

ACCIAIERIA ELETTRICA

CAPITOLO 2 INDIVIDUAZIONE DEL CICLO DI LAVORAZIONE

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

2.1 Descrizione sintetica

Con la metallurgia secondaria la preparazione di semilavorati in acciaio viene ottenuta a partire da una carica solida di rottame ferroso, acquisito sul mercato nazionale ed estero, a cui si aggiungono materie prime ricche in ferro, quali preridotto e ghisa solidificata, e i recuperi interni di acciaieria (spuntature, materozze e canali di colata, prodotti non conformi, ecc.) e di laminatoio (prodotti non conformi, spuntature, scarti, ecc.), nel caso l'attività di laminazione sia associata all'acciaieria.

Gli acciai, cioè le leghe ferro-carbonio con tenore di carbonio inferiore a 2,06%, in cui sono presenti altri elementi in tenori non trascurabili, hanno caratteristiche meccaniche e resistenziali molto diverse in base alle molteplici applicazioni per cui vengono destinati. Risulta perciò estremamente complesso potere raggruppare i diversi tipi di acciai in poche categorie per poterli classificare.

Fra le possibili classificazioni si possono citare quelle:

- in base ai requisiti qualitativi ottenuti attraverso il controllo delle tecniche di produzione (acciai di base, acciai di qualità, acciai speciali);
- in base alla composizione chimica (acciai al solo carbonio, acciai legati);
- in base a proprietà fisiche e chimico-fisiche (resistenza alla corrosione, caratteristiche elettriche, ecc.);
- in base alle applicazioni (acciai di uso generale, acciai speciali da costruzione, acciai da utensili, acciai inossidabili, ecc.).

Gli acciai sono classificati, secondo la norma europea EN 10020, con riferimento sia alla composizione chimica, sia ai requisiti qualitativi:

- acciai di base: si tratta di acciai non legati, per i quali non è richiesta nessuna prescrizione particolare legata all'impiego, viene garantita una certa proprietà resistenziale, non è prescritto alcun trattamento termico;
- acciai di qualità: gli acciai che non presentano una regolarità di comportamento ai trattamenti termici, ma le cui condizioni di impiego richiedono accorgimenti particolari nella fase di produzione, in particolare per ridurre il rischio di rottura fragile e lo stato superficiale;
- acciai speciali: destinati in genere ai trattamenti termici, con necessità di purezza, rispetto alle inclusioni gassose e non metalliche.

Dovendo in questo testo individuare il ciclo di lavorazione e i rischi implicati, può risultare particolarmente utile conoscere il legame che esiste fra lavorazione e tipologia di acciaio prodotto, e quindi comprendere le motivazioni delle diverse tecniche di produzione, più o meno complesse, adottate, nonché la possibilità di risolvere problemi di rischio legati a una particolare fase con soluzioni metallurgiche ottenibili con fasi meno rischiose (per esempio trattamento e pulizia del rottame per evitare inquinamenti organici nelle successive fasi di fusione; colata continua in sostituzione della solidificazione in lingotti, taglio e pulizia delle superfici, sbazzatura, ecc.).

Le diverse qualità di acciaio sono ottenute seguendo sostanzialmente la stessa filiera produttiva; mentre la possibilità di ottenere specifiche composizioni o di controllare le caratteristiche qualitative (inclusioni non metalliche, gas) è affidata a specifiche fasi di lavorazione, in primo luogo alla metallurgia fuori forno, cioè all'elaborazione (*affinazione*) dell'acciaio condotta allo stato liquido in siviera o in specifici impianti (Tabella 2.1).

