

VENTILAZIONE E DEPURAZIONE DELL'ARIA NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

Scheda tecnica n. 4

IMPIANTI DI VENTILAZIONE NEL COMPARTO CALZATURIFICI

A cura di:

Arcari Claudio
Tolomei Stefano Radames
Veronesi Carlo

S.P.S.A.L. Azienda U.S.L. di Piacenza
S.P.S.A.L. Azienda U.S.L. di Parma
S.P.S.A.L. Azienda U.S.L. di Reggio Emilia

Dicembre 1994

1. PREMESSA

- 1.1** Il presente documento ha lo scopo di servire da riferimento per coloro che si occupano del controllo dell'inquinamento dell'aria negli ambienti di lavoro mediante impianti di aspirazione e di diluizione dei vapori organici aerodispersi nelle lavorazioni del comparto calzaturiero.
- 1.2** A condizione che l'insieme delle sorgenti inquinanti siano trattate, i criteri di ventilazione riportati permettono di limitare la concentrazione degli inquinanti e di ottenere che, nella maggior parte dei casi, non vengano superati i valori limite di esposizione.
In caso di procedimenti di lavorazione o materiali speciali o nuovi e in caso di condizioni o circostanze particolarmente sfavorevoli, possono essere necessarie misure più restrittive.
- 1.3** In questo documento ci si occupa solo dei concetti alla base della scelta degli impianti di ventilazione e delle caratteristiche che tali impianti devono possedere.
Le indicazioni presentate sono suscettibili di evoluzione nel corso del loro utilizzo in base alle esperienze acquisite, ai risultati di nuovi studi condotti su questo tema e alle future modifiche apportate alla normativa vigente.
- 1.4** L'espulsione dei vapori organici deve avvenire all'esterno senza ricircolo dell'aria (o nel rispetto di quanto previsto nella Scheda tecnica n° 1 "Il ricircolo dell'aria") secondo quanto previsto dalla normativa nazionale e locale vigente relativa all'inquinamento atmosferico.
- 1.5** Va segnalato che infruttuosi risultati nel contenimento delle esposizioni possono derivare dal mancato rispetto di regole comportamentali nel corretto utilizzo degli impianti.
L'esistenza di un buon impianto di aspirazione non garantisce di per sé il totale controllo dell'inquinamento e deve essere prevista in ogni caso una periodica valutazione delle esposizioni dei lavoratori che ne verifichi l'efficacia nel tempo.

2. CENNI TOSSICOLOGICI ED IGIENISTICI

Gli impianti di aspirazione nel comparto calzaturiero vengono installati allo scopo di eliminare o ridurre il rischio derivante dalla evaporazione dei solventi organici: a) contenuti nei mastici usati per l'incollaggio; b) utilizzati per operazioni di pulizia sul prodotto. I più comuni solventi organici che fanno parte della composizione dei mastici utilizzati nel comparto calzaturiero sono individuati in tabella 1 nella quale vengono illustrati gli organi sui quali si esplicano i principali e più noti effetti tossici, irritativi o di alterazione funzionale.

Tabella 1

SOLVENTE ORGANICO	SISTEMA NERVOSO	PELLE E MUCOSE	FEGATO	RENE	SANGUE
ACETONE	↑	↑	↑		
ACETATO DI ETILE	↑	↑			
ESANO altri isomeri	↑	↑			
n-ESANO	↑	↑			
METILCICLOPENTANO	↑	↑			
CICLOESANO	↑	↑		↑	↑
TOLUOLO	↑	↑	↑	↑	↑
METILETILCHETONE	↑	↑	↑		

In tabella 2 sono elencati, per gli stessi solventi organici, i valori dei TLV proposti dalla ACGIH per l'anno 2004.

Tabella 2

SOLVENTE ORGANICO	TLV - TWA		VALORE LIMITE BIOLOGICO (SI/NO)
	ppm	mg/m ³	
ACETONE	500	1188	SI
ACETATO DI ETILE	400	1440	NO
ESANO altri isomeri	500	1760	NO
n-ESANO	50	176	SI
METILCICLOPENTANO	non disponibile		NO
CICLOESANO	100	344	NO
TOLUOLO	50	188	SI
METILETILCHETONE	200	590	SI
TLV miscela	< 1		

La valutazione degli impianti di aspirazione per la protezione dei lavoratori dai rischi occupazionali è problema complesso che richiede lo sviluppo di considerazioni sia nell'ambito progettuale, sia nell'ambito del contenimento delle concentrazioni dei tossici nell'ambiente di lavoro.

