

Composizione del Gruppo di Lavoro Regionale

COORDINAMENTO REGIONALE:

Saretto Gianni, Bertani Gianfranco, Macchi Luigi
Unità Organizzativa Prevenzione, Tutela Sanitaria e Veterinaria, Direzione Generale Sanità - Regione Lombardia

COMITATO SCIENTIFICO:

Cirila Piero Emanuele, Foà Vito, Pier Alberto Bertazzi
Centro di Riferimento PPTP, Clinica del Lavoro «Luigi Devoto» - Università degli Studi di Milano e Fondazione “Ospedale Maggiore Policlinico, Mangiagalli, Regina Elena” (I.R.C.C.S.) di Milano

Castoldi Maria Rosa, Calderini Duccio, Ferruccio Ferrario, Emma Marchese
Dipartimento di Prevenzione Medico - ASL della Provincia di Varese

COLLABORATORI:

Fustinoni Silvia, Martinotti Irene, Buratti Marina, Longhi Omar, Taronna Matteo
Dipartimento di Medicina del Lavoro, Clinica del Lavoro «Luigi Devoto» - Università degli Studi di Milano e Fondazione “Ospedale Maggiore Policlinico, Mangiagalli, Regina Elena” (I.R.C.C.S.) di Milano

Tiso Crescenzo, Marco Boni, Leonardo Cappai, Liliana Carcano, Ivana Chiarion, Claudio Iametti, Annalisa Landoni, Daniela Mondini, Giuseppe Perrone
Dipartimento di Prevenzione Medico - ASL della Provincia di Varese

Cavallo Domenico
Dipartimento Scienze Chimiche ed Ambientali - Università dell’Insubria sede di Como

Barbassa Elisabetta
Con.T.A.R.P. INAIL Direzione Regionale Lombardia

INDICE

1.0	Premessa	4
2.0	Materiali e tecnologia	6
2.1	Materiali	6
2.2	Additivi	6
2.3	Colorazione: i master	7
2.4	Principali tecnologie di stampaggio	7
2.5	Logistica di impianto	8
3.0	Gestione dei rischi per la sicurezza	9
3.1	Macchine	9
3.2	Manutenzione e cambio stampi	9
3.3	Ambiente di lavoro e movimentazione materiali	10
4.0	Gestione del rischio da agenti chimici pericolosi	10
4.1	Indirizzi per la redazione del documento di valutazione	12
4.2	Le misurazioni	13
5.0	Gestione del rischio da agenti cancerogeni	14
6.0	L'esperienza PPTP-plastica	15
7.0	Misure tecniche di prevenzione del rischio chimico e cancerogeno	15
7.1	Ventilazione degli ambienti di lavoro	16
7.2	Impianti di aspirazione localizzata	16
8.0	Gestione di altri rischi	18
8.1	Rumore	18
8.2	Movimentazione manuale dei carichi	19
8.3	Movimentazione dei carichi con macchine	19
8.4	Movimenti ripetuti degli arti superiori	20
8.5	Incendio	20
8.6	Microclima	21
8.7	Organizzazione del lavoro, lavoro notturno e isolato	21
9.0	Sorveglianza sanitaria	21
	Allegati	23
	Allegato 1: Schemi per l'individuazione dei rischi per la sicurezza e la salute	23
	Allegato 2: Valutazione esposizione ad ABS e Formaldeide	30
	Allegato 3: Bibliografia	31

1.0 PREMESSA

Il Laboratorio "Tumori Professionali", avviato nell'ambito della realizzazione del piano regionale 2008-2010 per la promozione della salute e sicurezza negli ambienti di lavoro - DGR VIII/6918 del 2 aprile 2008, ha l'obiettivo d'individuare e promuovere soluzioni tecnologiche concretamente attuabili in grado di sostituire le sostanze cancerogene o, quanto meno, di ridurre al minimo le esposizioni professionali conseguenti alla loro presenza, in specifici comparti produttivi.

Si presentano in questo documento, che ha il formato del "vademecum per il comparto", i risultati conseguiti nell'intervento nelle aziende di "stampaggio plastica", curato dallo SPSAL della ASL della provincia di Varese.

Sulla base delle linee operative definite dal Laboratorio regionale, oltre ai rischi da agenti cancerogeni, è stato valutato il complesso dei rischi per la sicurezza e la salute presenti nel comparto, pervenendo così all'elaborazione d'indicazioni concrete per l'impostazione d'interventi appropriati ed efficaci con riferimento a tutti i rischi.

Il Laboratorio, al momento dell'avvio del progetto, ha attivato un gruppo di lavoro aperto alle forze sociali, con l'aspettativa di pervenire alla condivisione dei contenuti presenti nel vademecum.

Questo prodotto concorre in tal modo:

- ad orientare sulle scelte tecniche, organizzative e procedurali adeguate l'intero "sistema prevenzionistico" lombardo, inteso in senso lato "datori di lavoro, servizi di prevenzione e protezione aziendali, rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza, medici competenti, organi di vigilanza delle ASL, operatori delle UOOLM, consulenti, organizzazioni datoriali e sindacali dei lavoratori, ecc."; lo strumento è pertanto messo a disposizione di tutti i soggetti, nell'ambito dell'obiettivo generale di favorire l'interazione ed allargare il numero di figure competenti, e potrà essere utilizzato per verifiche e auto analisi all'interno delle aziende;
- ad esprimere, in un documento condiviso, l'orientamento comune dei diversi interlocutori che compongono il gruppo di lavoro, in relazione agli aspetti ritenuti problematici per il comparto;
- a orientare i Servizi PSAL E UOOLM alla promozione di percorsi preventivi che coinvolgano le figure aziendali per la gestione corretta dei principali problemi evidenziati.

Dopo la ratifica del Vademecum è prevista la sua diffusione su tutto il territorio regionale, a cura di SPSAL e UOOLM, per pervenire ad una piena e corretta applicazione del Titolo IX – Capo II e delle altre norme contenute nel D.Lgs. 81/08 da parte della aziende lombarde.

In questa direzione si chiede ai Dipartimenti di Prevenzione Medica e ai SPSAL, in coordinamento con le UOOLM del proprio territorio, di programmare la presentazione del documento alle Associazioni datoriali e dei lavoratori più rappresentative nell'ambito degli incontri del Comitato di coordinamento provinciale ex art. 7 del D. Lgs. 81/08.

Si chiede altresì, sempre a cura di SPSAL e UOOLM, in coordinamento con tutte le parti sociali del territorio, di realizzare incontri con Responsabili dei Servizi di Prevenzione e Protezione (RSPP), Rappresentanti dei Lavoratori (RLS) e Medici competenti (MC) dedicati alla diffusione di questo prodotto.

Sulla base dell'Accordo stipulato tra la Direzione Regionale INAIL e la Regione Lombardia Direzione Generale Sanità le aziende che volontariamente assumeranno i criteri contenuti nel vademecum hanno la possibilità di accedere al sistema premiante INAIL (sconti tariffari), presentando a questo Istituto, nel format previsto per queste istanze, apposita domanda entro il 31 gennaio di ogni anno.

In applicazione all'Accordo citato, nonché aderendo alle previsioni dell'art. 11, c. 3 bis del D.Lgs. 81/08 (così come modificato dal D.Lgs. 106/09) ⁽¹⁾, il presente documento sarà inviato, per il tramite della Cabina della regia del "Piano regionale 2008-2010 per la promozione della sicurezza e della salute negli ambienti di lavoro", all'INAIL – sede regionale della Lombardia- al fine di delineare le modalità per un impiego delle soluzioni tecnologiche in esso contenute in senso promozionale e premiale per le imprese lombarde.

Inoltre il documento sarà trasmesso agli Organismi paritetici – Rappresentanze regionali - al fine di essere considerato per quanto previsto dal c. 3 del D.Lgs. 81/08 ⁽²⁾.

¹ Art. 11 c. 3-bis D.Lgs. 81/08. Le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, nel rispetto delle proprie competenze e con l'utilizzo appropriato di risorse già disponibili, finanziano progetti diretti a favorire la diffusione di soluzioni tecnologiche o organizzative avanzate in materia di salute e sicurezza sul lavoro, sulla base di specifici protocolli di intesa tra le parti sociali, o gli enti bilaterali, e l'INAIL.

Ai fini della riduzione del tasso dei premi per l'assicurazione contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali di cui all'articolo 3, del decreto legislativo 23 febbraio 2000, n. 38, ferma restando la verifica dei criteri di cui al comma 1 del predetto articolo 3, si tiene anche conto dell'adozione, da parte delle imprese, delle soluzioni tecnologiche o organizzative di cui al precedente periodo, verificate dall'INAIL.

² Art. 51, c. 3 D.Lgs. 81/08. Gli organismi paritetici possono sopportare le imprese nell'individuazione di soluzioni tecniche e organizzative dirette a garantire e migliorare la tutela della salute e sicurezza sul lavoro.

La Regione Lombardia s'impegna a portare all'attenzione degli organismi nazionali, Commissione Consultiva permanente per la sicurezza e salute sul lavoro (art. 6 del D.Lgs. 81/08) e Coordinamento interregionale per la prevenzione e sicurezza sul lavoro, le indicazioni di questo Vademecum per una loro ratifica ai sensi dell'art. 2, comma 1, lett. v) e art. 6, comma 8, lett. d) del D.Lgs. 81/08 (procedura di validazione delle buoni prassi).

Il documento è stato sottoposto al confronto con le parti sociali nella riunione del 14 ottobre 2009, realizzata presso la sede della Direzione Generale Sanità della Regione Lombardia, nel corso della quale alcuni componenti del gruppo di lavoro hanno richiesto l'introduzione di modifiche e integrazioni. Tali correttivi sono stati in seguito apportati, pervenendo così alla condivisione all'unanimità del testo prodotto.

A conclusione di questo iter il documento risulta pertanto condiviso dai seguenti componenti del gruppo di lavoro, rappresentanti delle parti sociali e istituzioni:

Aldo Vignati (Confindustria Lombardia), Andrea Burlini (Assolombarda), Paolo Pancioli (Confederazione Nazionale dell'Artigianato e della Piccolo e Media Impresa – Regione Lombardia), Carlo Piccinato (Confartigianato Lombardia), Lelia Della Torre (CGIL – Patronato INCA), Emilio Gatti (CISL), Piero Emanuele Cirila (Laboratorio Tumori professionali), Franco Toffoletto (Referente UOOML), Maria Rosa Castoldi (SPSAL – ASL Varese), Gianni Saretto (Unità Organizzativa Prevenzione – DGS Regione Lombardia), Pier Alberto Bertazzi (Coordinatore Laboratorio – Università degli Studi di Milano).

2.0 MATERIALI E TECNOLOGIA

Alla base dell'impostazione di interventi appropriati ed efficaci, nell'ambito del sistema della prevenzione, vi è una corretta e completa conoscenza dei rischi per la salute e la sicurezza. Solamente in seguito ad una accurata valutazione del ciclo produttivo, delle sostanze utilizzate, dell'organizzazione del lavoro e delle attrezzature e macchine impiegate è possibile individuare una serie di potenziali rischi, che potrebbero provocare un danno alla salute dei dipendenti durante lo svolgimento delle loro specifiche mansioni operative. Tutto ciò appare ancor più di rilievo pratico se applicato ad un settore tipico, quale quello delle attività di stampaggio della plastica, dove gli ambienti di lavoro sono impostati su un modello comune, ma appaiono molteplici e diversificati nelle singole realtà produttive.

Il comparto di produzione e lavorazione delle materie plastiche è estremamente vasto e complesso. Il presente documento è necessariamente limitato ad una particolare tecnologia, ovvero quella dello stampaggio. E' però da rilevare che numerose considerazioni ed in particolare quelle riguardanti la gestione del rischio da agenti chimici e cancerogeni possono essere utilmente estese ed applicate ad altre tecnologie, ad esempio quella di estrusione.

2.1 Materiali

Polimeri naturali modificati: sono principalmente esteri ed eteri di cellulosa. Sono stati i primi ad essere utilizzati già a partire dalla seconda metà dell'800.

Tra i principali ricordiamo il *nitrato di cellulosa*, *l'acetato di cellulosa* e *l'etilcellulosa*.

Resine sintetiche termoindurenti: materiali plastici sintetici che, a temperature più o meno elevate, hanno inizialmente una certa plasticità e che, per ulteriore permanenza a tali temperature, subiscono una trasformazione strutturale di natura chimica che porta ad un indurimento permanente rappresentato dalla formazione di un numero sufficiente di legami tridimensionali fino ad ottenere un prodotto di elevato peso molecolare, generalmente insolubile ed infusibile. Molto utilizzate sono le *resine fenoliche* ottenute per condensazione di un'aldeide con il fenolo o con i suoi omologhi e derivati.

Le amminoresine: resine ureiche, resine melamminiche, resine tioureiche.

Le resine *epossidiche* sono in realtà poliesteri. Sono usate per la produzione di componenti per l'industria elettronica, chimica e meccanica.

Le resine poliuretaniche sono polimeri ottenuti con processo a stadi da isocianati ed alcoli bi o polivalenti.

Le resine siliconiche o polisilossani sono dette comunemente siliconi e si ottengono a partire da derivati clorurati di composti organici del silicio.

Poliesteri tridimensionali: sono detti alchidi o resine alchidiche i poliesteri tridimensionali originati da poliacidi e polialcoli. Possono condurre a prodotti con proprietà termoindurenti o termoplastiche.

