



PREVENZIONE  
PIEMONTE

# Tecniche di saldatura e principali misure di prevenzione e protezione

Alessandria 12 maggio 2023

Arpa Piemonte  
Roberto Riggio  
Pierangelo Tura



PREVENZIONE  
PIEMONTE

# Ventilazione e aspirazione localizzata

La **ventilazione generale** agisce diluendo l'inquinante diffuso nell'ambiente di lavoro. Può essere naturale o forzata

## Ventilazione generale forzata

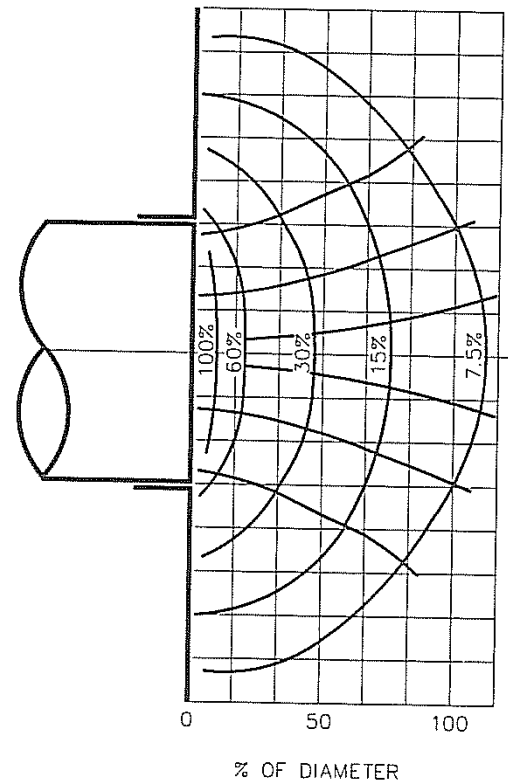
- poco efficace, richiede elevate portate d'aria, non utilizzabile in caso di inquinanti con elevata tossicità, basso e costante tasso di generazione degli inquinanti
- raramente permette di rimuovere l'inquinante prima che questo raggiunga le vie di respirazione dell'operatore
- Nelle operazioni di saldatura non è da considerarsi sufficiente come unico presidio di rimozione degli inquinanti
- Garantire condizioni microclimatiche
- Fornire aria di reintegro per garantire l'efficacia delle aspirazioni localizzate
- Necessaria in presenza di impianti di aspirazione a ricircolo



PREVENZIONE  
PIEMONTE

## L'**aspirazione localizzata** nelle lavorazioni di saldatura

- se progettata correttamente, rimuove l'inquinante prima che questo raggiunga le vie di respirazione dell'operatore
- richiede flussi d'aria decisamente inferiori
- Deve essere posizionata correttamente, in quanto ha un campo di efficacia limitato
- Se correttamente progettata e gestita, può garantire livelli di esposizione sufficientemente contenuti
- Necessita di manutenzione e di verifiche periodiche
- Necessita di formazione specifica per il suo corretto utilizzo





PREVENZIONE  
PIEMONTE

## Parametri di controllo nelle operazioni di saldatura

Si tratta di una miscela complessa di inquinanti gassosi e particellari, di piccole o piccolissime dimensioni, emessi caldi, che tendono naturalmente a muoversi verso l'alto. In alcuni casi, esistono limiti al posizionamento dell'aspirazione (geometria dei particolari da saldare e mobilità della cappa, presenza di gas di protezione, ecc.)

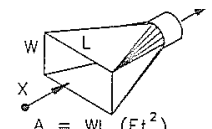
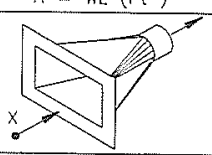
**Industrial Ventilation dell'ACGIH:** la velocità di cattura necessaria per le operazioni di saldatura deve essere compresa tra **0,5 m/s e 1 m/s**.

