

PROCEDURE PER IL MONITORAGGIO AMBIENTALE E DELL'ESPOSIZIONE DEI LAVORATORI AD AGENTI CANCEROGENI

**Progetto “Lotta ai rischi e ai danni da esposizione professionale
a sostanze cancerogene” del Piano Regionale di Prevenzione
2010-2012 (*DGR 1873 del 20 dicembre 2010*)**

IL CAMPIONAMENTO DI FIBRE AERODISPERSE NEI CANTIERI DI BONIFICA DI MATERIALI CONTENENTI AMIANTO

1. SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente procedura definisce le modalità operative per l'effettuazione dei campionamenti di aria in ambienti di lavoro ai fini della determinazione della concentrazione di fibre aerodisperse.

2. RIFERIMENTI

- DM Sanità 6 settembre 1994, Allegati 2A e 2B (Suppl. alla G.U. n.220 del 20/9/94).
- Dlgs 9 aprile 2008 n.81 (Gazzetta Ufficiale n.101 del 30 aprile 2008)
- UNI EN 689-giugno 1997: **“Guida alla valutazione dell'esposizione per inalazione a composti chimici ai fini del confronto con i valori limite e strategie di misurazione.”**
- UNI EN 482-gennaio 1998: **“Requisiti generali per le prestazioni dei procedimenti di misurazione degli agenti chimici.”**
- UNI EN 1232-giugno 1999: **“Pompe per il campionamento personale di agenti chimici-requisiti e metodi di prova”.**
- UNI EN 1540-maggio2001“**Terminologia**“.

3. DEFINIZIONI

campione

Sta ad indicare una quantità più o meno cospicua di un determinato materiale compatto o friabile oppure una membrana filtrante in policarbonato o in esteri misti di cellulosa utilizzata per il prelievo di fibre aerodisperse provenienti da ambienti di vita o di lavoro.

ambiente di lavoro

Area/e definita/e in cui sono effettuate le attività lavorative.

inquinante dell'aria

Qualsiasi materiale emesso nell'atmosfera, a seguito sia di un'attività umana, sia di un processo naturale e che abbia influenze negative sull'uomo e sull'ambiente.

campionamento dell'aria

Operazione consistente nella raccolta, rimozione o isolamento di una quota parte di un volume d'aria di notevoli dimensioni. Può includere il simultaneo isolamento di componenti selezionati.

campionamento continuo

Campionamento, senza interruzioni, per l'intero corso di un'operazione o per un tempo predeterminato.

campionamento istantaneo

Prelievo di un campione, che avviene in un tempo molto breve. Anche noto con il termine di campionamento spot.

campione d'aria

Prodotto di un procedimento di campionamento dell'aria.

campionatore personale

Dispositivo fissato su di un operatore che campiona aria nella zona di respirazione.

campionamento personale

Operazione consistente nel campionare aria, effettuata utilizzando un campionatore personale.

campione personale

Prodotto dell'operazione di campionamento personale.

campionatore statico

Dispositivo, non fissato all'operatore, che campiona aria in una particolare posizione.

campionamento statico

Operazione di campionamento dell'aria effettuata impiegando un campionatore statico.

campione statico

Prodotto di un'operazione di campionamento statico.

fibra respirabile

Particella di forma allungata avente lunghezza $> 5 \mu\text{m}$, diametro $< 3 \mu\text{m}$ e rapporto lunghezza/diametro $> 3:1$.

esposizione (per inalazione)

Situazione nella quale un agente chimico o biologico è presente nell'aria che viene inalata da una persona.

zona respiratoria

Spazio attorno al viso dell'operatore, nel quale egli respira. Ai fini tecnici una definizione più precisa è la seguente: emisfero (generalmente del raggio di 0,3 m), che si estende davanti al viso della persona, centrato sulla metà del segmento che unisce le due orecchie; la base dell'emisfero è il piano che passa attraverso questo segmento, la parte superiore della testa e la laringe. Quando viene impiegato un apparecchio per la protezione delle vie respiratorie, questa definizione non è applicabile.

agente chimico

qualsiasi elemento o composto chimico, da solo o in miscela, così come si presenta in natura, o nel caso in cui provenga da una qualsiasi attività lavorativa, indipendentemente dal fatto che sia, o no, prodotto intenzionalmente e indipendentemente dal fatto che sia, o no, commercializzato.

valore limite

Valore numerico di riferimento per la concentrazione di un agente chimico nell'aria.

procedimento di misurazione

Procedimento per campionare e analizzare uno o più agenti chimici e comprendente la conservazione e il trasporto del campione.

4. METODOLOGIA DI CAMPIONAMENTO

Personale coinvolto: personale in possesso di idonee qualifiche nell'ambito del Servizio di Prevenzione e Protezione Aziendale

4.1 Operazioni preliminari al campionamento

4.1.1 Controllo della carica delle batterie

Prima di ogni campionamento è necessario mettere sotto carica le batterie delle pompe aspiranti che dovranno poi essere utilizzate per l'effettuazione del campionamento.

Le batterie devono essere mantenute in carica per almeno 12-14 ore. Gli operatori addetti devono pertanto verificarne l'avvenuta carica prima di utilizzare le pompe.

4.1.2 Taratura delle pompe

1.1.2.1 Taratura delle pompe fisse

La taratura delle pompe aspiranti da utilizzare per i campionamenti di aria su postazione fissa, ad esempio per il prelievo di volumi di aria da analizzare in microscopia elettronica a scansione (SEM) per la certificazione di restituibilità di un sito bonificato da materiali contenenti amianto in matrice friabile, viene eseguita secondo le modalità di seguito descritte.

Dopo aver collegato il flussimetro alla pompa aspirante si controlla il valore effettivo del flusso di prelievo della pompa collegata, se tale valore si discosta dal valore desiderato si regola la pompa, tramite le viti predisposte, fino a giungere al flusso necessario per effettuare il campionamento (es. 10 l/m)

Dopo aver regolato il flusso si lascia stabilizzare lo stesso per almeno 5 minuti.

1.1.2.2 Taratura delle pompe portatili

La taratura delle pompe aspiranti da utilizzare per il campionamento di aria sull'operatore (campionamento personale) per il prelievo di campioni da analizzare in MOCF, viene eseguita secondo le modalità di seguito descritte.

Il flusso di prelievo per l'esecuzione dei campionamenti deve essere pari a 1-2 l/m, nei limiti di quanto indicato dal DM Sanità del 6 settembre 1994, allegato 2B. Si regola il flusso di prelievo della pompa impostando un flusso effettivo quanto più vicino possibile a quello desiderato.

Dopo aver regolato il flusso si lascia stabilizzare lo stesso per almeno 10 minuti.

4.2 Esecuzione del campionamento di fibre aerodisperse

Il campionamento di fibre aerodisperse deve essere effettuato attenendosi all'allegato 2 del DM Sanità 6/9/94 sia relativamente al numero di litri da campionare sia al tipo di membrana da utilizzare. La membrana filtrante dopo il campionamento deve essere conservata in apposito contenitore chiuso e mantenuta in posizione orizzontale al fine di evitare nelle operazioni di trasporto la dispersione delle fibre depositate.

Il campione di fibre aerodisperse può rappresentare diverse situazioni:

- misura dell'esposizione personale
- verifica dell'eventuale superamento del limite di esposizione
- verifica dell'efficacia dei sistemi tecnologici di controllo (aspirazioni)
- controllo dell'efficacia del confinamento di un ambiente o di un'area
- verifica della restituibilità di un ambiente dopo la bonifica
- studio della dispersione dell'inquinamento da una sorgente nell'area adiacente
- studio dei valori di concentrazione di fondo

Il campionamento deve in ogni caso essere rappresentativo della effettiva esposizione media delle persone che si trovano per un determinato periodo di tempo in una situazione potenzialmente a rischio, oppure della concentrazione di fibre effettivamente presenti in aria al momento del prelievo.

I sistemi di campionamento si differenziano a seconda che si tratti di misure personali o ambientali.

Per queste ultime, aventi finalità diverse dalla determinazione dell'esposizione individuale, viene impiegato il sistema di campionamento statico, o di area; il campionatore viene posto in determinati punti di uno specifico ambiente (interno o esterno), a circa 1,60 m da terra, in posizione "significativa", per raccogliere campioni di aria in cui si vuole determinare la concentrazione di fibre presenti in un certo periodo di tempo, in presenza di specifiche condizioni (particolari sorgenti, attività di macchine o persone, particolari ubicazioni, ecc.).

Il campionamento personale, utilizzato soprattutto negli ambienti di lavoro, "simula" l'esposizione dell'individuo potenzialmente esposto a fibre aerodisperse.

I metodi di analisi principalmente utilizzati sono la microscopia ottica in contrasto di fase (MOCF) e la microscopia elettronica analitica a scansione (SEM).

4.2.1 Esecuzione del campionamento su postazione fissa

- I campioni sono prelevati in postazione fissa a circa 1,5 mt da terra
- I filtri di prelievo sono in esteri misti di cellulosa, da 25 mm (da preferire) o da 47 mm di diametro, grigliati, con porosità tra 0,8 e 1,2 μm
- Il portafiltra è a faccia aperta provvisto di cappuccio metallico cilindrico, estendentesi tra 33mm e 44mm davanti al filtro e che permetta l'esposizione di un'area circolare di almeno 20 mm di diametro. Durante il campionamento il cappuccio è rivolto verso il basso.
- La pompa di campionamento è fissa
- Il volume di aria da prelevare deve essere di almeno 480 litri o maggiore (dipendente dallo scopo dell'indagine), pertanto le pompe aspiranti devono essere mantenute in funzione il tempo necessario a prelevare tale volume di aria (o comunque un tempo congruo a prelevare il volume d'aria che l'operatore ha stabilito).
- Il tempo di prelievo viene controllato facendo ricorso al temporizzatore della pompa (display con il tempo di prelievo), oppure utilizzando un comune cronografo da polso. Al termine del campionamento è comunque necessario effettuare una prova per verificare che il flusso di prelievo impostato sulla pompa dopo la taratura si sia mantenuto costante durante tutto il tempo di campionamento.
- Si effettua quindi una ulteriore lettura di flusso di prelievo con il flussimetro, seguendo le stesse modalità di quanto fatto prima dell'inizio del campionamento. Se il valore di flusso effettivo rientra in un intervallo di $\pm 10\%$ rispetto al valore impostato, il campionamento viene considerato valido. Il valore di flusso di prelievo effettivo viene calcolato facendo la media matematica fra il valore iniziale di flusso ed il valore finale effettivamente riscontrato. Il volume di prelievo effettivo si ottiene quindi moltiplicando il valore medio di flusso (espresso in l/m) per il tempo di prelievo (espresso in minuti) effettivamente registrato.

