

- Impianto di evacuazione dei semiprodotto mediante vie a rulli e culla di raccolta (4 bramme sovrapposte, 3 blumoni sovrapposti) senza piani di raffreddamento.
- Durata media della colata 65-85 min (comprendendo anche le operazioni di preparazione e pulizia, il tempo di una colata diventa circa 150 min).

Insufflazione argon in siviera (stirring). Permette di ottenere il controllo e l'uniformità della temperatura dell'acciaio colato dal forno in siviera. L'insufflazione dell'argon avviene attraverso un setto poroso posto sul fondo della siviera, sostenuta dal gruista di colata. Il collegamento con l'impianto di

argon è effettuato da un lavoratore in postazione sotto il piano colata continua. Il controllo della temperatura, mediante termocoppia, è realizzato dal palco colata continua durante l'insufflazione. Il raffreddamento dell'acciaio è effettuato con l'introduzione da parte del gruista di colata di uno «slebo» che viene mantenuto dal gruista stesso in costante agitazione. Tale movimentazione è difficoltosa a causa delle barbe di acciaio sui bordi della siviera. Il gruista ha difficoltà a comunicare, soprattutto di notte, con gli operatori all'insufflazione, a causa dell'abbagliamento. Durante il trattamento gli addetti all'insufflazione devono, in alcuni casi, aggiungere manualmente ferroleghie. Alla fine dell'insuf-

Tab. 8 - Navata colata.

Posizioni di lavoro (fig.10)	Operazioni eseguite	Nocività e rischi (*)				Addetti
1	Piano colata continua: insufflazione argon, controllo temperatura, copertura con polvere esotermica	R Ab	P Am	CR	S	colatore secchia colatori paniera
2	Palco superiore c.c.: controllo e regolazione flusso da siviera in paniera	R Am	P Ab	CR		colatore secchia
3	Palco superiore c.c.: copertura acciaio, pulizia scaricatore siviera con lancia, controllo temperatura	CR R	P	Ab	S	aiutanti colatore secchia
4	Impalcatura: innesto comando pneumatico cassetto siviera	CR	R	FF	Am	colatore secchia, aiutanti colatore secchia
5	Piano colata continua: controllo e regolazione flusso da paniera in lingottiera, copertura e pulizia dalle scorie	R Ss	P Ab	S Am	CR	colatori paniera, aiutanti colatori di giro, aiutanti
6	Piano colata continua: movimentazione materiali, pulizia e preparazione colata continua	R Am	M	P	FF	aiutanti, addetto servizi platea, colatori paniera
7	Piano colata continua: montaggio tuffanti e innesto preriscaldamento	R	M	Am		colatori paniera, addetto servizi platea
8	Cabina: controllo colata continua	P	M			capo colata continua, vice capo
9	Piano terra: sgancio falsa bramma. Cabina: controllo agancio bramma ai rulli estrattori	CR	R			addetti raddrizzatrice
10	Cabina ossitaglio: comando e controllo taglio semiprodotto	-				addetti ossitaglio
11	Cabina spingitore: controllo ed evacuazione semiprodotto	-				addetti spingitore
12	Nel curvone c.c.: operazioni di sostituzione lingottiere, gruppi di raffreddamento; operazioni di manutenzione; disincaglio	CR Pd	M I	FF P	R	addetti manutenzione, colatori paniera, aiutanti colatori di giro, aiutanti
13	Officina gruppi raffreddamento : manutenzione	M	R	P	Am	addetti manutenzione gruppi raffreddamento
14	Officina teste false bramme: sostituzione e manutenzione	M	R			addetti manutenzione meccanica
15	Gru colata: movimentazione siviera per il colaggio dal forno, la colata continua e la colata in fossa. Carica ferroleghie in siviera. Movimentazione paiole e slebo	Ss P	CR R	Pd V	Ab	gruisti colata ed evacuazione semiprodotto
16	Gru servizio colata continua: movimentazione e strippaggio paniere e materiali vari; movimentazione gruppi e materiali interni al curvone	P	M	Pd	V	gruista servizio c.c.
17	Gru evacuazione semiprodotto: movimentazione semiprodotto			V		gruisti evacuazione semiprodotto e colata
18	Palco colata in fossa: innesto comando cassetto, conduzione colata, copertura e pulizia getto	R S	P I	M Ab	CR Ss	colatore secchia aiutanti colatore secchia

(*) R = rumore; P = polveri, fumi, vapori; CR = calore radiante; M = microclima (correnti d'aria, sbalzi di temperatura, ecc.); Am = amianto; S = schizzi d'acciaio e scoria; Ab = abbagliamenti; FF = fatica fisica; I = infortuni; Ss = stress (elevata responsabilità); V = vibrazioni; Pd = posizione disagiata.

flazione si gettano sacchi di polvere di copertura sopra l'acciaio per diminuire la dispersione del calore.

