quanto esposto, si sono considerati diversi frantoi, fra i più rappresentativi, per qualità e produttività, nella Regione Puglia e, al loro interno, sono stati rilevati i parametri termo-igrometrici ambientali durante le lavorazioni di estrazione olearia e le sensazioni termiche percepite dagli addetti.

Successivamente, utilizzando la normativa tecnica vigente inerente agli ambienti termicamente moderati è stato effettuato uno studio della tematica mettendo a punto un codice numerico che calcola gli indici PMV e PPD ed elabora automaticamente i grafici per l'analisi della sensazione termica e di relativo disagio di individui presenti all'interno di locali.

Lo scopo che la ricerca si propone è quello di sviluppare una procedura informatica che automatizzi i criteri per la valutazione del grado di affaticamento termico degli addetti durante le operazioni di estrazione nei frantoi oleari e che possa, quindi tornare utile durante la progettazione di nuovi frantoi per prevedere le sensazioni termiche degli operai oppure per valutare l'attendibilità, mediante rilevazioni strumentali, di segnalazioni di disagio o disturbo termico da parte di lavoratori di frantoi presenti nei diversi settori di lavorazione.

*Parole chiave: frantoi oleari, microclima, affaticamento termico*

## Summary

The olive oil extraction operations inside the olive mills involve the exposure to many risk factors for the workers: handling of loads, particular positions, high noise, etc.; among these, one maybe less analysed is the one concerning the microclimatic conditions inside the work areas. It is also to be said that a not appropriate microclimate, also when he does not

---

1 Lavoro svolto con fondi MIUR PRIN 2003, progetto: "Qualità del lavoro e sicurezza negli ambienti agroindustriali: individuazione dei principali fattori di rischio e definizione di opportune linee guida", coordinatore nazionale Prof. Giorgio Zoppello. Gli autori hanno contribuito in pari misura al lavoro.

create pathological effects, it can interfere with the thermal regulation system of an individual, creating a discomfort situation.

Taking care of the above considerations, many olive mills among the most representative, for quality and productivity, in the Puglia Region have been considered during the research and, inside them, have been recorded both the environmental thermal and hygrometric parameters during the olive oil extraction phases and the thermal sensations perceived by the workers.

Subsequently, using the technical laws related to the thermally moderated environments, a study of the matter was carried out developing a software which calculates the PMV and PPD indexes and generates the graphics useful to evaluate the thermal sensation and the connected discomfort of the workers that are inside the working places.

The aim of the research is to develop a data processing procedure that automates the criteria for the evaluation of the thermal stress degree of the workers during the olive oil production in the olive mills and that could be useful during the design of new olive mills to prevent the workers' thermal sensations or to evaluate the reliability, by instrumental measures, of discomfort or thermal trouble referred by the workers that operates inside the olive mills in the various manufacturing sectors.

***Key words: Olive mills, micro climate, thermal stress***

## **1 INTRODUZIONE**

Le operazioni di estrazione olearia all'interno dei frantoi comportano l'esposizione a molteplici fattori di rischio per gli addetti: movimentazione di carichi, posture particolari, rumori elevati, ecc.; fra questi, uno forse meno analizzato è quello relativo alle condizioni microclimatiche all'interno dei locali di lavoro (Blandini G. *et al.*, 2002; Di Renzo G.C. *et al.*, 2002). Come è noto, con il termine "microclima" si deve intendere l'insieme delle variabili climatiche dei diversi ambienti di lavoro, che determinano gli scambi termici tra questo e gli individui che sono al suo interno (Fanger P.O., 1977).

Un microclima confortevole produce senza ombra di dubbio, con riferimento alle condizioni termo-igrometriche, una sensazione di soddisfazione nella maggior parte delle persone; condizioni microclimatiche non appropriate, invece, anche quando non creano effetti patologici, possono interferire con il sistema di termoregolazione umano, creando situazioni di disagio fisico.

Va altresì detto che il cosiddetto "benessere microclimatico" si raggiunge quando si verificano contemporaneamente le condizioni di: 1. comfort globale, ovvero di neutralità termica dell'organismo nel suo insieme; 2. comfort locale, ovvero di neutralità termica fra le diverse aree corporee.