Tabella 2.1. Soluzione tecnologica ed esigenze metallurgiche: fase di lavorazione implicata

Soluzione tecnologica	Esigenza metallurgica	Fase di lavorazione
Aggiunte di lega	Struttura di solidificazione Caratteristiche meccaniche	Affinazione in forno Affinazione in siviera Lavorazioni fuori forno Solidificazione in lingottiera c.c.
Diminuzione delle inclusioni gassose e non metalliche	Struttura	Lavorazioni fuori forno
Ricristallizzazione della struttura	Struttura di solidificazione Caratteristiche meccaniche	Solidificazione in lingottiera c.c. Laminazione controllata Trattamenti termici

La materia prima viene scaricata e depositata nel parco rottame e suddivisa, previa classificazione, in categorie omogenee. Le materie prime, insieme a materiali ausiliari, ricicli interni e materiali energetici, vengono prelevate dallo stoccaggio e inserite in ceste e trasferite nell'area forno.

Il materiale, approvvigionato tramite alcune ceste in successione, viene caricato nel forno, aperto tramite rotazione della volta. Il rottame viene fuso mediante arco elettrico, ottenuto da tre elettrodi consumabili realizzati in grafite, e tramite l'apporto energetico che deriva dalla combustione di carbone, caricato in cesta e insufflato nel forno tramite lance, metano, derivante da bruciatori, e lance a ossigeno, che consente di sfruttare il calore che deriva dalle reazioni esotermiche di ossidazione degli ingredienti energetici e metallici. Una volta fuso il rottame, viene effettuata scorifica della parte fusa non metallica e si conduce una breve affinazione destinata a una prima messa a punto della composizione, tramite aggiunte di materiali ausiliari (calce, ecc.) e ferroleghie approvvigionati direttamente al forno durante la lavorazione tramite impianto di stoccaggio, trasporto e dosatura, e a un riscaldamento dell'acciaio alla temperatura desiderata.

Il forno viene svuotato, in realtà viene mantenuto un piede liquido per facilitare la ripresa del processo successivo e ridurre il trascinarsi di scoria, travasando l'acciaio in una siviera, dove vengono condotte ulteriori lavorazioni di affinazione della composizione. In funzione delle caratteristiche qualitative questa affinazione può essere condotta esclusivamente in siviera oppure tramite l'utilizzo di specifici *impianti fuori forno*, di complessità diversa. Vengono aggiunte ferroleghie e i materiali ausiliari necessari al risultato chimico e metallurgico richiesto, vengono insufflati gas inerti per il controllo di temperatura e inclusioni.

La siviera viene trasferita all'impianto di solidificazione: la siviera viene posizionata sopra un impianto di distribuzione dell'acciaio (*paniera*) a diverse unità parallele di solidificazione (*lingottiere*), dove si impone la sezione esterna del semilavorato e si solidifica una pelle esterna tramite importante scambio termico realizzato all'interno della lingottiera da circolazione di acqua. L'acciaio in solidificazione, estratto dalla lingottiera con continuità (*colata continua*), trascinato e raffreddato tramite spruzzi di acqua, viene tagliato a caldo nelle lunghezze richieste.

In alternativa la solidificazione avviene travasando l'acciaio liquido all'interno di contenitori statici di solidificazione (*lingottiere*). Al termine della solidificazione le lingottiere vengono sfilate e i lingotti avviati alle destinazioni successive.

Le lavorazioni di un'acciaieria elettrica sono schematizzate nella Figura 2.1 della pagina successiva.

Si è ritenuto importante distinguere due gruppi di lavorazioni:

- a sinistra sono allineate le lavorazioni realizzate in sequenza destinate a trasformare la materia prima in semilavorati: queste attività sono riferite sostanzialmente al *normale funzionamento* degli impianti e a tutte le operazioni ausiliarie connesse, che sono visualizzate traslate a destra nel flusso;
- allineate a destra 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 siderurgica.

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 2.2.

