

IL RISCHIO CHIMICO NELL'INDUSTRIA METALMECCANICA

Dott. Gori Giampaolo

**Dipartimento di Medicina
Ambientale e Sanità Pubblica -
Università di Padova**

TIPOLOGIA PRODUTTIVA

Nell'industria metalmeccanica vengono prodotti una grande varietà di manufatti a partire ad esempio dalla minuteria metallica per arrivare ad oggetti e/o macchine di grandi dimensioni. Dalla vite o dal bullone alle macchine per la produzione della pasta, alle biciclette, ai grandi trattori, agli escavatori, alle navi ed agli aerei.

SETTORE METALMECCANICO

**NEL TRIVENETO ESISTONO NUMEROSI
COMPARTI PRODUTTIVI DEL SETTORE:
PRENDEREMO IN CONSIDERAZIONE I
RISCHI PRESENTI NELLE AZIENDE
MECCANICHE TRADIZIONALI (CON
ESCLUSIONE DI FONDERIE, ACCIAIERIE
E GALVANICHE)**

SETTORE METALMECCANICO

- Per quanto riguarda i veri cicli produttivi delle industrie metalmeccaniche si può dire che sono in genere molto semplici
- Si parte da materie prime che possono essere metalli in barre, tondini o coils
- Le lavorazioni comportano taglio, con macchine oppure con il laser, piegatura, foratura, pressatura, levigatura, operazioni di torneria, uso di frese e di trapani, di centri di lavoro vari per preparare i vari pezzi da saldare oppure avvitare oppure assemblare.

Quadro riassuntivo dei rischi

- **Polveri generiche da molatura e/o levigatura, pulitura, satinatura**
- **Polveri irritanti nel caso di verniciature epossidiche (a polveri)**
- **Polveri respirabili, silice libera cristallina**
- **Nebbie di oli minerali (emulsionati e non)**
- **Fumi di saldatura (vari componenti)**
- **Vapori di solventi (da verniciatura, lavaggi al solvente, incollaggi)**
- **Isocianati (ad es. MDI) in operazioni di schiumatura, o verniciatura o incollaggio con prodotti a due componenti**

LE POLVERI

Polveri (generiche) inalabili
provenienti da operazioni di,
movimentazione materiali
polverosi, levigatura, pulitura,
satinatura, distaffaggio, taglio,
pesata di prodotto sfuso, ecc.
effettuate sia con macchine
fisse che con attrezzi manuali

LE POLVERI IN PULITURA

Le operazioni di pulitura dei manufatti metallici possono comportare vari passaggi: ad es. smerigliatura a grana grossa e fine, spuntigliatura, lucidatura, ecc. con l'uso di diversi attrezzi manuali o di macchine, con vari nastri abrasivi di diversa granulometria.

COMPOSIZIONE DELLE POLVERI

- La composizione delle polveri è varia: costituenti di paste abrasive e carte abrasive (ad esempio il corindone, ossido di alluminio -) oppure cere
- Particelle dell'oggetto metallico che viene carteggiato o pulito
- Ossidi
- In genere si tratta di costituenti privi di particolari effetti tossicologici

I METALLI NELLE LE POLVERI

In certi casi invece è utile la **speciazione di vari metalli** in funzione della loro pericolosità: ad esempio nel caso della pulitura di semilavorati in **ottone** provenienti dalla fonderia è necessario analizzare la polvere inalabile campionata per la **determinazione di vari metalli: rame e zinco** (in primis) e **nichel, piombo e manganese** (come costituenti presenti in tracce).

LE POLVERI INALABILI

Un altro particolare caso di esposizione:

- **Affilatura di punte o attrezzi diamantati (e fasi di sinterizzazione) (leghe contenenti Cobalto)**
- **Necessaria la speciazione, sulle polveri campionate, per la determinazione della concentrazione di cobalto (N.B. è possibile anche il monitoraggio biologico).**

NICHEL NELLE POLVERI INALABILI

- Una esposizione di questo tipo si può avere nelle lavorazioni per la **sinterizzazione** di ingranaggi metallici a base di **nichel** (per l'industria automobilistica). Anche in questo caso è necessaria la speciazione delle polveri per la ricerca del metallo, ma non solo.
- Sono possibili vari tipi di indagini: valutazione dell'inquinamento delle superfici (**wipe test**); valutazione del metallo direttamente sulla pelle degli addetti (**pads**); inquinamento ambientale (**nichel in aria**); monitoraggio biologico (**nichel urinario**).