Il riferimento legislativo per le tematiche legate alle condizioni climatiche negli ambienti di lavoro, è rappresentato dai seguenti art. 11 e 13 del D.P.R. 303/1956:

*- la temperatura sia mantenuta entro limiti convenienti alla buona esecuzione dei lavori e ad evitare pregiudizio alla salute dei lavoratori, tenendo conto anche dell'influenza che possono esercitare il grado di umidità ed il movimento dell'aria;*

*- quando non sia conveniente modificare la temperatura di tutto l'ambiente si deve provvedere alla difesa dei lavoratori contro le temperature troppo alte o troppo basse mediante misure tecniche localizzate o mezzi personali di protezione.*

Queste prescrizioni vengono riprese nel D.L. 626 del 1994 (art. 33 comma 7, che sostituisce l'articolo 11 del D.P.R. 303/1956), con alcune aggiunte:

- *la temperatura, il grado di umidità, il movimento d'aria devono essere adeguati, tenendo conto degli sforzi fisici imposti ai lavoratori;*

- *le finestre, i lucernari e le pareti vetrate devono essere tali da evitare un soleggiamento eccessivo dei luoghi di lavoro, tenendo conto del tipo di attività e della natura del luogo di lavoro.*

Come si evince da queste disposizioni, anche se talvolta vaghe, il controllo del microclima negli ambienti di lavoro risulta importante ai fini della sicurezza dei lavoratori; al datore di lavoro viene demandata la responsabilità della valutazione dei rischi alle persone connessi ad un carente controllo delle condizioni ambientali.

Occorre precisare in proposito che la valutazione del rischio microclimatico viene effettuata sulla base della distinzione tra "ambienti moderati" e "ambienti termicamente severi caldi o freddi" (Porceddu R. *et al.*, 2001).

I locali dei frantoi in cui avvengono le operazioni di estrazione olearia sono da considerarsi, in linea di massima, "ambienti termicamente moderati", in quanto i processi produttivi sono tali da non richiedere particolari condizioni termicamente stressanti; pertanto tale tipologia di ambienti non dovrebbe compromettere la salute dei lavoratori e la valutazione del microclima potrebbe esaurirsi da un lato confrontando i parametri termo-igrometrici con quelli standard del settore e, dall'altro, considerando le sensazioni soggettive degli addetti che lavorano nei diversi locali.

In particolare, uno studio più accurato del microclima nell'ambito degli ambienti anzidetti, basato su rilievi strumentali, può essere condotto facendo riferimento alla norma UNI EN ISO 7730:2006, relativa alla "Ergonomia degli ambienti termici", che risulta utile durante la progettazione di nuovi frantoi oleari o per verificare le condizioni ambientali di lavoro di quelli esistenti.

La norma in questione basa la procedura di valutazione del comfort microclimatico in un ambiente termicamente moderato sulla relazione diretta che esiste tra il bilancio energetico di una persona e la corrispondente sensazione termica; è noto che l'organismo umano è in equilibrio quando l'energia termica generata al suo interno uguaglia quella dispersa nell'ambiente circostante. Il sistema di termoregolazione, in funzione delle condizioni climatiche esterne, dell'attività metabolica e delle caratteristiche del vestiario, cerca di modificare automaticamente la temperatura corporea e la secrezione di sudore per mantenere questo equilibrio termico.

La condizione ottimale si ha in corrispondenza dell'equilibrio energetico dell'organismo (scambio termico con l'ambiente circostante nullo), mentre sensazioni di crescente disagio si correlano a situazioni che si allontanano via via dalla suddetta condizione di equilibrio.

Il bilancio energetico, calcolato in funzione dei parametri ambientali (temperatura dell'aria, temperatura media radiante, velocità ed umidità dell'aria) e dei parametri attività metabolica e resistenza termica del vestiario, è strettamente correlato al cosiddetto indice medio di qualità delle condizioni microclimatiche PMV (Predicted Mean Vote), espresso in una scala termica a 7 punti (-3 = molto freddo, -2 = freddo, -1 = leggermente freddo, 0 = neutro, +1 = leggermente caldo, +2 = caldo, +3 = molto caldo).

