

# **FONDERIE DI LEGHE FERROSE E NON FERROSE**

## **CAPITOLO 2 INDIVIDUAZIONE DEL CICLO DI LAVORAZIONE**

- 2.1. Descrizione sintetica**
- 2.2. Schema a blocchi, materie prime, materiali ausiliari, sottoprodotti, prodotti**
- 2.3. Fattori di rischio lavorativo**
- 2.4. Impatto e rischio ambientale**

## 2.1. Descrizione sintetica

Le fonderie costituiscono un comparto estremamente differenziato, dove convivono modalità di lavoro artigianali e manuali con meccanizzazione e automazione.

In questo contesto risulta complesso proporre una lettura dell'attività produttiva che possa essere valida per tutte le tipologie: in questo profilo di rischio si è scelto di sottolineare gli aspetti riferiti alle fonderie che operano con forme temporanee e di osservare alcune significative realtà produttive dove leghe non ferrose sono solidificate con la tecnologia della pressofusione.

Risulta ugualmente difficoltoso suggerire, scegliere, imporre soluzioni di bonifica che siano applicabili in tutte le unità produttive e risultino ugualmente efficaci nella mitigazione dei rischi.

Lo schema in Figura 2.1 identifica le operazioni fondamentali per produrre getti; queste fasi di lavorazione sono riferite alla produzione di getti in ghisa, comunque una analoga sequenza di operazioni è generalizzabile per la maggioranza degli altri materiali metallici, con varianti significative riferite alle fasi di formatura e di colata. Si possono distinguere due gruppi di lavorazioni:

- le lavorazioni realizzate in sequenza destinate a preparare il metallo fuso, le forme all'interno delle quali solidificarlo, a estrarre il getto solidificato e su questo effettuare operazioni di finitura: queste attività sono riferite al *normale funzionamento* degli impianti e a tutte le operazioni ausiliarie connesse;
- al di fuori della sequenza ordinata sono indicate le fasi di lavorazione e le operazioni comunque condotte nel comparto e che possono coinvolgere in misura più o meno impegnativa l'intero ciclo di lavorazione: è possibile osservare che queste attività si riferiscono principalmente a *eventi non continuativi* (realizzati spesso fisicamente in altro luogo rispetto alla posizione degli impianti di processo), interventi in alcuni casi implicati da *malfunzionamenti e/o incidenti* della normale attività di lavorazione.

La costruzione di un profilo di rischio risulta estremamente più semplice, e negli anni ha avuto maggiore consolidamento, con riferimento alle attività implicate dal flusso fisico della lavorazione, che vede la materia prima assumere successive modificazioni fino a diventare prodotto finito di questa attività.

Più complesso, data la variabilità degli interventi coinvolti, le modalità organizzative del lavoro e le persone diverse coinvolte, identificare un profilo di rischio per le attività collaterali al normale funzionamento dell'attività metallurgica.

### *Fusione*

Con tale processo cariche allo stato solido (leghe derivanti da precedente solidificazione oppure rottami metallici derivanti da lavorazioni industriali o da post-consumo) vengono portate alla temperatura di *colata*.

### *Modelleria*

Consiste nella preparazione dei *modelli* che riproducono i getti: vengono utilizzati per dare l'impronta alle forme che accolgono il metallo (questa attività viene svolta da attività specializzate esterne alla fonderia, anche nella produzione di modelli destinati ad altri settori):

modelli in legno, preparati con lavorazione di falegnameria, adatti per piccole-medie serie di getti, per i quali non sono richieste ristrette tolleranze dimensionali;

modelli in metallo, preparati con lavorazioni di asportazione eseguite con macchine utensili o con elettroerosione, per getti di medie-grandi serie;

modelli in materiale plastico, preparati per stampaggio mediante forme e controforme, oppure mediante lavorazioni di asportazione a partire da un blocco rigido;

modelli in materiale plastico espanso, la cui economicità è evidente soprattutto quando sono impiegati per la produzione di getti in piccole serie.

### *Formatura (preparazione della forma)*

Il metallo fuso viene colato e fatto solidificare entro *forme temporanee* (forme in terra realizzate con diverse tecniche, che vengono poi demolite) oppure in *forme permanenti* (conchiglie metalliche), eventualmente iniettando il metallo in pressione (pressofusione) ottenendo, mediante *colata*, un pezzo di forma definita, chiamato getto.