Colata continua. L'inizio della colata continua corrisponde con la fusione della prima cеста al forno elettrico, per cui risulta praticamente impossibile la comunicazione orale fra i lavoratori in questa fase, a causa dell'elevatissimo rumore. La siviera, posizionata dal gruista di colata sulla torretta portativiera dopo il trattamento con l'argon, viene ruotata sulle linee di colaggio. All'innesto della tubazione per il movimento del cassetto sono impegnati due colatori secchia, direttamente a contatto con la siviera ed esposti a notevole calore radiante. Nei casi di discesa irregolare dell'acciaio dallo scaricatore, i colatori effettuano la pulizia del foro con lancia ad ossigeno.

La posizione di controllo del livello dell'acciaio in paniera è la conseguente regolazione del flusso di acciaio dalla siviera è interessata da notevole presenza di polvere, in quanto è stato realizzato un sistema a lama d'aria (fra colatori e paniera) che aumenta la circolazione dei fumi e delle polveri. Questa soluzione è insufficiente a proteggere i colatori secchia (semmai la rende ulteriormente disagiata) dato che i fumi e le polveri non vengono aspirati (per esempio dalla parte opposta a dove si trovano i colatori).

Quando l'acciaio comincia a riempire la paniera, l'aiuto-colatore provvede alla sua copertura, introducendo, attraverso quattro porte protette da catene, i sacchi di polvere, con l'ausilio di una pala. Successivamente l'aiuto-colatore controlla la copertura ed effettua aggiunte di polvere che brucia e si disperde. Inoltre deve periodicamente provvedere a liberare la busetta dalle barbe di acciaio, con lancia ad ossigeno. Ancora l'aiuto-colatore ogni 10 min provvede alla misurazione della temperatura dell'acciaio in paniera mediante termocoppia. Per il colatore secchia è insufficiente la visibilità per controllare il livello (un eccessivo svuotamento dell'acciaio in paniera provocherebbe la discesa in lingottiera della scoria). L'abbagliamento rende ulteriormente problematica la visibilità, aumentando il rischio che l'acciaio fuoriesca dalla paniera.

Quando l'acciaio termina di uscire dalla siviera il colatore secchia interrompe il flusso, chiudendo il cassetto, e manovra la torretta allontanando la siviera.

I colatori paniera regolano la velocità di uscita dell'acciaio dalla paniera nelle lingottiere con un dispositivo di chiusura ad asta e tampone (tuffante). Le linee di colata vengono fatte partire a tempi diversi, per sfalsare le operazioni successive di distacco della falsa bramma e di taglio.

Anche per l'acciaio nelle lingottiere la funzione protettiva e lubrificante è ottenuta mediante l'aggiunta di polvere di copertura. La polvere si consuma e viene continuamente aggiunta con una paletta dai colatori, i quali controllano anche che non rimangano inglobate scorie nell'acciaio. La posizione dei colatori è protetta dagli spruzzi e dal calore radiante con tende di amianto. Questo materiale è utilizzato per ogni tipo di isolamento termico delle condutture e dei tubi.

Tab. 10 - Risultati dei rilievi di polveri.

Reparto	Tipo(*)	Posizione	Fase del ciclo od operazione	Osservazioni	Concentraz. (mg/m ³)
NAVATA COLATA (fig.10 e tab.8)	CA	8:cabina controllo c.c.	colata continua	--	3,3
	PP	2:colatore secchia	colata continua	ventilatore non funziona	7,1
	PP	5:colatore paniera	colata continua	--	4,5
	PP	5:aiuto-colatore	colata continua	--	4,6
	PP	15:gruista di colata	c.c. e insufflazione argon	--	6,5
	PP	16:gruista servizio colata continua	conclusione colata continua e sgombero	--	7,1
	PP	18:colatore secchia	colata di fossa	--	1,9
	CA	18: id.	id.	5 m dal colatore	1,6
	CA	18: id.	id.	1 m dal colatore	1,8
	RIFACIMENTO SIVIERE E PANIERE (fig.15 e tab.9)	PP	9:primo refrattarista	demolizione con leva	porta laterale e porta, correnti
PP		9:aiuto refrattarista	demolizione con leva; preparazione cemento	id.	20,0
PP		9:aiuto refrattarista	demolizione con martello pneumatico	id.	92,6
CA		Fra paniera in demolizione e banco snoker	demolizione paniera	id.	14,5

(*) CA = prelevatore fisso; PP = prelevatore personale.

I colatori si alternano ogni 20 min, data l'elevata nocività della mansione che li costringe a stare in vicinanza dei flussi di colata dalla paniera alle lingottiere. Ciò comporta molti disagi: elevata temperatura, inquinamento, alti livelli sonori provenienti dal forno, pericolosità; inoltre tensione nervosa per la difficoltà del lavoro, la responsabilità della mansione, il senso di pericolo dovuto anche alla mancanza di spazio.

