

VENTILAZIONE E DEPURAZIONE DELL'ARIA NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

Scheda tecnica n. 2

IMPIANTI DI VENTILAZIONE NELLE OPERAZIONI DI SALDATURA

A cura di:

Arcari Claudio
Bedogni Lorena
Ferdenzi Patrizia
Govoni Celsino
Sala Orietta
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 Reggio Emilia
S.P.S.A.L. Azienda U.S.L. di Reggio Emilia
S.P.S.A.L. Azienda U.S.L. di Modena
Arpa Sezione di Reggio Emilia
S.P.S.A.L. Azienda U.S.L. di Parma
S.P.S.A.L. Azienda U.S.L. di Reggio Emilia

Novembre 1991
Revisione 2004

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 degli inquinanti aerodispersi nelle operazioni di saldatura ad arco.
- 1.2. 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; non ci si occupa invece, se non per brevi richiami, dei problemi di ordine tossicologico, cioè degli effetti sull'uomo dei fumi di saldatura.
- 1.3. 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 per il mantenimento di concentrazioni inferiori ai valori considerati accettabili.
- 1.4. Le indicazioni presentate sono suscettibili di evoluzioni 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.
- 1.5. Questa guida di ventilazione si applica ai differenti procedimenti di saldatura ad arco elettrico.

Sono esclusi dal campo di applicazione:

- l'ossitaglio, il taglio al plasma, la saldatura ossiacetilenica;
 - le operazioni di saldatura negli spazi confinati nelle quali sono necessarie misure di prevenzione e di controllo particolari.
- 1.6. L'espulsione dei fumi aspirati deve avvenire all'esterno senza il ricircolo dell'aria (v. scheda tecnica n. 1 "Il ricircolo dell'aria") nel rispetto della normativa nazionale e locale vigente relativa all'inquinamento atmosferico.

2. CENNI TECNOLOGICI

La saldatura è un processo che permette la congiunzione di parti metalliche mediante l'azione del calore o della pressione.

La tecnica di saldatura si può distinguere in due tipi fondamentali: saldatura autogena e saldo brasatura.

Nella saldatura autogena il metallo da saldare partecipa direttamente alla giunzione in quanto le superfici e i bordi da connettere vengono portati alla fusione.

Per riempire lo spazio fra i lembi metallici viene fuso un metallo d'apporto che si presenta sotto forma di bacchette, filo o elettrodo: il metallo d'apporto ha composizione molto simile al metallo base.

La saldatura autogena è una saldatura omogenea.

Nella saldo-brasatura il metallo di base subisce solo un riscaldamento e la fusione riguarda solo il metallo di apporto; in questo tipo di saldatura si raggiungono temperature inferiori alla saldatura autogena.

Data la differenza di composizione (e di punto di fusione) fra metallo base e metallo (o lega) di apporto, la saldo-brasatura è una saldatura eterogenea.

2.1. SALDATURA AD ARCO ELETTRICO.

La saldatura ad arco- elettrico è oggi la tecnica di gran lunga più diffusa per la congiunzione di parti metalliche.

Nella saldatura ad arco si utilizza il calore generato dall'arco elettrico che si sviluppa tra l'elettrodo e le parti metalliche sottoposte ad una differenza potenziale utile.

L'elettrodo, durante il processo di saldatura, fonde e costituisce il metallo di apporto: questo può presentarsi come bozzetta metallica rivestita, con funzioni protettive, di opportuni composti scorificanti e disossidanti oppure come filo metallico.

In questo ultimo caso, la protezione del bagno di fusione dalla ossidazione dell'aria viene fornita o da un getto di polvere (saldatura ad arco sommerso) o da un getto continuo di gas (saldatura in atmosfera protettiva MIG; MAG).

Infine l'elettrodo può essere non fusibile, per esempio una bacchetta di tungsteno, con l'esclusivo compito di far scoccare l'arco elettrico e di produrre calore. Il metallo di apporto è sotto forma di filo continuo e il flusso protettivo è assicurato da un gas inerte (saldatura a filo in atmosfera protettiva T.I.G).

2.2. SALDATURA AD ARCO CON ELETTRODO RIVESTITO.

L'elettrodo è costituito da una bacchetta metallica opportunamente rivestita; allo scoccare dell'arco elettrico l'elettrodo viene fuso fra i lembi dei metalli da congiungere.

Nel classificare gli elettrodi si fa riferimento alla composizione del rivestimento; la bacchetta metallica che costituisce l'anima dell'elettrodo è di composizione analoga al metallo da saldare. Fra le molteplici funzioni del rivestimento, la principale può essere identificata nel produrre gas che avvolgono l'arco e il bagno di fusione impedendone l'ossidazione, nonché di ricoprire il bagno di fusione con materiali scorificanti che lo proteggono dalla ossidazione e ne guidano il ciclo di raffreddamento.

In relazione al tipo di rivestimento gli elettrodi vengono classificati in: Ossidanti (O); Acidi (A); Basici (B); Rutilici (R); Cellulosici (C).

2.3. SALDATURA AD ARCO SOMMERSO.

Nella saldatura ad arco sommerso il rivestimento viene continuamente immesso in forma granulare nella zona dell'arco, dove fonde svolgendo la funzione di protezione del metallo fuso dall'aria circostante.

Le macchine per saldatura ad arco sommerso sono prevalentemente automatiche sia per l'erogazione del filo metallico che per il movimento delle superfici metalliche da saldare.

Lo strato di scoria fusa che sommerge l'arco assorbe la luce e le radiazioni UV e riduce la quantità di fumi di saldatura emessi.

2.4. SALDATURA IN ATMOSFERA DI GAS.

Nella saldatura in atmosfera di gas inerte non viene usato nessun rivestimento; la protezione del bagno fuso è assicurata da una corrente di gas che deve essere chimicamente inerte, insolubile nel bagno, facilmente ionizzabile e più pesante dell'aria.

Le tecnologie più comuni di saldatura in corrente di gas sono:

T.I.G. (Tungsten Inert Gas): eseguita mediante elettrodo infusibile al tungsteno in atmosfera di Argon; trova applicazione nell'esecuzione di saldature su acciaio inox o su leghe di nichel o di rame, generalmente su spessori di metallo inferiori ai 4 mm;

M.I.G. (Metal Inert Gas): eseguita con metallo di apporto sotto forma di filo continuo in corrente di Argon-Elcio; è adatta per metalli molto reattivi, per saldare alluminio, acciaio inox, leghe leggere;

M.A.G. (Metal Active Gas): eseguita in modo analogo alla saldatura MIG, differisce per il fatto che la corrente di gas non è inerte ma ossidante; il gas utilizzato è generalmente anidride carbonica.

Utilizzando come flusso di gas una corrente di CO₂ e impiegando appositi fili di acciaio che contengono elementi atti a prevenire la formazione di porosità nel cordone di saldatura, si ottengono saldature di elevata qualità a velocità alte e in assenza di scoria.

Viene utilizzata nella saldatura di metalli poco pregiati quali acciai al carbonio e a basso tenore di lega.

3. FATTORI DI RISCHIO.

Nel processo di saldatura l'inquinamento dell'ambiente è dovuto a:

- a) gas generati dall'arco elettrico;
- b) fumi e materiali corpuscolati generati dalla fusione dei metalli;
- c) prodotti di decomposizione dei materiali che ricoprono o imbrattano le lamiere.

3.1. GAS E VAPORI.

Ossidi di azoto: sono generati dalla combinazione di azoto e ossigeno alla temperatura dell'arco elettrico.

Ossido di carbonio: si forma per combustione incompleta di sostanze organiche (elettrodi cellulosici), dai carbonati e dalle tracce di carbonio presenti negli acciai o nei materiali di apporto.

Ozono: si forma per effetto delle radiazioni UV emesse dall'arco alle frequenze comprese tra 1700 e 2000 °A.

Prodotti di pirolisi: si formano quando la saldatura avviene su lamiere pre-verniciate o in presenza di impurezze od ancora impregnate di solventi usati per il decapaggio. Possibili prodotti: fosgene, aldeidi, fenoli, idrocarburi insaturi, acidi carbonilici, isocromati, acido cianidrico ... altri.

3.2. FUMI.

Sono generati dalle alte temperature dell'arco elettrico e sono della stessa composizione qualitativa dei materiali da saldare ma non della stessa composizione percentuale.

L'alta temperatura raggiunta dall'arco elettrico fa sì che le particelle che si formano (per evaporazione e successiva condensazione) siano caratterizzate da dimensioni dell'ordine del micron (0,001 mm) e quindi con elevati poteri di penetrazione nell'apparato respiratorio.

I metalli che compongono i fumi (principalmente gli ossidi dei metalli) possono essere i più svariati (principali: Ferro, Manganese, Cromo, Nichel ..) e ciascuno di essi va individuato ed analizzato e infine valutato per la sua azione patogena specifica.