I *getti in sabbia* si utilizzano nel caso di metalli a elevata temperatura di fusione (acciaio, ghisa, bronzo, ma anche alluminio) e consistono nel colare il metallo per gravità all'interno di una forma in sabbia da fonderia (forme

temporanee, da demolire dopo la solidificazione). La prima fase è quella della formatura, cioè la realizzazione dello stampo, compattando la sabbia refrattaria attorno a modelli, che hanno la forma del getto che si vuole ottenere e che vengono rimossi prima della colata, cioè dell'introduzione di metallo fuso; nel caso sia necessario mantenere delle cavità all'interno del getto vengono posizionate delle *anime*, cioè degli inserti in materiale refrattario, da rimuovere dopo la solidificazione del metallo. Altre tecniche di formatura prevedono l'impiego di forme realizzate in materiale polimerico espanso (*lost foam*), materiale che viene trasformato in prodotti gassosi dall'inserimento del liquido durante la colata oppure l'impiego di forme in cera (*formatura a cera persa*).

I *getti in conchiglia* vengono realizzati colando per gravità un metallo liquido a bassa temperatura di fusione in stampi in acciaio (forme permanenti). Si evita l'incollaggio del getto allo stampo mediante l'utilizzo di opportuni agenti distaccanti applicati sulla sua superficie. La prerogativa principale di questo processo di colata è costituita dall'alta velocità di raffreddamento del metallo. Si ottiene una migliore precisione e finitura superficiale rispetto ai getti in sabbia.

#### *Animisteria*

Quando il getto presenta delle parti interne cave o di particolari non realizzabili con la formatura, è necessario inserire una forma, chiamata *anima*, che riproduce nel dettaglio la parte cava del getto. Questo inserto viene poi disgregato una volta solidificato il getto.

Generalmente le anime, dovendo sopportare condizioni più gravose, sia durante la loro manipolazione, sia durante la solidificazione del getto, vengono preparate agglomerando sabbia con leganti chimici organici.

#### *Colata*

Si distinguono diverse tecniche in base alle modalità con cui il metallo fuso viene introdotto nella forma e dalle condizioni con le quali viene fatto solidificare:

*colata per gravità*: è la procedura tradizionale realizzata versando il metallo nella forma;

*colaggio in pressione (pressofusione)*: il metallo liquido viene portato in pressione mediante pistoni o aria compressa in una camera di compressione e quindi iniettato nella forma, che necessariamente, per poter contenere gli sforzi, è in metallo. I getti ottenuti per pressofusione soddisfano generalmente elevate esigenze di qualità e di precisione dimensionale: le superfici si presentano lisce ed esenti da porosità e la struttura cristallina è a grano fine;

*colaggio centrifugo*: il metallo fuso viene colato in una forma rotante che lo sottopone a una forza centrifuga durante la solidificazione.

All'atto della solidificazione quasi tutti i materiali metallici subiscono una diminuzione di volume. Per compensare la variazione di volume, prima della completa solidificazione, si realizzano opportuni alimentatori, detti *materozze*, la cui funzione è quella di accogliere del metallo fuso e alimentare il getto che, solidificando, subisce una contrazione volumetrica.

#### *Distaffatura*

Nel caso di forme da demolire, a solidificazione avvenuta, si procede a estrarre il getto dalla staffa di contenimento e dalla terra circostante.

Normalmente questa operazione viene effettuata con sistemi di espulsione su una griglia vibrante.

La terra viene raccolta con nastri sottostanti il distaffatore e convogliata alla rigenerazione (rottura delle zolle, separazione delle parti metalliche e dei residui delle anime, vagliatura) e al successivo reimpiego.

#### *Finitura*

I residui grossolani di terra vengono eliminati con una operazione di granigliatura.