4.2.2 Metodo di riferimento per campionamenti personali di fibre di amianto in ambiente di lavoro (DIqs 81/08)

- I campioni sono prelevati nella "zona respiratoria" dei singoli lavoratori: cioè entro una semisfera di 300 mm di raggio che si estende dinanzi alla faccia del lavoratore e misurata a partire dal punto di mezzo di una linea congiungente le sue orecchie
- I filtri di prelievo sono in esteri misti di cellulosa, da 25 mm di diametro, grigliati, con porosità tra 0,8 e 1,2 μm

- Il portafiltra è a faccia aperta provvisto di cappuccio cilindrico, estendentesi tra 33mm e 44mm davanti al filtro e che permetta l'esposizione di un'area circolare di almeno 20 mm di diametro. Durante il campionamento il cappuccio è rivolto verso il basso.
- La pompa di campionamento è portatile a batteria, portata sulla cintura o in tasca del lavoratore. Il flusso deve essere esente da pulsazioni e la portata regolata inizialmente a $1-2 \text{ l/m} \pm 5\%$
- Il tempo di prelievo viene controllato facendo ricorso al temporizzatore della pompa (display con il tempo di prelievo), oppure utilizzando un comune cronografo da polso. Al termine del campionamento è comunque necessario effettuare una prova per verificare che il flusso di prelievo impostato sulla pompa dopo la taratura si sia mantenuto costante durante tutto il tempo di campionamento.
- Si effettua quindi una ulteriore lettura di flusso di prelievo con il flussimetro, seguendo le stesse modalità di quanto fatto prima dell'inizio del campionamento. Se il valore di flusso effettivo rientra in un intervallo di $\pm 10\%$ rispetto al valore impostato, il campionamento viene considerato valido. Altrimenti il campionamento viene invalidato e deve essere ripetuto.

4.2.3 Caratteristiche del campione da analizzare in *Microscopia ottica in contrasto di fase (MOCF)*

- Filtri di prelievo: esteri misti di cellulosa da 25 mm di diametro, grigliati, con porosità tra 0,8 e 1,2 μm
- Portafiltri: metallici con estensione metallica oppure in materiale plastico conduttore
- Supporto cellulosico: pad su cui poggiare il filtro di campionamento
- Flusso di prelievo: può variare fra 1 l/m e 12 l/m, deve essere costante durante tutto il tempo di campionamento, controllato all'inizio e alla fine di ogni prelievo e mantenuto entro $\pm 10\%$
- Volume da prelevare: deve essere di almeno 480 litri o maggiore. Nel caso in cui il filtro di campionamento sia troppo carico di particolato si possono prelevare, in parallelo o in sequenza, due campioni da almeno 240 litri ciascuno
- Filtri bianchi: uno ogni 25 filtri usati (batch) oppure almeno il 10% del totale dei filtri usati per l'insieme dei campionamenti

4.2.4 Caratteristiche del campione da analizzare in *Microscopia elettronica a scansione (SEM)*

- Filtri di prelievo: membrana in policarbonato (NPF) da 0,8 μm , 25mm di diametro (esporre la faccia più lucida)
- Supporto cellulosico: pad su cui poggiare il filtro di campionamento
- Portafiltri: metallici con estensione metallica in materiale conduttivo o costruiti interamente in materiali conduttivi
- Flusso di prelievo: deve essere tale da assicurare una velocità lineare sulla faccia esposta della membrana pari a 0,35 m/sec $\pm 10\%$. Tale velocità lineare minima è necessaria per campionamenti che avvengono in presenza di elevata velocità dell'aria circostante il punto di prelievo (es. aria aperta o forti correnti d'aria)

Non è indispensabile in luoghi chiusi dove la velocità dell'aria è molto ridotta. In tal caso i parametri condizionanti sono il tempo di prelievo e l'intasamento del filtro, restando fisso il volume totale di ca. 3000 litri.

Con filtri aventi diametro di 25mm (diametro effettivo di prelievo tra 20-22mm) il flusso di prelievo deve essere costante e compreso tra 6 e 9 l/m $\pm 10\%$.

Il flusso di prelievo può essere superiore per ridurre i tempi di campionamento, compatibilmente con l'effetto di intasamento della membrana.

- Volume di aria da prelevare: il metodo prevede un volume minimo di campionamento pari a 3000 litri su di un'area effettiva di circa 315 mm² (diametro effettivo di ca. 20 mm)

Se la portata di prelievo è di ca. 8 l/m, il tempo necessario sarà circa 6 ore.

Se non è possibile prelevare 3000 litri su di una stessa membrana, a causa dell'eccessiva perdita di carico o dell'eccessivo deposito di particelle, si possono prelevare due campioni da ca. 1500 litri ciascuno e quindi considerare i risultati analitici di questi sommandoli.

- Filtri bianchi: almeno 2 membrane per ogni scatola di filtri, o il 10% dei campioni prelevati. Per filtro bianco si intende una membrana che abbia seguito tutte le varie fasi del campionamento (montata nel portafiltro, portata sul luogo di prelievo, aperta per il tempo necessario al prelievo, ma senza far passare aria attraverso di essa) e quindi riportata, chiusa nel portafiltri, in laboratorio.

5. APPARECCHIATURE E MATERIALI UTILIZZATI

5.1 Elenco

- **Campionatore personale (pompa per il campionamento personale)**

Deve garantire un flusso di 2÷5 litri/min con variazioni di flusso stabilito contenute entro il 10% e durata di funzionamento di almeno 6÷8 ore.

La pompa deve presentare almeno le caratteristiche seguenti:

- *un sistema di fissaggio (incorporato o disponibile come accessorio) per potere assicurare la pompa ad un operatore;*
- *un indicatore di anomalie di funzionamento che, nel corso del campionamento, segnali che il flusso è stato interrotto o ridotto durante il campionamento, oppure un sistema automatico di interruzione che ferma la pompa;*
- *un fusibile, o un dispositivo di limitazione della corrente elettrica che, nel caso di un corto circuito, limita o interrompe la corrente nel circuito elettrico della pompa;*
- *il sistema per la regolazione della portata deve essere fatto in modo che esso possa essere azionato solo con l'aiuto di un dispositivo (per esempio con un cacciavite), oppure richieda speciali conoscenze per potere funzionare (per esempio attraverso software), in modo che sia impedita un'involontaria variazione della portata durante l'impiego;*
- *le pompe di tipo personali devono avere un sistema di controllo automatico che mantenga la portata costante, in caso di variazione della perdita di carico;*
- *devono impiegare filtri atti ad impedire che nel meccanismo della pompa penetrino particelle in sospensione nell'aria;*
- *la massa della pompa, includendo batterie e sistemi di fissaggio integrati, non deve essere superiore a 1,2 Kg;*
- *l'autonomia di funzionamento deve essere almeno di 6 h e si raccomanda che sia preferibilmente di 8 h. Ciò vale per tutto l'intervallo di portata nominale, rispetto ad una perdita di carico specificata, a temperature di:*
 - da 20 °C a 25 °C;*
 - (5 ± 2) °C.*
- *durante il periodo di funzionamento il valore della portata non deve discostarsi di più del 10% dal valore iniziale;*
- *il costruttore deve specificare nelle istruzioni per l'uso l'autonomia di funzionamento per le seguenti portate, per temperature di (5 ± 2) °C e per l'intervallo da 20 °C a 25 °C:*
 - 1-2 l/min;*
 - valore massimo dell'intervallo di portate nominali.*

- **Flussometro a sfera**
- **Tubi di connessione portafiltro pompa**

In gomma al silicone trasparente o in altro materiale analogo, di spessore tale da evitare appiattimenti.

- **Testa di campionamento**

Il portafiltro deve essere a faccia aperta provvisto di cappuccio metallico cilindrico, oppure in materiale plastico conduttore, estendentesi tra 33mm e 44mm davanti al filtro e che permetta l'esposizione di un'area circolare di almeno 20 mm di diametro.

- **Filtri da 25 o 47 mm**

Privi di contaminanti devono essere in esteri misti di cellulosa, grigliati, con porosità tra 0,8 e 1,2 μm per l'analisi in MOCF e in policarbonato (NPF) con porosità di 0,8 μm per l'analisi in SEM.

- **Pinze**

Non zigrinate al fine di evitare abrasioni al filtro.

- **Contenitori per membrane**

5.2 Manutenzione ordinaria e conservazione delle apparecchiature

Tutte le attrezzature devono essere conservate con cura, sottoposte a manutenzione e pulite prima dell'uso.

Per una corretta manutenzione e conservazione, data la varietà degli strumenti e delle marche in commercio, è necessario attenersi strettamente alle istruzioni fornite dal costruttore di ogni singolo apparecchio.

5.3 Manutenzione straordinaria pompe aspiranti

Frequenza: in caso di malfunzionamento

Personale coinvolto: esterno

Qualora si verificano malfunzionamenti (sia di natura elettrica che di natura meccanica) sulle pompe aspiranti, è necessario che queste stesse vengano riparate da tecnici delle ditte fornitrici delle pompe stesse.

PROTOCOLLO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE E DELL'ESPOSIZIONE DEI LAVORATORI A POLVERE DI LEGNO

PREMESSA

La relazione che segue fornisce indicazioni in merito alla procedure di monitoraggio dell'esposizione a polveri di legno finalizzate al confronto con i valori limite proposti dall'allegato XLIII del D.Lvo 81/08; procedure utilizzabili nell'ambito del processo di valutazione del rischio. Il tutto ricordando come la misura dell'esposizione all'agente di rischio, laddove obbligatoria o comunque effettuata, non esaurisca il ben più ampio percorso di valutazione dei rischi per la salute e la sicurezza per gli agenti chimici pericolosi, di cui agli artt. 223-224 del D.Lvo 81/08, né quello di cui all'art.236 del D.Lvo 81/08 riguardante gli agenti cancerogeni, rappresentandone in entrambi i casi solo uno degli elementi costitutivi.

In linea anche con le indicazioni ACGIH, i valori limite per la protezione dei lavoratori, sono da ritenere tutelanti solo per ciò che concerne gli effetti non cancerogeni della polvere di legno duro; per gli effetti cancerogeni, infatti, l'obiettivo preventivo e l'obbligo di legge restano quelli di perseguire il più basso livello di esposizione tecnicamente possibile.

Tanto premesso è noto come le polveri di legno costituiscano un rischio per la salute umana in quanto in grado di provocare, se inalate, patologie di tipo inalatorio, allergico e in alcuni casi anche cancerogeno, a carico dell'apparato respiratorio comprese le prime vie. Per tale motivo le polveri di legno rilevanti ai fini della salute umana sono rappresentate dalla frazione inalabile (F.I.), che viene definita nella norma UNI-EN 481(Atmosfera negli Ambienti di Lavoro " DEFINIZIONI DELLE FRAZIONI GRANULOMETRICHE PER LA MISURAZIONE DELLE PARTICELLE AERODISPERSE") come "la frazione in massa delle particelle aerodisperse totali che viene inalata attraverso il naso e la bocca".

Nella norma viene prescritto che il campionamento della F.I. deve essere conforme alla seguente convenzione :

la percentuale di E_i di particelle aerodisperse di diametro aerodinamico D (in micrometri) che devono essere raccolte è data da:

$$E_i = 50[1 + \exp(-0,06D)]$$

La convenzione si applica a particelle di diametro aerodinamico D fino a 100 micrometri.