La quantità di fumi che si sviluppa dal processo di saldatura e la loro composizione dipendono da numerosi fattori tra i quali sono di primaria importanza:

- la tecnica di saldatura adottata;
- il diametro del filo o dell'elettrodo;
- la composizione e lo spessore del rivestimento;
- la portata e la composizione del flusso di gas protettivo;
- i parametri tecnici della saldatura quali intensità e tensione;
- la presenza di sostanze che ricoprono o imbrattano le lamiere.

Dal punto di vista igienistico suscita particolare interesse la saldatura degli acciai inossidabili a causa della presenza di alcuni metalli di transizione, come Cromo, Nichel, Molibdeno e Manganese, che producono nei fumi di saldatura, per effetto delle trasformazioni derivanti dalle cinetiche e termodinamiche di reazione del processo cui sono sottoposti, gli stessi metalli e i corrispondenti composti ossidati *più pericolosi per la salute*.

4. VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE PROFESSIONALE (VLE) NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

Per alcuni inquinanti aerodispersi (piombo, amianto, benzene, polveri di legni duri) vengono fissati dalla legge italiana Valori Limite di Esposizione (VLE) professionale che vengono periodicamente aggiornati con recepimento di nuovi limiti definiti dalla Unione Europea (OEL – Occupational Exposure Limits); attualmente le sostanze per le quali esistono OEL sono 102 e di questi 63 sono stati recepiti dalla normativa italiana con il Decreto 26 febbraio 2004.

Gli agenti chimici emessi dalla saldatura ed in possesso di OEL sono i monossidi ed i diossidi d'azoto e di carbonio.

Tabella 1: Agenti chimici presenti nei processi di saldatura con OEL europeo

AGENTE CHIMICO	N° C.A.S.	8 ore		Breve termine (15 minuti)		Note
		OEL (ppm)	OEL (mg/m3)	OEL (ppm)	OEL (mg/m3)	
Carbonio monossido	630-08-0	20	23	100	117	-
Carbonio diossido	124-38-9	5000	9000			-
Azoto monossido	10102-43-9	25	30			-
Azoto diossido	10102-44-0	0,2	0,4	0,5	1	-

Per valutare le condizioni ambientali nelle molteplici situazioni che si presentano, in mancanza di limiti definiti per legge, gli igienisti industriali fanno generalmente riferimento alle concentrazioni limite di esposizione (TLV – Treshold Limit Value) proposte dall'A.C.G.I.H. (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), e fatte proprie dall'AIDII (Associazione Italiana degli Igienisti Industriali).

Tabella 2: Agenti chimici presenti nei processi di saldatura con TLV-TWA® dell'ACGIH

AGENTE CHIMICO	ACGIH 2004 TLV – TWA (mg/m ³)	NOTE
Cromo, metallo e comp. Inorganici (come Cr) cromo metallo e cromo III	0,5	A4
Cromo VI (composti insolubili)	0,01	A1
Cromo VI (composti solubili in H ₂ O)	0,05	A1 IBE
Nichel, composti inorganici insolubili frazione inalabile	0,2	A1
Nichel, composti inorganici solubili frazione inalabile	0,1	A4
Nichel, elemento frazione inalabile	1,5	A5
Molibdeno composti insolubili e metallo (come Mo) frazione inalabile	10	-
Molibdeno composti insolubili e metallo (come Mo) frazione respirabile	3	-
Molibdeno composti solubili (come Mo) frazione respirabile	0,5	A3
Ferro, sali solubili (come Fe)	1	-
Ossido di ferro (Fe ₂ O ₃), polvere e fumi (come Fe)	5	A4
Manganese elemento e composti inorganici (come Mn)	0,2	Cancellata dall'avviso di proposte di modifica
Ozono Lavoro pesante	0,05	A4
Lavoro pesante < 2ore	0,2	
Lavoro moderato	0,08	
Ossido di azoto	31	IBE
Biossido di azoto	5,6	A4
Monossido di carbonio	29	IBE

NOTE:

A1: carcinogeno riconosciuto per l'uomo

A3: carcinogeno riconosciuto per l'animale con rilevanza non nota per l'uomo

A4: non classificabile come carcinogeno per l'uomo

A5: non sospetto come carcinogeno per l'uomo

IBE: è raccomandato un Indice Biologico di Esposizione; è opportuno attuare il monitoraggio biologico per valutare l'esposizione complessiva attraverso tutte le vie di esposizione.

Sia gli OEL che i TLV riguardano le concentrazioni ambientali, per un normale turno di lavoro di 8 ore al giorno e per 40 ore settimanali, alle quali la maggioranza dei lavoratori possono essere ripetutamente esposti senza subire danni alla salute (il valore limite TLV – TWA è riferito alla concentrazione ponderata nelle 8 ore).

Quando più sostanze inquinanti, con i medesimi effetti su un organo od apparato dell'organismo umano compaiono contemporaneamente nell'ambiente, per esprimere un giudizio di accettabilità deve essere adottato il TLV-MISCELA.

L'ACGIH propone un TLV-TWA per i **Fumi di Saldatura** per particelle totali non diversamente

classificate di **5 mg/m³**; tale valore limite è applicabile solo se nessun elemento tossico è presente nell'elettrodo, nel metallo o nel rivestimento metallico o se le condizioni operative non sono tali da provocare la formazione di gas tossici; in caso contrario si dovranno considerare i valori limite relativi ai componenti presenti nei fumi.

5. RIFERIMENTI NORMATIVI

5.1 Il DPR 303/56 "Norme generali per l'igiene del lavoro" agli articoli 20 e 21, modificati ed integrati dai Decreti Legislativi 242/1996 e 25/2002, prende in considerazione, in termini generali, il tema delle polveri e dei fumi.

Tali artt. impongono l'obbligo "di adottare provvedimenti atti ad impedire o ridurre per quanto è possibile, lo sviluppo e la diffusione di polveri, fumi, vapori ed odori di qualsiasi specie".

Ed inoltre... omissis... "Un'attrezzatura di lavoro che comporta pericoli dovuti ad emanazione di gas, vapori o liquidi ovvero ad emissioni di polvere, deve essere munita di appropriati dispositivi di ritenuta ovvero di estrazione vicino alla fonte corrispondente a tali pericoli."...

5.2 Il Decreto 626/94 inoltre, all'art. 3 specifica dettagliatamente le "misure generali di tutela" da adottare per la protezione dei lavoratori; in particolare, con l'entrata in vigore del D.L.gs. 25/2002, che integra ed amplia il Titolo VII, si definiscono le "Misure specifiche di prevenzione e protezione" (art. 72 Sexsies).

5.3 Per gli inquinanti classificati come "agenti cancerogeni" il D.L.gs. 626/94 prevede l'applicazione del Titolo VII, integrato dal D.L.gs. 66/2000.

Per gli "agenti cancerogeni e/o mutageni" il Titolo VII D.Lgs. 626/94 integrato dal Decreto Legislativo 66/2000 prevede l'obbligo per il datore di lavoro di progettare, programmare e sorvegliare le lavorazioni in modo tale che non vi sia emissione di agenti cancerogeni/mutageni nell'aria; se questo non è tecnicamente possibile, l'eliminazione di tali inquinanti deve avvenire mediante aspirazione localizzata con emissione all'esterno del luogo di lavoro nel rispetto della salute della popolazione e dell'ambiente esterno. L'aspirazione degli agenti chimici deve avvenire il più vicino possibile al punto d'emissione; l'ambiente di lavoro deve comunque essere dotato di un adeguato sistema di ventilazione generale.

6. IMPIANTI DI VENTILAZIONE

Le tecniche di ventilazione possibili sono:

- la ventilazione locale per aspirazione localizzata degli inquinanti;
- la ventilazione generale per diluizione degli inquinanti.

6.1 La ventilazione locale per aspirazione localizzata 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.

Le concentrazioni di inquinanti che si ottengono con le aspirazioni localizzate, essendo essi allontanati e non diluiti, possono essere anche molto basse.

Questi impianti richiedono portate d'aria di molto inferiori rispetto alla ventilazione generale per diluizione e quindi costi di funzionamento e di riscaldamento meno elevati anche se con maggiori costi di investimento iniziale.

La ventilazione locale deve essere ritenuta prioritaria in tutti i casi e in particolare quando inquinanti pericolosi siano emessi in quantità notevoli.

Il calcolo delle portate necessarie, per i vari tipi di impianti di aspirazione localizzata, deve essere effettuato considerando **una velocità di captazione necessaria alla sorgente non inferiore a 0,5 m/s** con aumenti dovuti a particolari condizioni dell'impianto utilizzato o ad altri parametri igienico - ambientali.

6.2 La ventilazione generale per diluizione degli inquinanti introduce una quantità d'aria nuova nel locale in quantità sufficiente per portare la concentrazione delle sostanze pericolose al di sotto dei valori limite di esposizione adottati.

Si raccomanda di utilizzarla solo come complemento alla ventilazione locale e per diluire gli inquinanti residui non captati dagli impianti di aspirazione localizzata.