La **Norma UNI EN ISO 21904 del 2020, parte 1 e parte 4**, fornisce indicazioni utili alla progettazione e al controllo dell'efficacia delle aspirazioni localizzate con diverse casistiche, prevedendo una velocità di controllo di almeno **0,3 m/s**



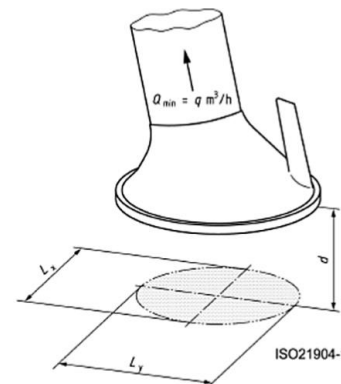
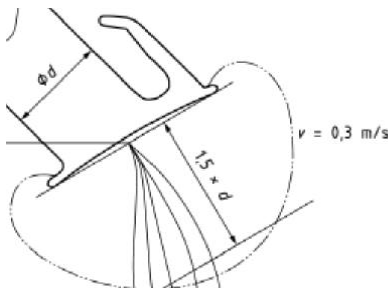
## Industrial Ventilation:

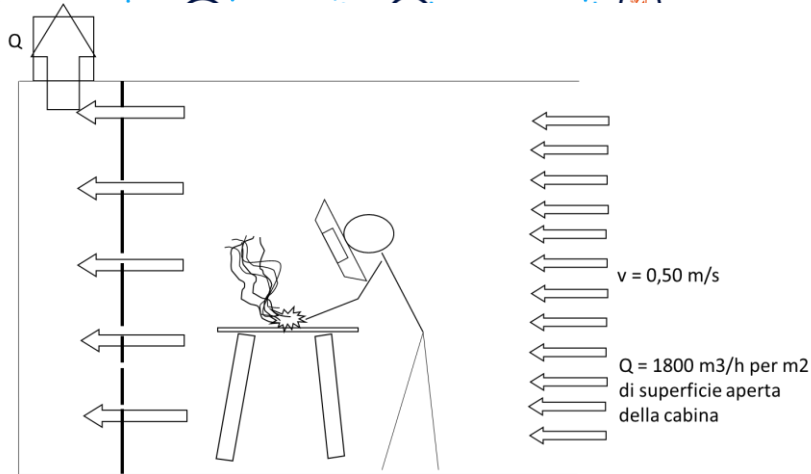
Velocità di cattura: velocità dell'aria in qualsiasi punto «x» di fronte alla cappa necessaria a trasportare l'inquinante dal punto in cui si trova all'interno della cappa

|                                                                                                            |                          |                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------|
|  <p>PLAIN OPENING</p>   | 0.2 OR GREATER AND ROUND | $Q = V(10X^2 + A)$     |
|  <p>FLANGED OPENING</p> | 0.2 OR GREATER AND ROUND | $Q = 0.75V(10X^2 + A)$ |

## La Norma UNI EN ISO 21904

**del 2020:** la cappa deve garantire una velocità di 0,3 m/s ad almeno 1,5 D (diametro della tubazione), su una superficie di almeno 1,5 D x D



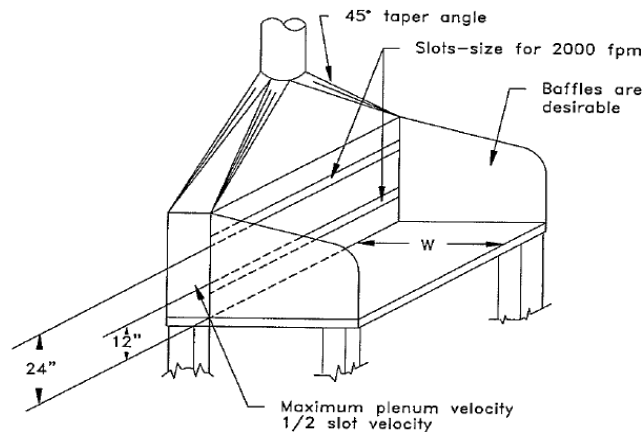


## Cabina aspirata

Buon controllo dell'esposizione  
Necessita di un corretto posizionamento  
del saldatore  
Pezzi medio piccoli  
Elevate portate d'aria  
Scarsamente utilizzata nelle saldature