Poiché si tratta di un valore medio, il PMV sottintende l'esistenza di una variabilità individuale; pertanto, anche per un gruppo di persone esposte ad identiche condizioni microclimatiche, non è possibile caratterizzare una situazione ideale valida per tutti.

All'indice PMV risulta, quindi, associato un secondo indice nominato PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied), che stabilisce la percentuale di soggetti che si ritengono insoddisfatti dalle condizioni microclimatiche in esame.

Gli indici PMV e PPD, con riferimento al comfort globale, sintetizzano l'intera informazione necessaria per la determinazione e interpretazione del benessere di un ambiente termicamente moderato.

Le situazioni di discomfort locale che, come già accennato, si originano per un indesiderato raffreddamento o riscaldamento di qualche zona del corpo, sono generalmente causate da: a. presenza di correnti d'aria, b. differenza di temperatura elevate tra capo e caviglie, c. pavimenti che risultano troppo caldi o troppo freddi, d. elevate dissimetrie fra le temperature radianti. La norma in oggetto consente di determinare i rischi connessi a queste tipologie di disagio che colpiscono principalmente individui che svolgono attività leggere e sedentarie

Sulla base di quanto esposto, si sono considerati alcuni frantoi, fra i più rappresentativi, per qualità e produttività, nella Regione Puglia e, al loro interno, sono stati rilevati i parametri termo-igrometrici ambientali durante le lavorazioni di estrazione olearia e contemporaneamente si sono annotate le sensazioni termiche percepite dagli addetti; questa analisi ha consentito di ottenere un quadro statistico completo del grado di affaticamento termico degli operai impiegati nei frantoi oleari.

Successivamente, utilizzando la normativa tecnica su illustrata si è ritenuto opportuno effettuare uno studio delle condizioni di comfort globale negli ambienti dei frantoi durante le lavorazioni di estrazione olearia, mettendo a punto un codice numerico in linguaggio MATLAB che è in grado di calcolare gli indici PMV e PPD e che elabora automaticamente i grafici per l'analisi della sensazione termica e di disagio degli individui presenti all'interno di locali lavorativi.

Il software così realizzato può essere utile in fase di progettazione di nuovi frantoi per prevedere le sensazioni termiche degli addetti oppure per valutare l'attendibilità, mediante rilevazioni strumentali, di segnalazioni di disagio o disturbo termico da parte di lavoratori di frantoi esistenti, nonché di impianti enologici che si prevede di prendere in considerazione.

Questa ricerca è la prosecuzione di altre, precedentemente svolte dagli stessi Autori e finanziate dal MIUR, finalizzate ad approfondire i rischi con le relative misure di prevenzione nell'ambito della filiera olivicola pugliese. (Panaro V. *et al.*, 2002; Panaro V. *et al.*, 2004; Panaro V. *et al.*, 2005)

## **2 MATERIALI E METODI**

Come innanzi accennato, sono stati rilevati i parametri termo-igrometrici ambientali durante le lavorazioni estrattive in n.2 frantoi a ciclo discontinuo (indicati nel seguito con le lettere A-B), aventi capacità produttive variabili da 300 a 1200 kg/h di olio di oliva, e n.3 frantoi a ciclo continuo (C-D-E), con produzioni superiori ai 1500 kg/h; questi impianti esaminati possono considerarsi fra i più rappresentativi, per qualità e produttività, nella Regione Puglia.

Per ciascuno di questi frantoi è stato analizzato il layout, essenziale per la determinazione di aree in cui possono considerarsi uniformi i parametri ambientali (temperatura media radiante, temperatura, umidità e velocità dell'aria); al centro di ciascuna di queste "aree omogenee" è stata posizionata la stazione microclimatica di rilevamento dei dati della ditta LSI, dotata delle seguenti sonde: a. anemometro a filo caldo BSV101; b. psicrometro BSU102; c. globotermometro BST131. Quest'ultimo era costituito da un globo metallico nero cavo al cui centro era collocato un sensore termometrico per la misurazione

della temperatura media radiante.