Un impianto di aspirazione va valutato: a) per gli aspetti di efficienza (norme costruttive di buona tecnica, congruità dell'impianto con la tipologia dell'inquinante e delle mansioni lavorative, standard igienici da rispettare quali la velocità di aspirazione da realizzare alla sorgente di emissione); b) per gli aspetti di efficacia (contenimento delle esposizioni occupazionali misurate attraverso le concentrazioni di esposizione e/o il monitoraggio biologico).

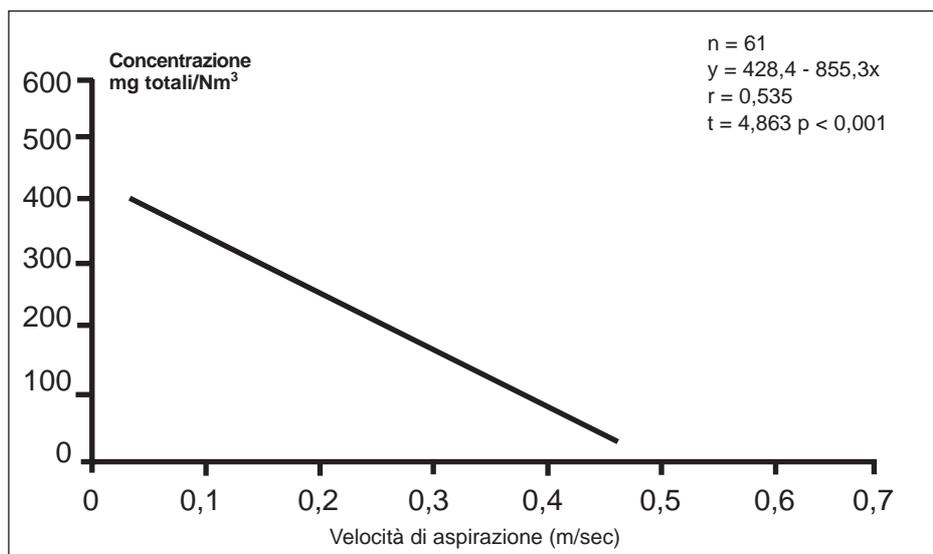
Nel campo di miscele complesse di solventi organici può essere difficoltoso, nonché fuorviante, valutare l'efficacia dei presidi aspiranti attraverso la misura dell'esposizione utilizzando i TLV (sia singolarmente che attraverso il TLVmiscela) anche perchè, oltre che a motivazioni di ordine tossicologico e igienistico, in alcuni casi i TLV o i Valori Limite non sono disponibili.

Nell'ambito di valutazione di impianti di aspirazione per miscele di solventi organici, come nel caso dei calzaturifici, può essere utilizzato come indice per il giudizio il valore globale di solventi per metro cubo di aria ($\text{mg}_{\text{totali}} / \text{m}^3$).

Questo valore, somma delle quantità di tutti i solventi può essere preso in considerazione in quanto esprime semplicemente il «carico inquinante» globale nell'aria ambiente indipendentemente da valutazioni sulla tossicità.

Questo indice è in relazione diretta con l'efficacia dei sistemi di aspirazione in quanto è connesso con la quantità di solventi emessa dalla sorgente e con la capacità del presidio aspirante di rimuoverli dalla zona respiratoria del lavoratore.

Uno studio condotto dagli Autori della scheda nel comparto calzaturiero ha messo in relazione i valori di concentrazione di esposizione con i valori di velocità di cattura (coppie univoche di dati di singoli presidi aspiranti): tramite analisi di regressione e di correlazione, illustrate in figura, viene posto in evidenza quali possono essere le velocità di cattura ottimali dei presidi aspiranti per minimizzare il carico inquinante dovuto ai solventi organici.



E' opinione degli Autori che l'indice $\text{mg}_{\text{totali}} / \text{m}^3$ sia utilizzato, o comunque affiancato ad altri criteri di giudizio, per la valutazione degli impianti di aspirazione nel comparto calzaturiero.

3. RICHIAMI DEI PRINCIPI GENERALI DI VENTILAZIONE

Possono essere utilizzate due tecniche di ventilazione separatamente o contemporaneamente:

- 3.1** La ventilazione generale che consiste nella diluizione degli inquinanti mediante apporto di aria nuova; essa non è ritenuta accettabile come tecnica principale di ventilazione in quanto nelle operazioni di incollaggio, presenti nel comparto calzaturiero (emissione degli inquinanti in posizione fissa, lavoratori vicino alle sorgenti degli inquinanti), è necessaria e possibile l'installazione di impianti di aspirazione localizzata.