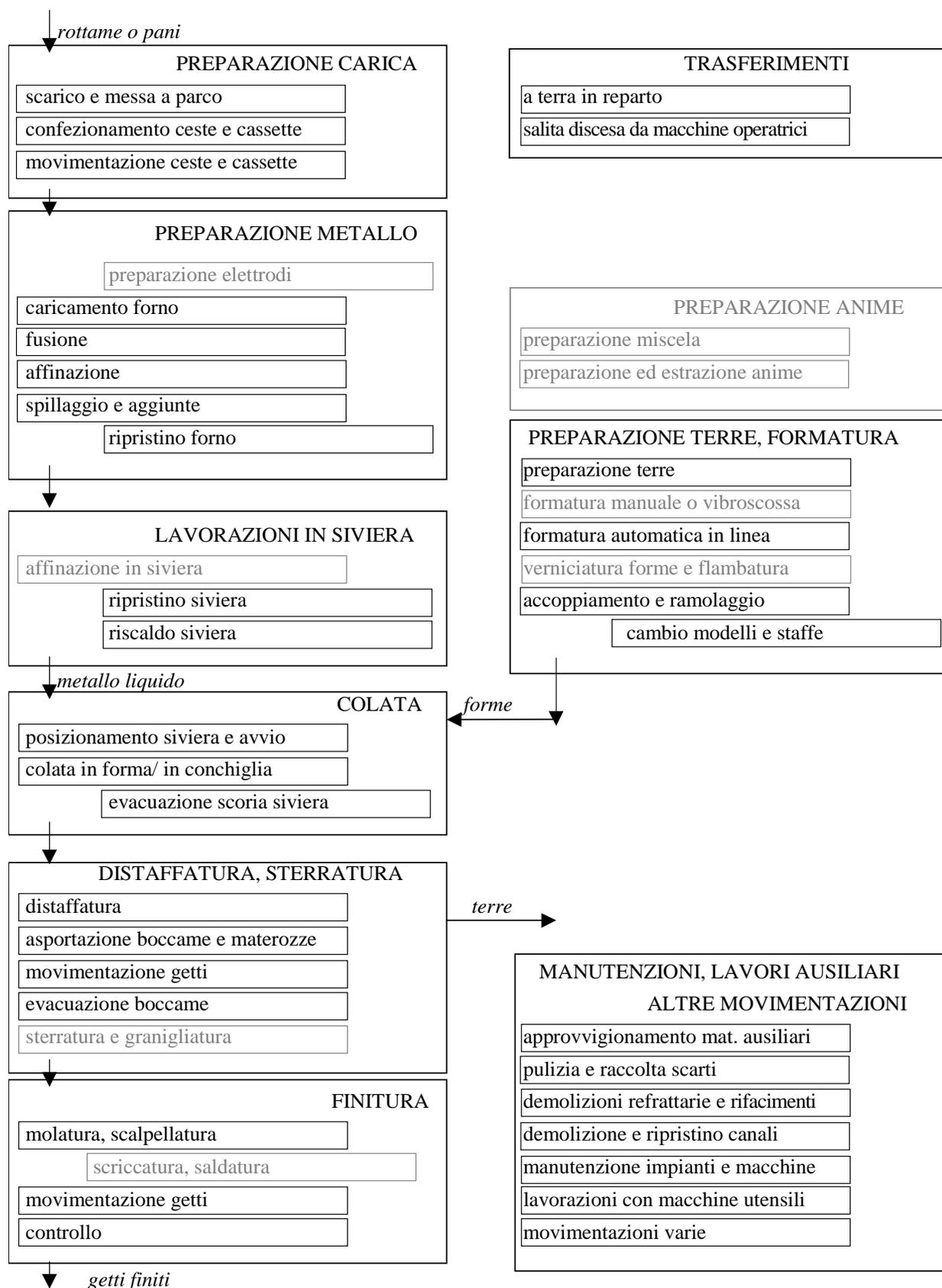
Si procede quindi al distacco dei canali di afflusso del metallo al getto e le *materozze (smaterozzata)*, cioè le ramificazioni predisposte per garantire la solidificazione del getto senza difetti, e a una successiva sbavatura per rimuovere le bave formati durante la solidificazione.

Le lavorazioni di fonderia possono essere inoltre caratterizzate in base alla presenza di processi più o meno meccanizzati e/o automatizzati (principalmente linee di medie-grandi serie per lavorazioni effettuate in proprio o per conto terzi) e anche da una più o meno elevata manualità nell'esecuzione delle varie fasi: è questo il caso di getti aventi grosse dimensioni realizzati in piccole serie o di esemplari unici.

Le materie prime utilizzate e i materiali ausiliari, i materiali prodotti e i sottoprodotti sono suddivisi per le diverse aree di lavoro e presentati nella Tabella 2.1.