La ventilazione generale può essere utilizzata come tecnica principale di risanamento dell'aria solo se il ricorso ad una ventilazione locale è tecnicamente impossibile, in caso di inquinanti aerodispersi poco tossici, emessi in piccole quantità e se i lavoratori esposti sono sufficientemente lontani dalle sorgenti di inquinamento.

In molti casi di impossibilità apparente, si può tuttavia realizzare una ventilazione locale con una riorganizzazione del lavoro, per es. raggruppando postazioni di lavoro inizialmente disperse o trasformando in posti fissi o semi-fissi postazioni di lavoro inizialmente mobili o con impianti di aspirazione localizzata mobili.

Naturalmente ciò diventa più facilmente realizzabile per una nuova ditta, in fase di progettazione del lay-out, ma è comunque possibile anche in situazioni esistenti.

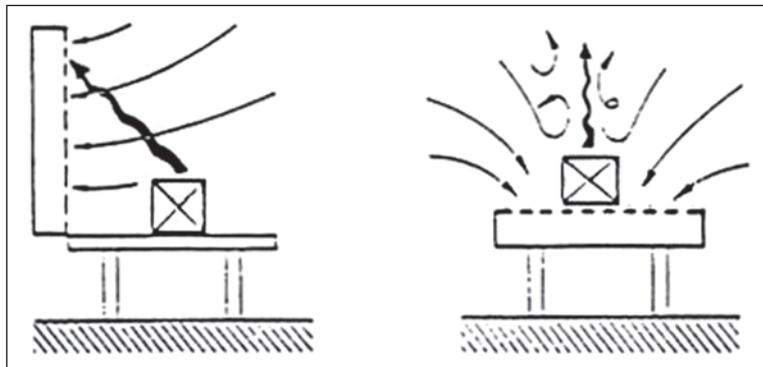
SCELTA E CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI DI VENTILAZIONE IN FUNZIONE DELLE DIMENSIONI DEI PEZZI E DELLE MODALITA' DELLE SALDATURE.

7. PEZZI PICCOLI SALDABILI SU BANCO E IN POSIZIONE FISSA

7.1. Devono essere predisposti appositi banchi fissi di saldatura con aspirazione frontale.

Meno consigliabili i banchi fissi con aspirazione dal basso, nel qual caso:

- la saldatura deve essere effettuata unicamente sulla verticale della griglia di aspirazione;
- il punto di emissione non superi in altezza il 25% della radice quadrata dell'area totale della griglia di aspirazione sul piano di lavoro ($h \leq 25 \cdot \sqrt{A}$).



7.2. Impianti utilizzabili:

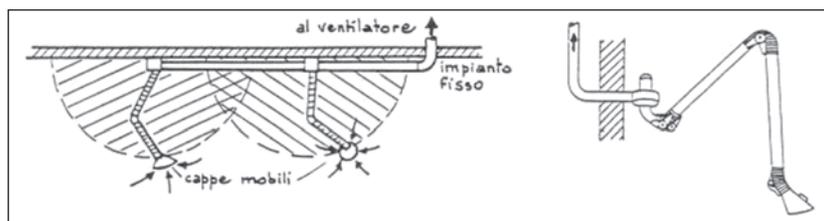
Cabina aperta di saldatura	v. scheda	n. 1.
Banco aspirato frontalmente	v. scheda	n. 2.
Banco aspirato dal basso	v. scheda	n. 3.
Cappe mobili	v. scheda	n. 4.

8. PEZZI GRANDI CON IMPOSSIBILITA' DI SALDATURA A BANCO MA CON POSSIBILE INDIVIDUAZIONE DI AREE DI SALDATURA NELLO STABILIMENTO.

8.1. Devono essere utilizzati impianti fissi che consentano di proteggere aree di lavoro, ad esempio aspirazioni localizzate costituite da cappe mobili sostenute da bracci snodati.

8.2 Impianti utilizzabili:

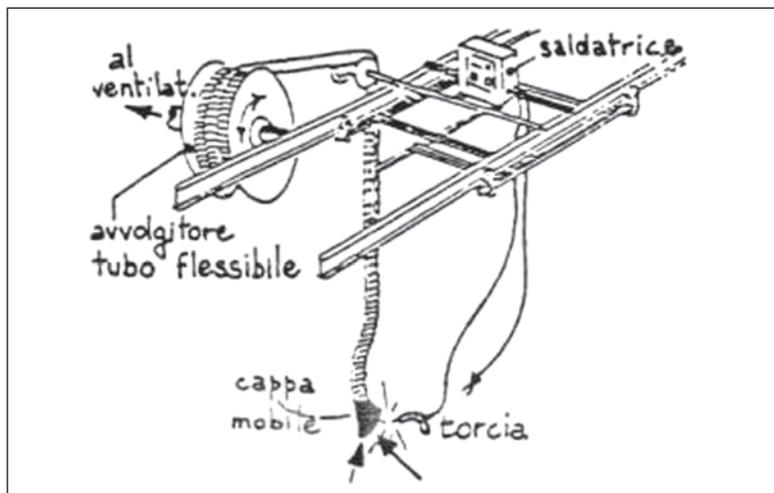
Cabina aperta di saldatura	v. scheda	n. 1.
Cappe mobili	v. scheda	n. 4.



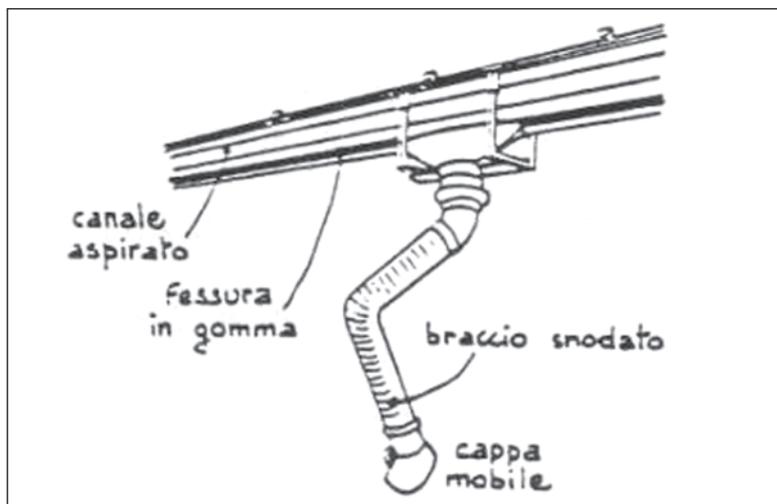
9. PEZZI GRANDI CON IMPOSSIBILITA' DI SALDATURA A BANCO E DI INDIVIDUAZIONE DI AREE DI SALDATURA NELLO STABILIMENTO.

Possono essere utilizzati i seguenti tipi di impianto:

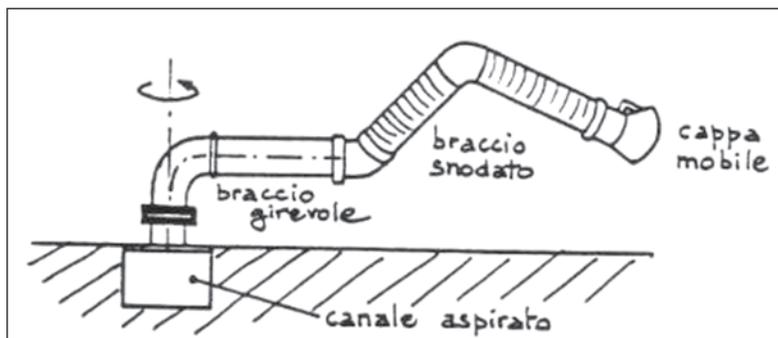
- 9.1. Strutture aeree portanti per saldatura e aspirazione mobili scorrevoli su rotaie.
Utilizzabile con limitazioni in presenza di carro ponte.



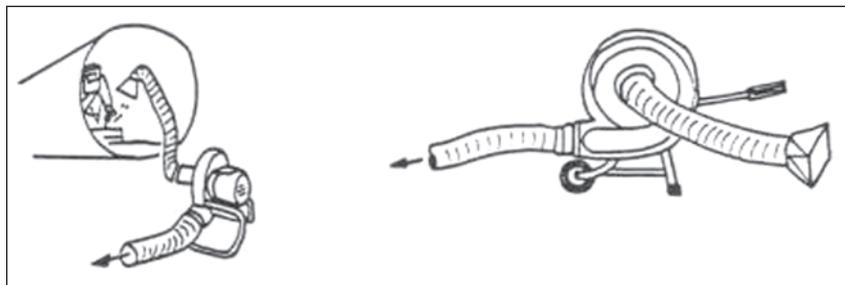
- 9.2. Canalizzazione fissa a parete, munita di fessura longitudinale in gomma nella quale, mediante sostegni guidati, trasla una tubazione snodata terminante con la cappetta.