Polimeri termoplastici sintetici: comprendono prodotti nei quali la sostanza ad alto peso molecolare è ottenuta sinteticamente mediante reazioni chimiche di condensazione o di polimerizzazione. La loro termoplasticità consente di trasformarli in forme ben definite, portando il materiale alla temperatura più idonea ad ottenere la viscosità desiderata ed abbassando successivamente questa temperatura dopo aver ottenuto la forma desiderata. Induriscono poi per raffreddamento ma senza alcun processo chimico tanto che risulta possibile riutilizzare il materiale stampato mediante ulteriore riscaldamento.

I polimeri derivano dalla combinazione (polimerizzazione per addizione o per condensazione) di molecole di piccole dimensioni e a basso peso molecolare (monomeri) che si concatenano fra loro in lunghe sequenze.

Gli omopolimeri sono formati da un unico tipo di monomero (*polietilene, polipropilene, polistirene, politetrafluoroetilene, polimetacrilato di metile, cloruro di polivinile, acetato di polivinile*).

Un polimero formato da due o più tipi di monomero è detto invece copolimero: tra i copolimeri si annoverano i diversi tipi di *nylon o poliammidi* (policondensazione di diammine con acidi carbossilici), *l'ABS* (copolimero di acrilonitrile-butadiene-stirene), *i policarbonati, il polietilentereftalato*.

2.2 Additivi

Spesso prima della lavorazione vera e propria, soprattutto nel caso delle materie plastiche termoindurenti, è necessario aggiungere additivi al prodotto base, così da migliorarne le qualità finali o di lavorazione:

- *stabilizzanti* sono utilizzati per proteggere il polimero contro gli effetti combinati dell'esposizione all'aria, della temperatura o delle radiazioni ultraviolette;
- *plastificanti*, prevalentemente ftalati, vengono aggiunti per aumentare la flessibilità in un ampio intervallo di temperatura, riducendo durezza, rigidità e temperatura di infragilimento;
- sostanze *lubrificanti*: per facilitare la lavorazione possono essere aggiunte in piccole quantità stearati metallici (di zinco, calcio, magnesio), cere, solfuro di molibdeno ed altri.

Per ottenere un manufatto molto alleggerito a struttura cellulare (detto espanso), sono utilizzati gli *espandenti*.

Possono inoltre essere utilizzati: *rinforzanti* (fibre di vetro, fibre di carbonio), *cariche* (gesso, carbonato di calcio, talco, silice, idrossido di alluminio, nerofumo), *ritardanti di fiamma*, *reticolanti* o *antireticolanti*.

2.3 Colorazione: i master

I materiali comunemente utilizzati per colorare le resine sintetiche ed i relativi prodotti da stampaggio si distinguono in coloranti e pigmenti. I coloranti sono composti organici che aggiunti a solventi compatibili, ai plastificanti o alle resine stesse si dissolvono in queste ultime producendo una colorazione uniforme sia trasparente che opaca. I pigmenti, sia organici che inorganici, sono invece insolubili in solventi, plastificanti e nelle resine. L'aggiunta di coloranti o pigmenti può avvenire già in fase di preparazione del granulo oppure mediante l'utilizzo di "masterbatches" o più semplicemente masters, aggiunti alla resina prima della fase di riscaldamento del materiale.

I master si possono presentare sotto forma di polveri, liquidi, paste a media viscosità, perle, microsferi, granuli.

Attualmente i master generalmente utilizzati sono prevalentemente in forma granulare. I pigmenti o i coloranti sono dispersi in un legante neutro polimerico e successivamente estrusi e granulati. Il granulo colorato viene aggiunto alla resina base solitamente incolore e mescolato separatamente oppure direttamente immesso in tramoggia.

2.4 Principali tecnologie di stampaggio

Con il termine di stampaggio s'intendono tutti i procedimenti usati per dare forma ai materiali plastici mediante pressione in stampi caldi o freddi.

Stampaggio per compressione

Viene utilizzato per resine termoindurenti. Il materiale viene caricato in una matrice calda (generalmente una cavità) all'interno della quale viene compresso e formato mediante un punzone pure caldo. La temperatura del punzone e della matrice provoca dapprima la plastificazione ed il termoindurente scorre lungo la parete dello stampo fino a quando la chiusura è completa. Al termine di questa fase si raggiunge un grado di indurimento sufficiente affinché il particolare possa essere estratto dallo stampo senza pericolo di deformazione. Le operazioni di stampaggio sono precedute da una fase di preriscaldamento del materiale sia sottoforma di polvere che di "pastiglie" in forni elettrici, a resistenza e recentemente riscaldatori a induzione. La temperatura di stampaggio in genere oscilla tra i 135 ed i 180 °C. Le presse utilizzate sono prevalentemente verticali ad azionamento manuale.

Stampaggio a iniezione

E' la tecnica maggiormente utilizzata per la lavorazione dei materiali termoplastici.

Lo stampaggio ad iniezione è basato sulle seguenti fasi fondamentali: un materiale termoplastico, in forma granulare di sufficiente regolarità, viene inviato per mezzo di tramoggia ed eventuali dosatori ad uno speciale cilindro opportunamente riscaldato. Un pistone di iniezione conformato a vite, comprimendo i granuli in questo cilindro, li porta a contatto con le zone riscaldate dove avviene il passaggio del termoplastico dallo stato solido a quello fluido. Raggiunta la sufficiente fluidità lo stesso pistone a vite inietta il materiale fuso in uno stampo chiuso e raffreddato, attraverso un apposito ugello ed eventuali canali. Il termoplastico, trovandosi a contatto con le pareti dello stampo, ritorna in uno stato di rigidità sufficiente per l'estrazione del pezzo e la necessaria stabilità dimensionale. Il materiale termoplastico subisce questa trasformazione mediante apposite presse, dette ad iniezione.

Termoformatura

E' una tecnologia di trasformazione secondaria in quanto opera su semilavorati, quali lastre, fogli, films. Si esegue secondo mediante pressione stampo-controstampo o mediante la creazione di vuoto attraverso fori dello stampo. Il

foglio di materiale plastico, prima della lavorazione, deve essere riscaldato fino alla temperatura di rammollimento in appositi forni o direttamente nella macchina operatrice.

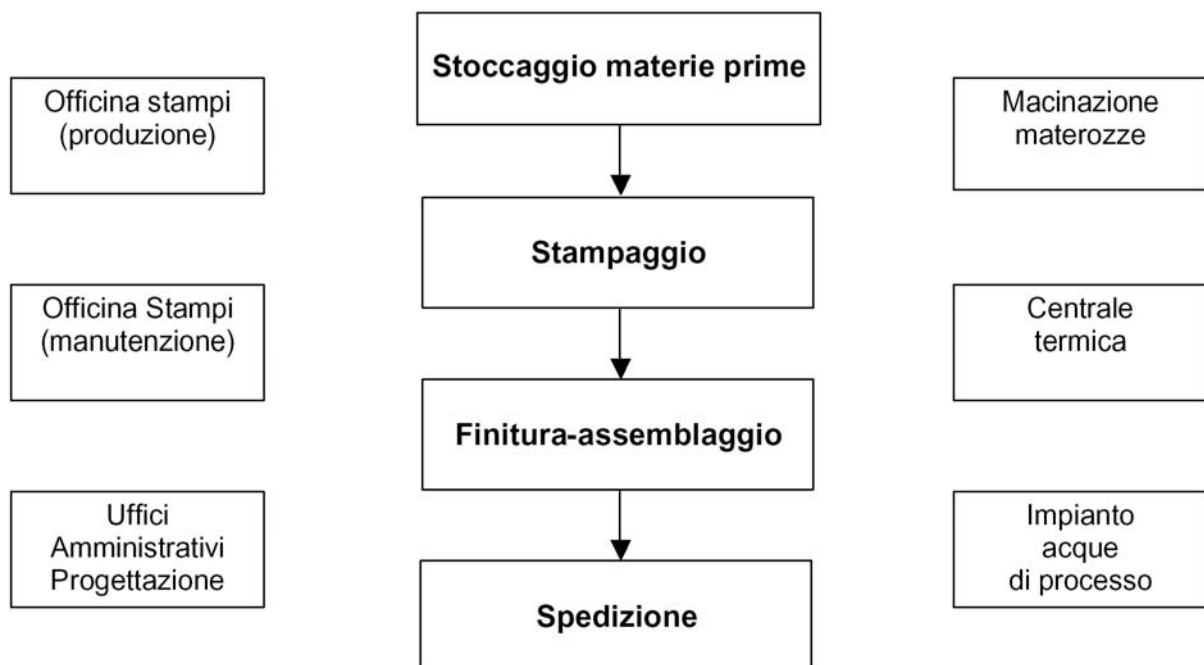
2.5 Logistica di impianto

L'attività di produzione di articoli in materie plastiche ed in particolare quella di stampaggio è caratterizzata da un layout produttivo piuttosto semplice.

La materia prima, prevalentemente in forma di granuli, viene consegnata dal fornitore in sacchi confezionati e reggiati su pallets oppure in big bag. Normalmente viene depositata in un magazzino, denominato *magazzino materie prime*, utilizzando carrelli elevatori o più raramente, per piccoli quantitativi, transpallets manuali o elettrici. Il trasferimento del materiale nel reparto produttivo avviene con carrelli elevatori per i big bag o più comunemente mediante transpallet manuali per i sacchi.

Il reparto stampaggio alloggia le presse ed in alcuni casi anche il/i mulino/i per la macinazione delle materozze. Nel reparto stampaggio è possibile ritrovare alloggiati impianti per l'essiccazione del granulo (operazione indispensabile per alcuni polimeri, quali ad esempio l'ABS), nonché, nel caso di stampaggio di termoindurenti, forni per il preriscaldamento del materiale. Le operazioni di controllo visivo e sbavatura o rimozione delle materozze vengono effettuate bordo macchina. Nel caso di lavorazione conto terzi, i prodotti, destinati a successive operazioni di assemblaggio presso aziende esterne, vengono raccolti già bordo macchina in scatole o sacchi ed inviati al *magazzino prodotti finiti* per la spedizione. In altri casi può essere presente un reparto o area dedicata all'assemblaggio manuale ed eventualmente all'inscatolamento dei prodotti. Locali accessori sono inoltre la *centrale termica* e l'*impianto di raffreddamento delle acque di processo*, quest'ultimo comunemente situato nelle pertinenze esterne dell'azienda, nonché locali dedicati e segregati destinati ad alloggiare il mulino di macinazione scarti.

Sempre presente è un'*officina dedicata alla manutenzione degli stampi* e delle teste di iniezione, mentre soltanto in alcuni casi è presente un'*officina di costruzione stampi*. Spazi accessori sono inoltre piccoli reparti dedicati alla *colorazione*, mediante buratti, delle materie prime con master in polvere o pasta.



3.0 Gestione dei rischi per la sicurezza

L'analisi del fenomeno infortunistico nel comparto mette in evidenza come gli eventi più frequenti siano da ricondurre ad urti e collisioni durante le operazioni di sollevamento e spostamento: in questi casi il periodo di inabilità temporanea è, in oltre il 50% dei casi, compreso tra gli 8 ed i 30 giorni. Le principali e più frequenti carenze dal punto di vista della sicurezza sono infatti quelle legate alla movimentazione di materiali, agli spazi quasi sempre estremamente ristretti per il personale addetto, all'ingombro delle vie di transito e di lavoro.

Gli infortuni dovuti a carenze di dispositivi di sicurezza delle attrezzature ed in particolare delle presse risultano invece meno frequenti ma caratterizzate da elevata durata e gravità.

3.1 Macchine

Le problematiche legate alla sicurezza delle macchine sono prevalentemente costituite da:

- presenza di organi in movimento (punzoni, zone di presa stampo-controstampo);
- presenza di superfici e parti di macchine operatrici ad elevata temperatura;
- presenza di parti in tensione.

Per i requisiti di sicurezza delle attrezzature e per gli obblighi del datore di lavoro si farà riferimento agli articoli 70 e 71 del D.Lgs. 81/2008.

Si elencano in seguito le principali norme tecniche applicabili alle attrezzature presenti nel comparto stampaggio dei materiali plastici.

- macchine per gomma e materie plastiche – Macchine a iniezione – Requisiti di sicurezza per le presse ad iniezione (UNI EN 201:2007);
- dispositivo di protezione sensibile (SPE) per l'arresto e l'inversione del moto dei ripari mobili motorizzati (UNI EN ISO 12100-1:2005 punto 3.26.5 - Concetti fondamentali, principi generali di progettazione – Parte 1: Terminologia di base, metodologia);
- il sistema idraulico deve essere progettato in modo che la pressione massima nominale non possa essere superata nei circuiti, non derivi nessun pericolo da picchi o aumenti di pressione, non si verifichi nessun getto pericoloso di fluido o alcun movimento improvviso del tubo (colpo di frusta) dovuto alla perdita o al guasto dei componenti (UNI EN ISO 12100-2:2005 punto 4.10 - Concetti fondamentali, principi generali di progettazione – Parte 2: Principi tecnici);
- per impedire ustioni prevedere ripari fissi e isolamento delle superfici dove la temperatura massima di esercizio supera i valori di cui alla UNI EN ISO 13732-1:2007 (Ergonomia degli ambienti termici – Metodi per la valutazione della risposta dell'uomo al contatto con le superfici – Parte 1: Superfici calde);
- le posizioni d'accesso alla macchina devono essere: sicure contro scivolamenti, e inciampi; sicure contro la caduta; provviste di mezzi d'accesso sicuri (UNI EN ISO 12100-2:2005 punto 5.5.6 - Concetti fondamentali, principi generali di progettazione – Parte 1: Terminologia di base, metodologia);
- l'impianto elettrico deve essere conforme alla norma UNI EN 60204-1:2006 (Sicurezza del macchinario – Equipaggiamento elettrico delle macchine).