## 2.2. Schema a blocchi, materie prime, materiali ausiliari, sottoprodotti, prodotti

**Figura 2.1. Schema a blocchi fonderia: principali fasi di lavorazione e relazione fra le fasi**  
 In grigio sono indicate le fasi di lavorazione presenti solo in alcune unità produttive



**Tabella 2.1. Materie prime, materiali ausiliari, sottoprodotti, prodotti del comparto fonderia**

Materie prime <i>Materiali ausiliari ed energetici</i>	Sottoprodotti	Prodotti
<b>AREA FUSIONE</b> PREPARAZIONE CARICA PREPARAZIONE METALLO LAVORAZIONI IN SIVIERA		
rottame pani di ghisa pani di metalli non ferrosi <i>ferroleghe</i> <i>calcare</i> <i>ossigeno</i> <i>scorificanti (fluoruri, fluosilicati, metalli alcalini-terrosi, cloruri)</i> <i>affinanti (sodio, titanio, stronzio, zirconio)</i> <i>degasanti (azoto, argon, CO<sub>2</sub>, cloro)</i> <i>energia elettrica, metano, gasolio</i> <i>refrattari</i> <i>elettrodi in grafite</i> <i>polveri di copertura</i> <i>acqua di raffreddamento</i>	scorie da fusione scorie da affinazione materiale di demolizione	metallo fuso: ghise acciai leghe Cu, Al, Sn, Pb, Zn
<b>AREA FONDERIA</b> PREPARAZIONE ANIME PREPARAZIONE TERRE, FORMATURA		
sabbia silicea sabbia di olivina sabbia prerivestita <i>distaccanti</i> <i>resine (fenoliche, fenolo-formaldeide, fenolo-isocianiche, poliestere-isocianiche, furaniche, fenolica-alcalina, epossidiche, acricliche, fenoliche-alcaline, urea-fenoli formaldeide, resolo, olio), silicati catalizzatori (acido solfonico e suoi derivati, ammine, esteri, gas SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>), sali di ammonio.</i> <i>vernici per refrattari</i>	terre di recupero scarti di anime	Forme in materiale refrattario Anime in sabbia
<b>AREA FONDERIA</b> COLATA		
metallo fuso <i>forme in materiale refrattario</i> <i>anime in sabbia</i> <i>polveri di copertura</i> <i>distaccante siliconico (pressocolata)</i>	scorie	getti
<b>AREA FINITURA</b> DISTAFFATURA, STERRATURA FINITURA		
getti <i>graniglia metallica</i> <i>dischi abrasivi</i> <i>elettrodi</i> <i>oli lubrorefrigeranti</i> <i>vernici antiruggine</i>	Materozze sfridi di finitura scarti di produzione	corpi caldaie; componenti per industria estrattiva, mineraria, siderurgica, navale, edile, tessile e meccanica; bronzine, boccole e bussole per industria navale, meccanica e comunicazioni

**segue Tabella 2.1. Materie prime, materiali ausiliari, sottoprodotti, prodotti del comparto fonderia (fasi successive di lavorazione dei getti)**

Materie prime <i>Materiali ausiliari ed energetici</i>	Sottoprodotti	Prodotti
<b>TRATTAMENTI TERMICI</b>		
Getti <i>Metano</i> <i>Materiali refrattari</i>	Materiali di demolizione	Getti (struttura di solidificazione modificata)
<b>CONTROLLO</b>		
Getti <i>Liquidi penetranti</i>	Getti difettati non recuperabili (al riciclo interno)	Getti (struttura di solidificazione modificata)
<b>MANUTENZIONE STAMPI</b>		
Stampi metallici <i>Ghiaccio secco (CO2)</i> <i>vernice</i>		

### **Dai materiali utilizzati ai rischi potenziali**

Nel precedente Tabella 2.1 sono identificati i materiali utilizzati nelle lavorazioni, organizzati per tipologie e aree di impiego.

Considerando la complessità e la presenza di prodotti di combustione e di degradazione termica che derivano dal contatto con il materiale fuso, la matrice (Tabella 2.2) evidenzia le sostanze che si possono sviluppare sulla base di informazioni riportate nelle schede di sicurezza, di rilevazioni effettuate e ai dati di letteratura, quindi permette di ottenere indicazioni preliminari rispetto ai rischi potenziali di tipo chimico in ambiente di lavoro per gli addetti.

Questi materiali, identificati con un numero, sono ulteriormente caratterizzati con le diverse denominazioni commerciali (Tabella 2.3), comprendendo quelli utilizzati nel periodo d'indagine dalle ditte del comparto.