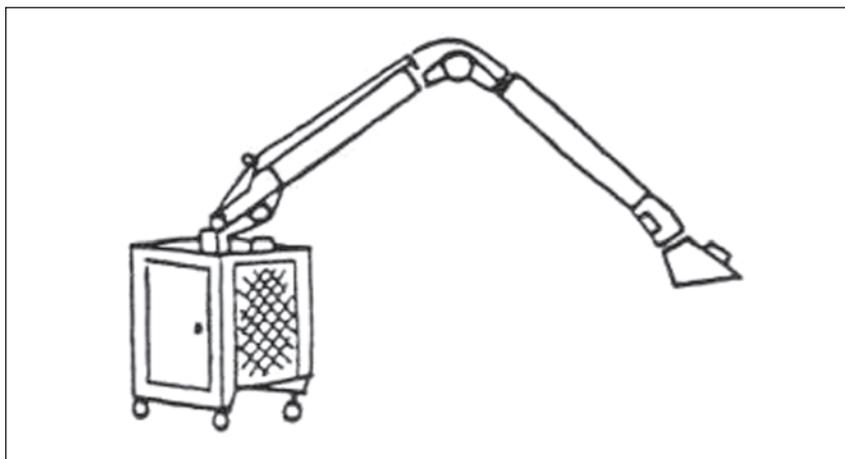
- 9.3. Canalizzazione interrata con tubazioni derivate, rotanti su assi verticali.



9.4. Aspiratore trasportabile manualmente o montato su carrello con ruote con espulsione all'esterno degli inquinanti aspirati mediante tubo di mandata flessibile e di lunghezza adeguata.



9.5. **Aspiratori mobili con sezione di depurazione**, solo nei casi in cui non sia possibile utilizzare i sistemi descritti ai punti 9.1., 9.2., 9.3, 9.4; **sono comunque vietati nelle lavorazioni nelle quali si sviluppano sostanze classificate come cancerogene, quali le saldature di acciai inox.**



L'uso di aspiratori mobili, in caso di saldature aventi durata pari all'intero orario di lavoro, deve comunque essere associato ad una ventilazione generale forzata.

Per gli aspiratori mobili devono essere rispettate le condizioni illustrate nella scheda 7; per la ventilazione generale forzata, invece, le condizioni contenute nella scheda 8.

10. REINTEGRO DELL'ARIA.

10.1 Se l'aria estratta non viene reintegrata con apposito e idoneo impianto di immissione, essa finisce per entrare dalle porte e dalle finestre in modo incontrollato.

Quindi l'aria estratta deve essere reintegrata da una pari quantità di aria in ingresso, meglio se in leggera pressione (+10%), riscaldata nella stagione fredda.

10.2. Occorre progettare con molta attenzione le zone e le velocità di immissione dell'aria di reintegro in modo che:

- non si creino correnti d'aria interferenti o antagoniste con i flussi d'aria in ingresso negli organi di captazione degli impianti di ventilazione.
- non vengano perturbate le velocità e le direzioni di emissione degli inquinanti alla sorgente.
- non si generino fastidi ai lavoratori con velocità dell'aria elevate.

11. RICIRCOLO DELL'ARIA.

Considerando che non è possibile la identificazione di tutti gli inquinanti prodotti durante la saldatura e che non è possibile eliminare i dubbi sulla alta tossicità di alcuni prodotti presenti nella miscela dei fumi, **non è possibile ricircolare l'aria, anche previa depurazione, negli ambienti di lavoro** (v. schema decisionale A della Scheda tecnica n. 1 "Il ricircolo dell'aria").

12. SALDATURE ALL'ESTERNO.

Nelle saldature all'esterno occorre prevedere ventilatori in mandata che allontanino i fumi e i gas prodotti nella saldatura dalla zona di respirazione dei lavoratori.

I lavoratori dovranno indossare adeguati dispositivi di protezione individuale (D.P.I.) per la protezione delle vie respiratorie, in funzione dei materiali lavorati. Generalmente si ritiene idoneo almeno un facciale FFP2.

13. SALDATURE IN SPAZI CONFINATI.

Ferma restando l'applicazione di tutte le misure di sicurezza per la prevenzione del rischio elettrico in luoghi conduttori ristretti, che qui non vengono illustrate occorre, in applicazione dell'articolo 25 del DPR 303/56 "Lavori in ambienti sospetti di inquinamento":

- Verificare mediante appositi strumenti l'esplosività dell'atmosfera e la presenza di ossigeno con percentuale > 19%.
- Prevedere un impianto di aspirazione localizzata per l'allontanamento dei fumi e dei gas prodotti nella saldatura. In questo caso è particolarmente indicato il tipo di impianto descritto al punto 9.4.
- Deve essere previsto un ingresso di aria pulita di reintegro della quantità d'aria aspirata.
- Il lavoratore deve essere provvisto di maschera ad adduzione di aria pulita dall'esterno.
- Il lavoratore deve essere assistito, all'esterno dello spazio confinato, da un altro lavoratore provvisto di mezzi di intervento per il soccorso in caso di emergenza.
- Quando non sia possibile un controllo a vista dall'esterno, è necessario l'uso di mezzi di comunicazione tra l'interno e l'esterno o rilevatori di posizione o di attività.

14. EMISSIONI IN ATMOSFERA.

La normativa italiana che regola gli scarichi in atmosfera dovuti ad attività industriali e di servizio fa riferimento a diversi provvedimenti legislativi: DPR 203/1988, DPCM 21.7.1989, DM 12.7.1990 (Linee guida) e il DPR 25.7.1991.

Quest'ultimo decreto definisce le "emissioni poco significative" e le "attività a ridotto inquinamento atmosferico".

Le saldature sono richiamate (punto 30 dell'allegato 2 di tale decreto) fra le attività a ridotto inquinamento atmosferico, pertanto esse sono autorizzate in via generale; la Regione Emilia Romagna, per queste attività ha predisposto procedure specifiche con modelli semplificati di domande di autorizzazione.

Per le saldature, in riferimento ai criteri CRIAER individuati dalla Regione Emilia Romagna con determinazione del Direttore Generale dell'Ambiente con Nota n° 4606 del 04.06.1999 e successive modifiche ed integrazioni, si riporta ad esempio la sola voce 4.13.20.

4.13.20 Saldatura

Ogni emissione proveniente da questa fase produttiva può essere autorizzata se sono rispettati i seguenti limiti:

INQUINANTE	CONCENTRAZIONE MASSIMA (mg/m ³)
Materiale particellare	10
Ossidi di azoto (espressi come NO ₂)	5
Monossido di carbonio	10

Per il controllo del rispetto del limite di emissione devono essere usati i metodi UNI.CHIM.

15. DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE DELLE VIE RESPIRATORIE (A.P.V.R.)

In caso di saldature occasionali il lavoratore deve indossare idonei dispositivi di protezione individuale delle vie respiratorie (APVR); tali dispositivi devono essere conformi al D.Lgs. 475/92 e successive modificazioni relative alla marcatura CE.

In particolare, i respiratori devono riportare la marcatura CE di III° categoria e l'omologazione secondo la norma europea EN di riferimento.

Gli apparecchi di protezione delle vie respiratorie sono distinti in due grandi categorie: respiratori isolanti e respiratori a filtro, che filtrano l'aria presente nell'ambiente d'uso della maschera.

I respiratori isolanti devono essere utilizzati nelle seguenti condizioni:

- percentuale ossigeno inferiore al 17%
- concentrazione dei contaminanti superiore ai limiti di utilizzo dei respiratori a filtro
- non si conosce la natura e/o la concentrazione dei contaminanti
- presenza di gas/vapori con scarse proprietà di avvertimento
- *In particolare nel caso di saldature in spazi confinati vedi punto 13.*

I respiratori a filtro possono essere non assistiti od assistiti, quest'ultimi sono di due tipologie: a ventilazione assistita oppure a ventilazione forzata.

Nei respiratori antipolvere non assistiti l'aria ambiente, resa respirabile dal filtro, passa all'interno del facciale mediante l'atto respiratorio (azione meccanica abbinata generalmente a un'azione elettrostatica).

Esistono due tipi di dispositivi: i facciali filtranti antipolvere (indicati con la sigla FFP) o maschere in gomma (semimaschera o pieno facciale) con filtri antipolvere (indicati dalla lettera P); sono individuate tre classi di protezione ad efficienza filtrante totale crescente da 1 a 3.

Il grado di protezione deve essere individuato in base alla concentrazione presunta (o nota) ambientale dell'inquinante e alla sua tossicità.

I respiratori antipolvere a ventilazione assistita sono respiratori che sfruttano un elettroventilatore per forzare l'aria attraverso un filtro ed inviarla ad una maschera o ad un cappuccio/elmetto. Questi sistemi garantiscono una certa protezione anche qualora si arresti l'elettroventilatore.

I respiratori antipolvere a ventilazione forzata sono respiratori nei quali l'aria viene fatta passare attraverso il filtro mediante un elettroventilatore, solitamente trasportato dall'utilizzatore, e viene convogliata ad un cappuccio od elmetto. Non garantisce protezione a motore spento.