I dati rilevati dalle diverse sonde sono stati memorizzati su un data-logger “BABUC” della Ditta LSI da cui, in seguito, sono stati trasferiti su un personal computer per le successive elaborazioni.

Il rilievo dei parametri microclimatici in ciascuna “area omogenea” ha avuto un periodo di acquisizione di un’ora, in quanto è notato precedentemente che le variabili rilevate rimanevano sostanzialmente costanti nell’arco della giornata lavorativa; pertanto nell’ambito di tale tempo di acquisizione, la frequenza di campionamento delle singole variabili microclimatiche è stata la seguente: temperatura dell’aria: 1 minuto; temperatura media radiante: 1 minuto; umidità relativa: 1 minuto; velocità dell’aria: 2 minuti.

Ciascun rilievo microclimatico è stato ripetuto tre volte e si è assunto come risultato finale il valore medio tra queste misurazioni.

Le “aree omogenee” considerate per i diversi frantoi sono state fondamentalmente due: quelle di stoccaggio delle olive (olivaio), sistemate in zone aperte comunicanti con l’esterno, e quelle interne in cui avvengono le lavorazioni estrattive (zona frangitura).

Per lo studio teorico del microclima, si è determinato il PMV con l’algoritmo:

$$PMV = (0.303 \cdot e^{-0.036 \cdot M} + 0.028) \cdot \{(M - W) + Q_1 + Q_2 + Q_3\} \quad (1)$$

con:

$$Q_1 = -3.05 \cdot 10^{-3} \cdot [5733 - 6.99 \cdot (M - W) - p_a] - 0.42 \cdot [(M - W) - 58.15] \quad (1a)$$

$$Q_2 = -1.7 \cdot 10^{-5} \cdot M \cdot (5867 - p_a) \quad (1b)$$

$$Q_3 = -1.4 \cdot 10^{-3} \cdot M \cdot (34 - t_a) - 3.96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4] - f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a) \quad (1c)$$

$$t_{cl} = 35.7 - 2.8 \cdot 10^{-2} \cdot (M - W) - I_{cl} \cdot \{3.96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4] + f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a)\} \quad (2)$$

$$h_c = 2.38 |t_{cl} - t_a|^{0.25} \quad \text{se } h_c > 12.1 \cdot \sqrt{v_{ar}} \quad \text{oppure } h_c = 12.1 \cdot \sqrt{v_{ar}} \quad \text{se } h_c > 2.38 |t_{cl} - t_a|^{0.25} \quad (3)$$

$$f_{cl} = 1.00 + 1.290 \cdot I_{cl} \quad \text{se } I_{cl} \leq 0.078 \quad \text{oppure } f_{cl} = 1.05 + 0.645 I_{cl} \quad \text{se } I_{cl} > 0.078 \quad (4)$$

ove:  $M$  – potenza metabolica [ $W/m^2$ ];  $W$  – lavoro esterno nell’unità di tempo [ $W/m^2$ ];  $I_{cl}$  – resistenza termica dell’abbigliamento [ $m^2K/W$ ];  $f_{cl}$  – rapporto fra l’area della superficie del corpo umano vestito e l’area della superficie del corpo umano nudo;  $t_a$  – temperatura aria [ $^{\circ}C$ ];  $t_r$  – temperatura media radiante [ $^{\circ}C$ ];  $v_{ar}$  – velocità relativa al corpo umano dell’aria [ $m/s$ ];  $p_a$  – pressione parziale vapor d’acqua [ $Pa$ ];  $h_c$  – coefficiente di scambio termico convettivo [ $W/(m^2 \cdot K)$ ];  $t_{cl}$  – temperatura superficiale dell’abbigliamento [ $^{\circ}C$ ].

La normativa tecnica in questione considera attendibili gli indici che si ottengono dalla (1) per valori di PMV nell’intervallo  $-2 \div +2$  e raccomanda i seguenti intervalli per i rispettivi parametri:  $M = 46 \div 232$  [ $W/m^2$ ];  $I_{cl} = 0 \div 0.310$  [ $m^2K/W$ ] ( $0 \div 2$  [clo]);  $t_a = 10 \div 30$  [ $^{\circ}C$ ];  $t_r = 10 \div 40$  [ $^{\circ}C$ ];  $v_{ar} = 0 \div 1$  [ $m/s$ ];  $p_a = 0 \div 2700$  [ $Pa$ ], ovvero umidità relativa nell’intervallo  $30 \div 70$  %.