2.2 Schema a blocchi, materie prime, materiale ausiliari, sottoprodotti, prodotti

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

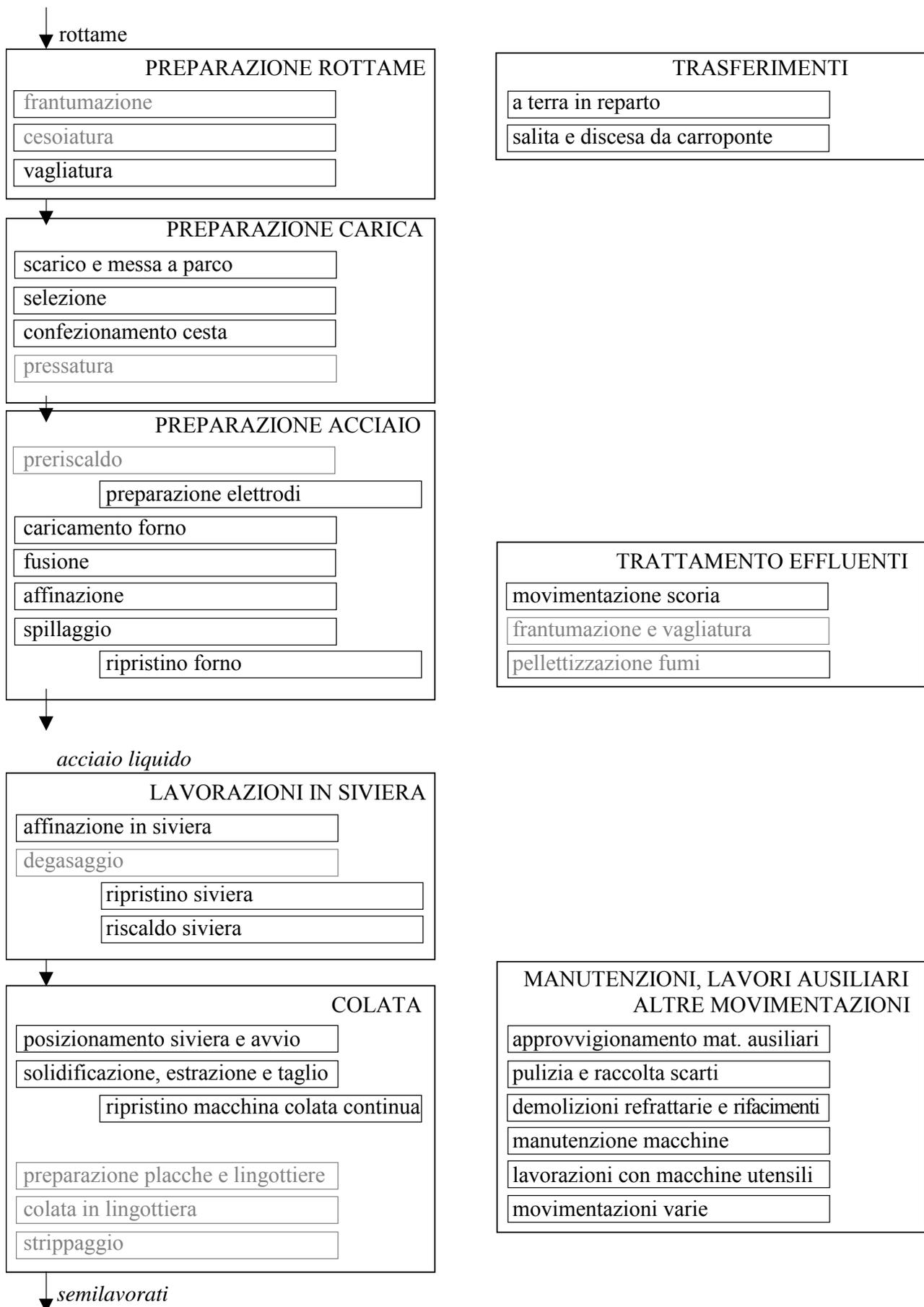


Tabella 2.2. Materie prime, materiali ausiliari, sottoprodotti, prodotti del comparto acciaieria