L'ex D.L.vo n.66 del 2000 ha introdotto tra le lavorazioni con esposizione a rischio cancerogeno

" le lavorazioni con esposizione alla polvere inalabile di legno duro", indicando un valore limite pari a 5 mg/mc per un periodo di riferimento di 8 ore, trasposto nell'all. XLIII D.L.vo 81/2008. possibile.

Tanto premesso, nell'allegato XLI del D.Lgs. 81/2008 sono riportate le norme UNI-EN di riferimento per la misura degli agenti chimici; quelle che interessano il campionamento e la valutazione dell'esposizione professionale per le polveri di legno sono la 481/94, la 482/98, la 689/97, la 1232/99.

Per quanto sopra l'indagine ambientale volta a valutare l'esposizione personale dei lavoratori a polveri di legno, si ritiene debba essere articolata nelle seguenti fasi :

1. SOPRALLUOGO PRELIMINARE, in cui si prende visione :

- a) del ciclo produttivo,
- b) delle materie prime utilizzate,

- c) delle attrezzature utilizzate,
- d) della configurazione del posto di lavoro,
- e) dei sistemi di aspirazione,
- f) del numero degli operatori,
- g) dell'organizzazione del lavoro (mansioni e tempo di esposizione per ogni addetto),
- h) delle precauzioni di sicurezza e procedure relative.

2. ANALISI DELLE INFORMAZIONI RACCOLTE

Le informazioni devono essere raccolte in una apposita scheda e successivamente analizzate per formulare ipotesi sugli agenti di rischio, sulle modalità di generazione e di propagazione nell'ambiente.

3. FORMULAZIONI DI IPOTESI SUGLI AGENTI DI RISCHIO, SULLE FONTI DI GENERAZIONE E SULLE MODALITA' DI PROPAGAZIONE DEI RISCHI STESSI NELL'AMBIENTE.

A tale riguardo le informazioni da analizzare sono :

- gli agenti di rischio (tipologia dei legni);
- le fonti e i meccanismi di generazione della polvere di legno, cioè le modalità operative;
- la propagazione dell'inquinante nell'ambiente tenendo conto della geometria dell'ambiente, delle sue caratteristiche strutturali che favoriscono l'allontanamento o il ristagno dell'inquinante, inoltre deve essere tenuta in considerazione l'influenza che gli impianti tecnici ausiliari (aspirazioni, ventilazioni, condizionamento, ecc.) possono avere sulla distribuzione degli inquinanti determinando zone di accumulo.

4. VALIDAZIONE DELLE IPOTESI

Consiste nella conferma delle ipotesi formulate e nello stabilire la priorità degli interventi, tenendo conto dell'agente di rischio, dell'area a rischio e dell'organizzazione del lavoro.

5. FORMULAZIONE DEL PROTOCOLLO D'INDAGINE E DI ANALISI

5.1 MATERIALI:

- Pompe per il campionamento personale conformi alla norma UNI-EN 1232;
- Portafiltri da 25 mm di diametro munito di cono di riduzione alla cui sezione di entrata viene realizzata una velocità di 1,25 m/s \pm 10%, oppure il preselettore IOM, che obbedisce alle condizioni d'uso della convenzione inalabile ed è considerato più attendibile per la raccolta della frazione inalabile;
- Flussimetro;
- Filtri preferibilmente con caratteristiche idrofobe: membrane in PVC (polivinil cloruro), o in fibra di vetro.
- essiccatore;
- bilancia analitica con sensibilità 0,01 mg.

5.2 STRATEGIA DI CAMPIONAMENTO:

devono essere rispettate le indicazioni della norma UNI-EN 689:97 "GUIDA ALLA VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE PER INALAZIONE A COMPOSTI CHIMICI AI FINI DEL CONFRONTO CON I VALORI LIMITE E STRATEGIA DI MISURAZIONE", quindi è necessario procedere attraverso le seguenti fasi:

selezione degli addetti per le misurazioni di esposizione:

La scelta dell'addetto deve essere casuale tra un insieme di persone esposte, tuttavia l'approccio migliore è quello di individuare gruppi omogenei di lavoratori (operatori che svolgono la stessa mansione ed hanno verosimilmente la stessa esposizione). E' necessario che i gruppi selezionati siano adeguatamente omogenei, rispetto all'esposizione; di regola se una singola esposizione risulta minore della metà oppure maggiore del doppio della media aritmetica, vanno riesaminati i criteri di selezione del gruppo omogeneo; un altro approccio di tipo statistico, per verificare l'omogeneità del gruppo, è quello di calcolare la deviazione geometrica standard delle misure di esposizione, che deve risultare inferiore a tre.

Il campionamento deve essere eseguito per almeno un operatore su 10 per ogni gruppo omogeneo, tuttavia il numero di addetti da valutare all'interno del gruppo dipende anche da quanto devono essere precise le stime dei parametri, quali la media e la variabilità, da quanto le esposizioni sono inferiori al valore limite, dalla significatività dei livelli di esposizione e dalle caratteristiche delle proprietà delle sostanze.

misurazioni in un punto fisso:

Si possono effettuare misurazioni in punti fissi, se sono rappresentativi dell'esposizione dell'addetto, comunque i campioni devono essere prelevati all'altezza delle vie respiratorie e nelle immediate vicinanze degli addetti.

selezione delle condizioni di misurazione:

I risultati delle misurazioni devono rappresentare l'esposizione dell'addetto nelle condizioni di lavoro, quindi la stima migliore dell'esposizione dell'individuo si ottiene prelevando campioni nella zona delle vie respiratorie per tutto il periodo di lavoro.

E' importante considerare episodi diversi durante i quali le condizioni di esposizione possono variare (turni notturni e diurni, variazioni stagionali).

Se nell'arco del turno di lavoro si rilevano periodi in cui l'esposizione è più elevata, a causa di determinate attività, è necessario selezionare periodi di prelievo che comprendono tali episodi, definiti come condizioni peggiori.

schema di misurazione:

Lo schema di campionamento può essere influenzato da numerosi fattori pratici, come frequenza e durata di compiti specifici, applicazione ottimale di igiene professionale e utilizzo di risorse analitiche.

Lo schema deve essere impostato in modo che i dati rappresentino i compiti identificati per periodi noti.

Se le condizioni di lavoro sono omogenee durante il turno di lavoro, il campionamento può avere una durata che non copre l'intero turno, si possono applicare principi statistici per ridurre il numero minimo di campioni per turno (vedi appendice A norma UNI-En 689/97).

Quando le condizioni di lavoro non sono omogenee si devono campionare tutti i periodi in cui si verifica una diversa esposizione e si deve poi calcolare la media ponderata dei singoli valori analitici, per un periodo di riferimento di 8 ore, la formula matematica è la seguente:

$$\frac{\sum C_i t_i}{\sum t_i} = \frac{C_1 t_1 + C_2 t_2 + \dots + C_n t_n}{8}$$

dove:

c_i è la concentrazione di esposizione professionale;
 t_i è il corrispondente tempo di esposizione in ore

n
 $\sum t_i$ è la durata del turno espressa in ore
 i

I periodi di campionamento possono essere separati in modo da tenere conto dei tempi di riposo e degli intervalli per i pasti, ecc.

La durata di un singolo campionamento dipende dalla polverosità nell'ambiente, che pertanto va valutata preliminarmente. Quando non c'è un impianto di aspirazione o questo è inadeguato, per cui la polverosità nell'ambiente appare rilevante, il campionamento può durare anche un'ora, quando invece le macchine hanno un sistema di aspirazione adeguato, il campionamento può essere più lungo.

Di regola è opportuno eseguire all'interno del gruppo omogeneo almeno 3 misure di esposizione. Tali misure possono essere effettuate in 3 giornate distinte o comunque su operatori diversi nella stessa giornata, sempre nell'ambito dello stesso gruppo omogeneo.

Nel caso in cui la deviazione geometrica standard dei valori di concentrazione ottenuti con le misure sia superiore a tre è necessario effettuare ulteriori campionamenti, al fine di ridurre la variabilità..

procedura di campionamento:

si rimanda alle procedure aziendali

5.3 ANALISI:

L'analisi viene effettuata per via gravimetrica.

I filtri devono essere condizionati prima e dopo il campionamento adottando la stessa procedura. Il condizionamento si effettua seguendo la metodica UNICHIM 271:77, oppure è sufficiente porre i filtri in essiccatore per circa 12 ore, o all'interno di cabina (o stanza) con umidità e temperatura controllata per tempi adeguati (indicativamente 24 ore).

Per la pesata dei filtri si utilizza una bilancia analitica con sensibilità almeno di 0,01 mg.

E' necessario eliminare le cariche elettrostatiche dalla membrana o dal sistema di raccolta con una pistola spara-carica, o dispositivi di messa a terra o sistemi equivalenti.

Per il trasferimento dei filtri devono essere utilizzate pinzette con punta piatta, non zigrinata, al fine di evitare abrasioni al filtro.

Nel caso di utilizzo del preselettore IOM si deve pesare sia prima che dopo il campionamento tutto il sistema supporto più filtro, previo condizionamento, e occorre pesarlo più volte fino alla stabilizzazione del peso.

Ogni 10 filtri pesati deve essere compreso un filtro di controllo: il bianco, si tratta di un filtro estratto dallo stesso lotto di quelli usati per il prelievo e che subisce le stesse manipolazioni escluso il campionamento. Esso consente di verificare la conformità del sistema di condizionamento-pesata; nel caso di differenze significative (> 100 microgrammi) vanno ricontrollate le apparecchiature e le operazioni eseguite.

Al fine di ridurre al minimo gli errori di analisi (variazioni di peso della membrana) il quantitativo di polvere sul filtro non deve essere inferiore al limite di rilevabilità, né deve essere eccessivo in quanto si disperderebbe durante le manipolazioni.

Il limite di rilevabilità del metodo gravimetrico è determinato moltiplicando per tre il valore più elevato ottenuto per la deviazione standard delle misure ripetute di pesata dei filtri (MILLER J.C., MILLER J.N. Statistics for Analytical Chemistry, Ellis Horwood Limited).

Viene in tal modo ottenuto il valore al di sotto del quale, ad un livello di confidenza del 99,7%, non è possibile affermare che la massa del filtro impolverato è statisticamente differente rispetto a quella del bianco.

Il calcolo della concentrazione viene effettuato tramite la formula:

$$C = P/V$$

Dove :

P = peso della polvere sul filtro(mg)

V = volume di aria campionata (mc)

La concentrazione è indicata in mg/mc per le effettive condizioni ambientali nel posto di lavoro.

6. ELABORAZIONE DEI DATI

Procedura formale 1) norma UNI EN 689:1997, appendice C) relativa ad esposizione professionale ponderata nelle 8 ore (O.E.C.) che non cambia tra un turno e l'altro con la possibile presenza sistematica di picchi di esposizione prevede che il confronto vada fatto con il V.L. 8H, in particolare, definito l'indice della sostanza: $I = OEC / V.L.$ si potranno avere le seguenti condizioni:

A.1) se l'indice I del primo turno campionato è inferiore a 0.10, il rischio di superamento del V.L. è da ritenere remoto e si possono anche evitare misurazioni periodiche o ulteriori misurazioni. La condizione espositiva è da ritenere accettabile.