Ai sensi dell'art. 71, c. 4 del D.Lgs. 81/08, si raccomanda di elaborare un programma di verifica periodica, con cadenza settimanale, dell'efficienza dei dispositivi di sicurezza bordo macchina ed un registro nel quale annotare tutti gli interventi programmati e straordinari.

3.2 Manutenzione e cambio stampi

Le operazioni di manutenzione e di messa a punto della lavorazione risultano particolarmente delicate in quanto occasione in cui spesso vengono deliberatamente esclusi i dispositivi di blocco degli organi in movimento.

Requisiti per la gestione delle operazioni di cambio stampi (art. 71 e punto 11 dell'allegato V – Parte I del D.Lgs. 81/2008)

- movimentare gli stampi esclusivamente mediante mezzi di sollevamento;
- assicurare la posizione di fermo della macchina anche mediante supporti meccanici che ne impediscano il movimento durante le operazioni di fissaggio dello stampo;
- assicurare che le operazioni vengano effettuate esclusivamente da operatori appositamente formati ed addestrati;
- elaborare procedure che descrivano in modo particolareggiato tutte le operazioni comprese quelle di regolazione. Dette procedure devono essere portate a conoscenza dei lavoratori ed agevolmente consultabili a bordo macchina.

3.3 Ambiente di lavoro e movimentazione materiali

I principali rischi infortunistici relativi ai luoghi di lavoro possono essere individuati in:

- movimentazione di materiali,
- spazi quasi sempre estremamente ristretti per il personale addetto,
- ingombro delle vie di transito e di lavoro,
- scivolosità dei pavimenti per presenza di granuli,
- impianti elettrici.

Requisiti dell'ambiente di lavoro con particolare riferimento alla movimentazione dei materiali sotto l'aspetto della prevenzione degli infortuni (art. 64 D.Lgs 81/2008 con particolare riferimento all'allegato IV)

- costante pulizia della zona circostante la macchina con asportazione periodica dei granuli e residui oleosi;
- costante manutenzione delle macchine operatrici ed elaborazione di un programma periodico di manutenzione e verifica anche al fine di evitare perdite e dispersioni sul pavimento di oli lubrificanti;
- delimitazione dei percorsi rispettivamente dedicati ai pedoni ed ai mezzi di sollevamento e trasporto.

4.0 GESTIONE DEL RISCHIO DA AGENTI CHIMICI PERICOLOSI

Si è soliti dire che i polimeri sintetici sono inerti e non tossici. Questo è vero per certi polimeri, ma è necessario almeno considerare e valutare:

- il pericolo dovuto alle polveri, anche inerti, quando le resine sono manipolate allo stato pulverulento;
- il pericolo dovuto all'eventuale presenza di monomeri, oligomeri e polimeri a catena corta e vari altri prodotti di partenza;
- il pericolo dovuto all'aumento di temperatura che decompone i polimeri e libera i loro costituenti.

In effetti le materie plastiche industriali contengono:

- a) composti macromolecolari a catena molto lunga, stabili entro un preciso dominio di temperature e condizioni chimiche;
- b) adiuvanti e composti ausiliari (stabilizzanti, plastificanti, lubrificanti, ecc.), che conservano una attività, più o meno mascherata, alla superficie della plastica;
- c) oligomeri o polimeri a catena corta, che possiedono funzioni chimiche libere, monomeri e altri prodotti di partenza.

Nelle plastiche termoplastiche correttamente fabbricate e trasformate, i monomeri e gli oligomeri si trovano in quantità molto piccole (qualche ppm), ma possono essere presenti in quantità più o meno importanti se un prodotto è mal polimerizzato, se la miscela iniziale è mal dosata o se l'eccesso, sovente necessario, di monomero resta incluso nel polimero.

Diversamente, le resine termoindurenti, prima della trasformazione sotto l'azione del calore e del catalizzatore, contengono praticamente sempre molecole attive di oligomeri o di prodotti di partenza (formolo, fenolo, isocianati, derivati epossidici leggeri, ecc.).

I principali agenti chimici che devono essere presi in considerazione nel processo valutativo sono quindi le resine ed i polimeri, gli eventuali additivi nonché tutte le sostanze che si possono sviluppare durante il trattamento a caldo o l'eventuale combustione. La via di esposizione è prevalentemente quella inalatoria anche se non è da trascurare l'esposizione cutanea ad agenti sensibilizzanti quali, ad esempio, talune resine e oligomeri.

Tra le altre sostanze derivanti dalla lavorazione dei polimeri a caldo ricordiamo aldeidi, chetoni, isocianati, idrocarburi alifatici, idrocarburi fluorurati, ammine alifatiche ed alcuni monomeri dotati di azione irritante o sensibilizzante a livello delle vie aeree quali stirene, isocianati e poliammidi.

Fasi critiche che devono essere tenute presenti nella valutazione del rischio da agenti chimici sono ad esempio le operazioni di "spurgo" e le operazioni di pulizia di stampi o parti di presse, talvolta effettuate a caldo o con l'utilizzo di solventi.

Durante le fasi di preparazione (pastigliatura) di resine termoindurenti (es. resine fenoliche) o durante le operazioni di pesatura e aggiunta di master in polvere può non essere trascurabile e quindi da valutare attentamente, la esposizione a polveri.

Resina	Temperatura di lavorazione	Categorie di prodotti	Principali prodotti	Fraresi R	Numero CAS
PE	150-300°C I prodotti si liberano a partire da 200 °C	Idrocarburi alifatici	Metano Etilene Butano	40(*)-23/24/25-34-43 12-36/37-40 11-25-26-34	50-00-0 75-07-0 107-02-8
		Chetoni	Acetone Metiltilchetone		
		Aldeidi	Formaldeide Acetaldeide Acroleina		
PP	150-300 °C I prodotti si liberano a partire da 200-250 °C	Idrocarburi alifatici	Etilene Butano	40(*)-23/24/25-34-43	50-00-0
		Chetoni	Metilchetone		
		Aldeidi	Formaldeide Crotonaldeide		
PS	160-320°C I prodotti si liberano a partire da 250°C	Idrocarburi alifatici	Metano, ecc		
		Idrocarburi aromatici	Stirene	10-20-36/38	100-42-5
			Benzene	45-11-48/23/24/25	71-43-2
			Etilbenzene	11-20	100-41-4
		Aldeidi	Cumene	10-37-50/53-65	98-82-8
Benzaldeide	22	100-52-7			
PVC	80-220°C I prodotti si liberano a partire da 175-200°C	Acidi inorganici	Acido cloridrico	23-35	7647-01-0
		Alogenuri organici	Cloruro di vinile monomero CVM	45-12	75-01-4
		Idrocarburi alifatici	Etilene, ecc.	12-67	74-85-1
		Idrocarburi aromatici	Benzene, ecc.	45-11-48/23/24/25	71-43-2
		Aldeidi	Formaldeide	40(*)-23/24/25-34-43	50-00-0
			Acroleina, ecc.	11-25-26-34	107-02-8
Anidridi	Anidride ftalica	22-37/38-41-42/43	85-44-9		
PF	160-320°C I prodotti si liberano a partire da 250°C	Acidi inorganici	Acido fluoridrico	26/27/28-35	7664-39-3
		Fluoruri	Fluoruro di carbonile		353-50-4
		Fluoroidrocarburi	Tetrafluoroetilene	12	116-14-3
ABS	170-260°C I prodotti si liberano da 200°C	Idrocarburi aromatici	Stirene, ecc	10-20-36/38	100-42-5
		Nitrili	Acilonitrile	45-11-23/24/25-37/38-41-43-51/53	107-13-1
		Aldeidi	Acroleina	11-25-26-34	107-02-8
SAN	170-260°C I prodotti si liberano da 200°C	Idrocarburi aromatici	Stirene, ecc	10-20-36/38	100-42-5
		Nitrili	Acilonitrile	45-11-23/24/25-37/38-41-43-51/53	107-13-1
		Aldeidi	Acroleina	11-25-26-34	107-02-8
PC	220-300°C I prodotti si liberano a partire da 250°C	Idrocarburi alifatici	Etilene, ecc.		
		Idrocarburi aromatici	Benzene	45-11-48/23/24/25	71-43-2
			Toluene		
		Aldeidi	Formaldeide	40(*)-23/24/25-34-43	50-00-0
Acetaldeide	12-36/37-40		75-07-0		
PA	200-400°C	Idrocarburi alifatici	Etano, etene		
		Aldeidi	Acetaldeide	12-36/37-40	75-07-0

	I prodotti si liberano a partire da 400°C		Acroleina	11-25-26-34	107-02-8
			Crotonaldeide		
		Nitrili	Acrilonitrile	45-11-23/24/25-37/38-41-43-51/53	107-13-1
		Chetoni	Acetone		
		Composti di azoto	Ammoniaca		
PMMA	80-220°C I prodotti si liberano a partire da 180°C	Esteri	Metacrilato di metile		
PVA	170-260°C I prodotti si liberano a partire da 200°C	Esteri	Acetato di vinile		
			Acetato di etile		
		Acidi carbossilici	Acido acetico		
		Chetoni	Metililchetone		
		Aldeidi	Aldeide crotonica		
POM	170-230°C I prodotti si liberano da 190°C	Aldeidi	Metilale		109-87-5
		Chetoni	Triossano		
			1,3-diossolano		

4.1 Indirizzi per la redazione del documento di valutazione

Per le sostanze chimiche il datore di lavoro deve valutare sia i rischi per la sicurezza sia i rischi per la salute dei lavoratori.

Per la redazione del documento di valutazione del rischio da agenti chimici si può far riferimento al Documento del Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di Lavoro delle Regioni e delle Province autonome "Protezione da agenti chimici". Qualunque sia la metodologia utilizzata per la valutazione questa non può prescindere da alcune riflessioni derivanti dalla peculiarità del comparto. Infatti:

- la maggior parte delle schede di sicurezza relative ai polimeri riporta una classificazione di "preparato non pericoloso" in quanto spesso non viene presa in considerazione la possibilità di sviluppo di monomeri o prodotti di degradazione termica. Pertanto un metodo di valutazione che si basi esclusivamente sulla etichettatura può portare ad una sottovalutazione del rischio;
- nella maggior parte dei casi, per la notevole variabilità dei materiali utilizzati e per la numerosità dei prodotti di degradazione termica la situazione espositiva può essere ricondotta ad una "multiesposizione" a basse dosi di numerose sostanze. Pertanto il metodo utilizzato per la valutazione deve necessariamente essere in grado di quantificare/qualificare questa tipologia di multiesposizione.

Contenuti minimi del Documento di Valutazione del rischio da agenti chimici di cui all'art.223 del D.Lgs 81/2008.

- le proprietà pericolose dei vari agenti e dei rispettivi prodotti di degradazione termica anche in relazione alla possibilità di esplosione e incendio;
- le informazioni contenute nelle schede di sicurezza (che devono essere acquisite da ciascun produttore);
- il livello, il modo e la durata dell'esposizione;
- le caratteristiche dell'ambiente di lavoro: cubatura, requisiti di aerazione, concentrazione delle macchine operatrici, dimensione e peso dei pezzi stampati;
- le circostanze in cui viene svolto il lavoro in presenza di tali agenti, compresa la quantità degli stessi, le modalità e le temperature di lavorazione;
- la descrizione delle operazioni di pulizia e di manutenzione ordinaria e straordinaria (compreso cambio stampi e materiali e operazioni di spurgo);
- la possibilità di sviluppo di monomeri e/o prodotti di degradazione termica sia in condizioni di esercizio che in condizioni di spurgo, surriscaldamento o incendio;
- i valori limite di esposizione professionale e/o i valori limiti biologici;
- gli effetti delle misure preventive e protettive adottate e da adottare;
- le caratteristiche tecniche e le procedure in essere per la valutazione di efficienza degli impianti di protezione collettiva;
- se disponibili, le conclusioni tratte da eventuali azioni di sorveglianza sanitaria già intraprese.

Per la valutazione del rischio per la salute possono essere vantaggiosamente utilizzati metodi per giungere a stime semiquantitative: indici di probabilità di rischio che associano le modalità ed entità delle esposizioni possibili con l'entità degli effetti [R=f(P,M)]. Questi algoritmi hanno numerosi limiti e vanno utilizzati con consapevolezza: è opportuno, nei casi incerti, confermare i risultati con una o più misurazioni ambientali "per periodi rappresentativi dell'esposizione in termini spazio-temporali" (Norma UNI-EN 689). Qualora l'indice di rischio si collochi, con ragionevole certezza, al di sotto della graduazione di cut-off prevista dall'algoritmo utilizzato e siano presenti in azienda sistemi e procedure che garantiscono nel tempo il mantenimento delle condizioni raggiunte, il rischio può ritenersi adeguatamente controllato, pur non esimendo dall'adottare ulteriori azioni di miglioramento ottenibili applicando le BAT (Best Available Technology, Migliore Tecnologia Disponibile) pertinenti. Conclusioni analoghe si possono trarre se, effettuate corrette misurazioni ⁽³⁾ della contaminazione ambientale ed esclusa la possibilità di esposizione cutanea, non sia superata la soglia di 1/10 del Valore Limite di Esposizione su 1 turno o di ¼ del Valore Limite di Esposizione su 3 turni.