**Tabella 2.2. Rischi potenziali di tipo chimico in relazione ai materiali utilizzati**

AREA FUSIONE	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	PbO	MnO	CuO	NiO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S	CaF <sub>2</sub>	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fenolo	IPA
Rottame ferroso	❖•	❖•	❖•								□			❖
Leghe non ferrose		❖•		❖•	❖•						□			❖
1 Materiali refrattari (tappi, setti)									•	•	❖•			
2 Calcare											□			
3 Polvere di copertura	•										❖•		❖	
4 Refrattario siviera (pigiata)	❖•					❖•			•	•	❖			
5 Refrattario forno (pigiata)	❖•					❖•			•	•				
6 Refrattario per manutenzione	❖•								❖•	❖•	❖•			
7 Refrattario forni e siviera									❖•	❖•	❖•	❖•		
8 Mattoni refrattari									•	•				❖•
9 Tubi asta per siviera	•													❖•
10 Polvere di coke														❖•
11 Fluorite	□							❖•			❖•			
12 Olio combustibile							❖							❖

AREA FONDERIA	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Esteri	Solventi organici	Fenolo	Alcoli	Oli minerali
13 Resine alcaline						❖			❖•		
14 Catalizzatore per resina						❖	•		❖		
15 Sabbia di olivina	❖•	•			❖•						
16 Sabbia di cromite	❖•	•	❖•	•	❖•						
17 Sabbia silicea					❖•						
18 Sigillante per staffe					❖•						•
19 Indurente							•		❖•		
20 Solvente per impasto refrattari								•		•	
21 Distaccante						•	❖•	•			
22 Soluzione per flambatura									❖•	❖•	
23 Manicotti				•	•				❖•		
24 Bentonite					❖•						
25 Polvere copertura				•	❖•		•		❖•		
26 Anime					•						
27 Vernice per anime					❖•				❖•		
28 Canalette		•		•	❖•						

AREA FINITURA	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	TiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	Esteri	Ammine	Oli	Glicoli	NO <sub>x</sub> ,C	IPA
29 Mattoni refrattari T.T.	❖•									
30 Refrattario forno T.T.	❖•	❖•	❖•	❖						
31 Dischi molatura			❖•							
32 Elettrodi di grafite	❖			❖					❖	
33 Olio lubrificante						❖•	•			❖
34 Olio per taglio							•	❖•		❖
35 Fluidi lubro-refrigeranti					•	❖•				

- ❖ si sviluppa durante il ciclo produttivo
- contenuto nella materia prima
- dipende dalla purezza

Tabella 2.3. Produttore e denominazione dei materiali utilizzati nel comparto udinese

<b>Materia prima Materiale ausiliario</b>	<b>Produttore</b>	<b>Denominazione Commerciale</b>
<b>AREA FUSIONE</b>		
1	<i>Minteq</i>	Cast 18 LC
2		Calcare
3	<i>Jodovit</i>	Calcinax Grigia
4	<i>Unitara Unitara</i>	Kerlite 120M Kerlite F160T
5	<i>Dolomite Franchi</i>	Pentasol S Pentasole 0-15 Pentaplast
6	<i>Eredi Scabini Eredi Scabini Siderrefrattari Unitara Unitara Dolomite Franchi</i>	Al Cast 165M Al Vibe 165 ML SG 80D Kergum M32 Trimor Midcast Pentaram
7	<i>Minteq</i>	Q Tab 96 Snorcast Guntapite 582 Solo Flow Cast 30/60 Insulcrete 22 Q Crete 32/70
8	<i>Dolomite Franchi Dolomite Franchi Pliref</i>	Pentabrick T1 Pentabrick T5 Extra 80
9	<i>La Prealpina</i>	Tubi asta siviera
10	<i>Ve-Ri</i>	Coke metallurgico
11	<i>Teknosider</i>	Fluoruro di calcio
12		Olio combustibile denso

<b>Materia prima Materiale ausiliario</b>	<b>Produttore</b>	<b>Denominazione Commerciale</b>
<b>AREA FONDERIA</b>		
13	<i>Satef</i>	Sinotherm A2
14	<i>Satef</i>	Aktivator A 10 Aktivator A 15 Aktivator A 20
15	<i>Satef</i>	Olivina
16	<i>Satef</i>	Cromite
17	<i>F.lli Mazzon Edilfond Collaif</i>	Vertogum B 33 R Gelfond e Hardfond Agglomerante L/52
18	<i>Satef</i>	Cordoflex

19	<i>F.lli Mazzon</i>	Trangum
20	<i>F.lli Mazzon</i>	Tecnosolo ET11 Foundrisol TAU
21	<i>F.lli Mazzon</i>	PO - 64 Air Vest Metal
22	<i>F.lli Mazzon</i>	Foundrylac MGT/117/B Foundrylac grafit
23	<i>Prometal Prometal Jodovit Jodovit</i>	Esocalor Esocalor 100 Volumix ex Volumix AC
24	<i>Imic Imic Covenaghi Edilfond</i>	Bentonite Natroben 25 Amidine Gelmix MB
25	<i>Jodovit</i>	Termix S
26		Anime Esterne
27	<i>F.lli Mazzon</i>	Foundrylac Zirconio C/740
28	<i>La Prealpina</i>	Alpea
29	<i>Nuova Sirma Nuova Sirma Geern fire Unistara</i>	Sirrate LC 85 Keralne Calor CA RI 123 Green Mull NV Fiberfrax
30	<i>Eredi Scabini</i>	Al Vibe 165 ML Cast Lite Super Cast Lite 4A