NICHEL NELLE POLVERI INALABILI

- Si è confermato l'approccio sull'inquinamento da nichel già evidenziato nel caso dell'industria galvanica:
- Il rischio maggiore è l'assunzione di nichel per contatto, attraverso la pelle
- Questo rischio viene evidenziato da grosse discrepanze fra dato ambientale – bassa concentrazione - di nichel aerodisperso e dato biologico (nichel urinario) – presente in elevata concentrazione.

LE POLVERI RESPIRABILI

In altre situazioni è necessario il campionamento della **frazione respirabile**: ad esempio, per certe operazioni di sabbiatura e per la pulitura e finitura di manufatti grezzi provenienti dalla fonderia. E' possibile un inquinamento dovuto a sabbia con un notevole contenuto in silice libera cristallina.

LE POLVERI RESPIRABILI

Nei casi di manufatti provenienti dalla fonderia (ghisa, alluminio) le operazioni di distaffatura e pulitura possono essere molto polverose, con concreto rischio di superamento dei valori limite per la silice libera cristallina.

Gli oli minerali – Generalità (1)

Gli oli minerali si distinguono in interi ed emulsionabili ed hanno una composizione estremamente varia. Oltre all'olio base, di derivazione sintetica o minerale, sono aggiunti vari additivi con **funzione antiusura, antiossidante, antiruggine, antibatterica, fungicida, antischiuma, antinebbia, ecc.**

In particolare gli oli emulsionati sono usati in percentuali dall'1 al 5%.

Gli oli minerali – Generalità (2)

Fin dagli anni intorno al 1930 tutti gli oli lubrificanti derivano dalla raffinazione del petrolio; a seguito di distillazioni frazionate si ricavano gli oli base costituiti da miscele complesse di idrocarburi paraffinici, cicloparaffinici, aromatici oltre a vari composti organici azotati, solforati ed ossigenati. Gli oli base sono poi sottoposti a successivi processi di raffinazione per eliminare o quantomeno diminuire il contenuto di sostanze indesiderabili quali gli IPA o le sostanze tipo asfalto.

Gli oli minerali – Generalità (3)

Sono lubrificanti **altamente raffinati** quelli sottoposti ad una estrazione con solvente e/o ad un trattamento spinto con idrogeno o con acido solforico fumante; sono considerati invece **poco raffinati** degli oli che subiscono trattamenti più blandi.

Gli **IPA**, che costituiscono il principale fattore di rischio legato all'uso degli oli, sono presenti in elevata concentrazione nei prodotti non raffinati, mentre si rilevano in tracce nei prodotti severamente raffinati.

Gli oli minerali – Generalità (4)

Contenuto in B (a) P [benzo, a - pirene]:

- **> 350 ppm negli oli non raffinati**
- **< 0,004 ppm negli oli severamente raffinati**
- **Lo IARC ha classificato gli oli scarsamente raffinati e gli oli motore usati come a “sufficiente evidenza di cancerogenicità”.**
- **Attualmente la maggior parte degli oli in commercio risulta negativa al test di mutagenicità di Ames.**
- **Esistono inoltre altri test di tipo chimico analitico (% di estratto con DMSO inferiore al 3%) per evidenziare il possibile contenuto in IPA.**

Problemi legati all'utilizzo

- Per gli oli che contengono in partenza anche piccole % di IPA è possibile con l'uso un incremento della concentrazione di tali sostanze (ad esempio per gli oli da tempera)
- Per gli oli che nella formulazione contengono dietanolammina, è possibile, con l'uso, la formazione di N-Nitrosodietanolammina (sostanza cancerogena).
- Nella formulazione iniziale sono presenti battericidi ed antifungini (ad es. formaldeide, antibiotici vari): qualora tali sostanze siano state consumate si può sviluppare una flora batterica pericolosa che può causare dermatiti, allergie, patologie respiratorie, ecc.

LE NEBBIE DI OLI MINERALI

- Si tratta di un rischio tipico dell'industria metalmeccanica in quanto gli oli sono utilizzati ampiamente in funzione **lubrificante** e **refrigerante** (**attrito e sviluppo di calore**) su tutte le macchine operatrici ed i centri di lavoro.