16. SCHEDE DI IMPIANTI DI VENTILAZIONE INDUSTRIALE NELLE OPERAZIONI DI SALDATURA

Le schede che qui vengono riportate vogliono essere uno strumento ed un riferimento nella valutazione degli impianti di ventilazione necessari nelle operazioni di saldatura; esse non sostituiscono un progetto applicativo specifico.

Si sottolinea infatti come **ogni impianto debba essere progettato**, in ogni caso particolare, da tecnici esperti oltre che in impiantistica anche in igiene industriale; ciò al fine di avere un impianto che oltre ad essere efficiente (rispondente al complesso di regole di fluidodinamica e di igiene industriale), sia anche efficace (capace di ridurre l'esposizione professionale dei lavoratori anche in relazione al modo in cui esso viene utilizzato).

Poiché l'esistenza di un buon impianto di ventilazione non è di per sé sufficiente al controllo dell'esposizione dei lavoratori, ogni valutazione su tale esposizione deve basarsi sul monitoraggio ambientale e su considerazioni di carattere igienistico.

Ogni scheda riporta nella prima parte uno schema e i parametri caratteristici dell'impianto (portata, velocità, perdite di carico, dimensioni geometriche); nella seconda parte sono contenute alcune note sintetiche riguardanti gli inquinanti, le lavorazioni con le quali l'impianto può essere utilizzato e le raccomandazioni per il suo uso corretto.

Le indicazioni e i parametri contenuti nelle schede seguenti, in parte sono frutto dell'applicazione dei criteri tecnici ed igienistici necessari agli impianti da adottarsi e in parte sono tratti dal volume "Industrial Ventilation - A manual of recommended practice" - XX Ed. 1988 - ACGIH. Viene anche riportata, a titolo puramente indicativo, una tabella da considerarsi come guida alla scelta dell'impianto di ventilazione in funzione della localizzazione delle sorgenti inquinanti (v. pag. 30). Nella scelta dell'impianto, occorrerà comunque tenere ben conto della tossicità degli inquinanti.

BIBLIOGRAFIA

ACGIH, "INDUSTRIAL VENTILATION – A manual of recommended practice" XX ed. – Cincinnati Ohio USA, 1988.

ASHRAE Standard 62-1989 ,Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, American Society of Heating, Refrigeration, and Air Conditioning Engineers, Atlanta, GA,1989.

CAHIERS DE NOTES DOCUMENTAIRES - ND 1473, 115 – 1984.

CAHIERS DE NOTES DOCUMENTAIRES - ND 1725, 135 – 1989.

PATTY'S ,Industrial Hygiene and Toxicology, 3 - Ed., Vol. 1, Ed. Clayton.

Mc DERMOTT H.J., Handbook of ventilation for contaminant control, -Ann Arbor Science Publishers, Michigan, USA (1977).

BELTRAMI G., GALBIATI C. DPI delle vie respiratorie: criteri di selezione ed uso alla luce del D.Lgs. 25/2002 e del D.M. 2/5/2001.

COORDINAMENTO TECNICO PER LA SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO DELLE REGIONI E DELLE PROVINCE AUTONOME, "Linee Guida sull'applicazione del Titolo VII-bis decreto legislativo 626/94 in relazione al decreto legislativo 25/2002 "Protezione da agenti chimici", 2002.

ARCARI C., BOSI A., PASSERA G., "Identificazione del pericolo e valutazione del rischio cancerogeno e mutageno", in GOVONI C., FERRARI D., Prevenzione e Protezione da agenti cancerogeni e mutageni, Atti del Convegno Nazionale RisCh'2001, Modena, 28 settembre 2001, pag.119-154.

GOVONI C., MONTERASTELLI G., SPAGNOLI G., Prevenzione e Protezione da agenti chimici pericolosi, Atti del Convegno Nazionale RisCh'2002, Modena, 27 settembre 2002.

TOLOMEI S.R., VERONESI C., GOVONI C., "Le misure di protezione collettiva ambientale: gli impianti di ventilazione localizzata, in GOVONI C., FERRARI D., Prevenzione e Protezione da agenti cancerogeni e mutageni, Atti del Convegno Nazionale RisCh'2001, Modena, 28 settembre 2001 pag. 257-270.

GIORNALE DEGLI IGIENISTI INDUSTRIALI VALORI LIMITE DI SOGLIA ACGIH 2004

GUIDA ALLA SCELTA DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE IN FUNZIONE DELLA LOCALIZZAZIONE DELLE SORGENTI INQUINANTI (Spazi non confinati)								
LOCALIZZAZIONE DELLE SORGENTI INQUINANTI		ASPIRAZIONE LOCALIZZATA ALLA SORGENTE					Cappa sospesa (a baldacchino)	
		Aspirazione localizzata In posizione fissa			Aspirazione localizzata In posizione mobile		Ventilazione generale (1)	
DIMENSIONE DEI PEZZI DA SALDARE	POSIZIONE DI SALDATURA	Cabina aperta (scheda 1)	Banco aspirato frontalm. (scheda 2)	Banco aspirato dal basso (scheda 3)	Imp. Fisso con cappe mobili (scheda 4)	Asp. Mobili con sezione depurante (scheda 7)	Torcia o maschera aspiranti (scheda 5 e 6)	
Dimensioni grandi	Posiz. mobili con aree di saldatura non individuabili	Raccomand.	Accettab.	Da escludere	Accettab. (4)	Accettab. Con riserva (4)	Accettab. Con riserva (2) (4)	Sconsigl. Da escludere
Dimensioni medie	Posiz. mobili con aree di saldatura individuabili	Raccomand.	Raccomand.	Sconsigl.	Raccomand. (4)	Raccomand. Con riserva (4)	Accettab. Con riserva (2) (4)	Da escludere
Dimensioni piccole	Posizione fisse e ben individuabile	Raccomand.	Raccomand.	Accettab.	Raccomand. (4)	Raccomand. Con riserva (4)	Accettab. Con riserva (2) (4)	Da escludere

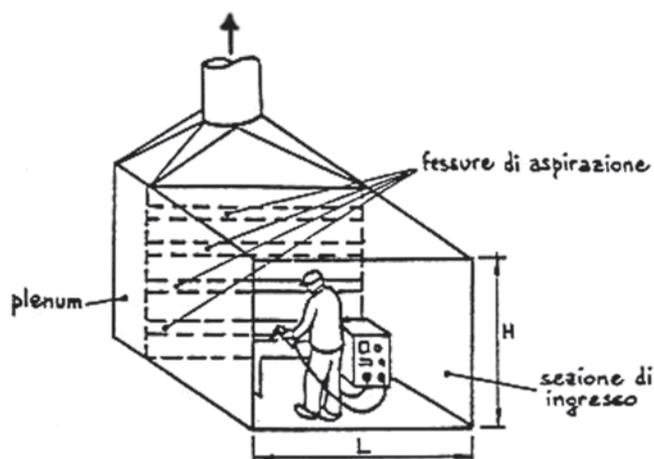
(1) Si tratta di ventilazione generale utilizzata solo in via provvisoria fin tanto che sia realizzato l'impianto di ventilazione più indicato.

(2) Solo per pezzi di grandi dimensioni per i quali sia impossibile utilizzare impianti con espulsione all'esterno, a condizione che siano rispettati i criteri di ventilazione e che sia prevista una ventilazione generale complementare.

(3) Solo per pezzi di altezza ridotta.

(4) Con obbligo di rispetto strettissimo delle condizioni di corretto utilizzo e corretta manutenzione

GUIDA PER LA SCELTA DELLA TECNICA DI VENTILAZIONE IN FUNZIONE DEL LIVELLO DI RISCHIO (spazi non confinanti)										
LIVELLO DI RISCHIO		ASPIRAZIONE ALLA SORGENTE				Cabina di saldatura	Ventilazione generale			Cappa a "cupola"
		Aspirazione localizzata a posto fisso		Aspirazione localizzata a posto mobile	Aspirazione applicata all'utensile					
Tipo di aspirazione utilizzata	Portata d'aria richiesta	Aspirazione laterale	Aspirazione verso il basso			utilizzabile	utilizzabile	utilizzabile	utilizzabile	sconsigliata
				Saldatura con prodotti da acciai legati	molto elevata					
elevata	utilizzabile	utilizzabile	utilizzabile		sconsigliata	sconsigliata	sconsigliata	sconsigliata	sconsigliata	da escludere
Saldatura con prodotti da acciai non legati o debolmente legati	moderata	raccomand.		utilizzabile	utilizzabile	raccomand.		utilizzabile	sconsigliata	da escludere
	molto elevata									
	elevata	raccomand.	raccomand.	utilizzabile	utilizzabile	raccomand.		utilizzabile	accettabile con riserve	da escludere
	moderata									



- Portata necessaria per sola saldatura:

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

- Portata necessaria per saldatura e molatura:

$$Q = 3600 \cdot H \cdot L \text{ m}^3/\text{h.}$$

- Velocità media nella sezione di ingresso per sola saldatura:

$$V_m \geq 0,5 \text{ m/s.}$$

con nessun punto avente velocità $v < 0,3 \text{ m/s.}$

- Velocità media nella sezione di ingresso per saldatura e molatura:

$$V_m \geq 1,0 \text{ m/s.}$$

con nessun punto avente velocità $v < 0,6 \text{ m/s.}$

- Velocità nel condotto per fumi: 10 - 15 m/s.