<b>Materiale ausiliario</b>	<b>Produttore</b>	<b>Denominazione Commerciale</b>
-----------------------------	-------------------	----------------------------------

#### AREA FINITURA

31	Norton Tyrolit Camfart Bianchet Bianchet	<i>Dischi Norton Dischi Tyrolit Dischi Camfart Mole Corindone Rosa Mole con agglomer. vetrificato</i>
32	Bianchet	<i>Jetrods Jointed Eletrods</i>
33	IP	<i>Termus Sirius</i>
34	IP	<i>Lyra E</i>
35	Sinnol	<i>Sinol K1</i>

## 2.3. Fattori di rischio lavorativo

Nell'attività di fonderia sono individuabili numerosi fattori di rischio di varia natura.

La sintesi riportata nella Tabella 2.4 non elenca tutti i rischi, ma seleziona solo quelli che si sono rilevati come evidenti nelle indagini condotte e ha la funzione di indicare le priorità di rischio presenti nel comparto. In particolare, per quanto concerne i rischi infortunistici, si è fatto riferimento alle informazioni ricavate dalla raccolta dati condotta e dalle specifiche indagini disponibili per alcune realtà produttive.

L'organizzazione del lavoro dell'attività di fonderia dipende in misura importante dal grado di automazione dell'impianto, che incide in misura importante rispetto alla necessità di presenze continue durante il normale funzionamento all'esterno delle postazioni protette. Nelle configurazioni più avanzate si osservano condizioni simili a quelle dell'attività meccanica automatizzata, in quanto l'attività è organizzata per isole di lavorazione dove sono inserite macchine il cui funzionamento è governato da elaboratore e manipolatori che provvedono al trasferimento del getto in lavorazione fra le diverse unità lavorative.

In queste configurazioni l'attività dell'addetto può limitarsi alla programmazione, alla sorveglianza ed eventualmente al prelievo di prodotti destinati a prove di qualità e certificazione, eventualmente sviluppata con riferimento a più isole di intervento.

Parallelamente si osservano realtà produttive in cui l'attività prevede un importante impegno fisico e dove sono assenti o inserite solo per alcune lavorazioni (formatura, distaffatura, smaterozzatura, finitura) ausili meccanizzati che sostituiscono o affiancano l'intervento manuale degli addetti.

Comunque, in ogni caso, la presenza degli addetti è richiesta per tutte le operazioni preliminari e contemporanee di interventi determinati da inconvenienti e da manutenzione, che possono sovrapporsi al funzionamento di una sezione dell'impianto o di una linea parallela.

La maggioranza del personale esterno svolge la propria attività con funzioni di manutenzione e di ristrutturazione, operando con modalità che possono variare in misura significativa e quindi con un profilo di rischio che è sovrapponibile alle analoghe operazioni svolte da personale interno, attività sviluppate generalmente anche durante il funzionamento degli impianti. Per quanto concerne l'attività di ristrutturazione e di installazione si determina un profilo di rischio tipico dell'attività di costruzione, che rimandiamo a documenti più specifici, e all'attività di funzionamento degli impianti, realizzato in genere con modalità che vedono affiancato il personale esterno e i dipendenti che dovranno poi condurre le nuove installazioni.

### Rischi di tipo trasversale

Con questa definizione vengono considerati i rischi per la sicurezza e la salute da ricondurre, in termini sintetici, al rapporto tra l'operatore e l'organizzazione del lavoro.

Per il comparto fonderia alcuni di questi assumono un ruolo evidente.

#### Stabilità della propria occupazione

Questo comparto ha subito recenti e significativi ridimensionamenti occupazionali, legati sinteticamente a motivazioni che derivano dal mercato del lavoro e da motivazioni da ricondurre all'evoluzione tecnologica e impiantistica. La precarietà mina il rapporto di fiducia e le motivazioni di chi può essere coinvolto in queste dinamiche.