CANCEROGENI NEGLI OLI

- I cancerogeni potenzialmente presenti nelle nebbie sono gli IPA e la Nitrosodietanolammina.
- L'eventuale presenza di **IPA e di dietanolammina** si dovrebbe ricavare da quanto dichiarato nelle schede di sicurezza
- Una volta accertata la presenza di queste sostanze, i rischi potenziali maggiori sono relativi all'uso di oli puri (taglio e/o tempera) ed alle effettive condizioni lavorative
- E' stato altresì rilevato che la percentuale di IPA può aumentare con l'uso

EVOLUZIONE TECNOLOGICA

Dalle macchine tradizionali ed immediatamente riconoscibili (torni, frese, trapani, cesoie) si è passati ai nuovi centri di lavoro (di varia dimensione) alle macchine di moderna concezione costruite secondo i dettami della Direttiva Macchine (completamente chiuse ed intrinsecamente sicure).

EFFETTO DELLA EVOLUZIONE TECNOLOGICA DELLE MACCHINE

- **Fra i principali effetti della diffusione delle nuove macchine e centri di lavoro c'è un migliore controllo dell'antinfortunistica e minori rischi chimico fisici in ambiente di lavoro con riduzione di:**
 - **Infortunati**
 - **Emissione di rumore**
 - **Emissione di polveri, fumi, nebbie**

MISURE DI PREVENZIONE

- **Macchine chiuse (nuove o almeno di recente progettazione)**
- **Con aspirazione alla fonte**
- **Eventualmente con filtri prima dell'espulsione dell'aria all'esterno**
- **DPI (guanti ed abiti adatti)**
- **Sconsigliati i sistemi che filtrano l'aria aspirata e la rimettono in ciclo (i filtri non danno garanzia di abbattimento di IPA e nitrosammine)**

MAGGIORE INQUINAMENTO

I casi di maggior inquinamento da nebbie di oli minerali si hanno:

- **Se sono usati oli puri da taglio e/o tempera**
- **Su molte macchine contemporaneamente**
- **Di grandi dimensioni (ad es. torni automatici)**
- **Usando macchine vecchie ed obsolete prive di schermi di contenimento e di sistemi di aspirazione e filtraggio**

I FUMI DI SALDATURA

- **Costituiscono un rischio di tipo complesso.**
- **In questi fumi possono essere presenti vari componenti sia allo stato gassoso che allo stato solido (particolato di varie dimensioni, **particelle ultrafini - nanoparticelle**, polveri inalabili, polveri respirabili).**

TECNICHE DI SALDATURA

Saldature ad arco in atmosfera protettiva:

MIG (Metal Inert Gas): la fusione viene ottenuta facendo scoccare un arco elettrico fra il metallo da saldare (in genere a filo) ed un elettrodo fusibile in una atmosfera di gas inerte.

TIG (Tungsten Inert Gas) l'arco elettrico scocca fra il metallo da saldare ed un elettrodo di tungsteno (fusibile) in una atmosfera inerte di argon o elio.

TECNICHE DI SALDATURA

Saldature ad arco in atmosfera protettiva:

MAG (Metal Active Gas): all'elio o all'argon viene aggiunta una piccola quota di CO_2 che reagisce con il metallo di base.

TECNICHE DI SALDATURA

Saldature ad arco senza atmosfera protettiva

MMA (Manual Metal Arc): abbastanza rara, è una saldatura in cui l'arco scocca direttamente tra l'elettrodo ed il metallo da saldare

I FUMI DI SALDATURA

Le sostanze presenti nei fumi possono essere:

- **Gas prodotti dalla combustione dell'aria e/o di eventuali impurezze di tipo organico, come ad esempio tracce di oli minerali: ossidi di azoto, monossido e di ossido di carbonio, ozono, fluoro gas, acido fluoridrico, aldeidi a basso PM, altro**
- **Metalli ed ossidi presenti nei manufatti da saldare, nei costituenti degli elettrodi, nei metalli d'apporto (barrette, filo, ecc.). Quali ad esempio: ferro, manganese, rame, zinco, nichel, cromo, cadmio, argento.**

LE PARTICELLE ULTRAFINII

E' noto che nell'ambito della saldatura si generano particelle ultrafini (prevalenti in termini di numero le particelle con diametri medi nel range 36 – 64 nm; mentre in termini di peso sono prevalenti le particelle con diametri compresi fra 100 – 200 nm)

- Queste particelle si generano anche in fasi di taglio al plasma o con il raggio laser**
- Le particelle ultrafini contenenti ad esempio zinco, cadmio e rame, sembrano essere responsabili delle febbri da fumi**