## Banco aspirato

Buon controllo dell'esposizione  
Necessita di un corretto posizionamento  
del pezzo  
Pezzi piccoli e poco flessibile  
Non particolarmente diffusa



$Q = 350 \text{ cfm/ft of hood length}$   
Hood length = required working space  
 $W = 24"$  maximum, if  $W > 24"$  see chapter 3  
Minimum duct velocity = 2000 fpm  
 $h_e = 1.78 V_R^2 + 0.25 V_R^2$



## Aspirazione localizzata a braccio snodato

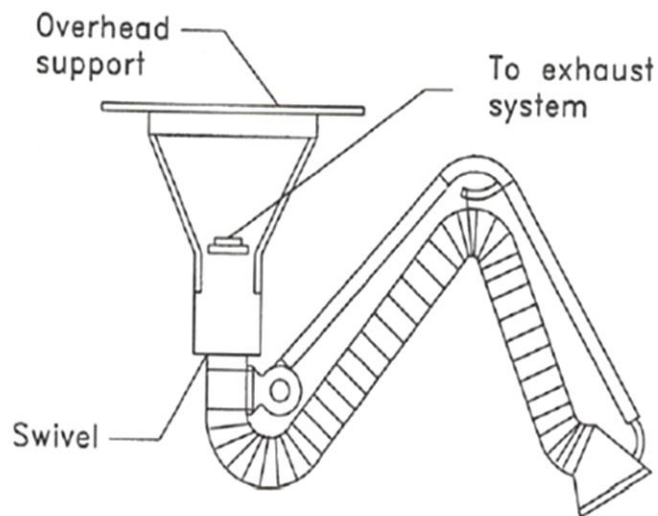
Non perfetto controllo dell'esposizione

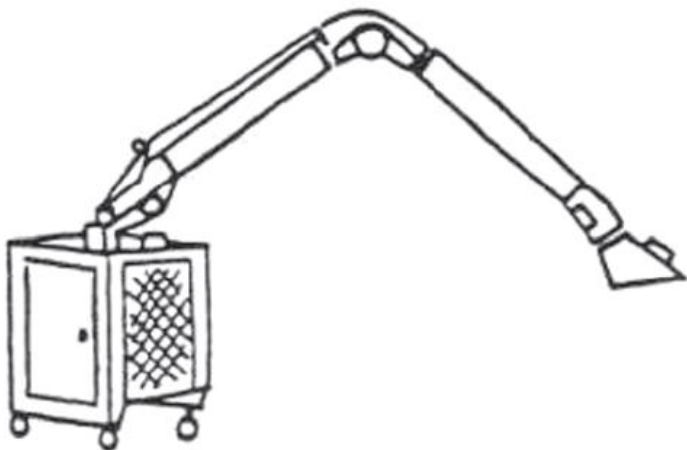
Necessita di un continuo e corretto  
posizionamento della cappa

Sufficientemente flessibile nel posizionamento

Cappa più diffusa per le saldature manuali

| Distanza 'X'<br>(cm) | Condotta senza cappa<br>(m <sup>3</sup> /h) | Condotta con cappa a <u>cono</u> o<br>cappa flangiata (m <sup>3</sup> /h) |
|----------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Fino a 15            | 569                                         | 425                                                                       |
| 15 – 23              | 1282                                        | 950                                                                       |
| 23 – 30              | 2268                                        | 1699                                                                      |





