

3.7. Colata

FASI DI LAVORAZIONE SPECIFICHE

Posizionamento siviera e operazioni preliminari

Colata in forma

Colata in conchiglia

Colata in forme da demolire

Il metallo è travasato utilizzando una siviera che lo trasferisce nell'area di colata o utilizzando uno specifico *forno di attesa o di colata*. In alternativa, l'operazione di colata può essere effettuata senza siviera e senza forno di attesa, convogliando, tramite un idoneo canale, il prodotto fuso fino alle staffe.

Le dimensioni delle siviere variano: nel caso di forno elettrico ad arco sono più grandi, sono movimentate con carroponte (e risulta fondamentale il perfetto coordinamento tra gruista e colatore che tramite un'asta a immersione o un cassetto gestisce l'apertura del foro di colata); nel caso di forno a crogiolo le siviere sono di capacità ridotta e vengono spinte manualmente lungo rotaie sospese o su carrelli a terra.

Il travaso manuale del metallo dalla siviera alle forme avviene tramite:

- inclinazione comandata direttamente a mano utilizzando una leva fissa;
- inclinazione comandata a mano ruotando un volante che trasmette il moto alla siviera con un riduttore;
- apposita tazza (o mestolo), sistema impiegato prevalentemente sulle macchine di pressofusione in alternativa a sistemi meccanizzati di travaso.

Colato il metallo ha inizio il raffreddamento del getto, che richiede tempi differenti in funzione della massa e della geometria.

Figura 3.7.1. A sinistra: forme dopo colata. A destra forme pronte per la colata. L'addetto alla colata percorre il corridoio ed è esposto ai prodotti di degradazione dalle forme durante il raffreddamento

Figura 3.7.2. Colata in forme refrattarie allineate dopo formatura automatica in linea a carosello



Figura 3.7.3. Colata in forme refrattarie effettuata con siviera sospesa a carroponte

Figura 3.7.4. Colata in forme refrattarie tramite rotazione manuale della siviera con volante e riduttore



Colata in forme permanenti

La colata in forme permanenti può svilupparsi secondo diverse tecniche.

Colata a gravità. Il liquido è colato in stampi metallici permanenti (macchine di *conchigliatura*), in cui possono essere inserite anime in sabbia e resina. La colata avviene generalmente mediante braccio meccanico che preleva il liquido da un forno di attesa; l'operazione può anche essere svolta manualmente con impiego di apposita tazza. Una volta solidificato il metallo, lo stampo si apre e il getto viene estratto manualmente o tramite manipolatore. Al fine di favorire il distacco del metallo dallo stampo tra una colata e l'altra viene applicato manualmente del distaccante in polvere o liquido mediante sistemi a spruzzo. I pezzi in uscita dalla macchina vengono prelevati dall'addetto alla macchina e posti in cassoni a bordo macchina.

Colata a bassa pressione. Molto simile alla precedente tecnica: in questo caso il metallo è iniettato nello stampo mediante un gas in bassa pressione. Si ottengono finiture superficiali molto elevate; questa tecnica è utilizzata soprattutto per i prodotti in alluminio, in particolare nel settore automobilistico e dei veicoli in genere.

Colata centrifuga: Si applica per produrre pezzi cilindrici o simmetrici rispetto a un asse longitudinale. Con questa tecnica si riescono a ottenere elevate proprietà meccaniche del pezzo non ottenibili con gli altri metodi di colata.

Colata in conchiglia ad alta pressione (pressocolata). Il metallo liquido è iniettato in pressione nella conchiglia; ciò richiede l'uso di macchine e impianti ausiliari di notevole costo. Tale processo viene impiegato solamente per produzioni in grandi serie, laddove è possibile realizzare getti a basso costo unitario, di notevole finitura superficiale, elevate caratteristiche meccaniche e tolleranze assai ristrette, tali da ridurre al minimo le lavorazioni meccaniche successive. La colata a pressione, diversamente che per i metalli non ferrosi, non viene utilizzata per i getti di ghisa e di acciaio.