A.2) se ciascun indice I di almeno tre turni è inferiore a 0.25, il rischio di superamento del V.L. è da ritenere remoto solo laddove si possa dimostrare che tale valore rappresenta le condizioni di lavoro per lunghi periodi. In tal caso la condizione espositiva è da ritenere accettabile e si possono evitare misurazioni periodiche.

A.3) se gli indici I di almeno tre turni sono inferiori ad 1 e la media geometrica è inferiore a 0.5, in assenza di superamenti del V.L., il rischio di superamento del V.L. è da ritenere possibile ed in tal caso occorre prevedere misurazioni periodiche di conferma. Laddove detti accertamenti confermino l'andamento descritto, la condizione espositiva è da ritenere accettabile;

A.4) se un indice I è maggiore di 1 il rischio di superamento del V.L. è da ritenere probabile e quindi la condizione espositiva inaccettabile..

A.5) i casi diversi dai precedenti portano ad una situazione di indecisione, dove occorre procedere attraverso ulteriori accertamenti.

In presenza della variabilità dei dati di cui al punto A2, non riportando la norma UNI dettagli in merito alle situazioni in cui necessitano le misurazioni periodiche, per valutare la probabilità di superamento del V.L., in particolare nel medio e lungo periodo, si potrà ricorrere il test O.T.L. (One Side Tolerance Limit Test) classico.

Procedura formale 2): norma UNI EN 689:1997, appendice D) in caso di condizioni lavorative espositive costanti o ripetitive, prevede che si identifichino i gruppi omogenei e che si proceda almeno a 6 misurazioni e che quindi si determini la possibilità di superamento del V.L. secondo uno schema che conduce a tre condizioni:

B.1) Situazione verde: probabilità di superamento < 0,1 %; la probabilità di superamento del V.L. è remota; non occorre attivare un programma di misurazioni periodiche. La condizione espositiva è da ritenere accettabile.

B.2) Situazione arancione: $0,1\% < \text{probabilità di superamento} < 5\%$; la probabilità di superamento del V.L. non è significativa, tuttavia occorre attivare un programma di misurazioni periodiche e laddove dette misurazioni confermino lo stesso andamento la condizione espositiva è da ritenere accettabile. .

B.3) Situazione rossa: $\text{probabilità di superamento} > 5\%$; la probabilità di superamento del V.L. è significativa, la condizione espositiva è da ritenere inaccettabile ed occorre quindi procedere con misure di prevenzione ed ulteriori accertamenti tecnici.

Procedura formale 3): in caso di condizioni espositive, anche variabili, ad agenti chimici con effetti tossici per esposizioni prolungate , quale indicatore per valutarne le probabilità si superamento del V.L., si utilizzerà il limite fiduciale superiore al 95% (l.f.s 95) della media. Si utilizzerà, invece, il test O.T.L. per valutare la stabilità delle condizioni espositive in vista della eventuale programmazione delle misurazioni periodiche.

In un tale contesto ed effettuando almeno 3 misurazioni (se ne consigliano più di 6) si avranno le seguenti situazioni:

C.1) il test O.T.L. dà un risultato di accettabilità, il l.f.s 95 è inferiore al 25% del V.L.: la probabilità di superamento del V.L. è remota e non necessitano misurazioni periodiche;

C.2) il test O.T.L. dà un risultato di indecisione, il l.f.s. 95 è inferiore al V.L.: la probabilità di superamento del V.L. non è significativa, ma comunque attivare un programma di misure periodiche;

C.3) il test O.T.L. dà un risultato di inaccettabilità e addirittura la media aritmetica è maggiore del V.L., la probabilità di superamento del V.L. è altamente significativa;

C.4) nessuna delle situazioni precedenti è vera: occorre effettuare fino a 15 campionamenti e se ci si colloca in una delle situazioni precedenti, la si applica;

C.5) effettuate 15 misurazioni, nessuna delle precedenti situazioni è verificata: poiché sono possibili diverse combinazioni, occorre valutare caso per caso tenendo presenti i criteri sopra indicati, prevedendo comunque le ipotesi di cui ai punti C.1, C.2, C.3, C.4.

7. RELAZIONE CONCLUSIVA

Al termine di ogni indagine ambientale deve essere redatta una relazione che contenga quanto segue:

- il nome e la qualifica dell'operatore che ha effettuato l'indagine;
- il nome e l'indirizzo dell'azienda;
- il nome della sostanza presa in esame, nella fattispecie " polvere di legno" e il tipo di legni utilizzati nella produzione;
- la descrizione dei fattori relativi al posto di lavoro comprese le condizioni di lavoro durante le misurazioni;
- lo scopo della procedura di misurazione;
- la procedura di misurazione;
- i tempi previsti (data, inizio e fine del campionamento);
- i livelli di esposizione professionale;
- tutti gli eventi o fattori che possono influenzare sensibilmente i risultati;
- il risultato del confronto con il valore limite;

l'elaborazione statistica dei risultati analitici

Ove seguita anche da tecnici e/o consulenti aziendali la stessa farà parte integrante del documento di valutazione del rischi di cui all'art. 28 comma 1 del D.Lgs 81/2008, oppure sarà allegata alla autocertificazione quando si verificano le condizioni previste dall'art.29 comma 5 del D.Lgs 81/2008 (aziende con dipendenti uguali o inferiori a 10) .

Laddove l'esposizione a polveri di legno duro configuri un livello di rischio valutato come meritevole delle misure di controllo sanitario di cui all'art 242 c.1, il datore di lavoro dovrà anche redigere il "registro degli esposti " ai sensi dell'art.243 del D.L.vo 81/2008.

PROTOCOLLO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE E DELL'ESPOSIZIONE DEI LAVORATORI A FUMI DI SALDATURA

PREMESSA

La relazione che segue fornisce indicazioni in merito alla procedure di monitoraggio dell'esposizione a fumi di saldatura finalizzate al confronto con i valori limite per la protezione dei lavoratori, procedure utilizzabili nell'ambito del processo di valutazione del rischio da agenti chimici. Il tutto ricordando come la misura dell'esposizione all'agente di rischio, laddove obbligatoria o comunque effettuata, non esaurisca il ben più ampio percorso di valutazione dei rischi per la salute e la sicurezza derivanti dagli agenti chimici pericolosi, di cui agli artt. 223-224 del D.Lvo 81/08, né quello di cui all'art.236 del D.Lvo 81/08 per gli agenti cancerogeni, rappresentandone, in entrambi i casi, solo uno degli elementi costitutivi.

In quest'ultimo caso, inoltre valori limite per la protezione dei lavoratori sono da ritenere tutelanti solo per ciò che concerne gli effetti non cancerogeni, per gli effetti cancerogeni, infatti, l'obiettivo preventivo e l'obbligo di legge restano quelli di perseguire il più basso livello di esposizione tecnicamente possibile.

Tanto premesso è noto come sotto il nome di fumi di saldatura si identifichi una complessa miscela di particelle, di vapori e di gas, che si liberano durante il processo di saldatura a causa delle elevate temperature, e costituiscono un pericolo non solo per la salute dei saldatori, ma anche per coloro che si trovino nelle immediate vicinanze.

Tale processo serve a realizzare il collegamento dei pezzi metallici per azione del calore e/o della pressione, con o senza aggiunta di un altro metallo (metallo d'apporto).

Le tecniche di saldatura più frequentemente utilizzate sono:

- a) saldatura a gas , che utilizza come sorgente di calore una fiamma alimentata da un gas generalmente costituito da ossigeno e acetilene miscelati in parti uguali;
- b) saldatura ad arco, che a sua volta può essere:
 - con elettrodo fusibile rivestito, in cui la fusione si ottiene facendo scoccare un arco elettrico tra il metallo di base e l'elettrodo rivestito;
 - in atmosfera protettiva, che può essere ulteriormente suddivisa in:
 - TIG (Tungsten Inert Gas) TAG (Tugsten Argon Gas) , in cui la fusione viene ottenuta facendo scoccare un arco elettrico tra il metallo da saldare e un elettrodo di tungsteno, infusibile, in un'atmosfera di gas inerte (elio o argon);
 - MIG (Metal Active Gas), in cui la fusione viene ottenuta facendo scoccare un arco elettrico tra il metallo da saldare e un elettrodo fusibile in un'atmosfera di gas inerte;
 - MAG (Metal Active Gas), in cui all'elio o all'argon viene addizionata una piccola quota di anidride carbonica, la quale reagisce con il metallo di base;
 - Al plasma, dove a differenza della TIG, la miscela di gas inerte viene resa conduttiva per ionizzazione e forzata attraverso un ugello per aumentarne la temperatura.
 - ad arco sommerso, che si ottiene facendo scoccare un arco tra il manufatto e un elettrodo a barra, entrambi ricoperti da uno strato di sostanza granulare conduttrice (flusso di polvere) che protegge l'arco dall'aria.
- c) saldobrasatura e brasatura (dolce e forte) , con questa tecnica si possono saldare tra loro metalli diversi; nella brasatura dolce si impiegano leghe a base di piombo e stagno che fondono a temperatura inferiore ai 450 °C; nella brasatura forte si impiegano leghe a base di rame e zinco che fondono a temperature maggiori; per abbassare la temperatura di fusione si utilizzano leghe a base di argento e cadmio.

Gli agenti gassosi che si sviluppano durante le operazioni di saldatura possono essere, secondo la tecnica utilizzata : ozono, monossido di azoto, biossido di azoto, monossido di carbonio; mentre gli agenti aerodispersi (particolato e vapori) possono essere, in relazione alla composizione chimica del materiale da saldare e di quello di apporto : fumi metallici e loro composti, quali: zinco, piombo, alluminio, manganese, fluoruri, cromo totale, cromo VI, nichel, rame, cadmio, prodotti di combustione di sostanze ricoprenti.

I gas che si sviluppano durante la saldatura provengono dalla combustione dell'acetilene, dai rivestimenti degli elettrodi e dalle modificazioni che si verificano a carico dell'ossigeno e dell'azoto durante il processo.

Gli ossidi di azoto si formano per ossidazione dell'azoto atmosferico, di cui il principale è il perossido di azoto(NO_2);

l'ozono si forma per azione dei raggi ultravioletti sull'ossigeno atmosferico;

il monossido di carbonio (CO_2) si forma maggiormente nella saldatura MAG al CO_2 .

IL particolato si forma per fusione dei metalli.

Tutti i componenti la miscela dei fumi provocano patologie sull'apparato respiratorio di tipo inalatorio, inoltre, il piombo può causare saturnismo, il manganese può causare sindromi analoghe al morbo di Parkinson, i composti del ferro possono causare danni al sistema scheletrico; il cromo può causare lesioni delle mucose di carattere cancerogeno, il rame (MIG/MAG) determina sintomi di febbre da fumi metallici .