## Aspirazione localizzata a braccio snodato carrellata

Portata sufficientemente costante

Necessita di un continuo e corretto  
posizionamento del pezzo

Molto flessibile nel posizionamento

Cappa diffusa per le saldature manuali occasionali

Necessita manutenzione corretta

NB: Problema del ricircolo e della presenza di  
cancerogeni → ventilazione generale (forzata)

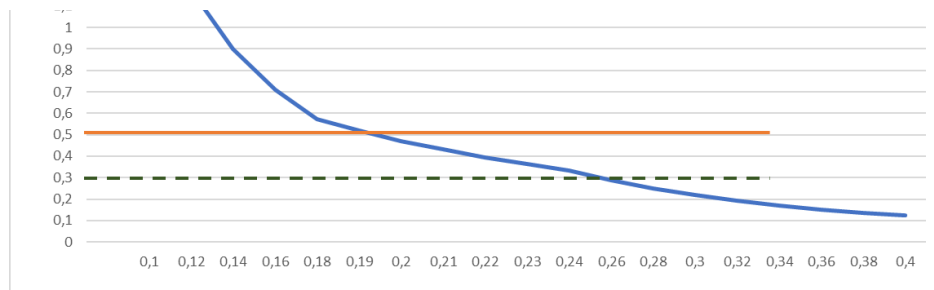


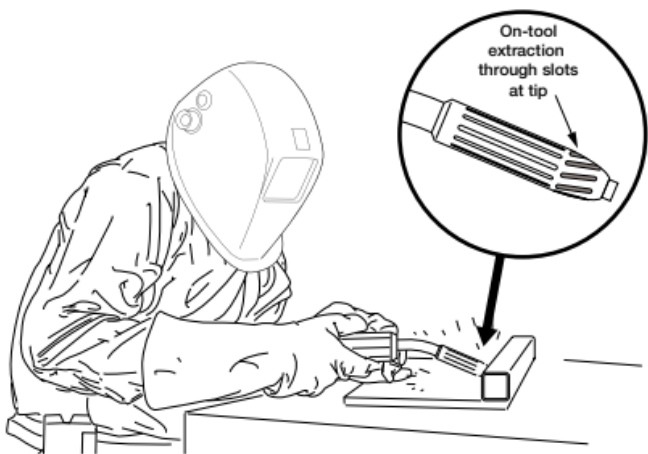
## Posizionamento e distanza

La **velocità di cattura di una cappa**: dipende dalla forma, dalla distanze e dalla portata



**Distanze massime** normalmente raccomandate sono comprese tra 30 e 40 cm, ma cappe meno performanti possono perdere efficacia anche a distanze inferiori





## Saldatrice aspirata

Non richiede riposizionamento dell'aspirazione in quanto solidale con il punto di saldatura

Necessita di basse portate di aspirazione

Buon controllo dell'esposizione nelle puntature, meno nella saldatura continua (limitata zona di aspirazione)

Problema del peso e del gas di protezione

Poco utilizzata



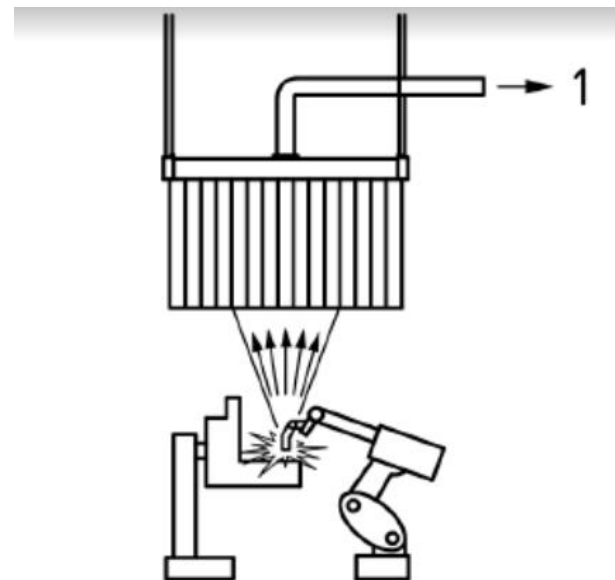
## Cappa ricevente o a baldacchino

Buon controllo dell'esposizione nel caso di saldature robotizzate o automatiche

Necessita di un corretto posizionamento rispetto al punto di saldatura

Deve permettere il movimento del braccio saldante

Utilizzata nelle saldature automatiche, robot



### Legenda

1 flusso d'aria e pressione comune, da 2 000 m<sup>3</sup>/h a 4 000 m<sup>3</sup>/h, da 100 Pa a 500 Pa