In alcuni casi alle macchine di colata sono asserviti robot e altri dispositivi meccanici per la movimentazione del metallo fuso, dei getti solidificati e anche per la smaterozzatura dei getti (si veda fase successiva).

Figura 3.7.5. Colata con tazza in macchina conchigliatrice
Figura 3.7.6. Prelievo manuale con tazza del metallo da crogiolo



Impianti, macchine, attrezzature


Attrezzature/Impianti/Macchine	Rischi lavorativi
Siviera	Investimento con materiale fuso durante la fase di colata e di preriscaldamento con lancia
Carroponte	Coordinamento tra operatore/i a terra e gruista


Mansione della fase

Addetto	Posizione di lavoro	Operazione
Addetto colatore	Postazione fissa (cabina) Fra le linee di colata	Sorveglianza/ manovra del travaso in linee a carosello Trasferimento della siviera. Travaso del liquido Ripristino del refrattario (siviera, becco, canali di colata)
Addetto macchina conchiagliatrice	Presso la macchina	Controllo operazioni automatizzate Prelievo del metallo Estrazione del getto, accumulo in cassoni Applicazione del distaccante

Fattori di rischio infortunistico

Tabella 3.7.1. Colata. Sintesi dei rischi di natura infortunistica: identificazione, danni, interventi di prevenzione

I rischi specifici, evidenziati con , derivano dalle evidenze emerse con l'analisi statistica degli infortuni e riportano l'operazione pericolosa, la modalità di accadimento, il danno rilevato, i fattori di rischio che sono stati ritenuti evidenti

	IDENTIFICAZIONE RISCHIO → OPERAZIONE → MODALITA'	DANNO ATTESO DANNO RILEVATO	INTERVENTI DI PREVENZIONE FATTORI DI RISCHIO EVIDENTI
I 8 	→ operazione di colata in staffe, in centrifuga, in pressofusione → investimento da materiale ustionante	Ustioni da calore Lesioni oculari	Schermi senza manutenzione Coordinamento fra colatore e gruista Procedure non applicate Dispositivi Personali idonei
	→ Preriscaldamento della siviera → investimento da parte di materiale fuso	Ustioni da calore Lesioni traumatiche	Definizioni di idonee postazioni di lavoro segregate e lontane dal passaggio di materiali/persone/mezzi
	→ colata in siviera e colata in staffe → inciampi e urti	Ferite e contusioni	Transiti di colata ordinati e sgombri Manutenzione pavimentazione Definire delle aree di deposito Definire le linee di flusso dei materiali
	→ Rifacimento canale di colata o sostituzione cassetto siviera → schiacciamento con materiale refrattario	Lesioni traumatiche	DPI mancanti o inadeguati Procedure operative
	Mezzi di trasporto metallo fuso	Ustioni da calore Investimenti persone Eventi mortali	Organizzazione viabilità. Segnaletica Limitazione velocità. Formazione Esclusione depositi di materiali combustibili o infiammabili
	Contatto con metallo fuso e con parti ad elevata temperatura	Ustioni da calore	Sistemi automatizzati di colata Attrezzature idonee e pulite Coibentazione delle strutture Dispositivi individuali di protezione
	Incendio ed esplosione	Ustioni da calore	Presenza di materiale combustibile o infiammabile vicino ai percorsi Condizioni tubazioni rigide e flessibili Procedure nell'impiego di fiamme libere
	Macchine e attrezzature di colata	Lesioni traumatiche Amputazioni Eventi mortali	Spazi idonei, sgombri e puliti Macchine segregate Zona pericolosa protetta Procedure di impiego e di manutenzione

Ricorrenze legislative segnalate nelle analisi degli infortuni gravi

Numero	Legge/ Articolo	
2	547/374	carente manutenzione delle strutture e degli impianti
2	547/72	dispositivo di blocco con il funzionamento dei dispositivi di protezione
1	547/43	protezione dei manovellismi di trasmissione del moto
1	547/68	protezione degli organi lavoratori e delle zone di operazione delle macchine

Fattore di rischio. Mezzi di trasporto metallo fuso

Le siviere con il metallo fuso provenienti dai forni o dalla postazione di trattamento, possono essere trasportate con carrello elevatore elettrico alle successive fasi di colata o stampaggio.