Valori dei parametri al di fuori dei suddetti intervalli possono essere utilizzati per il calcolo dell’indice PMV che, però, in tal caso rappresenta solo una misura orientativa delle condizioni microclimatiche ambientali.

L'algoritmo per il calcolo del PPD, che predice la percentuale di individui, nell'ambito di un gruppo numeroso, che saranno termicamente insoddisfatte, è stato:

$$PPD = 100 - 95 \cdot e^{-(0.03353 \cdot PMV^4 + 0.2179 \cdot PMV^2)} \quad (5)$$

I suddetti algoritmi sono stati implementati in un software in linguaggio MATLAB messo a punto dagli autori che consente di calcolare il PMV e il PPD e di elaborare automaticamente i diagrammi di questi indici in funzione dei diversi parametri che influenzano il bilancio termico dell'organismo umano.

Come previsto dalla UNI EN ISO 7730:2006 le equazioni per la determinazione della temperatura superficiale dell'abbigliamento  $t_{cl}$  (2), e del coefficiente di scambio termico convettivo  $h_c$  (3) vengono risolte per iterazione mediante un algoritmo di calcolo numerico denominato "false position method".

### 3 RISULTATI E DISCUSSIONE

La Figura 1 riporta le temperature dell'aria e le temperature radianti rilevate nei frantoi considerati per la ricerca; nella Figura 2, invece, sono diagrammati sotto forma di istogrammi gli andamenti della velocità dell'aria e dell'umidità relativa nei medesimi impianti.

Da questi grafici risulta evidente che la zona più disagiata dal punto di vista climatico è rappresentata dagli olivai che, come già detto, sono situati in locali notevolmente arieggiati in quanto comunicanti con l'esterno; i parametri ambientali medi rilevati sono stati i seguenti:  $t_a = 7.7$  [°C],  $t_g = 9.5$  [°C],  $v_{ar} = 0.3$  [m/s], u.r. = 68 %. I valori climatici relativi alle aree dedicate all'estrazione olearia sono decisamente più accettabili e creano condizioni di benessere ambientale; i parametri climatici medi sono stati i seguenti:  $t_a = 15.3$  [°C],  $t_g = 15.5$  [°C],  $v_{ar} = 0.1$  [m/s], u.r. = 61 %.

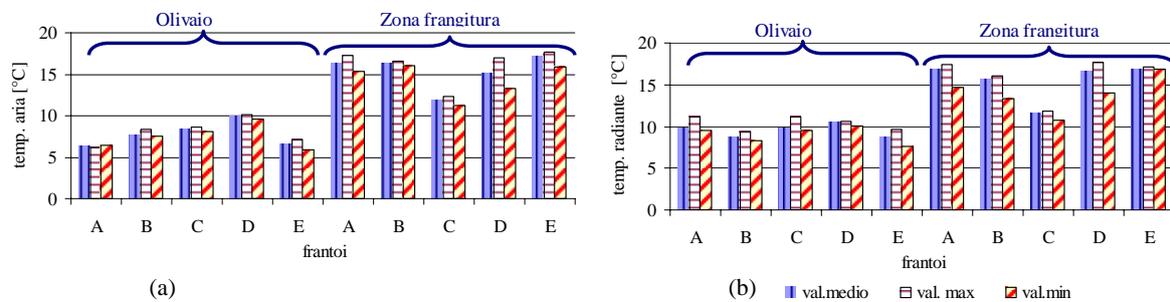
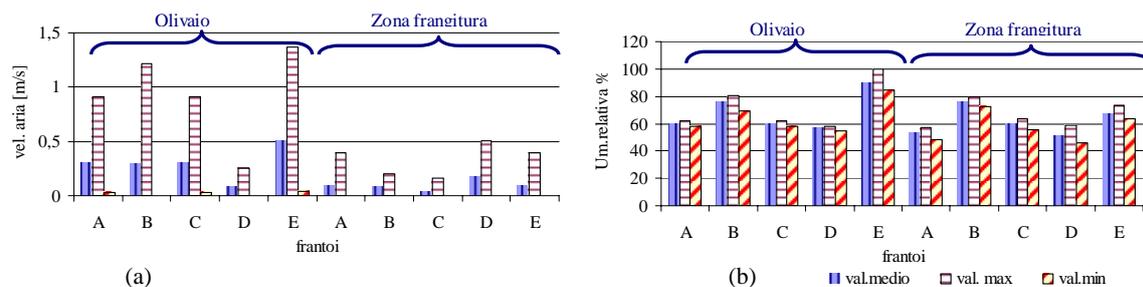