A volte  
utilizzata in  
modo non  
corretto sui  
banchi di  
saldatura



## In ditta è possibile valutare visivamente:

La presenza di ventilazione naturale e forzata

La presenza di presidi di aspirazioni localizzate e la loro distribuzione rispetto alle postazioni di saldatura

la tipologia e la geometria delle aspirazioni, comprese eventuali confinamenti

la corretta posizione delle cappe rispetto alla sorgente

la presenza di sistemi di intercettazione dei flussi di aspirazione (serrande manuali o automatiche) e la praticità del loro utilizzo

La diffusione di fumi negli ambienti di lavoro





## Attraverso misure puntuali è possibile verificare

Le portate d'aria per ogni condotta o per le aspirazioni che si intendono controllare

La velocità di aspirazione sulla «faccia aperta» della cappa

La velocità di cattura ad una certa distanza dalla cappa per comprendere la zona di aspirazione effettiva

Il rispetto dei parametri minimi indicati dalla Norma UNI EN ISO 21904 del 2020

Le dimensioni della cappa, della condotta, il posizionamento e la distanza della cappa rispetto al punto di saldatura



## Utilizzo di DPI

**Necessario:** nei casi in cui non sia tecnicamente possibile mantenere in modo costante sotto controllo o a valori accettabili l'esposizione attraverso l'aspirazione localizzata

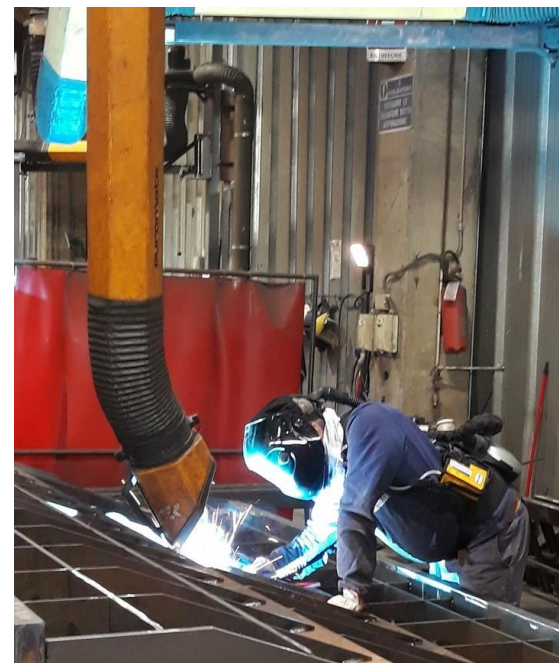
**Utile:** nei casi in cui si voglia minimizzare il rischio residuo

Nelle saldature trovano particolare applicazione:

**Maschere filtranti** (semimaschere o facciali filtranti) con grado di protezione P2 o P3

**Caschi elettroventilati** l'immissione di aria, aspirata alle spalle dell'operatore e opportunamente filtrata, all'interno del casco

**Casco integrale con immissione di aria forzata** (saldatura in luoghi confinati)





PREVENZIONE  
PIEMONTE

# Misurazione dell'esposizione a fumi di saldatura

## Una valutazione complessa

- Elevata variabilità sui livelli e per tipologia delle esposizioni professionali
- Miscela complessa di inquinanti chimici
- Assenza di un limite (a)specifico per i fumi di saldatura
- Presenza di limiti di esposizione molto differenti per lo stesso parametro
- Polveri inalabili
- Polveri respirabili
- Metalli non cancerogeni: il «caso» del manganese
- Metalli cancerogeni
- Speciazione dei metalli: il «caso» del Cromo esavalente
- non si considera l'eventuale presenza del DPI
- Se il saldatore utilizza un riparo facciale, il campionatore deve comunque essere collocato al di sotto della visiera (UNI EN ISO 10882-1 del 2012)