In questo caso, oltre ai rischi tipici già affrontati, bisogna considerare il rischio aggiuntivo dovuto al trasporto di metallo fuso. Errate manovre o anche solo brusche frenate del mezzo possono determinare sversamenti del metallo liquido con rischio di ustioni per il personale presente nell'area e per il conduttore del mezzo, inoltre vi è il rischio di innesco di incendio in caso il metallo venga a contatto con materiali combustibili.

Le precauzioni adottabili per limitare questi rischi, oltre a quelle generali già indicate precedentemente (si veda Fase "Stoccaggio materie prime") sono:

- Le postazioni di trattamento devono essere il più vicino possibile ai forni, al fine di ridurre al minimo il tragitto delle siviere con metallo fuso.
- Il riempimento delle siviere non deve essere eccessivo, così da lasciare un margine di movimento del metallo liquido all'interno senza che questo fuoriesca.
- Verificare la possibilità di dotare le siviere di coperchio durante il trasporto metallo.
- Le aree di movimentazione delle siviere devono essere segnalate, con divieto di accesso ai non addetti.
- Nella aree di movimentazione siviere non stoccare materiale combustibile e o infiammabile. Eventuali impianti elettrici devono essere posizionati in modo tale da non essere raggiunti da sversamenti accidentali di metallo fuso.
- I carrelli devono procedere a passo d'uomo; la siviera deve essere tenuta bassa; deve essere definita procedura di sicurezza per la conduzione dei carrelli con siviera contenente metallo fuso.
- I carrellisti devono ricevere specifica formazione.
- Verificare l'opportunità di proteggere la postazione di guida del carrellista con vetro anticalore resistente a schizzi di metallo fuso.

Figura 3.7.7. Trasporto di siviera alla zona di colata con carrello elevatore



Fattore di rischio. Ustioni

Il personale è esposto a rischi di ustioni primariamente per contatto accidentale con metallo fuso e secondariamente per contatto con parti ad alta temperatura di macchine e altre attrezzature di lavoro.

Schizzi di metallo fuso possono essere dovuti a spandimenti accidentali dalle siviere durante il trasporto alla postazione di colata (vedi. *Fattore di rischio. Mezzi di trasporto metallo fuso*), ma anche nella fase di colata dalla siviera nelle forme transitorie (staffe) o nella colata manuale in conchiglia.

La colata dalla siviera nelle staffe avviene generalmente con ausilio di carroponte o paranco, a volte con carrello elevatore. E' quindi importante che l'addetto alla movimentazione sia adeguatamente addestrato.

La colata manuale in conchiglia è effettuata prelevando il metallo fuso dai forni di attesa con apposita tazza e riversandolo poi nella conchiglia. Questa modalità di colata è stata progressivamente sostituita generalmente

da sistemi automatizzati con braccio robotizzato, che permettono di evitare rischi di ustioni in quanto non si ha più manipolazione di metallo fuso.

Misure di sicurezza da adottare per ridurre il rischio di contatto accidentale con metallo fuso

- L'area di colata deve essere di dimensioni idonee e priva di ingombri
- Le tazze devono essere in buono stato e dotate di manico non cavo e di adeguata lunghezza
- Le tazze devono essere esenti di residui di oli o acqua per evitare reazioni che possano dar luogo a schizzi di metallo fuso
- Addestramento e informazione del personale
- Dotazione del personale di abbigliamento a manica lunga e pantaloni lunghi in tessuto resistente al calore, guanti protettivi, elmetto resistente a schizzi di metallo con visiera protettiva, scarpe di sicurezza resistenti al calore a sfilamento rapido, ghette resistenti al calore.