Fig. 1. Temperature dell'aria (a) e temperature radianti (b) rilevate nei frantoi.



*Fig. 2. Velocità aria (a) e umidità relative (b) rilevate nei frantoi*

I calcoli relativi agli indici PMV sono stati effettuati sulla base dei valori ambientali rilevati e assumendo i seguenti parametri medi relativi agli addetti:

- potenza metabolica (M) di  $116 \text{ W/m}^2$  (2.0 met), corrispondente ad un'attività media svolta in piedi;
- lavoro esterno nell'unità di tempo (W) =  $0 \text{ W/m}^2$
- resistenza termica dell'abbigliamento da lavoro ( $I_{cl}$ ) di  $0.170 \text{ m}^2\text{K/W}$  (1.10 clo) (abbigliamento composto da biancheria intima a maniche e gambe corte, camicia pantaloni, tuta, calzini, scarpe).

La Figura 3 riporta i risultati delle elaborazioni relative ai calcoli di PMV e PPD, che confermano, sostanzialmente, quanto dichiarato dai lavoratori intervistati, ovvero situazioni di discomfort negli olivai; in queste zone, infatti, l'indice medio di qualità delle condizioni microclimatiche PMV risulta sempre negativo, attestando sensazioni di freddo più o meno accentuato. L'indice PMV più prossimo alle condizioni neutre si è ottenuto con il frantoio a ciclo continuo D, più moderno e organizzato fra tutti quelli considerati, avente l'olivaio disposto in un locale comunicante con l'esterno ma riparato dalle correnti d'aria (PMV=-0.48). Le percentuali degli individui insoddisfatti (PPD), sono ovviamente correlate ai valori dei PMV: man mano che ci si allontana dalle condizioni di equilibrio termico aumenta il PPD.

Gli indici PMV calcolati per i locali dei diversi frantoi destinati alle lavorazioni di estrazione olearia sono risultati  $<+0.5$  e denotano, pertanto, situazioni confortevoli; le corrispondenti percentuali PPD, tutte notevolmente più ridotte rispetto a quelle ottenute per gli olivai, si attestano su valori  $<10\%$ .

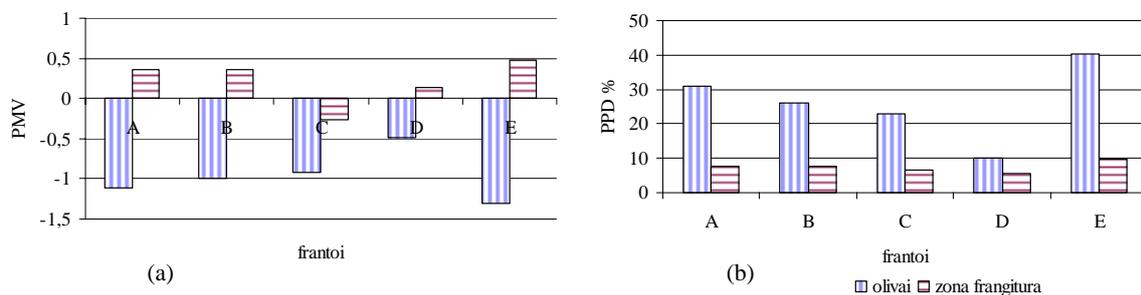


Fig. 3. Indici PMV (a) e PPD (b) calcolati

Con i valori medi di attività metabolica, resistenza termica dell'abbigliamento, velocità dell'aria, umidità relativa corrispondenti, rispettivamente, agli olivai e alle zone frangitura è stato simulato l'andamento dell'indice microclimatico PMV in funzione della variazione della temperatura dell'aria  $t_a$  e della temperatura media radiante  $t_g$ .