PREVENZIONE  
PIEMONTE

## Una valutazione complessa

- Descrizione delle lavorazioni effettuate e non solo della mansione
- Tipologia di materiale saldato e tecnologia di saldatura
- Durata del prelievo sufficientemente lunga (> 2h) e/o campionamento nella condizione peggiore (campionamento di massime esposizione).

### Posizionamento del campionatore

**Campionamento personale**, con il campionatore posizionato in prossimità delle vie respiratorie dell'operatore.

Il **campionamento statico** non è applicabile in caso di esposizione a fumi di saldatura, se non per determinare concentrazioni di «fondo».



PREVENZIONE  
PIEMONTE

## Applicazione della norma UNI EN 689:2019 alle lavorazioni di saldatura

- Difficoltà ad ottenere un prelievo effettivamente rappresentativo in caso di operazioni manuali e non standardizzate
- Elevato numero di misure anche in caso di pochi addetti
  - Numero di misure minimo pari a 3
  - E' altamente probabile che alcuni parametri (manganese) non rispettino i requisiti di conformità con il test preliminare, ricadendo in una situazione di non decisione e richiedendo un aumento del numero delle misure sino ad almeno 6 misure
  - La norma permette comunque di arrivare con 6 misure ad una valutazione di conformità o di non conformità al limite.



PREVENZIONE  
PIEMONTE

## Norma UNI EN 689:2019 - Confronto con il limite di esposizione

- **Procedura «preliminare»** (non statistica)
  - Numero di misure comprese tra 3 e 5

**CONFORMITA'** : tutti i dati inferiori a  
10% del limite, per una serie di 3 risultati  
15% del limite, per una serie di 4 risultati  
20% del limite, per una serie di 5 risultati

**NON CONFORMITA'** : se anche una sola misura è superiore al limite, il limite non è rispettato.

**NON DECISIONE**: se tutti i risultati sono inferiori al limite di esposizione, ma anche un solo risultato è maggiore del 10% (test con 3 dati), 15% (test con 4 dati) o 20% (test con 5 dati)



PREVENZIONE  
PIEMONTE

## Confronto statistico

**(almeno 6 misure per gruppo omogeneo di esposizione)**

Nel caso di sei o più misure, è necessario applicare un metodo di tipo statistico, così come indicato nell'appendice F della Norma UNI EN 689:2019. Il metodo permette in ogni caso di arrivare ad una conclusione nel percorso di valutazione.



## Metodi e Strumenti

### Identificazione della superficie di riferimento.

Misura della velocità di cattura su una superficie ideale perpendicolare alla cappa e in cui si verifica la condizione minima:

$v > 0,3 \text{ m/s}$  (UNI EN ISO 21904).

### Prestazione degli anemometri.

Confronto tra misurazioni effettuate con anemometro a filo caldo «direzionale» e «omnidirezionale».

### Ambiente di prova.





PREVENZIONE  
PIEMONTE

## Identificazione della superficie di riferimento

Ricerca della distanza dall'imbocco della cappa in cui è verificata la condizione:  
 $v > 0,3 \text{ m/s}$  (UNI EN ISO 21904).