#### Lavoro in continuo, sistema di lavoro a turni, lavoro notturno

Nelle situazioni osservate l'attività di fonderia viene condotta con turnazioni continue riferite normalmente a 5 giorni lavorativi nella settimana (15 turni/ settimana), oppure con un'attività lavorativa concentrata in 1 turno giornaliero, oppure 2 turni (generalmente 6-14, 14-22): l'attività notturna si limita in questi casi al mantenimento dei forni destinati alla fusione.

Il sistema di lavori a turni e, parzialmente, il lavoro notturno sono quindi legati alle scelte produttive condotte nelle diverse realtà produttive.

Nel comparto esaminato normalmente un turno di lavoro viene mantenuto per una settimana.

### Presenza di numerose imprese esterne

Questa condizione rende meno semplice l'organizzazione del lavoro e implica, per alcune attività, un quadro di intervento che può diventare particolarmente complesso soprattutto per gli aspetti organizzativi.

Gli aspetti quantitativi riferiti all'attività di fonderia sono stati esaminati nel Capitolo 2 "Rischi riferiti a tutto il comparto".

Gli aspetti di prevenzione implicati vengono sviluppati nel Capitolo 8 "Soluzioni riferite a tutto il comparto".

### Intensità e responsabilità della mansione

#### Monotonia e ripetitività del lavoro

Nell'attività di fonderia possono essere osservate condizioni di impegno con caratteristiche fortemente divergenti e anche opposte.

Da una parte mansioni che implicano un'elevata responsabilità che coinvolge, oltre che i risultati produttivi, anche la sicurezza degli impianti, nonché in primo luogo la propria sicurezza e quella dei colleghi di lavoro: fra queste mansioni vanno segnalate quelle che prevedono il trasferimento del metallo fuso.

Altre operazioni implicano lavori da effettuare manualmente e comportano principalmente fatica fisica: fra queste possono rientrare gli interventi di distaffatura, che possono implicare condizioni di stress termico e di precarietà per quanto concerne le posizioni di lavoro.

La ripetitività è implicata in modo specifico per alcune operazioni realizzate in particolare dagli addetti alla finitura manuale delle anime, alla formatura meccanizzata, al ramolaggio, infine alle operazioni di finitura dei getti effettuate con utensili manuali.

### Condizioni climatiche esasperate

Nell'attività di fonderia si individuano alcune significative operazioni effettuate in presenza di calore radiante significativo; in particolare occorre ricordare gli interventi di governo dei forni, di travaso del metallo, di colata, nonché gli interventi richiesti in caso di malfunzionamento che possono richiedere impegno in posizioni critiche, da condurre in tempi rapidi per evitare sospensione prolungata dell'attività.

## **2.4. Impatto e rischio ambientale**

Gli impianti di fonderia rientrano nelle categorie di attività industriali soggette al decreto legislativo n. 372 del 4 agosto 1999. Con la pubblicazione del Decreto 31 gennaio 2005 si ha l'emanazione delle linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecnologie disponibili.

Prende quindi forma ufficiale il nuovo quadro di controllo rivolto a evitare oppure, qualora non sia possibile, ridurre le emissioni che si determinano nell'aria, nell'acqua, nel suolo cioè gli impatti ambientali con riferimento al normale funzionamento dell'attività di produzione.

Le lavorazioni della fonderia non rientrano fra le attività nel campo di applicazione del D.P.R. del 17/05/1988 n°175, "Attuazione della direttiva CEE n° 82/501, relativa ai rischi di incidenti rilevanti connessi con determinate attività industriali, ai sensi della legge 16 aprile 1987, n. 183", recepimento italiano della Direttiva denominata 'Seveso', e delle successive integrazioni.

Mancando infatti nel ciclo produttivo l'impiego di sostanze classificate pericolose in quantitativi significativi, non è obbligatorio per l'esercente presentare un rapporto di sicurezza secondo le linee guida di cui al DPCM 31/03/89, che in funzione della complessità del caso sono denominati Notifica o Dichiarazione.

Si può ritenere che gli impianti di fonderia di metalli ferrosi e non ferrosi non comportino significativi rischi di generare un incidente catastrofico che coinvolga l'esterno dello stabilimento.

La successiva Tabella 2.5 mette in relazione gli impatti ambientali durante il normale funzionamento dell'attività e i rischi connessi con eventi incidentali con le principali fasi di lavorazione da cui derivano; costituisce quindi la griglia da cui partire per individuare le fasi di lavorazione maggiormente efficaci per conseguire risultati di mitigazione significativi. I fattori di impatto ambientale dettagliati sono riportati nel capitolo 4.