I fumi prodotti durante la saldatura di acciai inossidabili contengono anche metalli classificati cancerogeni, quali il cromo VI e il nichel:

❖ il triossido di cromo (cromo VI) - solubile è classificato:

- dalla direttiva 67/548/CEE e successive modifiche: cancerogeno di categoria 1,
- dal Regolamento CLP n.1272/2008 all. VI : cancerogeno di categoria 1A;

❖ gli altri composti del cromo VI (solubili e insolubili) sono classificati:

- dalla direttiva 67/548/CEE e successive modifiche cancerogeni per inalazione di categoria 2;
- dal Regolamento CLP n.1272/2008 all. VI : cancerogeni per inalazione di categoria 1B

ai fini della determinazione analitica il cromo VI è presente nei fumi di saldatura sia nella forma insolubile che nella forma solubile;

❖ il nichel metallo è classificato:

- dalla direttiva 67/548/CEE come cancerogeno di categoria 3,
- dal Regolamento CLP n.1272/2008 all. VI : cancerogeno di categoria 2

❖ gli ossidi di nichel sono classificati cancerogeni per via inalatoria:

- dalla direttiva 67/548/CEE e successive modifiche: categoria 1
- dal Regolamento CLP n.1272/2008 : categoria 1A

Nell'allegato XLI del D.Lgs. 81/2008 sono riportate un elenco non esaustivo delle norme UNI-EN di riferimento per la misura degli agenti chimici; quelle che interessano il campionamento e la valutazione dell'esposizione professionale ai fumi di saldatura sono: la 481/94 , la 482/98, la 689/97, la1231, la 1232/99, a queste sono da aggiungere le norme UNI EN 9751/1991, UNI EN ISO 10882-1, novembre 2002 e UNI EN ISO 10882-2, novembre 2002, che forniscono direttive specifiche per il campionamento e le analisi dei fumi di saldatura.

Per quanto sopra l'indagine ambientale volta a valutare l'esposizione personale dei lavoratori a fumi di saldatura, si ritiene debba essere articolata nelle seguenti fasi :

1. SOPRALLUOGO PRELIMINARE, in cui si prende visione :

a) del ciclo produttivo, e delle varie tecniche di saldatura,

- b) delle materie prime utilizzate e delle schede di sicurezza,
- c) delle attrezzature utilizzate,
- d) della configurazione del posto di lavoro,
- e) dei sistemi di aspirazione,
- f) del numero degli operatori,
- g) dell'organizzazione del lavoro (mansioni e tempo di esposizione per ogni addetto),
- h) delle precauzioni di sicurezza e procedure relative.

2. ANALISI DELLE INFORMAZIONI RACCOLTE

Le informazioni devono essere raccolte in una apposita scheda e successivamente analizzate per formulare ipotesi sugli agenti di rischio, sulle modalità di generazione e di propagazione nell'ambiente.

3. FORMULAZIONI DI IPOTESI SUGLI AGENTI DI RISCHIO, SULLE FONTI DI GENERAZIONE E SULLE MODALITA' DI PROPAGAZIONE DEI RISCHI STESSI NELL'AMBIENTE.

A tale riguardo le informazioni da analizzare sono :

- gli agenti di rischio (gas e vapori metallici che si possono sviluppare durante le operazioni di saldatura);
- le fonti e i meccanismi di generazione dei suddetti fumi, cioè le modalità operative;
- la propagazione dell'inquinante nell'ambiente tenendo conto della geometria dell'ambiente, delle sue caratteristiche strutturali che favoriscono l'allontanamento o il ristagno dell'inquinante, inoltre deve essere tenuta in considerazione l'influenza che gli impianti tecnici ausiliari (aspirazioni, ventilazioni, condizionamento, ecc.) possono avere sulla distribuzione degli inquinanti determinando zone di accumulo.

4. VALIDAZIONE DELLE IPOTESI

Consiste nella conferma delle ipotesi formulate e nello stabilire la priorità degli interventi, tenendo conto dell'agente di rischio, dell'area a rischio e dell'organizzazione del lavoro.

5. FORMULAZIONE DEL PROTOCOLLO D'INDAGINE E DI ANALISI

I vari componenti della miscela, per la metodologia di campionamento, si possono raggruppare in due gruppi di agenti chimici:

- 1- il particolato costituito da metalli e loro composti, rappresenta la frazione di polveri inalabili (FI), definita dalla norma UNI-EN 481(Atmosfera negli Ambienti di Lavoro " DEFINIZIONI DELLE FRAZIONI GRANULOMETRICHE PER LA MISURAZIONE DELLE PARTICELLE AERODISPERSE"), come "la frazione in massa delle particelle aerodisperse totali che viene inalata attraverso il naso e la bocca".

Nella norma viene prescritto che il campionamento della F.I. deve essere conforme alla seguente convenzione :

la percentuale di E_i di particelle aerodisperse di diametro aerodinamico D (in micrometri) che devono essere raccolte è data da:

$$E_i = 50[1 + \exp(-0,06D)]$$

La convenzione si applica a particelle di diametro aerodinamico D fino a 100 micrometri.

2- i gas contaminanti, quali l'ozono, l'ossido di carbonio, l'anidride carbonica, l'ossido di azoto, il biossido di azoto.

5.1 Particolato

5.1.1 MATERIALI:

- Pompe per il campionamento personale conformi alla norma UNI-EN 1232;
- Portafiltri da 25 mm di diametro munito di cono di riduzione alla cui sezione di entrata viene realizzata una velocità di $1,25 \text{ m/s} \pm 10\%$, o campionatori IOM;
- Flussimetro;
- Filtri normalmente in esteri misti di cellulosa con porosità 0,8 micron per il campionamento dei fumi totali e dei metalli, e in PVC (polivinil cloruro) con porosità 5 micron per il campionamento del cromo esavalente ;
- essiccatore;
- bilancia analitica con sensibilità 0,01 mg.

5.1.2 STRATEGIA DI CAMPIONAMENTO:

devono essere rispettate le indicazioni della norma UNI-EN 689:97 "GUIDA ALLA VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE PER INALAZIONE A COMPOSTI CHIMICI AI FINI DEL CONFRONTO CON I VALORI LIMITE E STRATEGIA DI MISURAZIONE", quindi è necessario procedere attraverso le seguenti fasi:

selezione degli addetti per le misurazioni di esposizione:

La scelta dell'addetto deve essere casuale tra un insieme di persone esposte, tuttavia l'approccio migliore è quello di individuare gruppi omogenei di lavoratori (operatori che svolgono la stessa mansione ed hanno la stessa esposizione). E' necessario che i gruppi selezionati siano adeguatamente omogenei, rispetto all'esposizione; di regola se una singola esposizione risulta minore della metà oppure maggiore del doppio della media aritmetica, vanno riesaminati i criteri di selezione del gruppo omogeneo; un altro approccio di tipo statistico, per verificare l'omogeneità del gruppo, è quello di calcolare la deviazione geometrica standard delle misure di esposizione, che dovrebbe essere inferiore

a 3.

Il campionamento deve essere eseguito per almeno un operatore su 10 per ogni gruppo omogeneo, tuttavia il numero di addetti da valutare all'interno del gruppo dipende anche da quanto devono essere precise le stime dei parametri, quali la media e la variabilità, da quanto le esposizioni sono inferiori al valore limite, dalla significatività dei livelli di esposizione e dalle caratteristiche delle proprietà delle sostanze.

misurazioni in un punto fisso:

Si possono effettuare misurazioni in punti fissi, se sono rappresentativi dell'esposizione dell'addetto, comunque i campioni devono essere prelevati all'altezza delle vie respiratorie e nelle immediate vicinanze degli addetti.

selezione delle condizioni di misurazione:

I risultati delle misurazioni devono rappresentare l'esposizione dell'addetto nelle condizioni di lavoro, quindi la stima migliore dell'esposizione dell'individuo si ottiene prelevando campioni nella zona delle vie respiratorie per tutto il periodo di lavoro.

E' importante considerare episodi diversi durante i quali le condizioni di esposizione possono variare (turni notturni e diurni, variazioni stagionali).

Se nell'arco del turno di lavoro si rilevano periodi in cui l'esposizione è più elevata, a causa di determinate attività, è necessario selezionare periodi di prelievo che comprendono tali episodi, definiti come condizioni peggiori.

schema di misurazione:

Lo schema di campionamento può essere influenzato da numerosi fattori pratici, come frequenza e durata di compiti specifici, applicazione ottimale di igiene professionale e utilizzo di risorse analitiche.

Lo schema deve essere impostato in modo che i dati rappresentino i compiti identificati per periodi noti.

Se le condizioni di lavoro sono omogenee durante il turno di lavoro, il campionamento può avere una durata che non copre l'intero turno, si possono applicare principi statistici per ridurre il numero minimo di campioni per turno (vedi appendice A norma UNI-En 689/97).

Quando le condizioni di lavoro non sono omogenee si devono campionare tutti i periodi in cui si verifica una diversa esposizione e si deve poi calcolare la media ponderata dei singoli valori analitici, per un periodo di riferimento di 8 ore, la formula matematica è la seguente:

$$\frac{\sum c_i t_i}{\sum t_i} = \frac{c_1 t_1 + c_2 t_2 + \dots + c_n t_n}{8}$$

dove:

c_i è la concentrazione di esposizione professionale;

t_i è il corrispondente tempo di esposizione in ore

n

$\sum_{i=1}^n t_i$ è la durata del turno espressa in ore

I periodi di campionamento possono essere separati in modo da tenere conto dei tempi di riposo e degli intervalli per i pasti, ecc.

Di regola è opportuno eseguire all'interno del gruppo omogeneo almeno 3 misure di esposizione. Tali misure possono essere effettuate in 3 giornate distinte o comunque su operatori diversi nella stessa giornata, sempre nell'ambito dello stesso gruppo omogeneo.

Nel caso in cui la deviazione geometrica standard dei valori di concentrazione ottenuti con le misure sia superiore a tre è necessario effettuare ulteriori campionamenti, al fine di ridurre la variabilità.

procedura di campionamento:

si rimanda alle procedure aziendali

5.1.3 ANALISI:

La quantità di particelle (fumi totali) raccolte sul filtro si determina per via gravimetrica.

I filtri devono essere condizionati prima e dopo il campionamento adottando la stessa procedura.

Al fine di ridurre al minimo gli errori di analisi (variazioni di peso della membrana) il quantitativo di polvere sul filtro non deve essere inferiore al limite di rilevabilità, né deve essere eccessivo in quanto si disperderebbe durante le manipolazioni.

Il limite di rilevabilità del metodo gravimetrico è determinato moltiplicando per tre il valore più elevato ottenuto per la deviazione standard dS delle misure ripetute di pesata dei filtri (MILLER J.C., MILLER J.N. Statistics for Analytical Chemistry, Ellis Horwood Limited).

Viene in tal modo ottenuto il valore al di sotto del quale, ad un livello di confidenza del 99,7%, non è possibile affermare che la massa del filtro impolverato è statisticamente differente rispetto a quella del bianco.