Materie prime <i>Materiali ausiliari ed energetici</i>	Sottoprodotti	Prodotti
PREPARAZIONE ROTTAME (1)		
Autoveicoli dopo smontaggio selettivo di alcuni componenti	Frazioni non metalliche ed eterogenee frantumate (<i>fluff</i>)	Rottame ferroso frantumato (<i>proler</i>) Rottame non ferroso frantumato (materia prima della metallurgia non ferrosa)
PREPARAZIONE CARICA		
Demolizioni Lamierini Pacchi Torniture Frantumato Preridotto Ghisa in pani Ricicli interni	Accumulatori Fondi vagoni (frazioni fini non ferrose eterogenee) Componenti elettrici Corpi cavi (bombole, serbatoi, ecc.)	Rottame ferroso selezionato
PREPARAZIONE ACCIAIO		
Rottame Fumi di acciaieria Carbone (soprattutto come <i>materiale energetico</i>) Ferroleghe <i>Calce e/o calcare</i> <i>Scorificanti</i> <i>Elettrodi</i> <i>Metano</i> <i>Ossigeno</i> <i>Argon</i> <i>Polveri di copertura</i> <i>Refrattari</i> <i>Scaricatori, piastre cassetto</i> <i>Massa da spruzzo</i>	Scoria da forno Polveri (<i>fumi</i>) Scoria da siviera (<i>scoria bianca</i>) Materiali refrattari usurati	Acciaio liquido
TRATTAMENTO EFFLUENTI		
Scoria Polveri (fumi) <i>Acqua</i>	Colaticci, croste (riciclo interno)	Scoria granulata Fumi acciaieria (<i>pellets</i>)
LAVORAZIONI IN SIVIERA		
Acciaio liquido Ferroleghe <i>Elettrodi</i> <i>Ossigeno</i> <i>Argon</i> <i>Polveri di copertura</i> <i>refrattari</i>	Scoria da forno siviera (<i>scoria bianca</i>) Refrattari usurati	Acciaio liquido (temperatura, composizione, inclusioni nei parametri di colata)
COLATA CONTINUA		
Acciaio liquido <i>Acqua</i> <i>Polveri di copertura</i> <i>Refrattari</i> <i>Scaricatori, tuffanti</i>	Scoria da siviera (<i>scoria bianca</i>) Spuntature in acciaio (riciclo interno) Materiali refrattari usurati	Semilavorati (billette, blumi, tondi, profilati, ecc.)
COLATA IN LINGOTTIERE (2)		
<i>Refrattari</i> <i>Sabbia silicea</i> <i>Collanti</i> Acciaio liquido <i>Polveri di copertura</i>	Materozze e canali di colata (ricicli interni) Materiali refrattari usurati	Lingotti

(1) lavorazione normalmente effettuata in impianti specifici: 3 impianti nelle 13 acciaierie esaminate

(2) lavorazione presente nel caso vengano solidificati lingotti da avviare a lavorazione di forgiatura: impianti presenti in 5 acciaierie esaminate nel comparto

2.3 Fattori di rischio lavorativo

Tabella 2.3. 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, attrezzature	Concerne mezzi sollevamento e trasporto	Corrente elettrica	Posture incongrue/ fatica fisica	Particelle aerodisperse	Astisianti	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
Frantumazione, vagliatura, cesoiatura				+	+				+				+	+		+				
Scarico e messa a parco	+					+							+							
Selezione		+		+		+							+			+		+		
Confezionamento cesta	+		+			+							+	+						
Pressatura					+															
Preriscaldamento													+							
Preparazione elettrodi						+		+	+				+		+					+
Caricamento forno	+					+		+		+	+	+	+							
Fusione e affinazione		+	+				+	+		+	+	+	+	+	+		+			
Spillaggio			+								+			+	+					+
Ripristino forno				+					+						+					+
Movimentazione scoria			+			+								+	+	+				+
Frantumazione e vagliatura scoria					+				+		+	+	+	+		+				
Pellettizzazione fumi									+		+	+				+				
Affinazione in siviera			+						+		+	+								
Degasaggio			+																	
Rispristino siviera				+	+	+		+	+						+	+				+
Riscaldamento siviera									+											
Posizionamento siviera, avvio colata		+	+	+	+				+		+				+					+
Solidificazione, estrazione e taglio			+						+				+	+	+			+		+
Ripristino macchina colata continua	+		+			+		+							+				+	
Preparazione placche e lingottiere		+						+	+			+								
Colata in lingottiera		+	+			+			+		+				+					+
Strippaggio		+				+									+					+
Approvvigionamento materiali ausiliari		+				+		+	+				+			+				+
Pulizia e raccolta scarti	+	+				+		+	+		+	+	+		+	+			+	+
Demolizioni refrattari e rifacimenti		+	+	+				+	+				+		+	+			+	
Manutenzione macchine		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+				+	+
Lavorazioni con macchine utensili					+															
Movimentazioni varie		+				+		+						+		+				