Essa può tuttavia essere utilizzata come complemento alle aspirazioni localizzate per diluire gli inquinanti residui non captati da questi impianti.

- 3.2** La ventilazione locale per aspirazione localizzata che consiste nel catturare gli inquinanti aerodispersi il più vicino possibile alla sorgente di emissione prima che essi attraversino la zona di respirazione dei lavoratori o che si disperdano nell'ambiente di lavoro.

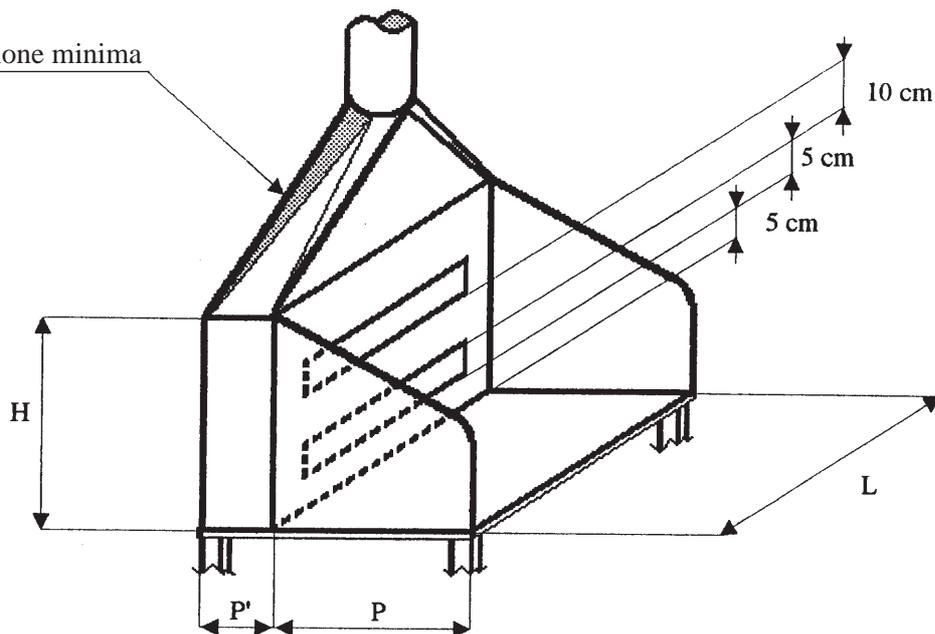
Gli elementi più importanti dell'impianto, ai fini del controllo dell'esposizione dei lavoratori, sono la cappa e il ventilatore: la cappa ha il compito di raccogliere l'inquinante prodotto alla sorgente, mentre il ventilatore deve creare la portata e la prevalenza necessarie alla captazione ed al trasporto all'esterno degli inquinanti.

La progettazione e la realizzazione di impianti di aspirazione localizzata sono momenti importanti per i quali occorre competenza tecnica ed esperienza.

- 3.3** Le schede riportate in questo paragrafo vogliono essere uno strumento e un riferimento nella valutazione degli impianti di ventilazione localizzata applicabili nel comparto dei calzaturifici; le schede non sostituiscono un progetto applicativo specifico.

Le indicazioni e i parametri contenuti nelle schede sono frutto dell'applicazione dei criteri tecnici ed igienistici peculiari degli impianti da adottarsi e, in parte, sono tratti, opportunamente adattati, dalla bibliografia citata.

45° Inclinazione minima



Portata necessaria:

$$Q = 2800 \cdot P \cdot L \text{ (con schermi laterali) [m}^3/\text{h]}$$

$$Q = 2800 \cdot P \cdot L + 2800 \cdot P^2 \text{ (senza schermi laterali) [m}^3/\text{h]}$$

$$H \leq 0,40 \text{ m}$$

$$P \leq 0,60 \text{ m (si raccomanda la profondità minima compatibile)}$$

$$P' = \frac{1,50 \cdot P}{V_{\text{fessura}}} \text{ (con schermi laterali)}$$

$$P' = \frac{1,50 \cdot P (L + P)}{V_{\text{fessura}}} \text{ (senza schermi laterali)}$$

$$V_{\text{fessura}} \geq 5 \text{ m/s}$$

$$V_{\text{condotto}} = 5 \div 15 \text{ m/s}$$

$$P_{\text{carico}} = 1,78 P_{\text{dinamica fess.}} + 0,25 P_{\text{dinamica condotto}}$$

La velocità media dell'aria all'interno del plenum deve essere al massimo $\frac{1}{2}$ della velocità dell'aria nella fessura.