**Tabella 2.4. Principali fattori di rischio lavorativo nelle varie fasi di lavorazione**

FASE DI LAVORAZIONE	Caduta o proiezione di gravi	Traumi durante il movimento	Contatto investimento da sostanze pericolose	Maneggio o contatto con materiali	Concerne impianti, macchine,	Concerne mezzi sollevamento e trasporto	Corrente elettrica	Posture incongrue/ fatica fisica	Particelle aerodisperse	Sostanze tossiche	Metalli tossici	Sostanze cancerogene	Rumore	Vibrazioni	Stress e affaticamento da calore	Condizioni microclimatiche sfavorevoli	Radiazioni non ionizzanti e campi	Radiazioni ionizzanti	Illuminazione inadeguata	Radiazioni infrarosse/ ultraviolette
Scarico e messa a parco		+			+	+		+					+	+		+				
Confezionamento ceste e cassette	+			+	+								+			+				
Caricamento forno		+	+	+		+							+							
Fusione e affinazione				+					+		+				+		+			+
Spillaggio e aggiunte		+	+						+		+		+		+					+
Ripristino forno								+	+			+			+				+	
Affinazione metallo fuso				+					+	+	+				+					+
Ripristino e riscaldamento siviera				+					+	+										
Preparazione miscela anime				+	+				+	+										
Preparazione ed estrazione anime		+	+		+				+	+			+							
Preparazione terre		+										+	+						+	
Formatura manuale o vibroscossa				+	+			+	+	+			+	+						
Formatura automatica in linea				+	+				+	+			+							
Verniciatura forme e flambatura				+					+	+										
Accoppiamento e ramolaggio				+																
Cambio modelli e staffe				+				+												
Posizionamento siviera e avvio colata			+						+		+									
Colata in forma/ in conchiglia			+	+	+				+	+	+				+					
Distaffatura				+	+			+	+	+		+	+	+						
Asportazione ed evacuazione boccame e materozze				+	+				+											
Movimentazione getti				+		+		+								+				
Sterratura e granigliatura				+					+	+			+	+						
Molatura, scalpellatura			+			+		+	+			+	+	+						
Scriccatura, saldatura			+					+	+	+	+	+	+		+					
Movimentazione getti				+	+	+										+				
Controllo			+	+														+		
Approvvigionamento materiali ausiliari				+		+		+								+				
Pulizia e raccolta scarti	+	+						+	+				+			+				
Demolizioni refrattarie e rifacimenti		+		+		+		+	+			+	+	+		+				
Manutenzione impianti e macchine	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+				+				
Lavorazioni con macchine utensili						+														
Movimentazioni varie		+		+		+										+				

**Tabella 2.5. Principali fattori di impatto e di rischio ambientale determinati dalle varie fasi di lavorazione**

FASE DI LAVORAZIONE	FATTORI DI IMPATTO						FATTORI DI RISCHIO				
	Consumo risorse materiali e idriche	Consumo di risorse energetiche	Emissioni in atmosfera	Reflui idrici	Produzione di rifiuti	Diffusione di rumore	Contaminazione radioattiva	Incendio	Esplosione chimica	Esplosione fisica	Rilascio accidentale (liquidi, solidi, aerodispersi)
Scarico e messa a parco	+			+		+	+				
Confezionamento ceste e cassette											
Caricamento forno			+			+					
Fusione e affinazione		+	+			+(1)		+	+(2)		
Spillaggio e aggiunte			+		+						
Ripristino forno											
Affinazione metallo fuso			+		+						
Ripristino e riscaldamento siviera		+									
Preparazione miscela anime								+			
Preparazione ed estrazione anime											
Preparazione terre	+		+		+						
Formatura manuale o vibroscossa						+					
Formatura automatica in linea						+					
Verniciatura forme e flambatura								+			
Accoppiamento e ramolaggio											
Cambio modelli e staffe											
Posizionamento siviera e avvio colata											
Colata in forma/ in conchiglia			+								
Distaffatura			+		+	+					
Asportazione ed evacuazione boccame e materozze											
Movimentazione getti											
Sterratura e granigliatura					+						
Molatura, scalpellatura						+					
Scricatura, saldatura			+								
Movimentazione getti											
Controllo											
Approvvigionamento materiali ausiliari								+			+
Pulizia e raccolta scarti					+						
Demolizioni refrattarie e rifacimenti					+	+					
Manutenzione impianti e macchine											
Lavorazioni con macchine utensili											
Movimentazioni varie											

(1) tipologia con forno ad arco

(2) tipologia con forno a induzione