SALDATURA INOX

- **La saldatura di acciai inossidabili comprende diverse attività lavorative nelle quali si utilizzano leghe contenenti nichel e cromo e quindi:**
- **Saldatura dei vari tipi di acciaio “legato”**
- **Saldatura diretta di acciaio inox;**
- **Impiego di leghe contenenti Nichel e Cromo, anche come materiale d’apporto**
- **Taglio con cannello ossiacetilenico**
- **Taglio laser e taglio al plasma di acciai inox**

SALDATURA INOX

- In una indagine di comparto effettuata in Emilia Romagna la maggior parte delle aziende saldava in modalità TIG e MIG; sono stati considerati saldatori coloro che operavano **per almeno due ore al giorno**
- Gli acciai più utilizzati contenevano, oltre a significative percentuali di **nichel (8-14%)** e di **cromo (16-20%)**, anche minori percentuali di **manganese (2%)** e **molibdeno (2-3%)**.

SALDATURA INOX

- I metalli di cui sopra, nell'ambiente ad alta temperatura della saldatura, possono essere presenti sia come metalli, sia come ossidi e comunque in stati di ossidazione nei quali sono classificati come cancerogeni (Nichel II; Cromo VI) pertanto, nelle eventuali misure ambientali dovrebbe essere stimato **sia il cromo totale che il cromo esavalente oltre al nichel** ed agli altri metalli presenti. Per alcuni composti del cromo è stato evidenziato anche il **rischio genotossico**.

SPECIAZIONE DEI METALLI

- **Oltre alla determinazione della concentrazione dei metalli pesanti, e comunque potenzialmente pericolosi, a volte sarebbe fondamentale conoscere anche lo stato di ossidazione dei metalli stessi: la tossicità infatti varia in funzione dello stato di ossidazione**
- **A questo riguardo, sarebbe necessaria l'analisi con l'ICP Massa**

Operazioni particolari

- Di recente abbiamo esaminato un caso di pulizia di una macchina per elettroerosione effettuata con una miscela di sostanze fra le quali: acidi forti minerali (solforico, fosforico); 2-butossietanolo e trietanolammina.
- Il problema maggiore era rappresentato dalle nebbie acide per H_2SO_4 .

INDAGINE DI COMPARTO

- Nell'indagine di comparto si sono rilevati vari **superamenti del valore limite in aria del nichel**, in misura minore per quanto riguarda il cromo esavalente; si sono verificati anche **superamenti del limite per quanto riguarda i fumi di saldatura espressi come particolato totale**.
- In genere la saldatura TIG produce meno inquinamento rispetto alle altre tecniche (MIG, MAG, MMA).
- L'uso di torce aspirate alla fonte (ove disponibili) porta ad un significativo miglioramento della situazione (abbattimento medio del 35%).

LA SALDOBRASATURA

Un caso particolare (di saldatura) è costituito dalla saldo brasatura (saldatura a bassa temperatura, $< 700^{\circ}\text{C}$): in questo caso vengono usate barrette di metallo d'apporto costituite da una lega che può contenere: **cadmio, argento, rame, zinco.**

In particolare andrà verificata l'eventuale percentuale di **cadmio.**

SALDATURE SU LEGA LEGGERA

Si tratta di un peculiare tipo di saldatura usato ad esempio nei cantieri navali ed in industrie minori legate al comparto; i fattori di rischio da indagare sono:

- **Metalli:** rame, ferro, manganese, cromo, zinco, titanio, Alluminio; fumi generici
- **Gas:** ossido e di ossido di azoto, ozono
- Per quanto riguarda il **monitoraggio biologico:** Cromo, rame e manganese urinari valutati ad inizio e fine del turno di lavoro.

LA VERNICIATURA

I prodotti vernicianti tradizionali sono una miscela di sostanze chimiche applicate sui manufatti allo scopo di conferire loro una resistenza agli agenti atmosferici e mutare anche il loro aspetto estetico. I costituenti delle vernici sono:

- **Leganti** (polimeri o resine che conferiscono la resistenza fisica o meccanica alle pellicole applicate)
- **Pigmenti** (particelle solide che determinano il colore e la capacità coprente)
- **Solventi** (necessari per solubilizzare i vari costituenti, diluire il prodotto diminuendone la viscosità e formare un film omogeneo)
- **Additivi** (con funzioni varie)

TIPOLOGIE DI VERNICIATURA

- **A spruzzo (con aria compressa, airless, deposizione elettrostatica, HVLP)**
- **A velo**
- **A pennello**
- **Per immersione**
- **Elettrodeposizione**

TIPO DI SOLVENTI UTILIZZATI

- Nelle vernici tradizionali: **alcoli** – butilico, isobutilico -; **chetoni** – acetone, MEK, MIBK; esteri – acetati di butile, isobutile; **alifatici** – esano, eptano - , **aromatici** – toluene, xileni - , **clorurati** – dicloropropano, percloroetilene - , **glicoli eteri** - butilcellosolve
- Nelle vernici ad acqua: alcoli a basso peso molecolare – metanolo, etanolo, isopropanolo -, glicoli eteri, acetone.