Riduzione del rischio di ustione per contatto con parti calde di macchine e attrezzature

- Coibentare o segregare le parti ad alta temperatura di macchine e impianti nelle aree di permanenza del personale
- Segnaletica di sicurezza a indicare la presenza di parti a elevata temperatura
- Usare abbigliamento a manica e pantalone lungo in tessuto resistente al calore e guanti anticalore.

Fattore di rischio. Incendio ed esplosione

1. Perdite accidentali di metallo fuso

Eventuali perdite o schizzi di metallo fuso durante il trasporto alla postazione di colata e durante la fase di travaso possono innescare materiali combustibili presenti nelle vicinanze.

E' quindi necessario che i percorsi di transito delle siviere con metallo fuso e le stesse aree di colata siano sgombre di materiali combustibili o infiammabili.

2. Utilizzo di fiamme libere

La presenza di fiamme libere è in genere legata all'operazione di riscaldamento delle siviere; il gas combustibile arriva alla fiaccola tramite sistema di tubazioni fisse e flessibili; la presenza di fiamme può costituire una sorgente di innesco quando siano presenti materiali combustibili o infiammabili; altro rischio è quello di fuga di gas infiammabili legata perdite dalle tubazioni di alimentazione (per usura o rottura di quelle flessibili o perdite da quelle fisse o ancora per spegnimento accidentale della fiamma.

Il rischio di incidente può ulteriormente aumentare se le fiamme non risultano presidiate.

Per prevenire i rischi è opportuno:

- utilizzare sistemi di accensione semiautomatica (accensione piezoelettrica) in modo da poter spegnere la fiamma ogni qualvolta si finisce di utilizzarla per poi riaccenderla in sicurezza, limitando i tempi di accensione
- tenere a debita distanza il materiale combustibile e le sostanze infiammabili
- installare dispositivi di sicurezza contro le fughe di gas che, grazie a una termocoppia, impedisca la fuoriuscita accidentale del gas qualora la fiamma si dovesse spegnere, evitando così il rischio della formazione di miscele esplosive
- controllare periodicamente l'assenza di deterioramenti dei tubi flessibili che collegano il rubinetto della tubazione fissa del gas alla fiaccola.
- chiudere il rubinetto della tubazione fissa ogni qual volta si finisce di utilizzare la fiaccola
- segnalare con cartello la posizione e la funzione delle leve per l'intercettazione del gas
- evitare di tenere accese fiamme per scaldare l'ambiente di lavoro nella stagione fredda.

Per quanto riguarda l'impianto di adduzione gas valgono le stesse considerazioni espone nel capitolo relativo alla "Fase Preparazione metallo".

Fattore di rischio. Macchine e attrezzature

Nella fase di colata vengono utilizzate macchine di colata in conchiglia per gravità, di pressocolata, di colata a bassa pressione, di centrifugazione; in alcuni casi a queste macchine sono asserviti robot e altri dispositivi meccanici per la movimentazione del metallo fuso e dei getti solidificati.

Si tratta di impianti che presentano organi meccanici in movimento, potenziale fonte di rischio di lesioni traumatiche gravi.

Il mantenimento di condizioni di sicurezza passa primariamente attraverso l'impiego di macchine rispondenti alle norme di sicurezza, in primo luogo il DPR 547/55 e il DPR 459/96 (recepimento della Direttiva macchine); quindi le macchine devono essere marcate CE e in caso siano state prodotte prima del 1996 devono essere conformi al DPR 547/55.

Di seguito si riportano le principali prescrizioni per l'uso in sicurezza delle macchine (elenco non esaustivo da utilizzare come *lista di controllo* per tutte le tipologie in questione).

Strutture e spazi

- Le macchine devono essere installate in spazi di idonee dimensioni e dotati di idonea illuminazione.
- Le macchine e gli spazi operativi circostanti devono essere tenuti puliti e sgombri da materiali che possono ostacolare le funzioni di controllo e di intervento degli addetti.