La massa del particolato determinata per pesata deve essere convertita in "concentrazione in aria" di particolato totale di fumo (espresso in mg/mc) tramite la seguente formula:

$$C = P/V$$

Dove :

P = peso della polvere sul filtro(mg)

V = volume di aria campionata (mc)

Una volta stabilito il peso delle particelle sul filtro, questo può essere utilizzato per la determinazione dei singoli metalli, che fanno parte della miscela e quindi va inviato al laboratorio che effettuerà le analisi specifiche.

La concentrazione è indicata in mg/mc per le effettive condizioni ambientali nel posto di lavoro.

5.2 GAS CONTAMINANTI

Per quanto riguarda i gas presenti nei fumi di saldatura le norme UNI 9751/1991, UNI EN ISO 10882-2 novembre 2002 propongono tre metodi di analisi:

- l'uso di tubi rivelatori (a breve o a lungo termine);
- strumenti elettrici a lettura diretta;
- metodi indiretti che richiedono analisi di laboratorio.

d) I tubi rivelatori sono un metodo pratico e di breve durata per misurare la concentrazione dell'inquinante, sono particolarmente utili per le misurazioni orientative della concentrazione media ponderata nel tempo piuttosto che per le misurazioni per confronto con i valori limite o per le misurazioni periodiche. Tali tubi consistono in tubi di vetro sigillati che contengono reagenti chimici solidi, i quali sviluppano una reazione con lo specifico contaminante quando il gas da analizzare è fatto passare attraverso di essi a mezzo di una pompa calibrata. Il reagente che riempie il tubo rivelatore cambia di colore per una certa lunghezza, in funzione del volume di gas aspirato e pertanto dà una misura della concentrazione del contaminante (in alcuni casi il tubo rivelatore funziona sul principio di esprimere la misura in funzione dell'intensità del cambiamento di colore). I tubi rivelatori possono essere ad aspirazione e a diffusione. Quelli ad aspirazione comprendono tubi a breve termine e a lungo termine.

Nei tubi rivelatori a breve termine la precisione, l'incertezza e la durata di vita, varia da gas a gas e talvolta, per lo stesso gas, da partita a partita di tubo. La loro precisione è generalmente minore di quella di altri metodi, ma forniscono un comodo mezzo preliminare per verificare la presenza di certi gas nei fumi di saldatura. Comunque sono disponibili per tutti i gas e molti vapori.

I tubi rivelatori a lungo termine sono molto più appropriati di quelli a breve termine per effettuare misurazioni delle concentrazioni medie ponderate in un periodo di 8 ore. Anche questi sono disponibili per la maggior parte dei gas e per molti vapori.

I tubi rivelatori a diffusione , montati in un portatubo possono essere collocati nella zona respiratoria dell'operatore per un tempo di campionamento appropriato , che può arrivare fino ad otto ore. Sono disponibili solo per alcuni gas (ossido di carbonio e biossido di azoto).

- e) I metodi con strumenti elettrici a lettura diretta sono più facilmente applicabili per la misurazione dell'esposizione personale ai gas nella saldatura e nei procedimenti connessi, poiché essi possono essere tarati in modo più accurato e dare risultati istantanei. Essi sono utili anche per fare misurazioni orientative della variazione della concentrazione nel tempo, misurazioni orientative della variazione della concentrazione media ponderata nel tempo, misurazioni per confronto con valori limite e misurazioni periodiche.

Richiedono, in generale , l'aspirazione di un campione di aria:

- in un opportuno recipiente per l'analisi successiva (per esempio un tubo a vuoto);
oppure

- direttamente entro un apparecchio nel quale viene misurata la concentrazione del gas.

Detta misurazione può avvenire con metodi spettrometrici, elettrometrici, entalpimetrici o altri analoghi che producano un segnale elettrico, il quale viene applicato a un milliamperometro indicatore o registratore tarato in modo da dare una misura diretta della concentrazione del contaminante, sia direttamente sia per reazione con solidi, liquidi o gas.contaminante ricercato.

- f) I metodi indiretti: hanno stadi distinti di campionamento e di analisi. Sono frequentemente applicabili per le misurazioni di concentrazioni medie ponderate in un periodo di otto ore; sono particolarmente idonei alla determinazione dei vapori che possono essere prodotti nella saldatura e nel taglio di metalli pitturati o con altri rivestimenti. Ci sono metodi con campionatori ad aspirazione, quali tubi di assorbimento, liquidi sorbenti e sacchetto di campionamento del gas, e metodi con campionatori a diffusione, quali piastrine a diffusione e tubi a diffusione. I campionamenti con metodi ad aspirazione richiedono l'uso di una pompa di aspirazione, mentre i metodi con campionatori a diffusione non richiedono l'uso di pompe e quindi sono particolarmente convenienti. Le analisi vengono poi effettuate in laboratorio con gascromatografia o con cromatografia ad alta definizione in fase liquida.

Il campionamento dei gas segue la stessa strategia utilizzata per il campionamento del particolato.

6. ELABORAZIONE DEI DATI

I valori di concentrazione ottenuti dai campionamenti possono essere elaborati con varie metodologie per il confronto con il valore limite. La normativa italiana non ha ancora proposto valori limiti di riferimento per i fumi di saldatura totali e per i vari componenti (tranne il piombo), pertanto ci si confronta con i valori limite di esposizione (TLV-TWA) stabiliti dall'A.C.G.I.H. (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). Tali limiti riguardano le concentrazioni di inquinanti, per un normale turno di lavoro di 8 ore al giorno e per 40 ore settimanali. Per il particolato dei fumi di saldatura, trattandosi di una miscela di più inquinanti che producono gli stessi effetti sull' organismo umano, al fine di esprimere un giudizio di accettabilità deve essere adottato il TLV-MISCELA che si calcola con la seguente formula:

$$C1/T1 + C2/T2 + C3/T3 + Cn/Tn < 1$$

dove:

C1, C2, C3, Cn sono le concentrazioni riscontrate dei vari inquinanti

T1, T2, T3, Tn sono i rispettivi TLV-TWA delle sostanze stesse.

Il TLV-MISCELA è superato quando è maggiore o uguale ad uno.

Per le sostanze cancerogene il limite di riferimento dovrebbe tendere a zero, a causa dei loro effetti irreversibili anche a basse concentrazioni.

Per facilitare la redazione della relazione si utilizza la scheda di rilevazione dati (allegato I), che permette di registrare i parametri da riportare poi nella suddetta relazione.

Procedura formale 1) norma UNI EN 689:1997, appendice C) relativa ad esposizione professionale ponderata nelle 8 ore (O.E.C.) che non cambia tra un turno e l'altro con la possibile presenza sistematica di picchi di esposizione prevede che il confronto vada fatto con il V.L. 8H, in particolare, definito l'indice della sostanza: $I = OEC / V.L.$ si potranno avere le seguenti condizioni:

A.1) se l'indice I del primo turno campionato è inferiore a 0.10, il rischio di superamento del V.L. è da ritenere remoto e si possono anche evitare misurazioni periodiche o ulteriori misurazioni. La condizione espositiva è da ritenere accettabile.

A.2) se ciascun indice I di almeno tre turni è inferiore a 0.25, il rischio di superamento del V.L. è da ritenere remoto solo laddove si possa dimostrare che tale valore rappresenta le condizioni di lavoro per lunghi periodi. In tal caso la condizione espositiva è da ritenere accettabile e si possono evitare misurazioni periodiche.

A.3) se gli indici I di almeno tre turni sono inferiori ad 1 e la media geometrica è inferiore a 0.5, in assenza di superamenti del V.L., il rischio di superamento del V.L. è da ritenere possibile ed in tal caso occorre prevedere misurazioni periodiche di conferma. Laddove detti accertamenti confermino l'andamento descritto, la condizione espositiva è da ritenere accettabile;

A.4) se un indice I è maggiore di 1 il rischio di superamento del V.L. è da ritenere probabile e quindi la condizione espositiva inaccettabile..

A.5) i casi diversi dai precedenti portano ad una situazione di indecisione, dove occorre procedere attraverso ulteriori accertamenti.

In presenza della variabilità dei dati di cui al punto A2, non riportando la norma UNI dettagli in merito alle situazioni in cui necessitano le misurazioni periodiche, per valutare la probabilità di superamento del V.L., in particolare nel medio e lungo periodo, si potrà ricorrere il test O.T.L. (One Side Tolerance Limit Test) classico.

Procedura formale 2): norma UNI EN 689:1997, appendice D) in caso di condizioni lavorative espositive costanti o ripetitive, prevede che si identifichino i gruppi omogenei e che si proceda almeno a 6 misurazioni e che quindi si determini la possibilità di superamento del V.L. secondo uno schema che conduce a tre condizioni:

B.1) Situazione verde: probabilità di superamento < 0,1 %; la probabilità di superamento del V.L. è remota; non occorre attivare un programma di misurazioni periodiche. La condizione espositiva è da ritenere accettabile.

B.2) Situazione arancione: 0,1% < probabilità di superamento < 5%; la probabilità di superamento del V.L. non è significativa, tuttavia occorre attivare un programma di misurazioni periodiche e laddove dette misurazioni confermino lo stesso andamento la condizione espositiva è da ritenere accettabile. .

B.3) Situazione rossa: probabilità di superamento > 5%; la probabilità di superamento del V.L. è significativa, la condizione espositiva è da ritenere inaccettabile ed occorre quindi procedere con misure di prevenzione ed ulteriori accertamenti tecnici.

Procedura formale 3): in caso di condizioni espositive, anche variabili, ad agenti chimici con effetti tossici per esposizioni prolungate, quale indicatore per valutarne le probabilità si superamento del V.L., si utilizzerà il limite fiduciale superiore al 95% (I.f.s 95) della media. Si utilizzerà,

invece, il test O.T.L. per valutare la stabilità delle condizioni espositive in vista della eventuale programmazione delle misurazioni periodiche.

In un tale contesto ed effettuando almeno 3 misurazioni (se ne consigliano più di 6) si avranno le seguenti situazioni:

C.1) il test O.T.L. dà un risultato di accettabilità, il I.f.s 95 è inferiore al 25% del V.L.: la probabilità di superamento del V.L. è remota e non necessitano misurazioni periodiche;

C.2) il test O.T.L. dà un risultato di indecisione, il I.f.s. 95 è inferiore al V.L.: la probabilità di superamento del V.L. non è significativa, ma comunque attivare un programma di misure periodiche;

C.3) il test O.T.L. dà un risultato di inaccettabilità e addirittura la media aritmetica è maggiore del V.L.: il V.L., la probabilità di superamento del V.L. è altamente significativa;

C.4) nessuna delle situazioni precedenti è vera: occorre effettuare fino a 15 campionamenti e se ci si colloca in una delle situazioni precedenti, la si applica;

C.5) effettuate 15 misurazioni, nessuna delle precedenti situazioni è verificata: poiché sono possibili diverse combinazioni, occorre valutare caso per caso tenendo presenti i criteri sopra indicati, prevedendo comunque le ipotesi di cui ai punti C.1, C.2, C.3, C.4.