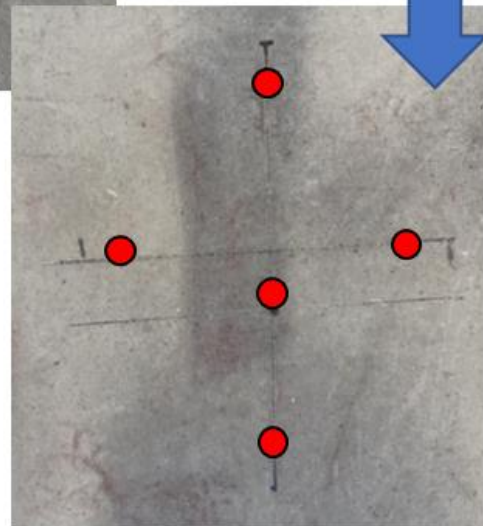
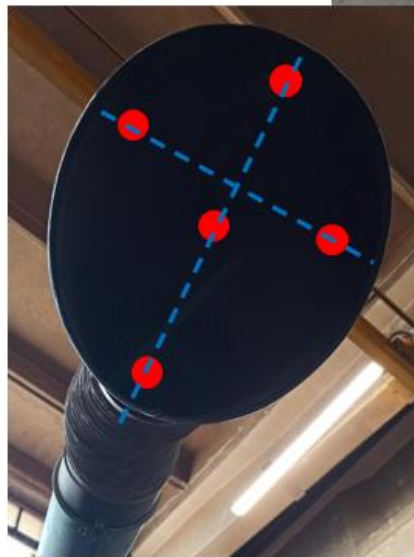
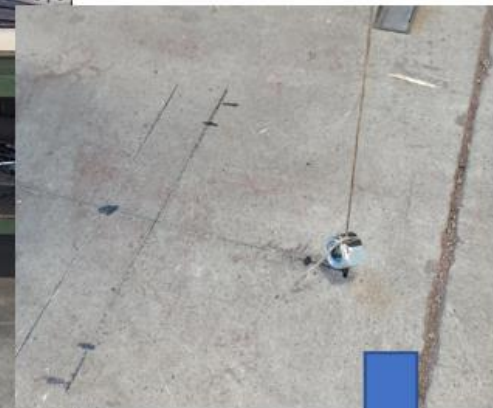
Questa condizione individua il presunto piano di riferimento, in cui si dovrà verificare la stessa condizione ( $v > 0,3 \text{ m/s}$ ).





## Definizione del reticolo di punti di misura. (5 punti di misura):

- Proiezione della superficie della cappa sul pavimento.
- Tracciamento dei punti di misura.

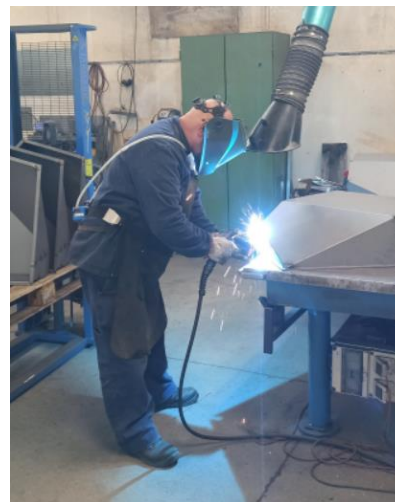




## Definizione del reticolo di punti di misura. (5 punti di misura):

- Misura sulla superficie di riferimento.