Impianti, macchine, attrezzature

- Tutti gli organi mobili che possono comportare pericolo devono essere opportunamente segregati e non accessibili.
- Non devono mai essere rimossi i dispositivi di protezione e di sicurezza delle macchine (schermi, barriere, sistemi di blocco del funzionamento, sistemi di blocco per contatto, pulsanti di stop di emergenza).
- Definire un programma di controlli periodici dell'efficienza dei dispositivi di sicurezza delle macchine.
- La segnaletica di sicurezza delle macchine deve essere in buono stato e tenuta pulita e ben visibile.

Procedure operative

- Gli addetti alle macchine devono essere addestrati al loro impiego, secondo le indicazioni riportate nei manuali d'uso e manutenzione e/o specifiche procedure di sicurezza.
- Gli interventi di manutenzione devono essere svolti solo da personale specializzato.
- Non si devono compiere registrazioni o riparazioni su macchine in moto, nei casi questo non fosse possibile attuare idonee misure di sicurezza alternative.
- Prima degli interventi di manutenzione le macchine devono essere fermate, devono essere predisposti cartelli di avviso sui quadri di comando per evitare l'avviamento intempestivo. Per evitare del tutto questo rischio il manutentore che interviene in postazioni particolarmente pericolose (es. interno di macchine di pressocolata, interno isole di colata in conchiglia servite da robot), la chiave di avvio dal quadro di comando, va tolta e custodita fino a fine intervento.
- Definire un programma di manutenzione preventiva delle macchine (l'efficienza oltre a garantire una migliore produttività è funzionale anche alla sicurezza).

Figura 3.7.8. Macchina di colata in conchiglia: la pedana è dotata di sensori di pressione che in presenza di persona fermano gli organi meccanici in movimento

Figura 3.7.9. Isola di pressocolata robotizzata: barriere di sicurezza a protezione dell'area d'azione del robot



Rischi igienico ambientali

Tabella 3.7.2. Colata. Sintesi dei rischi di natura igienico ambientale: identificazione, danni, interventi di prevenzione

	IDENTIFICAZIONE RISCHIO	DANNO ATTESO	FATTORI DI RISCHIO EVIDENTI INTERVENTI DI PREVENZIONE
A7	Polveri aerodisperse e fumi metallici → colata → raffreddamento delle forme → ricaduta da aree forno e distaffatura	Bronchite cronica, Pneumoconiosi da polveri Irritazione vie respiratorie e occhi	Scelta dei leganti Sistemi di aspirazione localizzata Ventilazione generale Dispositivi individuali di protezione
A10	Esposizione a rumore → motori delle macchine → impianti di ventilazione → soffiaggi per la pulizia delle forme esposizione indebite, da area forno (se forno elettrico ad arco) e da distaffatore	Danni uditivi Danni extrauditivi	Scelta macchine all'installazione Manutenzione macchine Vigilare sull'impiego dei DPI
A8	Stress e affaticamento da calore Sbalzi termici → fasi di travaso e di colata fasi di estrazione del getto	Aggravamento problematiche cardiocircolatorie, digestive e renali	Aspirazione e ventilazione generale Studio del lay-out e dei depositi Coibentazioni e schermatura calore radiante Evitare trasferimenti rapidi
	Radiazioni infrarosse e ultraviolette → controllo superfici incandescenti → operazioni di scorifica → operazioni di travaso → impiego cannelli e lance ossigeno	Processi invecchiamento dell'occhio Cataratta Danneggiamento retina	Inserimento di schermi Adozione di DPI specifici

A7, A8, A10: si veda anche al Capitolo 3.12 "Analisi rischi e interventi comuni a più fasi"

Fattore di rischio. Inquinanti aerodispersi

Le fasi di colata e di raffreddamento dei getti (nelle produzioni con formatura in sabbia) e di colata ed estrazione (nelle produzioni con colata in conchiglia o a pressione) possono generare vapori dovuti all'effetto di combustione e di degradazione termica delle sostanze chimiche presenti nella forma (leganti, catalizzatori e distaccanti). La diffusione di inquinanti aerodispersi è differente a seconda che la colata del metallo avvenga in forme di solo acciaio (es. conchiglie di pressocolata), piuttosto che in forme realizzate in sabbia-resina e/o contenenti anime in sabbia-resina.