Benché il D.Lgs. 81/08, nelle more dei Decreti previsti all'art. 232 c. 2 e c. 3, stabilisca che la responsabilità della valutazione di rischio IRRILEVANTE sia a carico del Datore di Lavoro, considerando la specificità del comparto, si ritiene che il giudizio di rischio IRRILEVANTE non possa essere assunto in presenza di una delle seguenti condizioni:

- utilizzo di polimeri e resine che possano dare origine a monomeri o a prodotti di decomposizione classificati come cancerogeni e mutageni;
- presenza di sostanze sensibilizzanti;
- presenza di sostanze reprotossiche;
- assenza di sufficiente aerazione naturale o forzata dell'ambiente in relazione alla concentrazione delle macchine operatrici ed alla cubatura degli ambienti;
- assenza di dispositivi di aspirazione localizzata nelle zone di sviluppo di inquinanti (almeno durante le fasi di spurgo);
- assenza di sistemi che determinino l'arresto automatico della lavorazione in caso di superamento della temperatura di esercizio.

4.2 Le misurazioni

Qualora le conclusioni della valutazione portino ad un giudizio conclusivo di rischio non irrilevante per la salute, deve essere affrontata la problematica delle misurazioni (art. 225 D.Lgs 81/2008).

Al di là dei requisiti intrinseci delle modalità di campionamento e analisi, per le quali si rimanda all'apposito capitolo, risulta necessario premettere alcune considerazioni derivanti dall'analisi della peculiarità del comparto.

In particolare nelle piccole aziende che esercitano attività di stampaggio conto terzi si è constatata una estrema variabilità, almeno infrasettimanale se non giornaliera, dei materiali utilizzati: in tali condizioni la scelta delle sostanze da campionare e del momento di campionamento riveste una importanza determinante potendo condurre a risultati non rappresentativi delle reali condizioni espositive. Inoltre, trattandosi, nella maggior parte dei casi di basse concentrazioni di inquinanti, le metodiche di campionamento ed analisi devono necessariamente possedere requisiti di sufficiente sensibilità.

L'art. 225 del D.Lgs 81/2008 prevede la possibilità di omettere la effettuazione delle misurazioni quando "si possa dimostrare con altri mezzi in conseguimento di un adeguato livello di prevenzione e di protezione". Indicativamente, oltre al ben noto "ciclo chiuso", si ritiene che un adeguato livello di prevenzione e protezione possa essere ragionevolmente raggiunto, per esempio, in presenza di:

- impianto di aspirazione localizzata asservito a tutte le presse con le caratteristiche di cui ai punti seguenti;
- manutenzione programmata, verifica periodica dell'efficienza dell'impianto con misurazioni della velocità di cattura ai singoli punti di captazione;
- presenza di sistemi che determinino l'arresto automatico della lavorazione in caso di superamento della temperatura di esercizio.

³ In attesa di specifici aggiornamenti normativi possono essere assunte le indicazioni contenute nella Norma UNI EN 689/97, Appendici C (procedura formale) e D (procedura statistica).

5.0 GESTIONE DEL RISCHIO DA AGENTI CANCEROGENI

Durante la lavorazione di stampaggio le resine ed i polimeri sono soggetti a riscaldamento e raggiungono temperature elevate; queste possono indurre la liberazione di eventuale monomero residuo non legato presente nel polimero ed anche reazioni chimiche, con rottura delle catene e formazione e liberazione di complesse miscele di sostanze.

Tra i monomeri residui non legati si annoverano numerosi composti cancerogeni quali acrilonitrile e butadiene (da copolimeri ABS e SAN), cloruro di vinile monomero (da PVC), formaldeide (da resine fenoliche, ureiche e melamminiche).

Sicuramente una particolare attenzione deve essere rivolta anche alla lavorazione a caldo di polimeri che contengono monomeri sospettati di cancerogenicità, sicuramente da considerare nella valutazione delle materie prime utilizzate per una corretta analisi del rischio da agenti chimici. In questo senso, tra le resine termoplastiche si segnala l'ABS [acrilonitrile (⁴), 1,3-butadiene (⁵), le resine acetaliche (formaldeide(⁶)), il PVC [Cloruro di Vinile Monomero (⁷)], mentre tra quelle termoindurenti appaiono di rilievo le epossidiche [epicloridrina (⁸)], le fenoliche (formaldeide) e le ureiche (formaldeide). In effetti, l'Unione Europea classifica l'1,3-butadiene ed il cloruro di vinile monomero come cancerogeni di categoria 1 ("Sostanze note per effetti cancerogeni sull'uomo"), mentre l'acrilonitrile e l'epicloridrina come cancerogeni di categoria 2 ("Sostanze che dovrebbero considerarsi cancerogene per l'uomo"). Ai sensi dell'attuale legislazione viene dunque assegnata alle tre sostanze la frase di rischio R45 "Può provocare il cancro". La formaldeide è attualmente classificata come cancerogeno di categoria 3 ("Sostanze con sospetto per i possibili effetti cancerogeni per l'uomo") e le è abbinata la frase di rischio R40 "Possibilità di effetti cancerogeni – prove insufficienti". Dal punto di vista tossicologico nella valutazione del rischio da agenti chimici devono essere tenuti in considerazione anche i pigmenti ed i coloranti (*master*), di cui, tra l'altro, è necessario procurarsi le schede di sicurezza. Particolare attenzione in questo senso deve essere posta a prodotti contenenti pigmenti diarilici, per la possibile presenza di impurezze quali ftalocianine, PCB (bifenili clorurati), dibenzodiossine policlorurate o dibenzofurani, oppure contenenti metalli pesanti. L'esposizione a pigmenti e coloranti, nelle normali lavorazioni di stampaggio, può ritenersi irrilevante soprattutto se vengono utilizzati master in granulo. Non può essere esclusa un'esposizione dovuta a degradazione termica, in occasione di surriscaldamento della resina durante le fasi di lavorazione.

In relazione alle disposizioni specifiche contenute nel Capo II del D.Lgs 9 aprile 2008 n. 81, appare dunque evidente che nell'industria dello stampaggio della plastica è possibile la presenza di sostanze o preparati attualmente classificati come cancerogeni o pericolosi per l'uomo. Attualmente non è sempre tecnicamente possibile la sostituzione di tali materie prime nel ciclo produttivo con altre meno pericolose o è realizzabile con buoni risultati un "ciclo chiuso". Il datore di lavoro deve quindi provvedere affinché il livello d'esposizione dei lavoratori sia ridotto al più basso valore tecnicamente possibile. Tutto ciò non può prescindere dalla valutazione dei rischi: per individuare misure appropriate ed efficaci, condizione preventiva e necessaria è la valutazione del livello di esposizione dei lavoratori all'agente cancerogeno o pericoloso, tenendo conto anche del possibile assorbimento cutaneo. Questo non significa che per avere una stima dell'esposizione si debba misurare in ogni caso: i prelievi sull'ambiente sono da effettuarsi, nel rispetto delle buone pratiche dell'igiene industriale, ogni volta che questo sia tecnicamente possibile ed utile al fine di valutare l'entità dell'esposizione. In particolare, la misurazione potrebbe essere utilmente effettuata per valutare l'efficacia delle misure di prevenzione adottate, per dimostrare l'esiguità del rischio per la salute o per accertare l'assenza dell'agente. Dove non sia possibile effettuare un monitoraggio ambientale, la valutazione potrà essere effettuata integrando varie fonti di informazione (confrontando situazioni lavorative simili, assumendo criticamente dati di letteratura, considerando i quantitativi utilizzati e le modalità d'uso, ecc.), tutte attentamente vagliate e considerate criticamente da personale qualificato. La valutazione deve comunque tenere in considerazione le caratteristiche delle lavorazioni, la loro durata e frequenza, le concentrazioni di agenti cancerogeni o pericolosi che si vengono a liberare e la loro capacità di penetrare nell'organismo per le diverse vie di assorbimento.

⁴ Per maggiori informazioni sulle caratteristiche tossicologiche dell'acrilonitrile si rimanda alla bibliografia.

⁵ Per maggiori informazioni sulle caratteristiche tossicologiche del 1,3-butadiene si rimanda alla bibliografia.

⁶ Per maggiori informazioni sulle caratteristiche tossicologiche della formaldeide si rimanda alla bibliografia.

⁷ Il cloruro di vinile monomero (CVM) penetra soprattutto per via respiratoria ed è veicolato nel sangue da lipidi e lipoproteine. Ad opera del sistema ossidasico microsomiale a funzione mista, va incontro a trasformazione in epossido, considerato responsabile degli effetti cancerogeni (angiosarcoma epatico).

⁸ L'epicloridrina (1-cloro-2,3-epossipropano) è un componente delle resine epossidiche, i cui rischi sono legati soprattutto al potere sensibilizzante ed irritante.

6.0 L'ESPERIENZA PPTP-PLASTICA

Nell'ambito del Progetto Prevenzione dei Tumori Professionali (PPTP) della Regione Lombardia è stata effettuata, mediante indagini di monitoraggio ambientale (48 campionamenti personali e centro ambiente), la valutazione dell'esposizione ad acrilonitrile, 1,3-butadiene e stirene in lavoratori addetti ad attività di stampaggio ABS (⁹).

I campionamenti, condotti durante le normali condizioni d'esercizio di presse ad iniezione in presenza di impianti di aspirazione localizzata, hanno messo in evidenza livelli di esposizione ad acrilonitrile inferiori a 10 µg/m³, livelli di 1,3 butadiene compresi fra <1 e 6 µg/m³ e livelli di stirene compresi fra 1 e 20 µg/m³.

Campionamenti effettuati, sempre nell'ambito del progetto, in lavorazioni di stampaggio termoindurenti, hanno messo in evidenza valori rilevanti di esposizione a formaldeide in una particolare lavorazione: lo stampaggio di resine fenoliche espanse con utilizzo di resina fenolica liquida (in alcune fasi di lavorazione anche superiori ai valori limite di esposizione proposti da enti e associazioni internazionali come il TLV-C proposto dall'ACGIH).

Per quanto riguarda le operazioni di manutenzione vengono utilizzati in quantitativi limitati oli lubrificanti e per comandi oleodinamici; tali prodotti non contengono componenti in concentrazioni tali da configurare elementi di pericolo e non presentano rischi per le normali condizioni di impiego. Tuttavia si segnala la presenza di piccolissime quantità d'ingredienti etichettati con la frase di rischio "R38 – irritante per la pelle" o "R41 – rischio di gravi lesioni oculari".

7.0 MISURE TECNICHE DI PREVENZIONE DEL RISCHIO CHIMICO E CANCEROGENO

Nel rispetto di quanto previsto dal D.Lgs. 81/08 i principi di prevenzione cui deve attenersi il datore di lavoro nella programmazione degli interventi di miglioramento sono quelli di prevenzione primaria ovvero:

- *la sostituzione*, quando possibile, di una sostanza o preparato con uno a minore tossicità. Per quanto attiene ai polimeri, plastificanti, coloranti è possibile effettuare una scelta tra i vari prodotti disponibili sul mercato privilegiando quelli più puri, ottenuti con tecnologie di polimerizzazione all'avanguardia, al fine di ridurre la possibilità di liberazione di monomeri non legati. Tale procedura è concretamente realizzabile anche nella scelta dei master: infatti, attualmente il mercato mette a disposizione coloranti e pigmenti a bassa tossicità, ad esempio privi di metalli pesanti. Va comunque evitato, per quanto possibile, l'utilizzo di materiali pulverulenti, usando materie prime sotto forma di granuli, perle, masterbatches, plastisol, pastiglie, ecc.;
- *minimizzare la formazione dei fumi* che si possono originare per degradazione termica dei materiali in uso.

La produzione di fumi è influenzata:

- dal tipo di materiale processato, ognuno con il suo proprio intervallo raccomandato di temperatura e tempo di permanenza negli organi lavoratori (cilindro di estrusione, vite, stampi, ecc.);
- dalle procedure operative, compresa la "purgatura";
- dall'affidabilità dei sistemi di controllo della temperatura;
- dal grado di manutenzione delle macchine, in particolare della vite e cilindro di estrusione.

Per minimizzare la formazione di fumi è importante:

- che gli operatori di macchina posseggano e sappiano gestire tutti i dati di processo rilevanti (temperature, tempi di permanenza, formulazioni in uso, ecc.) e siano addestrati sul modo corretto di affrontare le operazioni di purga e altre operazioni conseguenti a blocchi, ostruzioni (ugelli, trafilè, iniettori ostruiti, valvole sporche o bloccate, ecc.), ad esempio con unità di pirolisi, e altri problemi che possono causare un fermo produzione;
- che le temperature di processo siano tenute sotto stretto controllo: è importante che i sistemi di riscaldamento e di monitoraggio (termocoppie, anelli riscaldanti, sonde, ecc.) siano perfettamente funzionanti e quindi siano frequentemente sottoposti ad ispezione visiva, così come gli allarmi ed i dispositivi di interruzione di funzionamento, che devono essere periodicamente testati;
- che sia controllato periodicamente lo stato di usura delle viti di estrusione (viti usurate comportano pressioni ridotte ed aumento del tempo di residenza delle resine nel cilindro di estrusione);

⁹ Sono state indagate le realtà produttive presenti nella provincia di Varese.

- che ci siano chiare procedure per la pulizia delle macchine e degli ambienti; particolare importanza ha la perfetta pulizia di viti, cilindri di estrusione, iniettori dopo anomalie o incidenti con permanenza di materiale degradato all'interno del cilindro.

7.1 Ventilazione degli ambienti di lavoro

In ogni caso gli ambienti devono essere caratterizzati da un corretto rapporto di aerazione naturale e pertanto dalla presenza di un sufficiente numero di finestre agevolmente apribili per una superficie pari ad almeno 1/12 della superficie in pianta del locale di lavoro.