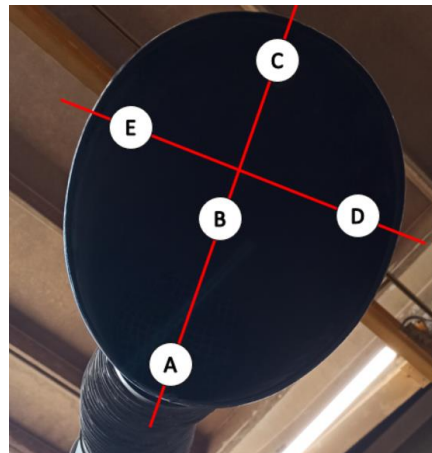
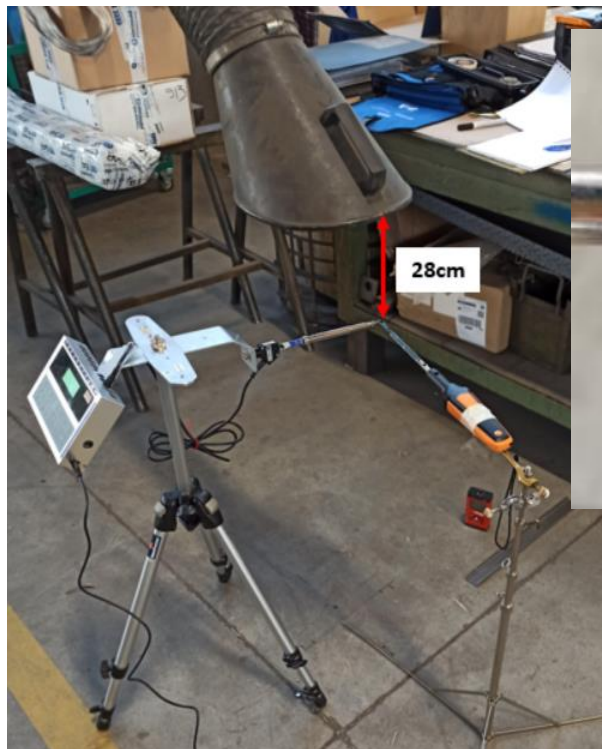
- Avvio campionamento personale.





## Prestazione degli anemometri.

Confronto tra misurazioni effettuate con anemometro a filo caldo «direzionale» e «omnidirezionale». Ci poniamo in un piano in cui  $V > 0,3$  m/s.

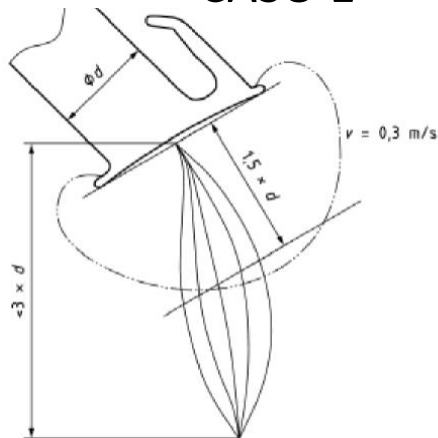


|       | omnidirezionale | direzionale  |
|-------|-----------------|--------------|
| punti | BSV105<br>m/s   | TESTO<br>m/s |
| A     | 0,46            | 0,52         |
| B     | 0,64            | 0,62         |
| C     | 0,46            | 0,37         |
| D     | 0,49            | 0,47         |
| E     | 0,41            | 0,44         |

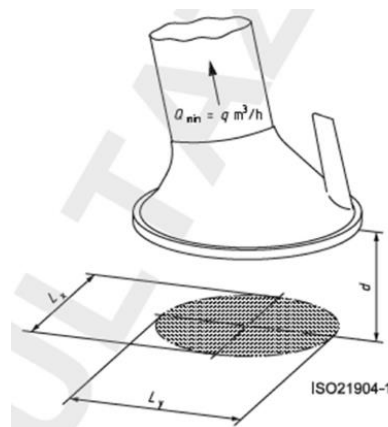


## Applicazione ad una cappa conforme ai requisiti minimi della norma 21904

CASO 1

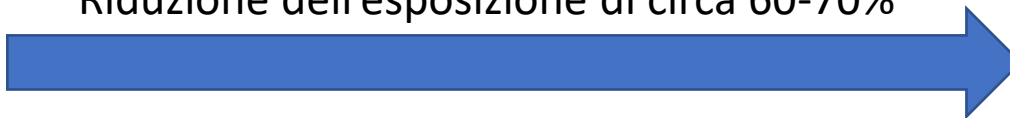


CASO 2



Mancato  
rispetto del  
limite del  
manganese

Riduzione dell'esposizione di circa 60-70%



Rispetto del limite  
del manganese