Regione Emilia-Romagna	
BANCO ASPIRATO A DOPPIA FESSURA	
Impianti Ventilazione Calzaturifici	Scheda 1.1

NOTE

Consigli:

- Costruire il banco con una profondità P più piccola possibile
- Costruire non più di due fessure
- Sono raccomandati gli schermi laterali

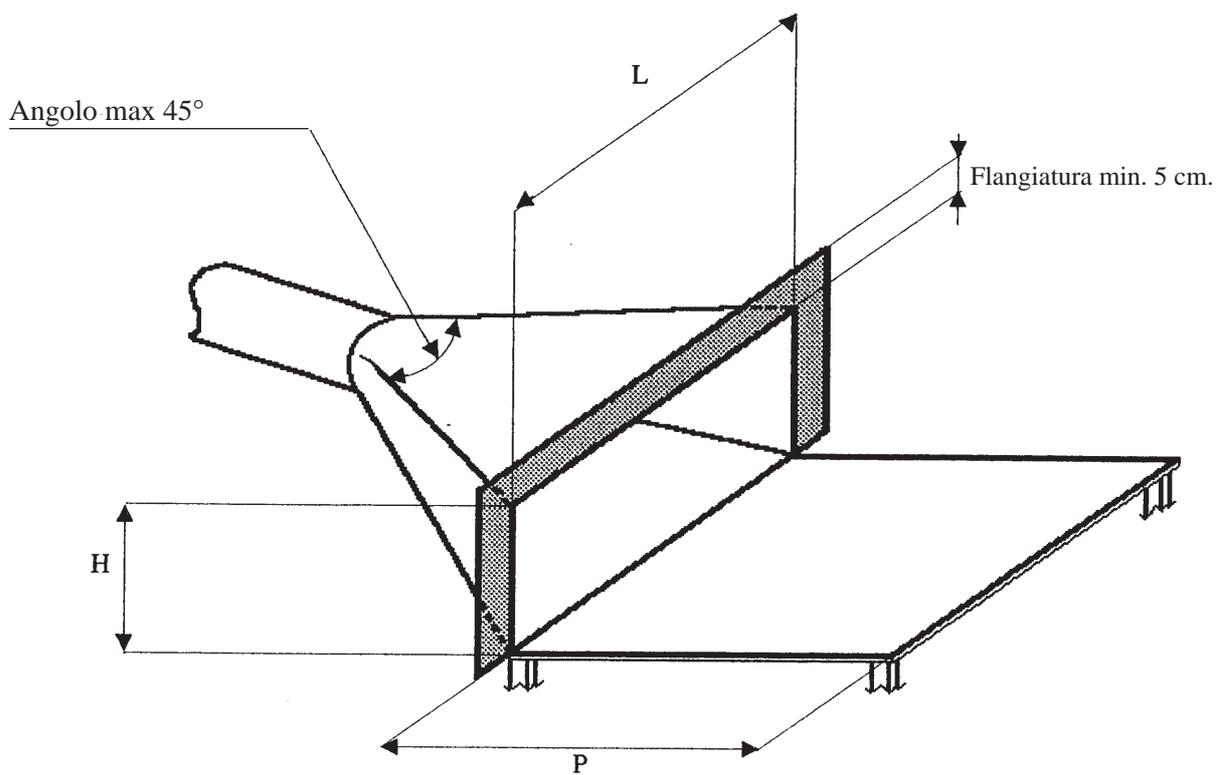
Regole comportamentali:

- Lavorare il più vicino possibile alle fessure
- Mantenere sempre pulite e libere le fessure
- Lavorare il più possibile nella zona centrale del banco

Verifiche da effettuare:

- Controllo dei flussi
- Misura delle velocità
- Controllo con fialete fumogene per verificare i filetti fluidi

Regione Emilia-Romagna	
BANCO ASPIRATO A DOPPIA FESSURA	
Impianti Ventilazione Calzaturifici	Scheda 1.2



Portata necessaria:

$$Q = 700 \cdot (10P^2 + H \cdot L) \text{ [m}^3\text{/h]}$$

$$P \leq 0,60 \text{ m (si raccomanda la profondità minima compatibile)}$$

$$H \leq 0,40 \text{ m}$$

$$H \geq 0,25 L$$

L = lunghezza cappa [m]

V condotto = 5 ÷ 15 m/s

P carico = 0,25 P dinamica condotto

E' necessaria la flangiatura; altrimenti va aumentata la portata necessaria di circa il 30%

Regione Emilia-Romagna	
BANCO ASPIRATO CON ASPIRAZIONE FRONTALE SENZA SCHERMI LATERALI	
Impianti Ventilazione Calzaturifici	Scheda 2.1