Nella normale attività di stampaggio, quando siano in essere le corrette procedure che minimizzano la formazione di fumi, può essere utilizzata una ventilazione generale forzata per diluire e quindi allontanare i fumi stessi. La sola ventilazione generale non può però essere una alternativa all'installazione di impianti di aspirazione localizzata quando si trasformano materiali che possono liberare cancerogeni o forti sensibilizzanti (es.: isocianati) o che sono particolarmente sensibili alla termodegradazione (es.: PVC, resine acetaliche) o ancora quando il parco macchine è molto datato e non c'è la possibilità di un perfetto e continuo controllo della temperatura di lavoro (vedi riquadro).

La *ventilazione generale* deve essere realizzata rispettando i seguenti principi:

- l'estrazione dell'aria deve avvenire esclusivamente per via meccanica e non essere inferiore a 6 ricambi/ora;
- le bocchette di estrazione devono essere preferibilmente collocate in alto mentre quelle di mandata in basso, in questo modo si riesce ad utilizzare al meglio il movimento ascensionale degli aeriformi caldi (gas/vapori derivati dallo stampaggio e dall'aria in contatto con le parti calde);
- l'aria in uscita deve essere compensata con uguali volumi di aria in entrata;
- la compensazione può essere naturale se le aperture hanno una superficie adeguata (1/12 della superficie di calpestio) e una sufficiente distanza dalle aperture per l'estrazione.

Durante le fasi transitorie di *cambio materiale* e *spurgo* nelle quali si ha una notevole emissione di fumi, va sempre prevista l'aspirazione localizzata, con l'elemento di captazione posizionato presso l'ugello, realizzata magari una unità mobile di aspirazione e filtrazione dei fumi.

Condizioni	Requisiti minimi (tutti)
<ul style="list-style-type: none"> - Utilizzo di sole materie prime che non diano origine a prodotti di decomposizione classificati come cancerogeni; - lavorazioni di termoformatura. 	<ul style="list-style-type: none"> - regolari rapporti di aerazione naturale; - ventilazione generale forzata dell'ambiente con le caratteristiche di cui sopra; - unità mobile di aspirazione e filtrazione per le operazioni di spurgo o nel caso di surriscaldamento del materiale.
Utilizzo di materie prime quali ad es. ABS, SAN, PVC, resine epossidiche, poliuretatiche, ureiche, fenoliche.	<ul style="list-style-type: none"> - aspirazione localizzata con espulsione all'esterno con le caratteristiche di cui al punto 5.2; - adeguato reintegro dell'aria aspirata anche con ventilazione forzata.

7.2 Impianti di aspirazione localizzata

I flussi di inquinanti emessi durante le fasi di lavoro a caldo sono aspirati attraverso terminali di captazione definiti cappe, per essere successivamente allontanati e convogliati in impianti di abbattimento, nel rispetto delle vigenti normative in materia di tutela ambientale.

I terminali di captazione si possono distinguere in cappe chiuse, riceventi e catturanti:

- Cappe chiuse: sono costituite da un sistema che circonda la sorgente e non sono utilizzabili per sistemi dove è necessario l'intervento del personale. Questo tipo di cappa rappresenta il sistema più efficace e da preferirsi, poiché più si riesce ad avvolgere la sorgente inquinante, minore sarà la portata necessaria.
- Cappe riceventi: sono realizzate in maniera da catturare gli agenti inquinanti interponendosi sul "cammino" della massa fluida inquinante. Il principio di funzionamento si basa sulla spontanea cattura di elementi contaminati rilasciati da un particolare processo come ad esempio un processo a "caldo" durante il quale i vapori o fumi prodotti da una sorgente calda tendono a salire con moti convettivi verso la cappa o un processo in cui le particelle di dimensioni medio- grande vengono rilasciate con una velocità sufficiente da raggiungere la cappa stessa.
- Cappe catturanti: l'effluente è aspirato verso la cappa per mezzo di un flusso d'aria direzionale, che realizza l'opportuna velocità di cattura alla distanza voluta. La cappa deve essere posizionata relativamente vicino alla fonte inquinante per contenere i costi di esercizio, in quanto i volumi di aria necessari a garantire la velocità di cattura crescono notevolmente. Tale sistema è applicabile a processi dove si rende necessario l'intervento dell'operatore. Le cappe catturanti possono essere distinte in superiori, laterali e inferiori.

Per il controllo delle concentrazioni di inquinanti prodotti negli ambienti industriali è necessaria una corretta progettazione dei sistemi di aspirazione: di fondamentale importanza sono la scelta dell'organo di captazione e la determinazione della portata di aspirazione necessaria per ottenere adeguate velocità di cattura là dove servono. Allo scopo la progettazione deve essere affidata a persone di specifica competenza in campo impiantistico e d'igiene industriale, in grado di effettuare i necessari calcoli previsionali o di applicare correttamente criteri largamente sperimentati e pubblicati in numerose pubblicazioni tecniche.

Requisiti minimi degli impianti di aspirazione localizzata (rif.: Industrial Ventilation ACGIH 2007 26th Edition e altre pubblicazioni):

- corretto posizionamento del terminale di captazione, racchiudendo la sorgente inquinante o avvicinando il più possibile la faccia della cappa alla sorgente stessa, che consenta però la possibilità di effettuare agevolmente operazioni di attrezzaggio e manutenzione;
- velocità di cattura dei fumi compresa tra 0,25 e 0,50 m/s con inquinante emesso senza velocità in aria quieta;
- velocità di cattura compresa tra 0,50 e 1,00 m/s per emissioni a bassa velocità in aria quasi quieta;
- distribuzione omogenea della velocità di ingresso dell'aria sul fronte della cappa (plenum posto posteriormente all'ingresso della cappa);
- possibilità di sezionare l'impianto escludendo le diramazioni asservite a presse al momento non funzionanti;
- corretto reintegro dell'aria aspirata, evitando formazioni di turbolenze e correnti interferenti;
- manutenzione e pulizia periodica stabilita da un protocollo tecnico di manutenzione predittiva;
- verifica periodica, ad esempio annuale, delle velocità di cattura.

Nell'esperienza dello Studio PPTP-Plastica della Regione Lombardia si è constatato che in numerose aziende sono installati impianti di aspirazione localizzata per proteggere la salute dei lavoratori, ma in molti casi tali presidi di prevenzione collettiva, a fronte di spese di installazione e gestione elevati, non lavorano correttamente. Questo può succedere in alcuni casi perché sono mal disegnati o non correttamente installati, molto più spesso perché sono non adeguatamente puliti e mantenuti: in diverse situazioni dove sono state effettuate misurazioni di portata e velocità di cattura prima e dopo aver imposto interventi di regolazione e manutenzione si sono evidenziati decisi miglioramenti, con variazioni della velocità di cattura degli inquinanti anche del 50 – 60 %. Nella maggioranza delle aziende non è presente alcun documento progettuale riguardante gli impianti di aspirazione, di cui non sono noti i dati di targa, e non sono registrati interventi di verifica, manutenzione, riparazione.

Allo scopo di avere il massimo beneficio da un impianto di aspirazione localizzata il datore di lavoro dovrebbe, in fase di richiesta di progetto e fornitura, specificare chiaramente di cosa ha bisogno e fornire adeguate informazioni sui processi lavorativi, i pericoli che ne derivano e le sorgenti inquinanti che si vogliono controllare. Al fornitore e all'installatore dell'impianto bisogna richiedere:

- che l'impianto sia facile da utilizzare, controllare, mantenere e pulire;
- che siano presenti indicatori / sistemi di indicazione adatti a mostrare che l'impianto funziona in modo appropriato;

- che fornisca adeguata formazione al personale aziendale sul corretto utilizzo, verifica, pulizia, manutenzione dell'impianto;
- che fornisca un manuale d'uso che descriva l'impianto (dati di targa – informazioni di performance – lista e descrizione delle parti soggette ad usura e da testare periodicamente), spieghi come funziona, come deve essere utilizzato, testato (specifiche su come e quando condurre in modo accurato le verifiche ed i test necessari), mantenuto (schedulazione delle parti da testare – sostituire – ecc.), pulito, ecc.;
- che fornisca un "registro d'impianto", contenente la schedulazione per le verifiche e la manutenzione, dove regolarmente registrare i risultati delle verifiche, test, interventi di manutenzione, sostituzione, riparazione, ecc.

Dopo l'installazione, bisogna sempre richiedere al fornitore di testare l'impianto per assicurare che esso lavori nel rispetto delle specifiche e di rilasciare relazione di collaudo (commissioning), contenente schemi e descrizione d'impianto, inclusi i "test points", quali verifiche sono state effettuate e come, i risultati delle stesse (portate, pressioni, velocità di cattura, ecc.): la relazione di "commissioning" è il punto fermo verso il quale confrontare in seguito i risultati delle verifiche periodiche.

È infine il caso di richiamare l'importanza della formazione e dell'addestramento degli utilizzatori su corretto posizionamento dei terminali di captazione mobili (spesso presenti nelle aziende del settore) e sul corretto "sezionamento" dell'impianto, quando previsto.

La responsabilità sul corretto funzionamento dell'impianto di aspirazione localizzata è in capo al datore di lavoro. E' necessario verificare e mantenere regolarmente l'impianto e gli strumenti necessari per fare ciò sono:

- il manuale d'uso;
- la relazione di "commissioning";
- il registro d'impianto;
- l'attribuzione delle responsabilità di verifica e manutenzione a personale addestrato.

L'aspirazione localizzata va realizzata con cappa posta sopra la zona dello stampo o della filiera nelle presse ad iniezione orizzontali, nelle macchine di soffiaggio e in quelle ad estrusione, oppure con plenum laterale per quelle verticali.

Vanno preferite le coperture di protezione (cancelli anteriore e posteriore delle presse) in materiale pieno in modo che queste estendano verso il basso l'influenza della cappa e favoriscano la captazione delle emissioni.

L'efficacia d'aspirazione delle cappe sospese va migliorata dotandole di paratie perimetrali (cortine) in modo da avvicinare o avvolgere il più possibile la sorgente di emissione. La cappa deve essere mobile per consentire le operazioni di manutenzione ed attrezzaggio.

In particolare per quanto riguarda le presse per stampaggio ad iniezione i punti di aspirazione devono essere collocati in prossimità dell'ugello dell'iniettore ed in prossimità dello scarico del pezzo dallo stampo.

Eventuali impianti per il ricambio forzato dell'aria non devono contrastare l'efficienza dell'impianto di aspirazione localizzata e devono essere sottoposti a interventi di manutenzione periodica.

8.0 GESTIONE DI ALTRI RISCHI

8.1 Rumore

Le operazioni più rumorose nelle aziende del settore sono rappresentate dall'utilizzo di aria compressa durante le fasi di apertura e chiusura degli stampi. Altre fonti di rumore sono ricercabili nell'eventuale presenza di caricamento pneumatico delle materie prime, oltre che nella fase di recupero degli scarti con la macinazione o di taglio di profilati estrusi. I livelli equivalenti, in particolare nei reparti di lavorazione, sono correlati al numero, tipologia e concentrazione di macchine operatrici nel medesimo ambiente ed alla eventuale coesistenza di mulini per la macinazione delle materozze non sufficientemente isolati ed insonorizzati.

L'esposizione quotidiana dei lavoratori ($L_{EX,8h}$) risulta nella maggior parte dei casi compresa tra 80 e 85 dB(A), in qualche caso tra 85 e 87 dB(A). Tuttavia nelle aziende che eseguono la macinazione in area non compartimentata e con frequenza continua essa può superare gli 87 dB(A) con valori di picco fino a 110 dB(C).

Con tali premesse il datore di lavoro deve operare tutti gli interventi tecnici, organizzativi e procedurali concretamente attuabili per ridurre al minimo i rischi derivanti da esposizione a rumore, privilegiando gli interventi alla fonte.

Oltre alla valutazione di rischio cui al Titolo I Capo II e al Titolo VIII Capo II del D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, che deve essere affidata a personale qualificato ed in possesso di specifiche conoscenze in materia, si indicano di seguito i principali interventi mirati al controllo e riduzione del rischio specifico:

- acquisto di macchine meno rumorose;
- regolare manutenzione delle macchine operatrici mirata alla sostituzione/manutenzione di cuscinetti ed altre componenti soggette ad usura;
- diminuire gli urti dei prodotti rigidi tra loro e con i recipienti di raccolta, ad esempio diminuendo l'altezza di caduta e insonorizzando con materiale smorzante i contenitori;
- installazione di silenziatori / camere di espansione sugli sfiati di aria compressa;
- controllo dell'emissione sonora degli impianti di aspirazione e ventilazione mediante regolare manutenzione; eventuale insonorizzazione degli stessi;
- separazione in ambiente confinato e insonorizzato dei mulini di macinazione materozze;
- previsione di eventuale rotazione del personale;
- fornitura di idonei DPI;
- informazione e formazione i lavoratori sui rischi derivanti dall'esposizione a rumore.

8.2 Movimentazione manuale dei carichi

Le fasi più critiche sono legate all'eventuale caricamento manuale della materia prima nelle tramogge con movimentazione e svuotamento dei sacchi, allo scaricamento del prodotto finito e conseguente trasporto in magazzino spesso effettuato con transpallets manuali e quindi con operazioni di traino e spinta. Il fattore movimentazione è spesso aggravato dal fatto che i lavoratori operano in spazi ridotti che costringono a manovre scorrette e a posture incongrue.

Oltre alla valutazione di rischio cui al Titolo I Capo II del D.lgs 9 aprile 2008 n. 81, che si ricorda deve tenere in debito conto quanto contenuto nell'All. XXXIII del medesimo D.Lgs e in norme tecniche e linee guida (Norme Tecniche della Serie ISO 11228 – Linee Guida prodotte dal Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di Lavoro delle Regioni e delle Province Autonome, ecc.), si indicano, tra le possibili misure tecniche, organizzative e procedurali:

- l'installazione di sistemi pneumatici di carico della materia prima o, in alternativa:
- l'utilizzo di manipolatori per la movimentazione dei sacchi,
- l'utilizzo di transpallet a trazione elettrica,
- la creazione di percorsi agevoli per la movimentazione assistita anche mediante ridefinizione del lay out.