Colata in forme di solo acciaio (pressocolata)

In questa fase produttiva, si possono diffondere vapori metallici dai forni di attesa posti a bordo macchina, i prodotti di combustione del metano (in particolare ossidi di azoto) normalmente utilizzato per alimentare i forni d'attesa, aerosol di prodotti distaccanti utilizzati per evitare l'adesione del metallo sulle conchiglie.

I prodotti distaccanti sono generalmente dispersioni acquose o oleose di polimeri sintetici, con presenza in alcuni casi di grafite colloidale e altri additivi.

Colata in forme con sabbie e anime legate con resine

Gli inquinanti che si diffondono in questo caso sono i seguenti:

- Vapori metallici dai forni di attesa
- Prodotti di combustione del metano di solito utilizzato per alimentare i forni di attesa
- Prodotti distaccanti liquidi o in polvere come il talco
- Fibre minerali dai materassini di materiale coibentante utilizzati per i forni di attesa, o posti a pavimento in zona di colata, per evitare che cadute a terra di gocce di metallo fuso diano luogo a schizzi
- Sostanze chimiche derivanti dal degrado termico delle resine e altri leganti utilizzati nelle terre e anime, in seguito alla colata di metallo fuso.
-

La Tabella 3.7.3 fornisce una valutazione qualitativa delle principali emissioni correlate ai diversi tipi di leganti.

Tabella 3.7.3. Prodotti di combustione e di degradazione termica derivanti da colata e raffreddamento dei getti

Sistema e tipo di legante	Sostanze emesse
Terra a verde - Argilla - Nero minerale - Acqua	Materiale particolato – fuliggine dalla combustione del nero minerale CO, CO ₂ SOV
A guscio (shell) - Resina fenolo-formaldeide	Materiale particolato - fuliggine da combustione incompleta del carbonio della resina CO, CO ₂ Fenolo, cresolo, xilenolo Ammoniaca, aldeidi, benzene
Alcalino – fenolico - Resina a base di resolo , fenolica alcalina – formaldeide - Indurimento con gas - autoindurente	Materiale particolato - fuliggine da combustione incompleta del carbonio della resina CO, CO ₂ Formaldeide Fenolo, cresolo, xilenolo Composti aromatici
Fenolico-uretano - indurimento con gas (cold box) - autoindurente	Materiale particolato - fuliggine da combustione incompleta del carbonio della resina CO, CO ₂ Formaldeide Fenolo, cresolo, xilenolo Composti aromatici Anilina, naftalene, ammoniaca
Furanico Resine a base di: - Fenolo - Urea - Alcol furfurilico Formaldeide	Materiale particolato - fuliggine da combustione incompleta del carbonio della resina CO, CO ₂ Fenolo, cresolo, xilenolo Formaldeide Composti aromatici SO ₂ , ammoniaca, anilina
Hot box (cassa d’anima calda) Resine a base di: - Fenolo - Urea - Alcol furfurilico - Formaldeide	Materiale particolato - fuliggine da combustione incompleta del carbonio della resina CO, CO ₂ NO _x Fenolo, cresolo, xilenolo Formaldeide Composti aromatici Ammoniaca, anilina
Sabbia-olio Olio di lino e destrine	Materiale particolato - fuliggine da combustione incompleta del carbonio della resina CO, CO ₂ Butadiene Acroleina, chetoni
Processi con CO₂ Silicato di sodio	CO, CO ₂
Silicati con esteri Silicato di sodio	CO, CO ₂ Alcani, acetone, acido acetico Acroleina

Gli interventi attuabili per limitare l’esposizione degli addetti sono i seguenti:

- Aspirazioni localizzate a presidio dei forni di attesa
- Aspirazioni localizzate a presidio delle macchine di colata o sulle postazioni di colata in staffa.
- Ventilazione generale di reparto idonea a garantire un sufficiente ricambio d’aria.
- Scelta di prodotti (resine, catalizzatori, distaccanti) con le migliori caratteristiche tossicologiche.
- Utilizzo di tappetini coibentanti in lana minerale non a base di fibre ceramiche refrattarie; in ogni caso verificare le schede di sicurezza ed evitare l’impiego di fibre minerali cancerogene.
- In caso di impiego di talco come distaccante verificare che il contenuto di quarzo e di asbesto residuo sia almeno inferiore a 1%.
- Informazione e formazione del personale sui rischi di esposizione e sulle misure precauzionali da adottare.
- Il personale deve essere dotato di maschere filtranti per polveri e SOV da impiegare nella fasi con possibile esposizione.

Figura 3.7.10. Macchina conchigliatrice. Applicazione di polvere di talco su stampo in conchiglia



Figura 3.7.11. Isola di stampaggio in conchiglia posta sotto aspirazione, le bandelle in plastica consentono un efficace convogliamento del flusso d'aria. Figura 3.7.12. Cappa di aspirazione a servizio di isola di pressocolata



Fattore di rischio. Rumore

In area di colata la rumorosità è variabile a seconda del tipo di impianti utilizzati. Vi è una rumorosità di fondo dovuta agli impianti di ventilazione e di aspirazione localizzata e ai motori elettrici della macchine; a questa rumorosità di fondo si sommano emissioni sonore discontinue quali soffiaggi con aria compressa per pulizia di pezzi e stampi, mezzi di trasporti interni, allarmi e segnalazioni acustiche degli impianti, operazioni di sabbatura a ghiaccio secco delle conchiglie; queste ultime estremamente rumorose con valori di rumore per l'addetto anche superiori a 100 dB(A).

Dati rilevati in vari stabilimenti su reparti di colata in conchiglia per gravità, a bassa pressione e presso colata, hanno evidenziato valori di esposizione acustica media giornaliera che si collocano tra 85 e 87 dB(A).

Di particolare importanza è la scelta, al momento dell'acquisto, di impianti e macchine con le minori emissioni sonore. La manutenzione degli impianti, si pensa in particolare alle macchine di pressocolata, contribuisce anche al contenimento della rumorosità.

Fattore di rischio. Stress da calore. Sbalzi di temperatura

La fase di colata è generalmente caratterizzata da condizioni microclimatiche sfavorevoli per temperature elevate determinate dalla presenza di rilevanti fonti di calore quali i forni di attesa, le macchine di colata, i depositi di getti metallici appena estratti dalle conchiglie e quindi ancora caldi. Inoltre la componente di calore radiante emesso dalle superfici metalliche calde influenza notevolmente la condizione microclimatica.


Il disagio può essere accresciuto dal fatto che il personale operante alle macchine di colata svolge mansioni di movimentazione manuale dei getti (estrazione dalle macchine, deposito su pallet o in casse, piccole finiture, ecc.), che comportano un dispendio metabolico importante. Da considerare inoltre che il lavoro alle macchine di colata richiede in genere una permanenza continuativa degli addetti per tutto il tempo di lavoro.

Come già detto per quanto per la fase fusoria il disagio è fortemente accresciuto da interventi in condizioni di “asimmetria termica”, ad esempio quando l’addetto opera di fronte a impianti caldi con forte calore radiante, ma con la contemporanea esposizione a correnti d’aria fredda (in periodo invernale) in entrata da portoni o altre aperture, che lo colpiscono alla schiena.

Il personale può anche essere soggetto a forti sbalzi termici, specie nella stagione fredda, quando passa dalla zona fusoria ad aree esterne o in locali interni non riscaldati.