Nell'attività dell'acciaieria sono individuabili numerosi fattori di rischio lavorativo di varia natura. La sintesi riportata nella precedente Tabella 2.3 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. Alcune di queste fasi di lavorazione non indicano significative evidenze, in alcuni casi da riferire al fatto che durante il loro svolgimento non si ha una significativa presenza degli addetti. E' evidente, in particolare in presenza di sorgenti importanti quali il forno elettrico, che la diffusione dei rischi in ambiente di lavoro dipenda in misura importante dalla struttura in cui si sviluppa l'attività, dal layout, in base al quale le sorgenti del rischio possono essere allontanate, separate o confinate rispetto alla diffusione in altre aree. L'organizzazione del lavoro dell'attività di acciaieria è fortemente standardizzata, cioè l'attività e le mansioni sono molto simili in aziende diverse. Da questa prima classificazione sintetica non emerge invece la possibilità di mettere in luce un profilo di rischio del personale esterno, che interviene con modalità che possono variare in misura significativa. La maggioranza del personale esterno svolge la propria attività con funzioni di manutenzione e di ristrutturazione, operando 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, per il quale si rinvia a documenti 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 acciaieria 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 da motivazioni indotte dal mercato del lavoro e da motivazioni da ricondurre all'evoluzione tecnologica e impiantistica.

Questa precarietà mina il rapporto di fiducia e le motivazioni di chi viene coinvolto in queste dinamiche.

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

Il lavoro con continuità temporale, che vincola anche il funzionamento in sequenza degli impianti a monte e a valle, determina una condizione di elevato stress, in quanto la propria specifica attività è fortemente vincolata ed è fortemente determinante anche per le attività di altre aree e impianti.

La lavorazione condotta in continuo può prevedere 20 turni di attività e 1 turno dedicato ai ripristini e alle manutenzioni. In alcune contingenze produttive viene praticata l'attività prevedendo 11 turni settimanali (5 turni notturni feriali, sabato e domenica con attività continuata) scegliendo una modalità di consumo dell'energia elettrica durante gli orari notturni e festivi, quindi con minori costi.

Il sistema di lavori a turni e il lavoro notturno sono intrinsecamente determinati dalla lavorazione condotta a ciclo continuo. Nelle attività di acciaieria la grossa maggioranza di addetti (oltre l'80%) non può prescindere dalla turnazione sui diversi orari.

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 quanto concerne gli aspetti organizzativi.

La situazione di questa attività è stata caratterizzata insieme alle altre attività metallurgiche nel Paragrafo "Appalto a ditta esterna" inserito nel precedente Capitolo "Rischi riferiti a tutto il comparto".

Gli aspetti di prevenzione implicati vengono sviluppati nel capitolo *Soluzioni*.

Intensità e responsabilità della mansione

Alcune mansioni presenti nell'attività di acciaieria implicano un'importante 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.

Le mansioni più critiche da questo punto di vista possono essere identificate con il gruista di colata, in quanto trasferisce siviere piene di acciaio fuso transitando con il carico sospeso su aree di lavoro, con il sivierista che deve valutare l'usura dei refrattari delle siviere, con il responsabile della manutenzione, sul quale convergono numerose e importanti decisioni in merito all'assetto impiantistico.