8.3 Movimentazione dei carichi con macchine

Durante numerosi passaggi delle lavorazioni, sia nella produzione (sostituzione stampi, ecc.) sia nel magazzino, si deve procedere alla movimentazione di carichi mediante l'ausilio di mezzi d'opera (carrelli elevatori, sollevatori elettrici, ecc.).

Le situazioni di rischio che si possono presentare sono quelle tipicamente connesse a tutte le operazioni di sollevamento e trasporto spesso effettuate in spazi ristretti.

Requisiti minimi:

- scelta di attrezzature adeguate per la movimentazione dei carichi;
- procedure di verifica periodica e manutenzione;

- delimitazione e separazione dei percorsi dei mezzi di sollevamento e trasporto da quelli riservati ai pedoni;
- formazione e addestramento all'utilizzo delle attrezzature di sollevamento e trasporto.

8.4 Movimenti ripetuti degli arti superiori

Un rischio non trascurabile è legato a situazioni che richiedono movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori. Può essere presente nella fase di rimozione manuale del pezzo dallo stampo e collocamento nel contenitore, nelle operazioni di sbavatura manuale del pezzo finito ed in alcuni casi nelle operazioni di assemblaggio manuale, confezionamento ed inscatolamento.

Qualora siano presenti ed eseguite continuativamente operazioni che comportano movimenti ripetuti degli arti superiori, il documento di valutazione dei rischi dovrà pertanto contenere una valutazione specifica da eseguirsi con le metodologie di cui alla norma UNI EN – ISO 11228 parte 3° o dalle Linee Guida Regionali “per la prevenzione delle patologie muscolo scheletriche connesse con movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori” di cui al Decreto Direttore Generale Sanità n. 18140 del 30-10-2003, rivisto recentemente con i Decreti Direttore Generale Sanità n. 3958 del 22/04/2009 e n. 5547 del 04-06-2009.

8.5 Incendio

Per quanto riguarda le aziende che effettuano lavorazione e/o deposito di materie plastiche il rischio incendio viene in genere considerato “medio”, pur non potendo escludere che, in casi specifici (dimensioni dell'azienda, capacità produttive dell'impianto, caratteristiche quali e quantitative delle materie prime adoperate, ecc.), la valutazione conduca ad una classificazione di livello di rischio “elevato”. Le attività di lavorazione e soprattutto il deposito di materie plastiche presentano un elevato carico di incendio, in stretta relazione ai quantitativi in gioco e al potere calorifico ed il diverso livello di infiammabilità di queste sostanze.

L'attività di trasformazione e deposito di materie plastiche ricade tra quelle annoverate nell'elenco allegato al D.M. 16 febbraio 1982; in particolare, le attività del comparto, il cui esercizio è soggetto a visita e controllo ai fini del rilascio del Certificato di Prevenzione Incendi (CPI) da parte dei Vigili del Fuoco, sono gli “Stabilimenti e impianti di produzione/lavorazione plastica maggiore di 50 quintali” (punto 57 del citato elenco), ed i “Depositi di manufatti in plastica maggiore di 50 quintali” (punto 58 del citato elenco). Si tratta di tipologie produttive definibili come attività soggette al rilascio del Certificato di Prevenzione Incendi “non normate” in quanto ad esse, in assenza di legislazione antincendio specifica, si applicano le norme generali di prevenzione incendi contenute nel D.Lgs. 81/2008 e successive modificazioni e nel D.M. 10 marzo 1998.

Contenuti minimi del documento di valutazione del rischio incendio:

- informazioni sulle caratteristiche di infiammabilità ed esplosività delle materie prime, di eventuali intermedi e dei prodotti finiti;
- quantitativi in uso e in deposito;
- caratteristiche degli ambienti con eventuale compartimentazione;
- elenco attrezzature e impianti da utilizzare per l'estinzione, ubicazione e relativo programma di verifica e manutenzione periodica;
- caratteristiche dell'impianto elettrico;
- classificazione del rischio.

Ulteriori adempimenti:

- eventuale valutazione dei rischi di esplosione (in relazione alle caratteristiche delle sostanze utilizzate), vedi Titolo XI del D.Lgs. 8 aprile 2008 n. 81);
- redazione del piano di emergenza ed evacuazione;
- nomina e formazione degli addetti all'emergenza ed evacuazione;
- nomina e formazione degli addetti al primo soccorso;

- installazione e manutenzione della segnaletica relativa alle attrezzature ed alle uscite di emergenza.

8.6 Microclima

Il microclima è un fattore di rischio non trascurabile, in particolare durante la stagione estiva, legato al tipo di lavorazione che richiede il raggiungimento di alte temperature in ambienti spesso ristretti e talora con ventilazione e aspirazione inadeguate. Il calore si genera, nella lavorazione di stampaggio a iniezione ed estrusione, principalmente per irraggiamento dalla zona del cilindro che raggiunge la temperatura più elevata. Un contributo all'innalzamento della temperatura ambiente è dato anche dal prodotto finito appena espulso dallo stampo. Le dimensioni, talvolta notevoli delle macchine operatrici e gli spazi ristretti tra le stesse, impediscono una corretta circolazione dell'aria e determinano un aumento della temperatura.

Pertanto per il reparto stampaggio è indispensabile assicurare una sufficiente aerazione naturale diretta dell'ambiente, realizzando il maggior numero possibile di superfici fenestrate apribili, sia laterali che zenitali. L'aerazione naturale dovrebbe essere comunque integrata da impianti di ricambio forzato dell'aria con le caratteristiche già elencate e che non devono comunque entrare in contrasto con i sistemi di aspirazione localizzata.

In particolari contesti, durante la stagione estiva, può risultare opportuna l'adozione di particolari precauzioni per assicurare un adeguato assorbimento di acqua e sali minerali.

8.7 Organizzazione del lavoro, lavoro notturno e isolato

L'attività di stampaggio materie plastiche si svolge generalmente a turni, anche notturni ed è cadenzata dalla velocità della macchina. Ritmi, monotonia, ripetitività, possono minare il benessere psico-fisico del lavoratore. Non trascurabile, in alcuni casi è la problematica del lavoro isolato, in particolare durante il turno notturno, quando spesso il ritmo produttivo è ridotto ed un solo lavoratore può essere addetto alla conduzione delle macchine di un intero reparto.

In particolari circostanze (lavoro isolato notturno) può essere necessario ricorrere a dispositivi del tipo "uomo morto" collegato con altro reparto o presidio tale da consentire un tempestivo soccorso in caso di infortunio o malore.

9.0 SORVEGLIANZA SANITARIA

L'art. 25 comma 1 lettera a) del D. Lgs 81/2008 sottolinea l'obbligo di una collaborazione attiva del medico competente nel processo di valutazione dei rischi in azienda. Il medesimo comma, alla lettera b), richiama la necessità che i protocolli di sorveglianza sanitaria vengano definiti in funzione dei rischi specifici tenendo in considerazione gli indirizzi scientifici più avanzati. La definizione di un protocollo sanitario, specifico per ciascuna azienda, può essere quindi considerato un momento conclusivo dell'attività di valutazione dei rischi nella quale il medico competente è in grado di apportare un determinante contributo professionale. Proprio per questo motivo, rispetto alla legislazione previgente, al medico competente viene consentita un'ampia possibilità di modulazione della sorveglianza sanitaria in relazione alla peculiarità di ogni singola azienda.

Tale impronta legislativa è pertanto incompatibile con l'elaborazione di protocolli sanitari predefiniti per comparto, tanto più in un comparto come quello in esame nel quale la variabilità aziendale è particolarmente marcata.

Si ritiene pertanto di richiamare esclusivamente alcune considerazioni generali.

La visita medica, di norma con periodicità annuale, dovrebbe essere particolarmente mirata alla ricerca di segni e sintomi a livello degli apparati respiratorio, cutaneo e muscolo scheletrico e mirata, oltre all'espressione del giudizio di idoneità, ad una sorveglianza epidemiologica continua della salute dei lavoratori, in particolare a livello di gruppo omogeneo.

La scelta di effettuare indagini di monitoraggio biologico deve essere improntata a criteri di efficienza ed efficacia, tenendo quindi conto degli indirizzi scientifici più avanzati. La scelta del test da utilizzare deve quindi tenere conto della sensibilità e specificità dello stesso in relazione ai presunti livelli di esposizione: ad esempio un indicatore biologico correlabile con livelli di esposizione prossimi al valore limite di esposizione non può essere considerato idoneo a monitorare esposizioni di gran lunga inferiori in quanto scarsamente sensibile. È da ritenersi più che

auspicabile, anche in virtù delle indicazioni che la letteratura ha storicamente fornito, che l'eventuale monitoraggio biologico venga effettuato contestualmente al monitoraggio ambientale.

Nello specifico, in relazione all'esperienza maturata in occasione del progetto, si ritiene non praticabile l'effettuazione di monitoraggio biologico dell'esposizione a 1,3 butadiene ed acrilonitrile in relazione ai bassi livelli espositivi riscontrati e dell'esposizione a formaldeide per mancanza di un indicatore biologico validato.

Per quanto riguarda eventuali esami strumentali, oltre all'esame audiometrico da effettuarsi con la periodicità prevista dalla normativa specifica in relazione ai livelli espositivi, si richiama l'attenzione su eventuali test di screening della funzionalità respiratoria (spirometria di screening) per esposizione ad irritanti o sensibilizzanti respiratori e sulla necessità che in caso di riscontro di alterazioni del test di screening vengano eseguiti approfondimenti specialistici.

In tutti i casi si ribadisce che non deve mancare un momento di valutazione complessiva dei risultati a livello di gruppo omogeneo.

ALLEGATI**Allegato 1: Schemi per l'individuazione dei rischi per la sicurezza e la salute**

STAMPAGGIO A COMPRESIONE DELLE RESINE TERMOINDURENTI		
FASE LAVORATIVA	RISCHI PER LA SICUREZZA E SALUTE	ELEMENTI DI PREVENZIONE
1.1 Stoccaggio e approvvigionamento resine e stampi	Movimentazione dei carichi con macchine Movimentazione manuale dei carichi Incendio	<ul style="list-style-type: none"> - scelta di attrezzature adeguate per la movimentazione dei carichi; - procedure di verifica periodica e manutenzione; - delimitazione e separazione dei percorsi dei mezzi di sollevamento e trasporto da quelli riservati ai pedoni. - formazione e addestramento all'utilizzo delle attrezzature di sollevamento e trasporto - installazione di sistemi pneumatici di carico della materia prima o, in alternativa: utilizzo di manipolatori per la movimentazione dei sacchi, utilizzo di transpallet a trazione elettrica; - creazione di percorsi agevoli per la movimentazione assistita anche mediante ridefinizione del lay out. - valutazione del rischio incendio ed esplosione; - redazione del piano di emergenza ed evacuazione ; - nomina e formazione degli addetti all'emergenza ed evacuazione e primo soccorso; - installazione e manutenzione della segnaletica e dei mezzi di estinzione.
1.2 Montaggio stampi e preparazione macchina	Utilizzo di macchine Movimentazione carichi con macchine	<ul style="list-style-type: none"> - movimentare gli stampi esclusivamente mediante mezzi di sollevamento; - assicurare la posizione di fermo della macchina anche mediante supporti meccanici che ne impediscano il movimento durante le operazioni di fissaggio dello stampo; - assicurare che le operazioni vengano effettuate esclusivamente da operatori appositamente formati ed addestrati; - elaborare procedure che descrivano in modo particolareggiato tutte le operazioni comprese quelle di regolazione. Dette procedure devono essere portate a conoscenza dei lavoratori ed agevolmente consultabili a bordo macchina.
1.3 Preparazione del materiale (con eventuale processo di pastigliatura e preriscaldamento in forno)	Agenti chimici (polveri) Radiazioni non ionizzanti	<ul style="list-style-type: none"> - aspirazione localizzata in prossimità delle postazioni di preparazione materiale; - verifica schermatura forni NIR.
2.1 Alimentazione della pressa, manuale automatizzata o con utilizzo di pastiglie e aggiunta eventuali inserti	Agenti chimici (polveri) Ambiente di lavoro Movimenti e sforzi ripetuti arti superiori	<ul style="list-style-type: none"> - aspirazione localizzata (zona stampo); - costante pulizia della zona circostante la macchina con asportazione periodica dei granuli e residui oleosi; - pause, rotazione, automazione.
3.1 Processo a caldo di stampaggio a stampo chiuso	Agenti chimici (fumi) Temperature ustionanti	<ul style="list-style-type: none"> - aspirazione localizzata (zona stampo); - - ripari fissi ed isolamento delle superfici dove la temperatura è particolarmente elevata; DPI;

		Ambiente di lavoro Utilizzo di macchine Incendio	<ul style="list-style-type: none"> - costante pulizia della zona circostante la macchina con asportazione periodica dei granuli e residui oleosi; - verifica rispondenza ai RES, manutenzione periodica dei sistemi di sicurezza, procedure, addestramento e formazione; - valutazione del rischio incendio ed esplosione; - redazione del piano di emergenza ed evacuazione; - nomina e formazione degli addetti all'emergenza ed evacuazione e primo soccorso; - installazione e manutenzione della segnaletica e dei mezzi di estinzione.
3.2	Estrazione del pezzo finito automatizzata o manuale	Movimenti e sforzi ripetuti nel caso d'estrazione manuale Utilizzo di macchine Temperature ustionanti	<ul style="list-style-type: none"> - pause, rotazione, automazione; - verifica rispondenza ai RES, manutenzione periodica dei sistemi di sicurezza, procedure, addestramento e formazione; - utilizzare idonei DPI.
3.3	Lavorazioni secondarie sul pezzo finito	Utilizzo di utensili manuali Utilizzo di macchine Movimenti e sforzi ripetuti	<ul style="list-style-type: none"> - idoneità degli utensili manuali, DPI (guanti); - verifica rispondenza ai RES, manutenzione periodica dei sistemi di sicurezza, procedure, addestramento e formazione; - pause, rotazione, automazione.
4.1	Stoccaggio e cessione del prodotto finito	Movimentazione dei carichi con macchine Movimentazione manuale dei carichi Incendio	<ul style="list-style-type: none"> - scelta di attrezzature adeguate per la movimentazione dei carichi; - procedure di verifica periodica e manutenzione; - delimitazione e separazione dei percorsi dei mezzi di sollevamento e trasporto da quelli riservati ai pedoni; - formazione e addestramento all'utilizzo delle attrezzature di sollevamento e trasporto. - utilizzo di transpallet a trazione elettrica; - creazione di percorsi agevoli per la movimentazione assistita anche mediante ridefinizione del lay out. - valutazione del rischio incendio ed esplosione; - redazione del piano di emergenza ed evacuazione; - nomina e formazione degli addetti all'emergenza ed evacuazione e primo soccorso; - installazione e manutenzione della segnaletica e dei mezzi di estinzione.
4.2	Manutenzione	Utilizzo di utensili manuali Utilizzo di macchine	<ul style="list-style-type: none"> - idoneità degli utensili manuali, DPI. - verifica rispondenza ai RES, procedure, addestramento e formazione.