NOTE

Consigli:

- Costruire il banco con una profondità P più piccola possibile
- Evitare di lavorare in corrente d'aria per non ostacolare la captazione

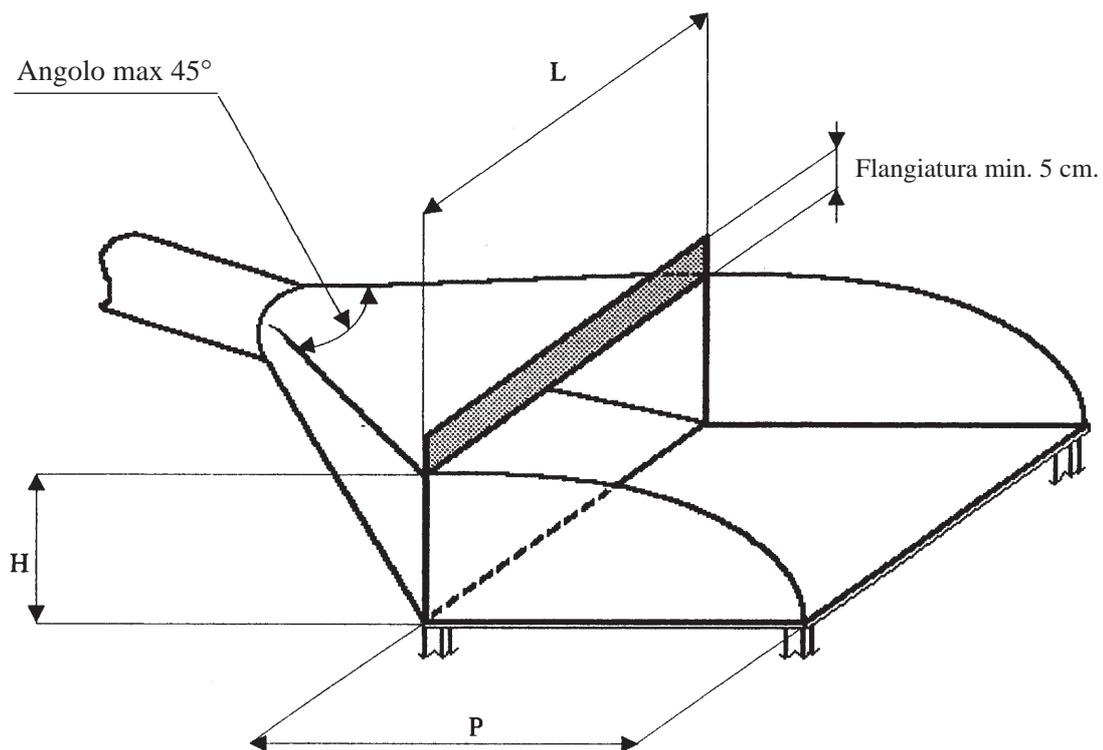
Regole comportamentali:

- Lavorare il più vicino possibile alla zona di aspirazione
- Lavorare il più possibile nella zona centrale del banco

Verifiche da effettuare:

- Portata
- Misura della velocità dell'aria
- Con fialette fumogene verificare i filetti fluidi

Regione Emilia-Romagna	
BANCO ASPIRATO CON ASPIRAZIONE FRONTALE SENZA SCHERMI LATERALI	
Impianti Ventilazione Calzaturifici	Scheda 2.2



Portata necessaria:

$$Q = 3200 \cdot P \cdot L \text{ [m}^3/\text{h]}$$

$$P \leq 0,60 \text{ m (si raccomanda la profondità minima compatibile)}$$

$$H \leq 0,40 \text{ m}$$

$$H \geq 0,25 L$$

$$L = \text{lunghezza cappa [m]}$$

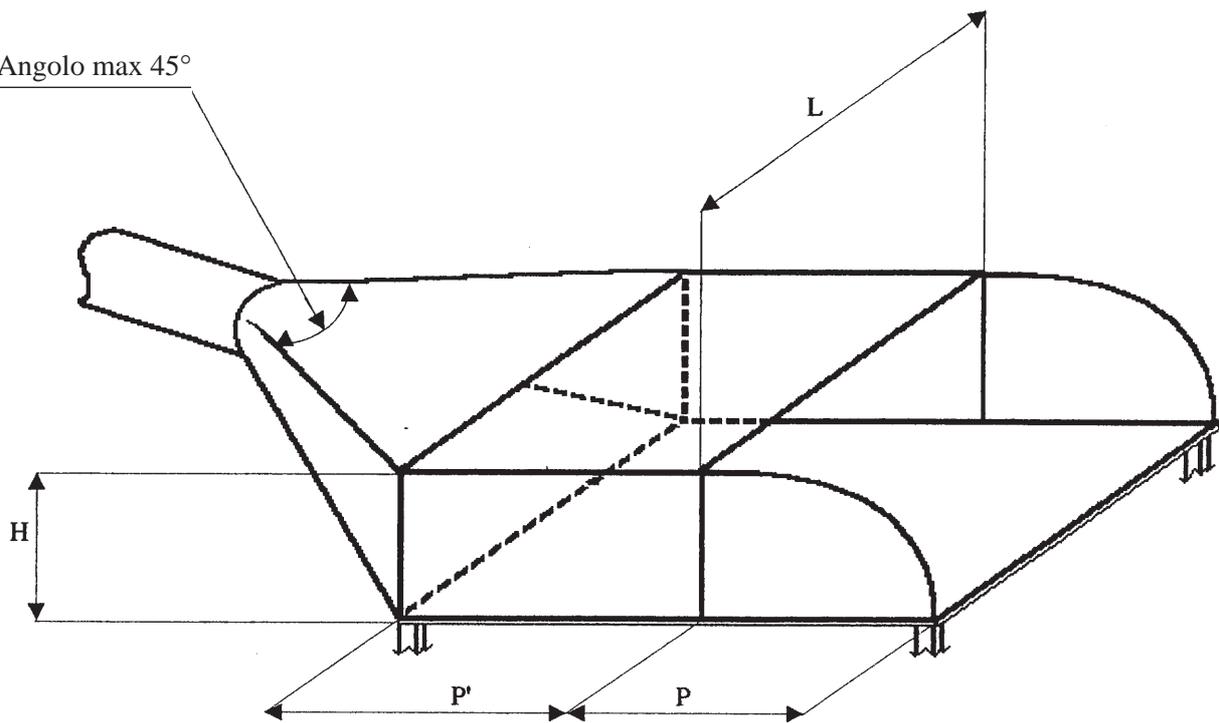
$$V \text{ condotto} = 5 \div 15 \text{ m/s}$$

$$P \text{ carico} = 0,25 P \text{ dinamica condotto}$$

E' necessaria la flangiatura

Regione Emilia-Romagna	
BANCO ASPIRATO CON ASPIRAZIONE FRONTALE CON SCHERMI LATERALI	
Impianti Ventilazione Calzaturifici	Scheda 3.1

Angolo max 45°



Portata necessaria:

$$Q > 1800 \cdot H \cdot L \text{ (per lavorazioni in zona P')} \text{ [m}^3\text{/h]}$$

$$Q = 3200 \cdot P \cdot L \text{ (per lavorazioni in zona P)} \text{ [m}^3\text{/h]}$$

$$P \leq 0,60 \text{ m (si raccomanda la profondità minima compatibile)}$$

$$H \leq 0,40 \text{ m}$$

$$H \geq 0,25 L$$

$$L = \text{lunghezza cappa [m]}$$

$$V \text{ condotto} = 5 \div 15 \text{ m/s}$$

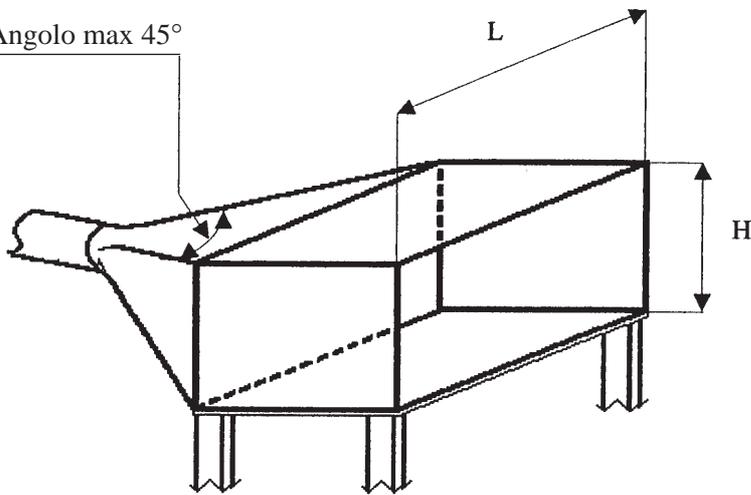
$$P \text{ carico} = 0,25 P \text{ dinamica condotto}$$

Consente di lasciare materiale ad asciugare nello spazio di lunghezza P'