7. RELAZIONE CONCLUSIVA

Al termine di ogni indagine ambientale deve essere redatta una relazione che contenga quanto segue:

- g) il nome e la qualifica dell'operatore che ha effettuato l'indagine;
- h) il nome e l'indirizzo dell'azienda;
- i) il nome della sostanza presa in esame, nella fattispecie " polvere di legno" e il tipo di legni utilizzati nella produzione;
- j) la descrizione dei fattori relativi al posto di lavoro comprese le condizioni di lavoro durante le misurazioni;
- k) lo scopo della procedura di misurazione;
- l) la procedura di misurazione;
- m) i tempi previsti (data, inizio e fine del campionamento);
- n) i livelli di esposizione professionale;
- o) tutti gli eventi o fattori che possono influenzare sensibilmente i risultati;
- il risultato del confronto con il valore limite;
- p) l'elaborazione statistica dei risultati analitici.

Ove seguita anche da tecnici e/o consulenti aziendali la stessa farà parte integrante del documento di valutazione del rischi di cui all'art. 28 comma 1 del D.Lgs 81/2008, oppure sarà allegata alla autocertificazione quando si verificano le condizioni previste dall'art.29 comma 5 del D.Lgs 81/2008 (aziende con dipendenti uguali o inferiori a 10) .

Laddove nell'ambito della esposizione a fumi di saldatura si realizzi anche una esposizione ad agenti cancerogeni, configurando un livello di rischio valutato come meritevole delle misure di controllo sanitario di cui all'art 242 c.1, il datore di lavoro dovrà anche redigere il "registro degli esposti " ai sensi dell'art.243 del D.L.vo 81/2008.

PROTOCOLLO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE E DELLA ESPOSIZIONE DEI LAVORATORI A SILICE LIBERA CRISTALLINA (SLC)

PREMESSA

La relazione che segue fornisce indicazioni in merito alla procedure di monitoraggio dell'esposizione a Silice Cristallina (SLC) finalizzate al confronto con i valori limite vigenti, procedure utilizzabili nell'ambito del processo di valutazione del rischio da agenti chimici. Il tutto ricordando come la misura dell'esposizione all'agente di rischio, laddove obbligatoria o comunque effettuata, non esaurisca il ben più ampio percorso di valutazione dei rischi per la salute e la sicurezza derivanti dagli agenti chimici pericolosi, di cui agli artt. 223-224 del D.Lvo 81/08, né quello di cui all'art.236 del D.Lvo 81/08 per gli agenti cancerogeni, rappresentandone, in entrambi i casi, solo uno degli elementi costitutivi.

In quest'ultimo caso, inoltre, i valori limite per la protezione dei lavoratori, sono da ritenere tutelanti solo per ciò che concerne gli effetti non cancerogeni, per gli effetti cancerogeni, infatti, l'obiettivo preventivo e l'obbligo di legge restano quelli di perseguire il più basso livello di esposizione tecnicamente possibile.

Tanto premesso è noto come la silice libera cristallina sia presente in numerose attività lavorative.

Infatti, la silice è estremamente comune in natura e utilizzata in una vasta gamma di prodotti ad uso civile e industriale.

La silice ovvero biossido di silicio (SiO_2) può presentarsi sia in forma amorfa idrata, sia in forma libera cristallina. La silice cristallina libera a sua volta può presentarsi in tre stati: come quarzo, come tridimite e come cristobalite. Essa è largamente presente nella crosta terrestre, e, dei vari polimorfi, questi sono i tre solitamente più considerati. Il quarzo è senza dubbio la varietà di gran lunga più diffusa, la cristobalite e la tridimite si possono trovare nelle rocce di origine vulcanica; di queste la tridimite è il minerale meno diffuso. La silice amorfa si trova naturalmente nei sedimenti di origine organica o può essere prodotta artificialmente.

A pressione ambiente e a basse temperature il quarzo è stabile, esso si trasforma nelle altre forme ad alte temperature. I rischi maggiori sono segnalati, in particolare, per le varietà cristalline.

L'inalazione di polveri contenenti silice cristallina può causare silicosi, tubercolosi polmonare, malattie respiratorie croniche ostruttive, cancro polmonare. La silicosi è la conseguenza della reazione del tessuto polmonare con le particelle di silice depositate nei polmoni che da luogo alla formazione di tessuti cicatriziali. La silicosi cronica è la forma più comune di silicosi e si manifesta dopo dieci anni di esposizione a dosi ambientali di silice cristallina relativamente basse.

Nel 1997 la IARC, l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro, sulla base di studi condotti su popolazioni di lavoratori in diversi paesi, ha classificato la silice cristallina libera, nelle forme del quarzo e cristobalite, nel caso dell'esposizione in ambienti di lavoro, come cancerogena per l'uomo.

Per questi motivi alcuni paesi hanno introdotto la silice libera cristallina nella lista nazionale dei cancerogeni, l'Unione Europea non l'ha ancora fatto. Non solo, a tutt'oggi, non sono ancora in vigore valori limite per la silice nelle direttive europee e nei decreti nazionali del nostro paese. Nonostante ciò, sono disponibili i valori stabiliti dall'ACGIH (e da altri istituti esperti sull'argomento) per la frazione respirabile che indica il TLV-TWA di 0,025 mg/mc per quarzo e cristobalite.

Le polveri contenenti SLC di interesse sanitario sono rappresentate dalla frazione respirabile (F.r.), che viene definita nella norma UNI-EN 481(Atmosfera negli Ambienti di Lavoro " DEFINIZIONI DELLE FRAZIONI GRANULOMETRICHE PER LA MISURAZIONE DELLE PARTICELLE AERODISPERSE") come "la frazione in massa delle particelle inalate che penetra nelle vie respiratorie non ciliate ".

.Nell'allegato XLI del D.Lgs. 81/2008 sono riportate le norme UNI-EN di riferimento per la misura degli agenti chimici; quelle che interessano il campionamento e la valutazione dell'esposizione professionale per le polveri- frazione respirabile sono la 481/94 , la 482/98, la 689/97, la 1232/99.

Per quanto sopra l'indagine ambientale volta a valutare l'esposizione personale dei lavoratori a SLC si ritiene debba essere articolata nelle seguenti fasi :

1. SOPRALLUOGO PRELIMINARE, in cui si prende visione :

- i) del ciclo produttivo,
- j) delle materie prime utilizzate,
- k) delle attrezzature utilizzate,
- l) della configurazione del posto di lavoro,
- m) dei sistemi di aspirazione,
- n) del numero degli operatori,
- o) dell'organizzazione del lavoro (mansioni e tempo di esposizione per ogni addetto),
- p) delle precauzioni di sicurezza e procedure relative.

2. ANALISI DELLE INFORMAZIONI RACCOLTE

Le informazioni devono essere raccolte in una apposita scheda e successivamente analizzate per formulare ipotesi sugli agenti di rischio, sulle modalità di generazione e di propagazione nell'ambiente.

3. FORMULAZIONI DI IPOTESI SUGLI AGENTI DI RISCHIO, SULLE FONTI DI GENERAZIONE E SULLE MODALITA' DI PROPAGAZIONE DEI RISCHI STESSI NELL'AMBIENTE.

A tale riguardo le informazioni da analizzare sono :

- gli agenti di rischio ;
- le fonti e i meccanismi di generazione della polvere contenente SLC, cioè le modalità operative;
- la propagazione dell'inquinante nell'ambiente tenendo conto della geometria dell'ambiente, delle sue caratteristiche strutturali che favoriscono l'allontanamento o il ristagno dell'inquinante, inoltre deve essere tenuta in considerazione l'influenza che gli impianti tecnici ausiliari (aspirazioni, ventilazioni, condizionamento, ecc.) possono avere sulla distribuzione degli inquinanti determinando zone di accumulo.

4. VALIDAZIONE DELLE IPOTESI

Consiste nella conferma delle ipotesi formulate e nello stabilire la priorità degli interventi, tenendo conto dell'agente di rischio, dell'area a rischio e dell'organizzazione del lavoro.

5. FORMULAZIONE DEL PROTOCOLLO D'INDAGINE E DI ANALISI

5.1 MATERIALI:

- q) Pompe per il campionamento personale conformi alla norma UNI-EN 1232;
- r) Flussimetro;

- s) Camera di calibrazione;
- t) Cicloni separatori della F.r.;
- u) Filtri preferibilmente con caratteristiche idrofobe
- v) essiccatore;
- w) bilancia analitica con sensibilità 0,01 mg.

5.2 STRATEGIA DI CAMPIONAMENTO:

devono essere rispettate le indicazioni della norma UNI-EN 689:97 "GUIDA ALLA VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE PER INALAZIONE A COMPOSTI CHIMICI AI FINI DEL CONFRONTO CON I VALORI LIMITE E STRATEGIA DI MISURAZIONE", quindi è necessario procedere attraverso le seguenti fasi:

selezione degli addetti per le misurazioni di esposizione:

La scelta dell'addetto deve essere casuale tra un insieme di persone esposte, tuttavia l'approccio migliore è quello di individuare gruppi omogenei di lavoratori (operatori che svolgono la stessa mansione ed hanno la stessa esposizione). E' necessario che i gruppi selezionati siano adeguatamente omogenei, rispetto all'esposizione; di regola se una singola esposizione risulta minore della metà oppure maggiore del doppio della media aritmetica, vanno riesaminati i criteri di selezione del gruppo omogeneo; un altro approccio di tipo statistico, per verificare l'omogeneità del gruppo, è quello di calcolare la deviazione geometrica standard delle misure di esposizione, che deve risultare inferiore a tre.

Il campionamento deve essere eseguito per almeno un operatore su 10 per ogni gruppo omogeneo, tuttavia il numero di addetti da valutare all'interno del gruppo dipende anche da quanto devono essere precise le stime dei parametri, quali la media e la variabilità, da quanto le esposizioni sono inferiori al valore limite, dalla significatività dei livelli di esposizione e dalle caratteristiche delle proprietà delle sostanze.

misurazioni in un punto fisso:

Si possono effettuare misurazioni in punti fissi, se sono rappresentativi dell'esposizione dell'addetto, comunque i campioni devono essere prelevati all'altezza delle vie respiratorie e nelle immediate vicinanze degli addetti.

selezione delle condizioni di misurazione:

I risultati delle misurazioni devono rappresentare l'esposizione dell'addetto nelle condizioni di lavoro, quindi la stima migliore dell'esposizione dell'individuo si ottiene prelevando campioni nella zona delle vie respiratorie per tutto il periodo di lavoro.

E' importante considerare episodi diversi durante i quali le condizioni di esposizione possono variare (turni notturni e diurni, variazioni stagionali).

Se nell'arco del turno di lavoro si rilevano periodi in cui l'esposizione è più elevata, a causa di determinate attività, è necessario selezionare periodi di prelievo che comprendono tali episodi, definiti come condizioni peggiori.

schema di misurazione:

Lo schema di campionamento può essere influenzato da numerosi fattori pratici, come frequenza e durata di compiti specifici, applicazione ottimale di igiene professionale e utilizzo di risorse analitiche.

Lo schema deve essere impostato in modo che i dati rappresentino i compiti identificati per periodi noti.