STAMPAGGIO AD INIEZIONE DI TERMOPLASTICI		
FASE LAVORATIVA	RISCHI PER LA SICUREZZA E SALUTE	ELEMENTI DI PREVENZIONE
FASE LAVORATIVA	RISCHI PER LA SICUREZZA	ELEMENTI DI PREVENZIONE
1.1	<p>Movimentazione dei carichi con macchine</p> <p>Movimentazione manuale dei carichi</p> <p>Scivolamento e caduta</p> <p>Incendio</p>	<ul style="list-style-type: none"> - scelta di attrezzature adeguate per la movimentazione dei carichi; - procedure di verifica periodica e manutenzione; - delimitazione e separazione dei percorsi dei mezzi di sollevamento e trasporto da quelli riservati ai pedoni; - formazione e addestramento all'utilizzo delle attrezzature di sollevamento e trasporto. - installazione di sistemi pneumatici di carico della materia prima o, in alternativa: - utilizzo di manipolatori per la movimentazione dei sacchi, - utilizzo di transpallet a trazione elettrica, - creazione di percorsi agevoli per la movimentazione assistita anche mediante ridefinizione del lay out. - pulizia immediata in caso di rottura dei sacchi contenenti i granuli; - formalizzazione della pulizia tramite apposita procedura. - valutazione del rischio incendio ed esplosione; - redazione del piano di emergenza ed evacuazione; - nomina e formazione degli addetti all'emergenza ed evacuazione e primo soccorso; - installazione e manutenzione della segnaletica e dei mezzi di estinzione.
1.2	<p>Movimentazione dei carichi con macchine</p> <p>Movimentazione manuale dei carichi</p> <p>Incendio</p>	<ul style="list-style-type: none"> - scelta di attrezzature adeguate per la movimentazione dei carichi; - procedure di verifica periodica e manutenzione; - delimitazione e separazione dei percorsi dei mezzi di sollevamento e trasporto da quelli riservati ai pedoni; - formazione e addestramento all'utilizzo delle attrezzature di sollevamento e trasporto. - installazione di sistemi pneumatici di carico della materia prima o, in alternativa: - utilizzo di manipolatori per la movimentazione dei sacchi; - utilizzo di transpallet a trazione elettrica; - creazione di percorsi agevoli per la movimentazione assistita anche mediante ridefinizione del lay out. - valutazione del rischio incendio ed esplosione; - redazione del piano di emergenza ed evacuazione; - nomina e formazione degli addetti all'emergenza ed evacuazione e primo soccorso; - installazione e manutenzione della segnaletica e dei mezzi di estinzione.
1.3	<p>Movimentazione dei carichi con macchine</p> <p>Movimentazione manuale dei carichi</p>	<ul style="list-style-type: none"> - scelta di attrezzature adeguate per la movimentazione dei carichi; - procedure di verifica periodica e manutenzione; - delimitazione e separazione dei percorsi dei mezzi di sollevamento e trasporto da quelli riservati ai pedoni; - formazione e addestramento all'utilizzo delle attrezzature di sollevamento e trasporto. - installazione di sistemi pneumatici di carico della materia prima o, in alternativa: - utilizzo di transpallet a trazione elettrica, - creazione di percorsi agevoli per la movimentazione assistita anche mediante ridefinizione del lay out.
2.1	<p>Utilizzo di macchine</p> <p>Movimentazione dei carichi con macchine</p>	<ul style="list-style-type: none"> - movimentare gli stampi esclusivamente mediante mezzi di sollevamento; - assicurare la posizione di fermo della macchina anche mediante supporti meccanici che ne impediscano il movimento durante le operazioni di fissaggio dello stampo; - assicurare che le operazioni vengano effettuate esclusivamente da operatori appositamente formati ed addestrati;

			- elaborare procedure che descrivano in modo particolareggiato tutte le operazioni comprese quelle di regolazione. Dette procedure devono essere portate a conoscenza dei lavoratori ed agevolmente consultabili a bordo macchina.
3.1	Preparazione del materiale, eventuale essiccazione con possibile aggiunta del colorante (polvere, pasta, granulo),	Agenti chimici (polveri) Agenti chimici (pasta) Utilizzo di macchine	- aspirazione localizzata in prossimità delle postazioni di preparazione materiale; - manipolazione con appositi guanti; - verificare e mantenere periodicamente l'essiccatore ed eventuali buratti.
3.2	Dosatura del materiale (manuale o con aspirazione automatica dei granuli)	Ambiente di lavoro Caduta dall'alto Movimentazione manuale dei carichi	- costante pulizia della zona circostante la macchina con asportazione periodica dei granuli e residui oleosi; - verificare il corretto accesso alle tramogge (scale, parapetti,...); - introdurre alimentazione automatica o manipolatore.
3.3	Riscaldamento del materiale ad una temperatura tale da assicurare la necessaria fluidità	Agenti chimici (fumi) Temperature ustionanti	- aspirazione localizzata (zona ugello); - ripari fissi ed isolamento delle superfici dove la temperatura è particolarmente elevata; DPI
3.4	Iniezione del fluido tramite pistone a vite in uno stampo chiuso per conferire al polimero la forma desiderata	Agenti chimici (fumi) Temperature ustionanti Ambiente di lavoro Utilizzo di macchine Incendio	- aspirazione localizzata (zona stampo); - ripari fissi ed isolamento delle superfici dove la temperatura è particolarmente elevata; DPI; - costante pulizia della zona circostante la macchina con asportazione periodica dei granuli e residui oleosi; - verifica rispondenza ai RES, manutenzione periodica dei sistemi di sicurezza, procedure, addestramento e formazione; - valutazione del rischio incendio ed esplosione; - redazione del piano di emergenza ed evacuazione; - nomina e formazione degli addetti all'emergenza ed evacuazione e primo soccorso; - installazione e manutenzione della segnaletica e dei mezzi di estinzione.
3.5	Raffreddamento ed estrazione del pezzo finito	Movimenti e sforzi ripetuti nel caso di estrazione manuale Utilizzo di macchine Temperature ustionanti	- pause, rotazione, automazione; - verifica rispondenza ai RES, manutenzione periodica dei sistemi di sicurezza, procedure, addestramento e formazione; - utilizzare idonei DPI.
4.1	Separazione e macinazione materozze	Utilizzo di utensili manuali Movimenti e sforzi ripetuti nel caso di estrazione manuale Utilizzo di macchine (mulino)	- idoneità degli utensili manuali, DPI; - pause, rotazione; - verifica rispondenza ai RES, manutenzione periodica dei sistemi di sicurezza, procedure, addestramento e formazione; - verificare rumorosità mulino; - adottare opportuni isolamenti acustici o meglio separazione dell'area.
5.1	Lavorazioni secondarie sul pezzo finito	Utilizzo di utensili manuali Utilizzo di macchine Movimenti e sforzi ripetuti	- idoneità degli utensili manuali, DPI; - verifica rispondenza ai RES, manutenzione periodica dei sistemi di sicurezza, procedure, addestramento e formazione; - pause, rotazione, automazione.
6.1	Stoccaggio e	Movimentazione dei carichi con	- scelta di attrezzature adeguate per la movimentazione

	cessione del prodotto finito	macchine Movimentazione manuale dei carichi Incendio	<ul style="list-style-type: none"> - dei carichi; - procedure di verifica periodica e manutenzione; - delimitazione e separazione dei percorsi dei mezzi di sollevamento e trasporto da quelli riservati ai pedoni; - formazione e addestramento all'utilizzo delle attrezzature di sollevamento e trasporto. - utilizzo di transpallet a trazione elettrica, - creazione di percorsi agevoli per la movimentazione assistita anche mediante ridefinizione del lay out. - valutazione del rischio incendio ed esplosione; - redazione del piano di emergenza ed evacuazione; - nomina e formazione degli addetti all'emergenza ed evacuazione e primo soccorso; - installazione e manutenzione della segnaletica e dei mezzi di estinzione.
7.1	Manutenzione	Utilizzo di utensili manuali Utilizzo di macchine	<ul style="list-style-type: none"> - idoneità degli utensili manuali, DPI; - verifica rispondenza ai RES, procedure, addestramento e formazione.

ESTRUSIONE DI TERMOPLASTICI		
FASE LAVORATIVA	RISCHI PER LA SICUREZZA E SALUTE	ELEMENTI DI PREVENZIONE
1.1	<p>Movimentazione dei carichi con macchine</p> <p>Movimentazione manuale dei carichi</p> <p>Scivolamento e caduta</p> <p>Incendio</p>	<ul style="list-style-type: none"> - scelta di attrezzature adeguate per la movimentazione dei carichi; - procedure di verifica periodica e manutenzione; - delimitazione e separazione dei percorsi dei mezzi di sollevamento e trasporto da quelli riservati ai pedoni; - formazione e addestramento all'utilizzo delle attrezzature di sollevamento e trasporto. - installazione di sistemi pneumatici di carico della materia prima o, in alternativa: - utilizzo di manipolatori per la movimentazione dei sacchi, - utilizzo di transpallet a trazione elettrica, - creazione di percorsi agevoli per la movimentazione assistita anche mediante ridefinizione del lay out. - pulizia immediata in caso di rottura dei sacchi contenenti i granuli; - formalizzazione della pulizia tramite apposita procedura. - valutazione del rischio incendio ed esplosione; - redazione del piano di emergenza ed evacuazione; - nomina e formazione degli addetti all'emergenza ed evacuazione e primo soccorso; - installazione e manutenzione della segnaletica e dei mezzi di estinzione.
1.2	<p>Movimentazione dei carichi con macchine</p> <p>Movimentazione manuale dei carichi</p> <p>Incendio</p>	<ul style="list-style-type: none"> - scelta di attrezzature adeguate per la movimentazione dei carichi; - procedure di verifica periodica e manutenzione; - delimitazione e separazione dei percorsi dei mezzi di sollevamento e trasporto da quelli riservati ai pedoni; - formazione e addestramento all'utilizzo delle attrezzature di sollevamento e trasporto. - installazione di sistemi pneumatici di carico della materia prima o, in alternativa: - utilizzo di manipolatori per la movimentazione dei sacchi; - utilizzo di transpallet a trazione elettrica; - creazione di percorsi agevoli per la movimentazione assistita anche mediante ridefinizione del lay out. - valutazione del rischio incendio ed esplosione; - redazione del piano di emergenza ed evacuazione; - nomina e formazione degli addetti all'emergenza ed evacuazione e primo soccorso; - installazione e manutenzione della segnaletica e dei mezzi di estinzione.
1.3	<p>Agenti chimici (polveri)</p> <p>Agenti chimici (pasta)</p> <p>Utilizzo di macchine</p>	<ul style="list-style-type: none"> - aspirazione localizzata in prossimità delle postazioni di preparazione materiale; - manipolazione con appositi guanti; - verificare e mantenere periodicamente eventuali buratti.
2.1	<p>Ambiente di lavoro</p> <p>Caduta dall'alto</p> <p>Movimentazione manuale dei carichi</p>	<ul style="list-style-type: none"> - costante pulizia della zona circostante la macchina con asportazione periodica dei granuli e residui oleosi; - verificare il corretto accesso alle tramogge (scale, parapetti, ...); - introdurre alimentazione automatica o manipolatore.
3.1	<p>Agenti chimici (fumi)</p> <p>Temperature ustionanti</p>	<ul style="list-style-type: none"> - aspirazione localizzata; - ripari fissi ed isolamento delle superfici dove la temperatura è particolarmente elevata; DPI;