- Velocità nel condotto per polveri di molatura: 15 - 20 m/s.

- Perdite di carico: $1,78 \cdot P_d \text{ fessura} + 0,25 \cdot P_d \text{ condotto}$

- Camera di equalizzazione della pressione: va creata mediante plenum con fessure. La velocità al suo interno deve essere $\leq 2,5 \text{ m/s.}$

Regione Emilia-Romagna	
CABINA APERTA	
Impianti Ventilazione Saldatura	Scheda 1.1

NOTE

Inquinamenti: fumi di saldatura/polveri di molatura.

Impianto consigliato per:

- Pezzi di piccole e medie dimensioni.

Impianto utilizzabile con:

- Tutti i tipi di saldatura.
- Molatura con disco flessibile privo di aspirazione localizzata.

Regole comportamentali per l'utilizzo corretto:

- Lavorare sempre dentro o nella sezione di ingresso della cabina.
- Lavorare rivolti verso la cabina, ad es. con sostegni mobili per la rotazione dei pezzi. Con pezzi concavi o molto articolati, verificare il comportamento dei flussi d'aria.

Verifiche da effettuare:

- Controllo dei flussi d'aria in ingresso e nell'intorno dei pezzi mediante fialette fumogene.
- Misura della velocità nella sezione di ingresso nei punti centrali di una griglia immaginaria secondo i criteri standard.
- Misura della velocità nel condotto per la verifica della portata.

Interventi per minimizzare la portata necessaria.

- Massima riduzione possibile delle dimensioni della sezione della cabina e della sezione di ingresso anche mediante bandelle superiori o tende laterali a tutta altezza.
- Aumento della profondità per garantire che il lavoro avvenga all'interno.

VANTAGGI

- Captazione senza intervento del saldatore
- Ventilazione efficace
- Buon isolamento della zona

SVANTAGGI

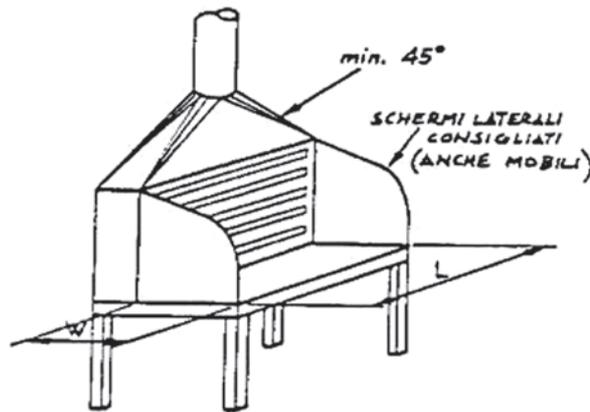
- L'operatore si deve piazzare correttamente
- Solo per lavori in postazione fissa
- Non utilizzabile per pezzi grandi
- L'operatore si sente isolato

Regione Emilia-Romagna

CABINA APERTA

Impianti Ventilazione
Saldatura

Scheda 1.2



– Portata necessaria:

$$Q = 2000 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m di lunghezza della cappa}$$

– L : lunghezza cappa = spazio di lavoro necessario.

– W : larghezza banco = 0,6 m (massimo).

– Velocità nel condotto: 10 - 15 m/s.

– Perdita dell'ingresso: $1,78 \cdot P_d \text{ fessura} + 0,25 \cdot P_d \text{ condotto}$

– Se non vi sono gli schermi laterali, la portata deve essere aumentata del 20 %.

Regione Emilia-Romagna	
BANCO ASPIRATO FRONTALMENTE	
Impianti Ventilazione Saldatura	Scheda 2.1

NOTE

Inquinanti: fumi di saldatura.

Impianto consigliato per:

- Pezzi di piccole dimensioni.

Impianto utilizzabile con:

- Tutti i tipi di saldatura.
- Gli schermi laterali possono essere anche resi asportabili per consentire la saldatura di pezzi lunghi.

Regole comportamentali per l'utilizzo corretto:

- Lavorare il più vicino possibile alle fessure.
- Mantenere sempre pulite e libere le fessure.

Verifiche da effettuare:

- Controllo dei flussi d'aria con fialete fumogene.
- Misura della velocità nel condotto per il calcolo e la verifica della portata.
- Misura della velocità di cattura al bordo del banco per la verifica del rispetto della velocità minima di cattura raccomandata ($v_c \geq 0,5$ m/s).

VANTAGGI

- Captazione senza intervento del saldatore
- Adatto ad un lavoro a banco

SVANTAGGI

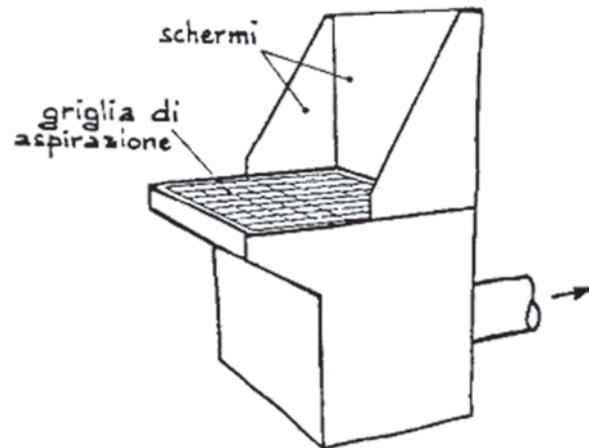
- Solo per lavori in postazione fissa
- Solo per pezzi di dimensione limitata

Regione Emilia-Romagna

BANCO ASPIRATO FRONTALMENTE

Impianti Ventilazione
Saldatura

Scheda 2.2



– Portata necessaria:

$$Q = 2700 \cdot L \cdot W \quad \text{m}^3/\text{h}.$$

ove:

– L : lunghezza banco = spazio di lavoro necessario.

– W : larghezza banco.

– Velocità nel condotto: 10 - 15 m/s.

– Perdita dell'ingresso: $0,25 \cdot P_d \text{ fessura} + 25 \cdot P_a$

– Se non vi sono gli schermi laterali, la portata deve essere aumentata del 20 %.

Regione Emilia-Romagna	
BANCO ASPIRATO DAL BASSO	
Impianti Ventilazione Saldatura	Scheda 3.1

NOTE

Inquinanti: fumi di saldatura.

Impianto consigliato per:

- Pezzi di piccole dimensioni.

Impianto utilizzabile con:

- Tutti i tipi di saldatura eccettuato quelle nelle quali vi possa essere perturbazione sul gas di protezione a causa di eccessiva vicinanza alla griglia.

Regole comportamentali:

- La saldatura deve essere effettuata unicamente sulla superficie grigliata.
- I pezzi da saldare devono avere una altezza h sopra la griglia tale che:

$$h \leq 0,25 \cdot \sqrt{A} \quad (\text{m})$$

ove A (m^2) è l'area totale della griglia.

- Evitare di lavorare in correnti d'aria che interferiscano con la velocità di captazione.

Verifiche da effettuare:

- Controllo dei flussi d'aria con fialette fumogene.
- Misura della velocità nel condotto per il calcolo e la verifica della portata.
- Misura delle velocità di cattura ad una altezza h dal grigliato per la verifica del rispetto della velocità minima di cattura raccomandata ($v_c \geq 0,5 \text{ m/s}$).

VANTAGGI

- Captazione senza intervento del saldatore
- Adatto ad un lavoro a banco

SVANTAGGI

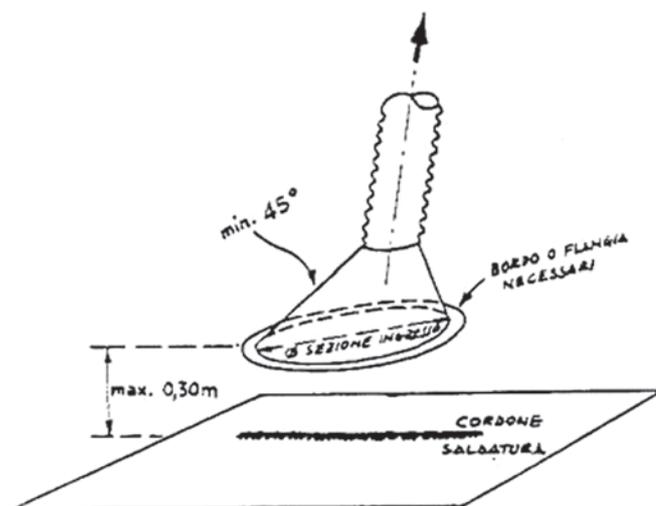
- Si applica solo per pezzi di ridotta altezza che inoltre non ostruiscano la griglia di aspirazione.
- E' una aspirazione contraria alla direzione naturale di propagazione dei fumi e necessita di portate maggiori.
- Problemi di pulizia e aumento di perdite di carico attraverso la griglia

Regione Emilia-Romagna

BANCO ASPIRATO DAL BASSO

Impianti Ventilazione
Saldatura

Scheda 3.2



PORTATA NECESSARIA		
X (cm)	condotto senza flangia (m ³ /h)	cappa con flangia (m ³ /h)
≤ 16	600	450
16 - 23	1300	950
23 - 32	2400	1800

- Velocità frontale: 7 m/s
- Velocità nel condotto: 10 - 15 m/s.
- Perdita dell'ingresso:
(condotto senza flangia) = $0,93 \cdot P_a \text{ condotto}$
- Perdita dell'ingresso:
(cappa rettangolare o conica) $\approx 0,30 \cdot P_a \text{ condotto}$ (v. manuali)

Nota:

Difficilmente un impianto con portata inferiore a 1800 m³/h (cappa con flangia) protegge il lavoratore in quanto non si riesce, nella pratica, a saldare con l'impianto a meno di 25 cm.