MONITORAGGIO BIOLOGICO

- **Il monitoraggio è stato effettuato - per l'esposizione a nichel ed a cromo - analizzando le urine degli addetti sia ad inizio che a fine turno, a fine settimana**
- **Si ha minore esposizione negli impianti di saldatura automatica rispetto a quelli manuali**
- **I dati di concentrazione sono mediamente superiori ai valori di riferimento della popolazione generale ma inferiori ai BEI (nessun superamento)**
- **I dati ambientali e biologici sono ben correlati nel caso del cromo e non correlati nel caso del nichel (possibile assunzione per contatto o altro).**

PROBLEMI DELLA VERNICIATURA

- Nella tradizionale verniciatura a spruzzo si valuta la **efficienza di trasferimento** (la percentuale di vernice [spruzzata] che effettivamente ricopre il manufatto) mentre il problema principale è l'**overspray** cioè l'eccesso di vernice che si disperde nell'ambiente (ambiente di lavoro, emissione esterna, rifiuti)
- Prevenzione: si tratta di **ridurre la % di overspray** soprattutto quello costituito da una base di solventi organici

LA RIDUZIONE DELL'OVERSPRAY

- **Si può modificare il sistema di applicazione della vernice**
- **Si possono usare diversi sistemi di filtrazione ed abbattimento**
- **Si può cambiare la formulazione del prodotto base**
- **Si effettua la verniciatura a polveri – che consente una maggiore efficienza nella deposizione (> 90%) e non prevede l'utilizzo di solventi organici**

LA RIDUZIONE DELL'OVERSPRAY

- **Il sistema di verniciatura HVLP** (alto volume, bassa pressione) consente di ridurre l'over spray di oltre il 35%. L'unica cosa necessaria è il riscaldamento preliminare delle vernici onde diminuirne la viscosità.
- La **formulazione di vernici ad acqua** porta alla riduzione delle concentrazioni di solventi dispersi nell'ambiente (viene usata una concentrazione di acqua di circa l'80%)
- La **verniciatura a polveri** comporta il caricamento della vernice con carica elettrica ed il mettere a massa il pezzo da verniciare (cabine quasi completamente chiuse ed efficienza di deposizione di oltre 90%),

ESPOSIZIONE A VAPORI DI SOLVENTI ORGANICI

- **E' massima** nel caso di utilizzo di **vernici tradizionali** (quali al nitro, poliesteri, poliuretana), con sistemi a spruzzo tradizionali (elevato over spray) e in cappe relativamente poco efficienti
- **E' minima** nel caso di utilizzo di **vernici ad acqua**
- **Non sussiste** usando la **verniciatura a polveri**

Altri casi di esposizione a vapori di solventi

Fasi di:

- 1. Sgrassaggio pezzi**
- 2. Lavaggio pezzi**

Operazioni che possono essere effettuate per immersione dei pezzi in vasca di solventi oppure per pulizia manuale con stracci imbevuti di solvente.

LA VERNICIATURA A POLVERI

Presuppone che la vernice, caricata con carica elettrostatica, si depositi sul pezzo metallico caricato di segno opposto.

I pezzi metallici subiscono dei trattamenti preliminari in linea (lavaggio e sgrassaggio in vasca a caldo), asciugatura e, dopo la deposizione della vernice, essiccazione della stessa in forno.

RISCHI NELLA VERNICIATURA A POLVERI

La maggior parte delle operazioni si svolge in modo automatico; il personale può intervenire in:

- **Fase di ritocco (verniciatura a mano di punti difficili)**
- **Fase di cambio colore**
- **Possibile esposizione a polveri inalabili irritanti**

RISCHI NELLA VERNICIATURA A POLVERI

- E' possibile l'utilizzo di un catalizzatore (TGIC) **triglicidil iso cianurato**, con azione sensibilizzante e mutagena
- E' possibile la presenza di **pigmenti colorati costituiti da composti di metalli pesanti**

I PIGMENTI METALLICI

Alcuni prodotti contenenti metalli pesanti e di rilevanza tossicologica:

- **Tetrossicromato di zinco** (pigmento antocorrosivo): dovrebbe essere stato eliminato
- Derivati **rossi ed arancio contenenti cromo e piombo** (ad es. **piombo molibdato solfato rosso**): sono ancora presenti in certi prodotti a rapida essiccazione.