3.2	Iniezione del fluido tramite pistone a vite in una filiera sagomata	Agenti chimici (fumi) Temperature ustionanti Ambiente di lavoro Utilizzo di macchine Incendio	<ul style="list-style-type: none"> - aspirazione localizzata; - ripari fissi ed isolamento delle superfici dove la temperatura è particolarmente elevata; DPI; - costante pulizia della zona circostante la macchina con asportazione periodica dei granuli e residui oleosi; - verifica rispondenza ai RES, manutenzione periodica dei sistemi di sicurezza, procedure, addestramento e formazione; - valutazione del rischio incendio ed esplosione; - redazione del piano di emergenza ed evacuazione; - nomina e formazione degli addetti all'emergenza ed evacuazione e primo soccorso; - installazione e manutenzione della segnaletica e dei mezzi di estinzione.
3.4	Raffreddamento del pezzo estruso	Ambiente di lavoro	<ul style="list-style-type: none"> - prevedere passaggi e vie di fuga tra le linee.
3.5	Separazione e triturazione degli scarti di lavorazione	Utilizzo di utensili manuali Movimenti e sforzi ripetuti nel caso di estrazione manuale Utilizzo di macchine (mulino)	<ul style="list-style-type: none"> - idoneità degli utensili manuali, DPI; - pause, rotazione; - verifica rispondenza ai RES, manutenzione periodica dei sistemi di sicurezza, procedure, addestramento e formazione; - verificare rumorosità mulino; - adottare opportuni isolamenti acustici o meglio separazione dell'area.
3.6	Lavorazioni secondarie sul pezzo finito (taglio e avvolgitura)	Utilizzo di macchine (trancia) Rumore	<ul style="list-style-type: none"> - verifica rispondenza ai RES, procedure, addestramento e formazione; - adottare opportuni isolamenti acustici o meglio separazione dell'area.
4.1	Stoccaggio e cessione del prodotto finito	Movimentazione dei carichi con macchine Movimentazione manuale dei carichi Incendio	<ul style="list-style-type: none"> - scelta di attrezzature adeguate per la movimentazione dei carichi; - procedure di verifica periodica e manutenzione; - delimitazione e separazione dei percorsi dei mezzi di sollevamento e trasporto da quelli riservati ai pedoni; - formazione e addestramento all'utilizzo delle attrezzature di sollevamento e trasporto. - utilizzo di transpallet a trazione elettrica; - creazione di percorsi agevoli per la movimentazione assistita anche mediante ridefinizione del lay out. - valutazione del rischio incendio ed esplosione; - redazione del piano di emergenza ed evacuazione; - nomina e formazione degli addetti all'emergenza ed evacuazione e primo soccorso; - installazione e manutenzione della segnaletica e dei mezzi di estinzione.
4.2	Manutenzione	Utilizzo di utensili manuali Utilizzo di macchine	<ul style="list-style-type: none"> - idoneità degli utensili manuali, DPI; - verifica rispondenza ai RES, procedure, addestramento e formazione.

Allegato 2: Valutazione esposizione ad ABS e Formaldeide

Di seguito sono indicate le modalità tecniche standardizzate utilizzate durante lo studio PPTP-Plastica per il monitoraggio ambientale dell'esposizione ad Acrilonitrile, Butadiene, Stirene, Formaldeide.

Nessun monitoraggio biologico è stato ritenuto praticabile.

Monitoraggio ambientale:

- Campionatori in postazione fissa (centro ambiente) e personali indossati da ogni lavoratore per la durata di 120-240 minuti durante le attività di stampaggio plastica.
- Campionamento in postazione fissa (centro ambiente) all'esterno dell'ambiente di lavoro (piazzale dello stabilimento), da adottare come riferimento di eventuale contaminazione ubiquitaria (concentrazione di "fondo").
- Conservazione dei campioni in condizioni ottimali tali da non compromettere la loro integrità.
- Calibrazione effettuata mediante bombola contenente quantità note e certificate di acrilonitrile, 1,3-butadiene e stirene a concentrazione pari a circa 1 ppm ciascuno.

Acrilonitrile

- Sistema di captazione = fiala contenente TENAX TA
- Flusso dell'aria campionata = 0,1 l/m.
- Analisi = desorbimento termico (desorbitore termico ATD 400 Perkin Elmer) ed analisi con GC/FID. Colonna cromatografica OV1, 60 mt, 0.32 mm diametro interno, 0.25 µm spessore del film (Mega).
- Il limite di determinazione (LOD) del metodo con campionamento di 120 minuti di 10 µg/m³.

1,3-butadiene

- Sistema di captazione = fiala riempita con CARBOSIEVE SIII
- Flusso dell'aria campionata = 0,05 l/m
- Analisi = desorbimento termico (desorbitore termico ATD 400 Perkin Elmer) ed analisi con GC/FID. Colonna cromatografica HP-Plot Al₂O₃/KCl Ø 0.53 mm lunghezza 50 m (Agilent).
- Il limite di determinazione (LOD) del metodo con campionamento di 120 minuti di 1 µg/m³.

Stirene

- Sistema di captazione = fiala contenente TENAX TA
- Flusso dell'aria campionata = 0,1 l/m.
- Analisi = desorbimento termico (desorbitore termico ATD 400 Perkin Elmer) ed analisi con GC/FID. Colonna cromatografica OV1, 60 mt, 0.32 mm diametro interno, 0.25 µm spessore del film (Mega).
- Il limite di determinazione (LOD) del metodo con campionamento di 120 minuti di 1 µg/m³.

Formaldeide

- Sistema di captazione = fiala di gel di silice impregnata con 2,4 dinitrofenilidrazina
- Flusso dell'aria campionata = 0,3 l/m.
- Analisi = wluizionw con acetonitrile ed analisi in HPLC (Compendium Method TO-11A EPA/625/R-96/010b).
- Il limite di determinazione (LOD) del metodo con campionamento di 120 minuti di 15 µg/m³.

Allegato 3: Bibliografia

- Agenzia Europea per la sicurezza e salute sul lavoro – Il successo non è un... «incidente». La Prevenzione degli infortuni in pratica – Lussemburgo, 2002
- Agenzia Europea per la sicurezza e salute sul lavoro – Prevenire le patologie muscoloscheletriche legate all'attività lavorativa – Facts – 2000; 4
- Agenzia Europea per la sicurezza e salute sul lavoro – Prevenzione degli infortuni sul lavoro con mezzi di trasporto – Facts – 2001;16
- Agenzia Europea per la sicurezza e salute sul lavoro – Scivolamenti e cadute sul lavoro: azioni preventive – Facts – 2001;14
- Agenzia Europea per la sicurezza e salute sul lavoro – Una buona gestione per prevenire gli infortuni – Facts – 2001;13
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists – Industrial ventilation, a manual of recommended practices – ACGIH ed. – Cincinnati, 2006
- A.A.V.V. - Atti del convegno "Il rischio da agenti chimici nello stampaggio di materie plastiche" - Sesto Fiorentino, 21 settembre 2007
- A.A.V.V. - Atti del convegno "Plastigom2007 - Salute e sicurezza nello stampaggio di plastica e gomma" (a cura di Cirila P.E., Martinotti I.) - ISBN 978-88-902124-2-0 - ed. CIMAL, Milano 2007
- A.A.V.V. - Schede tecniche di ventilazione industriale - Regione Emilia Romagna, Assessorato alla Sanità
- Beeck R., Hermans V. - Work-related Low Back Disorders - European Agency for Safety and Health at Work ed. – Lussemburgo, 2000
- Buckle P., Devereux J.– Work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders - European Agency for Safety and Health at Work ed. - Lussemburgo, 1999
- Burdorf A., Sorock G. – Positive and negative evidence of risk factors for back disorders - Scandinavian Journal Work Environment & Health – 1997; 23:243-256
- Candura F., Candura M. – Elementi di tecnologia industriale a uso dei cultori di medicina del lavoro – ed. La Tribuna – Piacenza, 2002
- Castoldi M.R., Cirila P.E., Ferrario F., Foà V., Marchese E., Martinotti I., Mondini D., Ricciardi D., Scattolin U., Tiso C. – Materiali Plastici. Salute e sicurezza nello stampaggio della plastica – A cura di P.E.Cirila (ISBN 978-88-902124-1-3) – ed. CIMAL – Cremona, maggio 2007
- Cirila A.M., Catenacci G. - Atti del convegno "Organizzazione dell'emergenza sanitaria e del primo soccorso nei luoghi di lavoro" - Cremona, 1996
- Cirila P.E., Castoldi M.R., Marchese E., Cavallo D.M., Fustinoni S., Cattaneo A., Martinotti I., Foà V., Tiso C.– Stampaggio della plastica ed agenti chimici cancerogeni: l'esperienza dello studio PPTP-Plastica – Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia – 2007; 3:319-321
- Cocheo V. – Materie plastiche - in «Medicina del Lavoro» a cura di Crepet M. – ed. UTET – Torino, 1979
- Colombini D., Menoni O., Occhipinti E., Battevi N., Ricci M.G., Cairolì S., Sferra C., Cimaglia G., Missere M., Draicchio F., Papale A., Di Loreto G., Ubiali E., Bertolini C., Piazzini D.B. – Criteri per la trattazione e la classificazione di casi di malattia da sovraccarico biomeccanico degli arti superiori nell'ambito della medicina del lavoro. Documento di consenso di un gruppo di lavoro nazionale. – Med Lav – 2005;96(S2):2-24
- Colombini D., Occhipinti E., Cairolì S., Battevi N., Menoni O., Ricci M.G., Sferra C., Balletta A., Berlingo E., Draicchio F., Palmi S., Papale A., Di Loreto G., Barbieri P.G., Martinelli M., Venturi E., Molteni G., De Vito G., Grieco A.; E.P.M. Research Unit – Musculoskeletal conditions of the upper and lower limbs as an occupational disease: what kind and under what conditions. Consensus document of a national working-group: ISPESL – La Medicina del Lavoro – 2003; 94(3):312-329
- Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome – Titolo V D.Lgs n°626/94 "Movimentazione manuale dei carichi" - Linee Guida
- Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome – Titolo VII D.Lgs n°626/94 "Protezione da agenti cancerogeni mutageni" - Linee Guida
- Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome – Titolo VII-bis D.Lgs n°626/94 "Protezione da agenti chimici" - Linee Guida
- European Agency for Safety and Health at Work – Dangerous substances: Handle with care – Magazine – 2003; 6
- European Agency for Safety and Health at Work – How to reduce workplace accidents – Lussemburgo, 2001
- European Flame Retardants Association (EFRA) – European flame retardants and their application – EFRA ed. – Brussels, 1995

- Fahri R. et Al. - Matière plastiques & adjuvants: hygiène et sécurité - Istitut National de Recherche et de Sécurité (INRS) Editions INRS ED638, ottobre 2006
- Flick E.W. – Plastics additives: An industrial guide - Section IX: Fire and flame retardants. – Noyes Publications – Park Ridge, New Jersey, 1986
- Fustinoni S., Campo L., Cirila A.M., Cirila P.E., Cutugno V., Lionetti C., Martinotti I., Mossini E., Foà V. – Monitoraggio biologico nello stampaggio di plastiche e gomme – Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia – 2007; 3:284-286
- Gachter R e Muller H. - Plastic additives - ed. Hanser/Gardner – Cincinnati (USA), 1996
- Goodfellow H., Tahti E. - Industrial Ventilation Design Guidebook - ISBN 0-12-289676-9 - Academic Press 2001
- Hirschler M.M. – Smoke toxicity: How important is it for fire safety? Handout at the 6th Annual BCC Conference on Flame Retardancy: Recent advances in flame retardancy of polymeric materials – Stamford, Connecticut, 1995
- ISO/IEC Guide – Glossary of fire terms and definitions, 1st ed. - International Organization for Standardization - Geneva, 1990
- Liepins R., Pearce E.M. – Chemistry and toxicity of flame retardants for plastics – Environ Health Perspect – 1976; 17: 55-63
- Lusardi G. – Apparecchi di sollevamento materiali e persone – Dario Flaccovio Editore – Palermo, 1993
- Monaco A. - Obblighi, Controlli, Procedure e Documentazioni tecniche nell'attività di prevenzione incendi – Udine, 2000
- Monaco A., Gasparini G. – La gestione delle procedure antincendio – Buffetti Editore Multimedia – Torino, 2002
- Nano G., Rota R. - Determinazione della portata necessaria di un impianto di aspirazione localizzata- in "Risch'2006", Modena 13 ottobre 2006
- National Institute for Occupational Safety and Health – NIOSH guide to industrial respiratory protection – Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention ed. – Cincinnati, 1987 – DHHS (NIOSH) Publication No 87-116
- National Institute for Occupational Safety and Health – NIOSH respirator decision logic – Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention ed. – Cincinnati, 1987 – DHHS (NIOSH) Publication No 87-108
- National Institute for Occupational Safety and Health – NIOSH guide to the selection and use of particulate respirators certified under 42 CFR 84 – Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control ed. – Cincinnati, 1987 – DHHS (NIOSH) Publication No 96-101
- National Institute for Occupational Safety and Health – NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards (NPG) – NIOSH Publication n.97-140
- Occhipinti E., Colombini D., Molteni G. – The experience of the EPM (Ergonomics of Posture and Movement) Research Unit in risk analysis and the prevention of work-related musculo-skeletal diseases (WMSDs) - La Medicina del lavoro – 2003; 94(1):83-91
- Sartorelli E. – Trattato di medicina del lavoro – ed. Piccin – Padova, 1981
- Tiso C., Calderini D., Castoldi M.R., Marchese E., Ferrario F., Perrone G., Finocchio L., Frontini A. - Il rischio da agenti chimici e cancerogeni nel comparto stampaggio gomma-plastica: impianti di aspirazione - Atti del 14° Convegno di Igiene Industriale - Corvara 1- 4 aprile 2008
- Viikari-Juntura E., Takala E.P., Riihimaki H., Malmivaara A., Martikainen R., Jappinen P. – Standardized physical examination protocol for low back pain disorders: feasibility of use and validity of symptoms and signs – Journal of clinical epidemiology – 1998; 51: 245-255