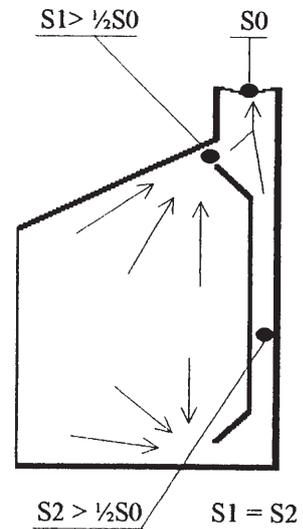
Regione Emilia-Romagna	
CABINA CON ASPIRAZIONE FRONTALE SEMICOPERTA	
Impianti Ventilazione Calzaturifici	Scheda 4.1

Flangiatura min. 5 cm.

Angolo max 45°



A



B

Portata necessaria:

$$Q = 1800 \cdot L \cdot H \text{ [m}^3/\text{h]}$$

L = lunghezza cappa [m]

H = altezza cappa [m]

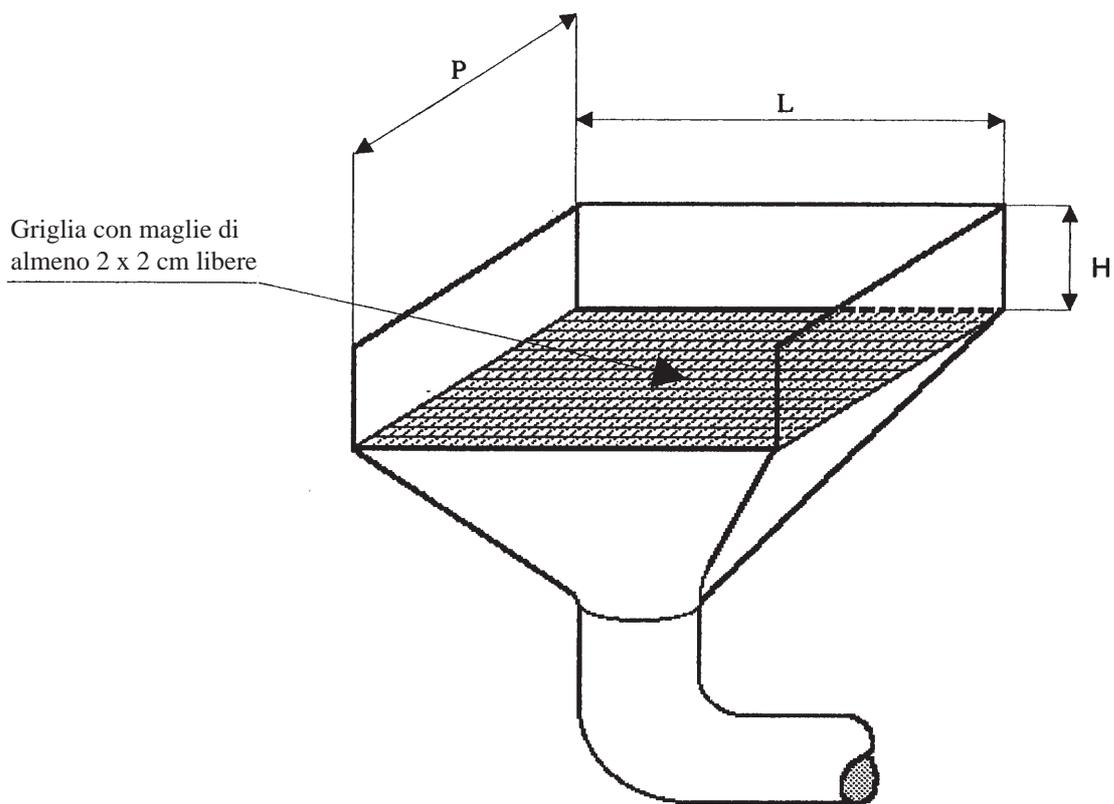
V condotto = 5 ÷ 15 m/s

P carico = 0,25 P dinamica condotto (cabina A)

P carico = 0,50 P dinamica condotto (cabina B)

Se l'aspirazione è realizzata dall'alto (cabina B), utilizzare un deflettore come da disegno

Regione Emilia-Romagna	
CABINA CON ASPIRAZIONE AD INVILUPPO	
Impianti Ventilazione Calzaturifici	Scheda 5.1