Se le condizioni di lavoro sono omogenee durante il turno di lavoro, il campionamento può avere una durata che non copre l'intero turno, si possono applicare principi statistici per ridurre il numero minimo di campioni per turno (vedi appendice A norma UNI-En 689/97).

Quando le condizioni di lavoro non sono omogenee si devono campionare tutti i periodi in cui si verifica una diversa esposizione e si deve poi calcolare la media ponderata dei singoli valori analitici, per un periodo di riferimento di 8 ore, la formula matematica è la seguente:

$$\frac{\sum c_i t_i}{\sum t_i} = \frac{c_1 t_1 + c_2 t_2 + \dots + c_n t_n}{8}$$

dove:

c_i è la concentrazione di esposizione professionale;
 t_i è il corrispondente tempo di esposizione in ore

n
 $\sum_{i=1}^n t_i$ è la durata del turno espressa in ore

I periodi di campionamento possono essere separati in modo da tenere conto dei tempi di riposo e degli intervalli per i pasti, ecc.

La durata di un singolo campionamento dipende dalla polverosità nell'ambiente, che pertanto va valutata preliminarmente. Quando non c'è un impianto di aspirazione o questo è inadeguato, per cui la polverosità nell'ambiente appare rilevante, il campionamento può essere più breve, altrimenti deve essere lungo quanto il turno di lavoro.

Di regola è opportuno eseguire all'interno del gruppo omogeneo almeno 3 misure di esposizione. Tali misure possono essere effettuate in 3 giornate distinte o comunque su operatori diversi nella stessa giornata, sempre nell'ambito dello stesso gruppo omogeneo.

Nel caso in cui la deviazione geometrica standard dei valori di concentrazione ottenuti con le misure sia superiore a tre è necessario effettuare ulteriori campionamenti, al fine di ridurre la variabilità.

procedura di campionamento:
 si rimanda alle procedure aziendali

5.3 ANALISI:

Analisi gravimetrica per determinare il peso della polvere (F.r):

I filtri devono essere condizionati prima e dopo il campionamento adottando la stessa procedura. Il condizionamento si effettua seguendo la metodica UNICHIM 271:77, oppure è sufficiente porre i filtri in essiccatore per circa 12 ore, o all'interno di cabina (o stanza) con umidità e temperatura controllata per tempi adeguati (indicativamente 24 ore).

Per la pesata dei filtri si utilizza una bilancia analitica con sensibilità almeno di 0,01 mg.

E' necessario eliminare le cariche elettrostatiche dalla membrana o dal sistema di raccolta con una pistola spara-carica, o dispositivi di messa a terra o sistemi equivalenti.

Per il trasferimento dei filtri devono essere utilizzate pinzette con punta piatta, non zigrinata, al fine di evitare abrasioni al filtro.

Ogni 10 filtri pesati deve essere compreso un filtro di controllo: il bianco, si tratta di un filtro estratto dallo stesso lotto di quelli usati per il prelievo e che subisce le stesse manipolazioni escluso il campionamento. Esso consente di verificare la conformità del sistema di condizionamento-pesata; nel caso di differenze significative (> 100 microgrammi) vanno ricontrollate le apparecchiature e le operazioni eseguite.

Al fine di ridurre al minimo gli errori di analisi (variazioni di peso della membrana) il quantitativo di polvere sul filtro deve essere sufficiente per poi poter eseguire l'analisi per la determinazione della silice, non deve essere eccessivo in quanto si disperderebbe durante le manipolazioni.

Il calcolo della concentrazione aerodispersa della F.r. viene effettuato tramite la formula:

$$C = P/V$$

Dove :

P = peso della polvere sul filtro(mg)

V = volume di aria campionata (mc)

La concentrazione è indicata in mg/mc per le effettive condizioni ambientali nel posto di lavoro.

Successivamente i filtri vanno inviati presso il laboratorio individuato per la determinazione della SLC in DRX (diffrazione a raggi X)

Per facilitare la redazione della relazione si utilizza la scheda di rilevazione dati (allegato I), che permette di registrare i parametri da riportare poi nella suddetta relazione.

6. ELABORAZIONE DEI DATI

Procedura formale 1) norma UNI EN 689:1997, appendice C) relativa ad esposizione professionale ponderata nelle 8 ore (O.E.C.) che non cambia tra un turno e l'altro con la possibile presenza sistematica di picchi di esposizione prevede che il confronto vada fatto con il V.L. 8H, in particolare, definito l'indice della sostanza: $I = OEC / V.L.$ si potranno avere le seguenti condizioni:

A.1) se l'indice I del primo turno campionato è inferiore a 0.10, il rischio di superamento del V.L. è da ritenere remoto e si possono anche evitare misurazioni periodiche o ulteriori misurazioni. La condizione espositiva è da ritenere accettabile.

A.2) se ciascun indice I di almeno tre turni è inferiore a 0.25, il rischio di superamento del V.L. è da ritenere remoto solo laddove si possa dimostrare che tale valore rappresenta le condizioni di lavoro per lunghi periodi. In tal caso la condizione espositiva è da ritenere accettabile e si possono evitare misurazioni periodiche.

A.3) se gli indici I di almeno tre turni sono inferiori ad 1 e la media geometrica è inferiore a 0.5, in assenza di superamenti del V.L., il rischio di superamento del V.L. è da ritenere possibile ed in tal caso occorre prevedere misurazioni periodiche di conferma. Laddove detti accertamenti confermino l'andamento descritto, la condizione espositiva è da ritenere accettabile;

A.4) se un indice I è maggiore di 1 il rischio di superamento del V.L. è da ritenere probabile e quindi la condizione espositiva inaccettabile..

A.5) i casi diversi dai precedenti portano ad una situazione di indecisione, dove occorre procedere attraverso ulteriori accertamenti.

In presenza della variabilità dei dati di cui al punto A2, non riportando la norma UNI dettagli in merito alle situazioni in cui necessitano le misurazioni periodiche, per valutare la probabilità di superamento del V.L., in particolare nel medio e lungo periodo, si potrà ricorrere il test O.T.L. (One Side Tolerance Limit Test) classico.

Procedura formale 2): norma UNI EN 689:1997, appendice D) in caso di condizioni lavorative espositive costanti o ripetitive, prevede che si identifichino i gruppi omogenei e che si proceda almeno a 6 misurazioni e che quindi si determini la possibilità di superamento del V.L. secondo uno schema che conduce a tre condizioni:

B.1) Situazione verde: probabilità di superamento < 0,1 %; la probabilità di superamento del V.L. è remota; non occorre attivare un programma di misurazioni periodiche. La condizione espositiva è da ritenere accettabile.

B.2) Situazione arancione: $0,1\% < \text{probabilità di superamento} < 5\%$; la probabilità di superamento del V.L. non è significativa, tuttavia occorre attivare un programma di misurazioni periodiche e laddove dette misurazioni confermino lo stesso andamento la condizione espositiva è da ritenere accettabile. .

B.3) Situazione rossa: $\text{probabilità di superamento} > 5\%$; la probabilità di superamento del V.L. è significativa, la condizione espositiva è da ritenere inaccettabile ed occorre quindi procedere con misure di prevenzione ed ulteriori accertamenti tecnici.

Procedura formale 3): in caso di condizioni espositive, anche variabili, ad agenti chimici con effetti tossici per esposizioni prolungate , quale indicatore per valutarne le probabilità di superamento del V.L., si utilizzerà il limite fiduciale superiore al 95% (l.f.s 95) della media. Si utilizzerà, invece, il test O.T.L. per valutare la stabilità delle condizioni espositive in vista della eventuale programmazione delle misurazioni periodiche.

In un tale contesto ed effettuando almeno 3 misurazioni (se ne consigliano più di 6) si avranno le seguenti situazioni:

C.1) il test O.T.L. dà un risultato di accettabilità, il l.f.s 95 è inferiore al 25% del V.L.: la probabilità di superamento del V.L. è remota e non necessitano misurazioni periodiche;

C.2) il test O.T.L. dà un risultato di indecisione, il l.f.s. 95 è inferiore al V.L.: la probabilità di superamento del V.L. non è significativa, ma comunque attivare un programma di misure periodiche;

C.3) il test O.T.L. dà un risultato di inaccettabilità e addirittura la media aritmetica è maggiore del V.L.; la probabilità di superamento del V.L. è altamente significativa;

C.4) nessuna delle situazioni precedenti è vera: occorre effettuare fino a 15 campionamenti e se ci si colloca in una delle situazioni precedenti, la si applica;

C.5) effettuate 15 misurazioni, nessuna delle precedenti situazioni è verificata: poiché sono possibili diverse combinazioni, occorre valutare caso per caso tenendo presenti i criteri sopra indicati, prevedendo comunque le ipotesi di cui ai punti C.1, C.2, C.3, C.4.

7. RELAZIONE CONCLUSIVA

Al termine di ogni indagine ambientale deve essere redatta una relazione che contenga quanto segue:

- il nome e la qualifica dell'operatore che ha effettuato l'indagine;
- il nome e l'indirizzo dell'azienda;
- il nome della sostanza presa in esame, nella fattispecie " polvere di legno" e il tipo di legni utilizzati nella produzione;
- la descrizione dei fattori relativi al posto di lavoro comprese le condizioni di lavoro durante le misurazioni;
- lo scopo della procedura di misurazione;
- la procedura di misurazione;
- i tempi previsti (data, inizio e fine del campionamento);
- i livelli di esposizione professionale;
- tutti gli eventi o fattori che possono influenzare sensibilmente i risultati;
- il risultato del confronto con il valore limite;
- l'elaborazione statistica dei risultati analitici.

Ove seguita anche da tecnici e/o consulenti aziendali la stessa farà parte integrante del documento di valutazione del rischi di cui all'art. 28 comma 1 del D.Lgs 81/2008, oppure sarà allegata alla autocertificazione quando si verificano le condizioni previste dall'art.29 comma 5 del D.Lgs 81/2008 (aziende con dipendenti uguali o inferiori a 1).

SCHEDA DI CAMPIONAMENTO PER AERODISPERSI

Campione N°	Membrana	Pompa	Data
-------------	----------	-------	------

Ditta

Campionamento: statico° per h ale*

Misura preliminare della concentrazione Misu c/o fonte emissione
 Misura per confronto con VL Misura periodica
 Misura nelle peggiori condizioni Misu nel breve periodo
 Altro:

°Sorgente del rilascio di polveri.....

*Operatore.....

Mansione.....

Fase di lavoro.....

Inizio prelievo		Fine prelievo		Durata prelievo (minuti)	
Flusso (litri/minuto)		Volume prelevato (litri)		Volume prelevato (mc)	
Temperatura media campionamento(°C)		Pressione misurata (mbar)			
Peso prima del prelievo (P1) (mg)		Peso dopo il prelievo (P2) (mg)		Peso polvere (P2 – P1) (mg)	

Note:

(*) Concentrazione

(*) Laddove trattasi di gas/vapori, la concentrazione espressa in rapporto peso/volume d'aria deve essere normalizzata