Sono stati considerati per le suddette temperature i seguenti intervalli:  $6\div 12 \text{ }^\circ\text{C}$ , per gli olivai;  $12\div 18 \text{ }^\circ\text{C}$  per le zone di frangitura.

Il risultato di queste elaborazioni è diagrammato nei grafici tridimensionali di Figura 4, da cui emergono con evidenza le situazioni termicamente disagiate che si creano nei locali di stoccaggio delle drupe, dove le temperature relativamente più basse e le correnti d'aria più elevate creano sensazioni di freddo più o meno intenso (valori di PMV sempre inferiori a quello corrispondente all'equilibrio termico).

Molto interessante è il grafico relativo alla zona frangitura (Fig. 4b), in cui la superficie che rappresenta gli indici PMV, nell'intervallo considerato, si pone "a cavallo" dei

valori negativi e di quelli positivi: le condizioni di equilibrio termico si hanno solo con temperature di circa 16°C. Ambienti lavorativi con queste caratteristiche termiche faranno percepire agli addetti sensazioni di benessere climatico.

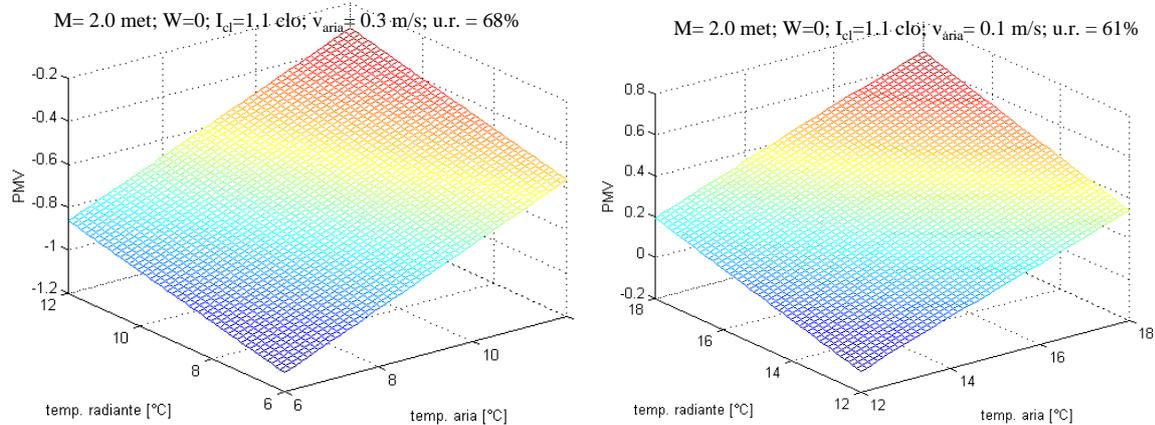


Fig. 4. Grafico di PMV in funzione dei parametri tipici degli olivai (a) e delle zone frangitura (b)

### 3 CONCLUSIONI

La ricerca effettuata ha avuto come obiettivo:

- la ricognizione dei parametri ambientali che si determinano nei locali di lavoro durante le lavorazioni estrattive dei frantoi oleari pugliesi più significativi, in termini quantitativi e qualitativi;
- la messa a punto e la taratura di un software che, basandosi sulla procedura prevista dalla vigente normativa tecnica, effettui lo studio delle condizioni di comfort globale negli ambienti dei suddetti frantoi.

I risultati ottenuti mostrano l'importanza dell'analisi del rischio da microclima nei suddetti ambienti, in quanto i rilevamenti strumentali e le successive elaborazioni numeriche hanno evidenziato condizioni climatiche sicuramente non confortevoli negli olivai di tutti i frantoi esaminati. Negli ambienti dedicati alle lavorazioni di estrazione dell'olio, invece, i dati ottenuti rivelano situazioni di benessere termico accettabile; la simulazione numerica realizzata con il software appositamente predisposto, però, consente di affermare che la temperatura ottimale per realizzare sensazioni confortevoli dovrebbe essere di ~16°C. Questa considerazione può evidentemente essere tenuta in considerazione per la progettazione di nuovi frantoi o per valutare l'attendibilità di eventuali segnalazioni di discomfort da parte di lavoratori di frantoi esistenti.