Monotonia e ripetitività del lavoro

Molte mansioni che implicano lavori da effettuare manualmente comportano principalmente fatica fisica. La specificità della ripetitività in questa attività viene coinvolta in modo specifico solo per alcune mansioni, quali gli addetti alla selezione del rottame dopo frantumazione e preliminare vagliatura e per alcune specifiche attività di riparazione effettuate con utensili manuali.

Condizioni climatiche esasperate

Nel quadro riassuntivo precedente è stato considerato lo stress e affaticamento da calore dovuto a esposizione a elevate temperature radianti, connesse al normale funzionamento degli impianti.

Alcuni interventi rivolti a risolvere condizioni di malfunzionamento o di guasto, da eseguire facendo i conti con i tempi di mancata produzione (per esempio: problemi durante la carica del forno, interventi sull'impianto con materiale fuso all'interno, interventi nella sezione di solidificazione e raffreddamento della macchina di colata continua) vengono condotti in presenza di condizioni microclimatiche molto pesanti.

2.4 Impatto e rischio ambientale

Gli impianti di produzione di acciaio a partire da rottami (metallurgia secondaria) compresa la colata continua, 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 metallurgia 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. Infatti per sostanza pericolosa si intende "una qualunque sostanza classificata come tossica o molto tossica, facilmente infiammabile o estremamente infiammabile, cancerogena, esplosiva, comburente secondo le leggi vigenti in materia, ovvero contenuta nell'elenco in allegato II o III del citato DPR 175/88 e successive modifiche"

Gli impianti delle lavorazioni metallurgiche comportano ugualmente rischi che, anche se non coinvolgono le sostanze così definite sono decisamente significativi; comunque in genere un incidente catastrofico in metallurgia non coinvolge l'esterno dello stabilimento.

Dalla definizione del DPR 175/88 di incidente rilevante "... un avvenimento quale un'emissione, un incendio o un'esplosione di rilievo connessi ad uno sviluppo incontrollato di una attività industriale che dia luogo a un pericolo grave, immediato o differito, per l'uomo, all'interno o all'esterno dello stabilimento, e per l'ambiente e che comporti l'uso di una o più sostanze pericolose." si può desumere che l'esplosione risponda a questo articolato, fatte salve l'assenza delle lavorazioni e dei quantitativi indicati nel DPR 175/88.

La successiva Tabella 2.4 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 e di rischio ambientale dettagliati sono riportati nel Capitolo 4 di questa lavorazione riferita all'acciaieria elettrica.

Tabella 2.4. 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)
Frantumazione, vagliatura, cesoiatura			+		+	+	+(1)	+			
Scarico e messa a parco						+		+			
Selezione							+(1)				
Confezionamento cesta		+(1)								+(1)	
Pressatura		+(1)									
Preriscaldamento		+(1)	+(1)			+(1)					
Preparazione elettrodi		+(1)									
Caricamento forno		+	+							+	
Fusione e affinazione	+	+	+		+	+		+	+	+	
Spillaggio			+							+	
Ripristino forno										+(1)	
Movimentazione scoria										+	
Frantumazione e vagliatura scoria					+						
Pelletizzazione fumi			+	+							+
Affinazione in siviera			+							+	
Degasaggio								+			
Rispristino siviera											
Riscaldamento siviera			+								
Posizionamento siviera, avvio colata										+	
Solidificazione, estrazione e taglio	+									+	
Ripristino macchina colata continua											
Preparazione placche e lingottiere			+								
Colata in lingottiera			+								
Strippaggio											
Approvvigionamento materiali ausiliari			+								
Pulizia e raccolta scarti					+						
Demolizioni refrattari e rifacimenti			+		+	+					
Manutenzione macchine								+			
Lavorazioni con macchine utensili				+							
Movimentazioni varie											

(1) effetto indiretto, in quanto l'intervento in questa fase mitiga impatti che si determinano in altra fase