Gli interventi attuabili per controllare questo fattore di rischio sono:

- Aspirazioni forzate poste a presidio dei forni di attesa e delle macchine di colata al fine di evacuare il calore dall’ambiente lavorativo.
- Adeguata ventilazione generale, in relazione alle dimensioni dei capannoni e alla concentrazione di fonti di calore.
- Coibentazione e schermatura delle fonti di calore radiante che sono principalmente le pareti dei forni di attesa e le superfici delle macchine di colata.
- Posizionamento degli impianti in modo da evitare situazioni di asimmetria termica con esposizione del personale sia a forte calore radiante che a correnti d’aria fredda; a tal fine è importante lo studio dei flussi d’aria in fase di progettazione dei locali produttivi.
- Evitare, per quanto possibile, lo stoccaggio temporaneo di grosse quantità di getti ancora caldi in prossimità delle postazioni di lavoro degli addetti alle macchine di colata; questi stoccaggi sono infatti una forte fonte di calore radiante. Per ridurre l’irraggiamento si può prevedere di porre i pezzi in casse con pareti metalliche chiuse, anziché su pallets.
- Organizzazione del lavoro che riduca al minimo la permanenza del personale nelle aree ad alta temperatura; a tal fine è particolarmente importante l’automazione dei processi.
- Ridurre al minimo i trasferimenti rapidi del personale da aree calde ad aree a bassa temperatura; in caso fosse necessario dotare il personale di abbigliamento adeguato.
- Garantire adeguate pause di riposo in ambienti moderati per gli addetti che operano in zone calde, mettere a disposizione bevande fresche.
- Informare il personale sui rischi relativi al lavoro in condizioni microclimatiche sfavorevoli e sulle misure preventive da attuare.

COMPARTO Fase di lavorazione Operazione specifica TIPOLOGIA INFORTUNIO		FONDERIA Colata centrifuga Centrifugazione della ghisa in macchina conchigliatrice centrifuga I 8 
Modalità di accadimento	Investimento da parte di metallo fuso L'operatore sostava, come normalmente, frontalmente alla macchina, alla distanza di circa 2 m, in attesa che finisse il ciclo per estrarre il getto. La rottura del sistema di trattenuta a ganci del disco di chiusura dello stampo o un'iniziale installazione manuale difettosa del disco stesso unitamente alla presenza di sistemi di chiusura (sportelli) della macchina in funzione inadeguata consentiva alla ghisa incandescente in forte rotazione di fuoriuscire e investire l'addetto ustionandolo.	
Mansioni coinvolte	Un operatore con mansione di fonditore	
Osservazioni Discussione	Sulla centrifuga i sistemi in uso per il di bloccaggio del disco a chiusura dello stampo potevano essere di due di due tipi. Uno a ganci l'altro, più sicuro con dadi e bulloni. La parte frontale della macchina disponeva di due sportelli. Sul primo erano montate due piccole siviere, sul secondo le canaline di collegamento e di alimentazione agli stampi. In produzione veniva chiuso solo la sportello interno quello delle canaline. Il sistema di chiusura dei due sportelli era semplicemente a chiavistello. I fori d'introduzione delle canaline sullo sportello interno erano stati modificati e allargati per esigenze produttive dalla ditta. Questa macchina, alquanto vetusta e particolare, produce esclusivamente cilindri di ghisa. Il ciclo durava da pochi minuti a un quarto d'ora, secondo la dimensione dei pezzi. In pratica la macchina poteva funzionare a difesa aperta	
Fattori di rischio evidenziati	Complessiva inadeguatezza della tecnologia in uso Protezione degli organi in movimento inadeguata Posizione di lavoro senza condizioni di sicurezza Inadeguato fissaggio dei pezzi in lavorazione	
Interventi	Sul portello interno sono state ridotte del 30% le aperture attraverso le quali si inseriscono i canali di alimentazione della ghisa fusa limitando gli spazi di accesso agli interni delle centrifuga. Sul medesimo portello, a ulteriore segregazione della zona di rotazione degli stampi, è stata installata una chiusura a ghigliottina, collegata con un automatismo di movimentazione orizzontale e regolata da un temporizzatore regolabile sulla durata della centrifugazione. Esso è costituito da una lastra metallica posta sulle aperture sopraccitate e scorrevole su guide. Il portello è stato inoltre dotato di un microinterruttore che dà il consenso all'apertura solo a centrifuga ferma e non permette il riavvio fino alla completa richiusura del portello stesso	