Va altresì detto, con riferimento ai frantoi studiati, che i risultati ottenuti sono concordi con quanto dichiarato dai lavoratori intervistati, che hanno manifestato situazioni di disagio quando devono compiere lavori negli olivai e durante il trasporto delle drupe dagli olivai ai locali interni di lavorazione; inoltre, condizioni di discomfort si verificano, generalmente, durante i passaggi tra ambienti caratterizzati da diversi valori dei parametri termo-igrometrici e di velocità dell'aria.

A tal proposito sarebbe opportuno che gli stessi addetti modificano l'abbigliamento all'atto di questi passaggi cambiando il vestiario indossato o introducendo delle pause nei turni di lavoro; ciò, ovviamente, comporterebbe per un verso un allungamento dei tempi per le

diverse operazioni e, per altro verso, la predisposizione di ulteriori postazioni in cui gli operatori possano coprirsi o scoprirsi a seconda delle esigenze.

Occorre ricordare, infine, l'incidenza delle condizioni microclimatiche esterne su quelle interne ai locali di lavoro, che risultano particolarmente importanti per alcune attività agroindustriali a carattere stagionale, come la frangitura delle olive.

## **Bibliografia**

Blandini G., Garaffo S., (2002), La normativa italiana e comunitaria per gli impianti agro-industriali, Atti del Convegno Nazionale A.I.I.A. «La sicurezza delle macchine agricole e degli impianti agro-industriali», Alghero (SS), 11-15 settembre 2002, 277:283.

Di Renzo G.C., Altieri G., D'Antonio P., D'Erchia L., (2002), La sicurezza nell'industria agro alimentare, Atti del Convegno Nazionale A.I.I.A. «La sicurezza delle macchine agricole e degli impianti agro-industriali», Alghero (SS), 11-15 settembre 2002, 285:301.

Fanger P.O., (1977), Thermal comfort. Analysis and applications in environmental engineering, University of Denmark.

Panaro V., Pascuzzi S., Santoro F., (2004), Analisi delle esposizioni al rumore nella filiera olivicola: rilievi nelle fasi di raccolta meccanica e spremitura delle olive, Rivista di Ingegneria Agraria, (2), 73:80.

Panaro V., Pascuzzi S., Santoro F., (2002), Analisi del rischio e misure di prevenzione nella filiera olivicola pugliese, Atti del Convegno Nazionale A.I.I.A. «La sicurezza delle macchine agricole e degli impianti agro-industriali», Alghero (SS), 11-15 settembre 2002, 323:334.

Panaro V., Pascuzzi S., Santoro F., (2002), Rilievi e risultati di una ricerca biennale sui rumori nella filiera olivicola pugliese, Atti del Convegno Nazionale A.I.I.A. «La sicurezza delle macchine agricole e degli impianti agro-industriali», Alghero (SS), 11-15 settembre 2002, 391:402.

Panaro V. - Pascuzzi S. – Santoro F., (2005) Criteri progettuali ai fini del contenimento del rumore all'interno di frantoi oleari, Atti del Convegno Nazionale A.I.I.A. «L'ingegneria agraria per lo sviluppo sostenibile dell'area mediterranea», CD-Rom Code 7003.

Porceddu R., Monarca D., Cecchini M., Nelli S., (2001), La valutazione e la prevenzione del rischio da microclima in ambienti di lavoro agricoli e agroindustriali: indagine metodologica, Atti del Convegno Nazionale A.I.I.A. «L'ingegneria agraria per lo sviluppo sostenibile dell'area mediterranea», CD-Rom Code 7003

Monarca D., Porceddu P.R., Cecchini M., Babucci V. (2005) La valutazione del rischio microclima negli ambienti di lavoro agroindustriali. Rivista di Ingegneria Agraria (4)

Alfano G. (2002) La normativa vigente ed in preparazione nel campo del thermal comfort, Atti del Convegno dBA 2002, Modena