Regione Emilia-Romagna	
CAPPONE MOBILE	
Impianti Ventilazione Saldatura	Scheda 4.1

NOTE

Inquinanti: fumi di saldatura.

Impianto consigliato per:

- Saldature che avvengono su aree estese su pezzi per i quali non è possibile utilizzare banchi fissi o cabine che offrono una maggior protezione.

Impianto utilizzabile con:

- Tutti i tipi di saldatura raggiungibili con bracci mobili e ove sia possibile avvicinarsi molto con la cappa di aspirazione.

Regole comportamentali per l'utilizzo corretto:

- Lavorare con la cappa il più vicino possibile alla saldatura e non a distanza superiore a quella raccomandata (notare l'alto incremento della perdita di efficacia con la distanza nella scheda 4.4).
- Riposizionare continuamente la cappa vicino al punto in cui avviene la saldatura.
- Evitare di lavorare in corrente d'aria per non ostacolare la velocità di captazione.

Verifiche da effettuare:

- Controllo dei flussi d'aria con fialette fumogene.
- Misura della velocità nel condotto per il calcolo e la verifica della portata.
- Misura delle velocità di cattura alla sorgente dei fumi per la verifica del rispetto della velocità minima di cattura raccomandata ($v_c \geq 0,5$ m/s).

VANTAGGI

- Adatta ad un lavoro in postazione non definita
- Captazione vicino alla sorgente
- Portata ridotta

SVANTAGGI

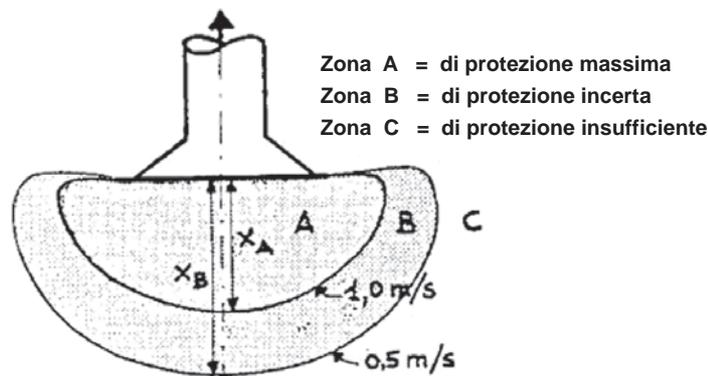
- Continuo intervento per il posizionamento.
- L'efficacia diminuisce molto rapidamente allontanandosi dalla sezione di ingresso
- Ingombro dei flessibili per reti estese.
- La portata d'aria può variare con la posizione tesa o ripiegata dei bracci o dei tubi flessibili.

Regione Emilia-Romagna

CAPPA MOBILE

Impianti Ventilazione
Saldatura

Scheda 4.2



– L'efficacia di questa cappa di aspirazione è fortemente influenzata dalla distanza tra la cappa e la sorgente dei fumi.

Nel disegno, dove sono riportate le intersezioni delle superfici isocinetiche a $V_c = 0,5 \text{ m/s}$ e $V_c = 1,0 \text{ m/s}$ con un piano passante per la sorgente, è evidenziato che la zona di protezione "sicura" (zona A) è decisamente contenuta, mentre la zona di protezione "incerta" (zona B) non è molto più estesa.

Nella stessa figura si vede che la scarsa zona di protezione obbliga il lavoratore a un continuo riposizionamento della cappa; in pratica ciò non si verifica quasi mai sia per l'aumento dei tempi di produzione che tale operazione comporta, sia per la scomodità da essa derivante avendo il lavoratore spesso entrambe le mani impegnate nella saldatura.

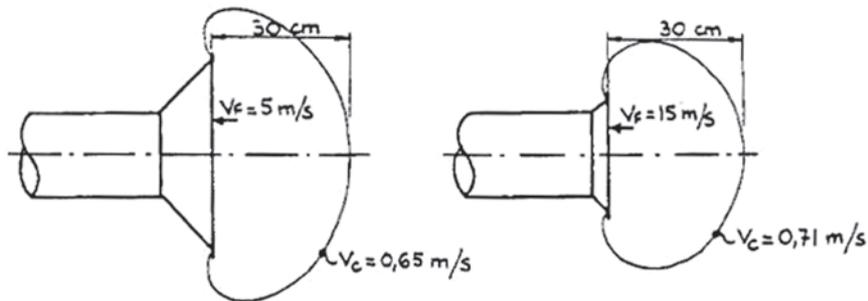
Per questi motivi sono da preferire, ogniqualvolta possibile, altri impianti di aspirazione.

Se invece si fa uso di queste cappe, l'operatore deve sapere che esse sono efficaci solo se vengono riposizionate continuamente anche a scapito della produzione e della comodità.

Tabella riportante le distanze delle isocinetiche a $V = 0,5 \text{ m/s}$ e $V = 1,0 \text{ m/s}$ dalla sezione frontale della cappa per diverse portate.

$V_r = 7 \text{ m/s}$	Q = m ³ /s		
	2400	1300	600
X_A (per $V_c = 1 \text{ m/s}$)	0,24	0,18	0,12
X_B (per $V_c = 0,5 \text{ m/s}$)	0,35	0,26	0,18

Regione Emilia-Romagna	
CAPPA MOBILE ZONE DI INFLUENZA	
Impianti Ventilazione Saldatura	Scheda 4.3



- Non è la velocità frontale di ingresso alla cappa a determinare la sua efficacia di captazione degli inquinanti, ma la portata dell'impianto.

Nella seguente tabella si vede come, scelta una portata, variando la sezione di ingresso e quindi la velocità frontale le velocità di captazione a diverse distanze della cappa si mantengano pressochè uguali.

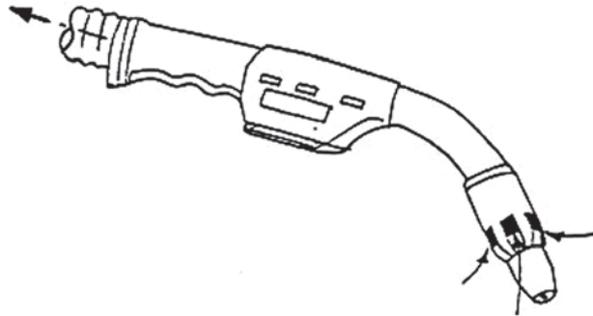
Q = 2400 m ³ /s		velocità frontale m/s			
		5,0	7,0	10,0	15,0
velocità captaz. m/s	a 20 cm	1,25	1,35	1,43	1,50
	a 30 cm	0,65	0,67	0,69	0,71

- La velocità di ingresso, normalmente utilizzata, va da 5-8 m/s per non avere perdite di carico troppo elevate all'ingresso della cappa.

Nella tabella seguente si nota invece come l'aumento della portata corrisponda, a parità di velocità frontale di ingresso alla cappa, un aumento della velocità di captazione.

V _r = 7 m/s		Q = m ³ /s		
		600	1300	2400
velocità captaz. m/s	a 20 cm	0,39	0,80	1,35
	a 30 cm	0,18	0,38	0,67

Regione Emilia-Romagna	
CAPPА MOBILE - SCARSA INFLUENZA DELLA VELOCITÀ FRONTALE	
Impianti Ventilazione Saldatura	Scheda 4.4



– Portata necessaria:

La portata di questo apparecchio, in commercio, non supera, generalmente, i 350 m³/h e una prevalenza di 50.000 Pa.

Non esistono, attualmente, criteri di ventilazione che permettano di giudicare questo tipo di impianto in termini di controllo dell'esposizione.