Portata necessaria:

$$Q = 2200 \cdot L \cdot (P + H) \text{ [m}^3\text{/h]}$$

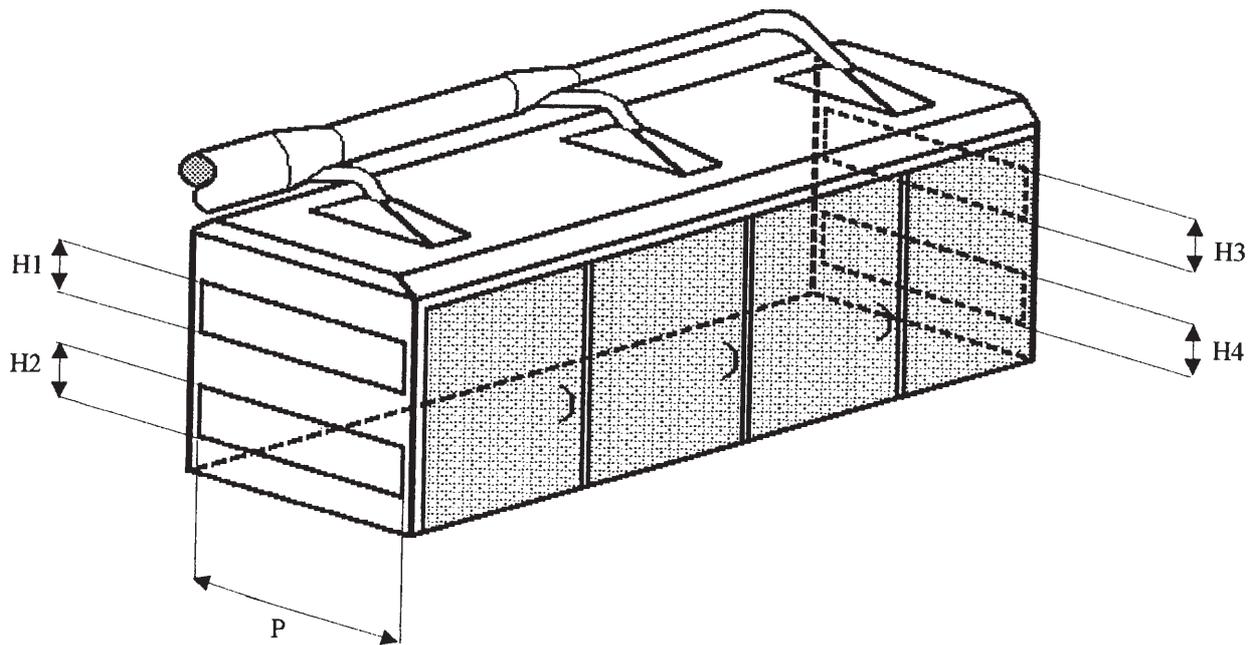
H > dell'altezza del pezzo da incollare o della sorgente di emissione e comunque non inferiore a 10 cm

V condotto = 5 ÷ 15 m/s

P carico = 0,3 P dinamica condotto

NOTA: E' indispensabile mantenere la griglia costantemente pulita

Regione Emilia-Romagna	
BANCO ASPIRATO DAL BASSO PER MINUTERIA	
Impianti Ventilazione Calzaturifici	Scheda 6.1



Portata necessaria:

$$Q = 1800 \cdot P \cdot (H1 + H2 + H3 + H4) \text{ [m}^3\text{/h]}$$

P = larghezza aperture [m]

Hi = altezza aperture [m]

V condotto = 5 ÷ 15 m/s

P carico = 0,3 P dinamica condotto

Consigli

Arrivare fino a terra con la chiusura della manovia

Sono ammesse aperture laterali con chiusura a tenuta (per manutenzione)

Regione Emilia-Romagna	
ASPIRAZIONE MANOVIA	
Impianti Ventilazione Calzaturifici	Scheda 7.1

BIBLIOGRAFIA

- “Guide Pratique De Ventilation: 5. ventilation des ateliers d’encollage de petite objets (chaussures)” Chaiers de notes documentaires N° 116 (1984) N.D. 1448-116-84,
- AIDII “Valori limite di soglia. Indici biologici di esposizione. ACGIH 2004” Giornale degli Igienisti Industriali. Supplemento al volume 30 n°1 Gennaio 2005.
- Arcari C. et Altri “Esposizione occupazionale a vapori organici ed impianti di aspirazione nel comparto calzaturiero” 8° Congresso Nazionale AIDII 1988.
- ACGIH “Industrial Ventilation. A manual for recommended practice” XX° Ed. 1988.
- AA.VV. “I solventi nei luoghi di lavoro” Rassegna di medicina dei lavoratori. Supplemento al n° 8 Gennaio-Marzo 1988.