I PRIMERS

I **primers** sono vernici protettive epossidiche usate per il trattamento superficiale dei metalli in funzione di inibitori di corrosione.

- Sono prodotti applicati per particolari esigenze tecnologiche (ad es. industria aeronautica)
- Molto diffusi i **cromati di zinco, stronzio e di calcio**.
N. B. TLV-TWA del cromato di stronzio = 0,0005 mg/m³ !!
- In particolare è stata segnalata una frequente esposizione oltre il TLV di tale sostanza per tutti coloro che verniciano manualmente gli aerei o parti di essi

RISCHI PARTICOLARI

Isocianati

- Presenza di isocianati nelle **vernici – poliuretatiche (acceleranti)**
- Presenza di isocianati nelle miscele di **schiumatura poliuretatica**
- Presenza di isocianati negli **adesivi a due componenti**
- **Prevalente l'MDI**

RISCHIO DA ISOCIANATI

La determinazione degli isocianati aerodispersi può presentare dei problemi in quanto tali prodotti sono presenti sia in forma di monomero (la singola molecola) sia in forma di prepolimero (2 - 4 molecole unite fra loro) e, in funzione del metodo di campionamento, ci possono essere delle sotto stime.

RISCHIO DA ISOCIANATI

- **La situazione ambientale può essere molto diversa in funzione dei sistemi di prevenzione primaria in uso:**
- **Il caso potenzialmente peggiore è quello di una schiumatura manuale con pistola erogatrice in assenza di sistemi aspiranti**

RISCHIO DA ISOCIANATI

- **In altre situazioni può essere in funzione una linea con erogazione manuale ma con sistemi di aspirazione (ad esempio a parete)**
- **Questo tipo di situazione andrà controllata per verificare la reale efficienza del sistema di aspirazione**

RISCHIO DA ISOCIANATI

- **Un'altra possibilità è l'impianto a ciclo chiuso**
- **L'indagine, in questo caso, dovrà verificare la tenuta dell'impianto e le eventuali perdite**

RISCHIO DA ISOCIANATI

- **Infine, un'altra situazione è quella dell'impianto a funzionamento automatico chiuso all'interno di un sistema di aspirazione (ad esempio una cabina)**
- **L'accesso del personale si ha a ciclo eseguito per togliere i manufatti dallo stampo**
- **In genere è la situazione migliore**

RISCHIO DA ISOCIANATI

- **L'uso di adesivi a due componenti in particolari lavorazioni e reparti può comportare esposizioni significative**
- **Sono stati segnalati superamenti del TLV in reparti di incollaggio di parti in plastica**
- **Il problema è dato da una ampia superficie incollata e da aspirazioni puntiformi o comunque poco efficaci o da assenza di sistemi di aspirazione**

CONCLUSIONI

- **In linea generale i rischi connessi con le attività dell'industria metalmeccanica sono noti.**
- **E' peraltro importante una corretta informazione a priori sulle materie prime in uso tramite una attenta lettura delle schede di sicurezza**
- **In secondo luogo è fondamentale avere le idee chiare sulle reali mansioni degli operatori (tempi di esposizione effettivi)**
- **Ciò si potrà ottenere, dopo il sopralluogo, con una intervista mirata al datore di lavoro e/o ai responsabili di produzione**

CONCLUSIONI

- **Una particolare attenzione per i rischi cancerogeni connessi con l'uso degli oli minerali**
- **Così come per le saldature su acciaio inox (verificare le reali condizioni operative); un attento monitoraggio biologico**

CONCLUSIONI

- **In particolare a volte si deve valutare la possibile presenza di metalli (pesanti) nelle polveri prodotte**
- **Importante anche la determinazione di polveri respirabili e della silice cristallina in alcuni manufatti grezzi provenienti dalla fonderia**

CONCLUSIONI

Se le reali mansioni degli addetti presuppongono reali esposizioni a fattori di rischio chimico,

- **sarà necessaria una accurata indagine ambientale**
- **Tale indagine servirà in ogni caso a verificare se i sistemi di prevenzione primaria sono efficienti**
- **Infine un adeguato monitoraggio biologico fornirà dei dati complementari all'indagine ambientale al fine di dare un quadro esauriente della situazione**