VANTAGGI

- Soluzione applicabile per posti di lavoro mobili o nella saldatura a punti
- La cattura dei fumi avviene direttamente alla sorgente
- Sono necessarie portate non elevate
- Nessun intervento dell'operatore per spostare l'aspiratore
- E' possibile che in uno stesso carrello trovino posto sia la saldatrice che il depuratore

SVANTAGGI

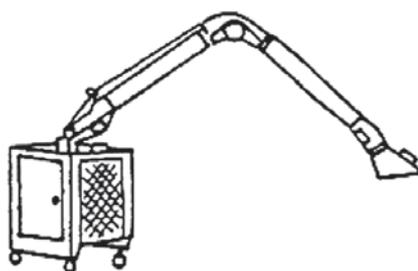
- Generalmente in commercio sono abbinate a depuratori mobili a ricircolo totale dell'aria
- Necessari interventi dell'operatore per effettuare regolazioni
- Rischio di perturbare l'atmosfera del gas di protezione.
- Aumento del peso della torcia dovuto alla presenza del tubo di aspirazione.
- Aumento del consumo del gas di protezione.
- Al termine della saldatura non consente la cattura dei fumi residui che vanno quindi a disperdersi nell'ambiente.

Regione Emilia-Romagna

TORCIA ASPIRANTE

Impianti Ventilazione
Saldatura

Scheda 5.1



– Portata necessaria:

X (cm)	cappa con flangia (m ³ /h)
16	450
16 - 23	950
23 - 32	1800

Nota:

Difficilmente un impianto con portata inferiore a 1800 m³/h (cappa con flangia) protegge il lavoratore in quanto non si riesce, nella pratica, a saldare con l'impianto a meno di 25 cm.

- Velocità frontale: intorno a 7 m/s.
- Deve essere presente un dispositivo per il controllo della efficienza del depuratore (ad es. pressostato differenziale) con allarme acustico o luminoso in caso di malfunzionamento o di intasamento.
- Rendimento di filtrazione: ≥ 90 % ASHRAE Std 52-76

VANTAGGI

- Consente di raggiungere punti di saldatura altrimenti controllabili

SVANTAGGI

- Ricircola l'aria nell'ambiente
- Continuo intervento per il posizionamento della cappa e per lo spostamento del carrello
- La portata d'aria può variare con la posizione tesa o ripiegata dei bracci o dei tubi flessibili
- La portata d'aria può variare con la posizione tesa o ripiegata dei bracci o dei tubi flessibili
- Necessita di rigorosa e continua manutenzione

Regione Emilia-Romagna

ASPIRATORE MOBILE
CON SEZIONE DEPURANTE

Impianti Ventilazione
Saldatura

Scheda 7.1

NOTE

Inquinanti: fumi di saldatura.

- Non vengono invece trattenuti i gas prodotti dalla combustione come NO_x e CO. Devono pertanto essere associati a una ventilazione generale forzata (v. cheda 8.1)
- I filtri elettrostatici, producendo ozono, devono essere associati a una sezione di depurazione ed es. a carboni attivi.

Impianti utilizzabile con:

- Saldature ove non è possibile utilizzare altri impianti già consigliati a causa della dislocazione particolare della saldatura o per operazioni di saldatura saltuarie (meno di 2 ore giornaliere non continuative).

(v. Scheda tecnica n. 1 “Il ricircolo dell’aria” punto 4.13).

L’apparecchio deve essere accompagnato da un libretto di istruzione e manutenzione, a disposizione degli Enti di controllo e degli incaricati della igiene e sicurezza, avente il seguente contenuto:

- * Descrizione dell’apparecchio;
- * Caratteristiche generali di progetto dell’apparecchio (portate, perdita di carico, velocità di attraversamento, rendimento del filtro, ecc.);
- * Indicazioni riguardanti il tipo di filtro, il tipo di manutenzione da effettuare e la periodicità necessaria indicate dal costruttore;
- * Risultati dei controlli periodici e firma di chi li ha effettuati.

Regole comportamentali per l’utilizzo corretto:

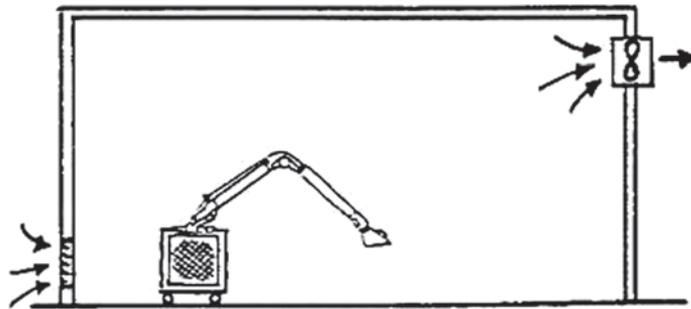
- Lavorare con la cappa il più vicino possibile alla saldatura e non a distanza superiore a quella raccomandata (notare l’alto incremento della perdita di efficacia con la distanza nella scheda 4.4).
- Riposizionare continuamente la cappa vicino al punto in cui avviene la saldatura.
- Evitare di lavorare in corrente d’aria per non ostacolare la velocità di captazione.
- Seguire le modalità e periodicità di pulizia e smaltimento dei filtri indicate dal costruttore.
- Interrompere la lavorazione in caso di segnalazione di malfunzionamento dell’apposito dispositivo.

Verifiche da effettuare:

- Controllo dei flussi d’aria con fiale fumogene.
- Misura della velocità nel condotto per il calcolo e la verifica della portata.
- Misura delle velocità di cattura alla sorgente dei fumi per la verifica del rispetto della velocità minima di cattura raccomandata ($v_c \geq 0,5 \text{ m/s}$).

Regione Emilia-Romagna	
ASPIRATORE MOBILE CON SEZIONE DEPURANTE	
Impianti Ventilazione Saldatura	Scheda 7.2

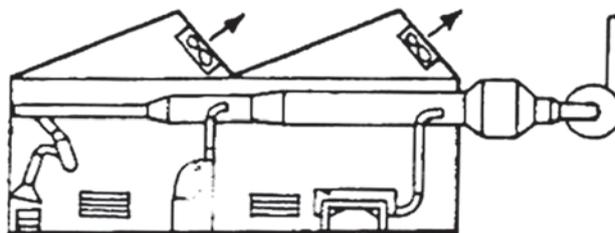
VENTILAZIONE GENERALE E ASPIRATORI MOBILI



- La ventilazione generale forzata è necessaria in presenza di aspiratori mobili a ricircolo totale (v. scheda 7) in quanto consente di diluire le sostanze ultrafini sfuggite ai filtri e i prodotti secondari della combustione (NO_x , CO) non trattenuti dai filtri degli aspiratori mobili con depuratore.
- Indicativamente la portata deve essere la maggiore delle due seguenti:

$$Q = 3 \text{ m}^3/\text{h} \text{ per m}^2 \text{ di superficie del locale}$$
$$Q = 150 \text{ m}^3/\text{h} \text{ per lavoratore presente}$$

VENTILAZIONE GENERALE E IMPIANTI DI ASPIRAZIONE LOCALIZZATA



- Le portate sopra indicate sono quelle minime da ottenere anche con gli impianti di aspirazione localizzata; essi stessi infatti realizzano un ricambio generale forzato dell'aria.
- Qualora gli impianti di aspirazione localizzata realizzino complessivamente portate inferiori a quelle sopra riportate, queste dovranno essere raggiunte mediante un impianto di ventilazione generale forzata integrativo.

Regione Emilia-Romagna	
VENTILAZIONE GENERALE FORZATA CON ALTRI IMPIANTI	
Impianti Ventilazione Saldatura	Scheda 8.1

VENTILAZIONE GENERALE SENZA ALTRI IMPIANTI

- Nel caso di saldature in posizioni non prevedibili o particolarmente disagiati dove non sia possibile l'utilizzo di alcun tipo di impianto fisso di aspirazione localizzata o di aspiratori mobili, e solo in questo caso, è consentito utilizzare una ventilazione generale forzata avente le seguenti caratteristiche:
- Portata necessaria per ogni saldatore presente nel locale in funzione del diametro dell'elettrodo utilizzato

diam. elettrodo (mm)	Q = m ³ /h
4,00	1700
4,75	2550
6,35	6000
9,50	7650

- In ambienti aperti dove i fumi possono allontanarsi dal viso dell'operatore:

Portata necessaria:

$$Q = 3000 \cdot \dot{w} \text{ m}^3/\text{h}$$

ove \dot{w} è il consumo di elettrodi espresso in kg/h.

- In ambienti chiusi o dove l'allontanamento dei fumi è impedito:

Portata necessaria:

$$Q = 6000 \cdot \dot{w} \text{ m}^3/\text{h}$$

ove \dot{w} è il consumo di elettrodi espresso in kg/h.

VANTAGGI

- Nessun intervento dell'operatore
- Nessuna interferenza con la saldatura
- Può essere utile per pezzi molto grandi o sorgenti numerose in posizioni non prevedibili o disagiati, con emissioni scarse e poco tossiche

SVANTAGGI

- Agisce sull'ambiente ma non protegge il saldatore
- Inquinamento residuo comunque presente
- Necessità di portate d'aria molto elevate
- Movimenti d'aria con controllabili

Regione Emilia-Romagna

VENTILAZIONE GENERALE FORZATA
SENZA ALTRI IMPIANTI

Impianti Ventilazione
Saldatura

Scheda 8.2