Per quanto concerne i dispositivi di emergenza alla macchina di colata continua, si può osservare quanto segue.

Si è costruito un canale circolare sotto l'eventuale getto incontrollato provocato dalla rottura del cassetto della siviera, per raccogliere l'acciaio fuso durante il movimento della torretta. Tale canale non ripara tuttavia dagli schizzi. Non è previsto il caso di rottura della paniera. Il canale di «troppo pieno» della paniera non è sempre sufficiente a smaltire il flusso di acciaio in eccesso, che in questo caso traborda anche dal lato colatori. In questa emergenza l'unica soluzione è la fuga, peraltro ostacolata dalla rampa di accesso al palco superiore, proprio dietro la posizione di lavoro dei colatori paniera. Il pavimento non ha dislivelli, che sarebbero pericolosi, ma neppure un'inclinazione, che sarebbe invece opportuna per indirizzare l'eventuale flusso di acciaio incontrollato dalla parte opposta ai colatori.

Al termine della colata la paniera viene spostata lateralmente, le lingottiere vengono lavate con getti d'acqua e gli scaricatori (snoker) frantumati (fumi provocati dalle scorie gocciolanti). Sul fondo della paniera vengono immessi due ganci che permetteranno un'agevole strappaggio dell'acciaio e della scoria rimasti internamente. Quattro lavoratori ag-

Tab. 11 - Risultati dei rilievi di microclima.

Reparto	Condizioni esterne(*)	Posizione	Fase del ciclo od operazione	Osservazioni	Tg(°C)	Ta(°C)	Tu(°C)	U(%)	V(m/s)	
NAVATA COLATA (fig.10 e tab.8)	A	8:cabina controllo colata continua	--	--	-	21	15	55	-	
		Cabina sosta colatori	--	condizionatore funz.	-	20	14	50	-	
		Cabina sosta colatori	--	condizionatore spento	-	24	17	50	-	
		1:insufflazione argon	insufflazione argon	--	34	25,5	18,5	55	0,1-0,3	
		2:colatore secchia	insufflazione argon	senza siviera	30	24,5	18,5	60	0,5-0,7	
		2:colatore secchia	colata continua in corso da 20 min	--	33	26	19	55	0,5-0,7	
		5:colatori paniera	inizio colata continua	--	42	26	19	55	0,05-0,1	
		5:colatori paniera	colata continua in corso da 30 min	--	44	28	20	50	0,05-0,1	
		6:piano colata	colata continua	lontano da fonti di calore	29	24,5	18,5	60	0,1-0,3	
		13:officina gruppi raffreddamento	colata continua	--	36	33	21	45	0,05-0,1	
		9:cabina rulli estrattori	colata continua	--	-	21	15	55	-	
		B	18:palco colata in fossa	insufflazione argon	lingottiere calde	35	30	20	40	-
			18:id.posto colatore secchia	colata in fossa	--	48	31	23	50	-
18:id., copertura con povere esotermica	colata in fossa		--	65	31	23	50	-		
RIFACIMENTI SIVIERE E PANIERE (fig.15 e tab.9)	A	3:palco siviere, posizione addetto secchia	siviera in raffreddamento	cassetto chiuso	45	27	21	60	0,1	
		3:palco siviere, a 1 m da addetto secchia	siviera in raffreddamento	cassetto chiuso	40	23,5	19	70	0,1	
		3:palco siviere, posizione addetto secchia	estrazione piastre	--	65	25	19	60	0,05	
		3:id.	inserimento piastre	--	70	26	20	60	0,05	
		3:palco siviere	siviere in riscaldamento	correnti forti, portone aperto lontano da calore	30	22,5	19	70	1	
		6:fossa, zona siviere	--	--	-	21	18,5	80	0,3-0,9	
		8:postazione raffreddamento paniera	paniera in raffreddamento	forti correnti	34	24	20	70	1	
		9:postazione demolizione e rifacimento paniere	--	portone aperto	-	21	18	75	1	
		Zona sosta rifacimento paniere	--	portone aperto	-	21	18	75	1	

(*) All'esterno condizioni microclimatiche definite come segue:

Posizione (fig. 1)	Condizioni atmosferiche	Data	Ta(°C)	Tu(°C)	U(%)	V(m/s)
A	Entrata carro cesta Sereno, foschia	4.7.78	21	16	60	1-3
B	id. Sereno	25.7.78	26,5	18,5	48	0,9

ganciano le catene del carro ponte alla paniera che viene così sollevata. Nel caso di non perfetta chiusura dei fori da parte dei tuffanti, alla fine della colata, l'acciaio gocciola per tutto il tragitto della paniera, con gravi rischi per i lavoratori sottostanti.

Prima che inizi la successiva colata i lavoratori provvedono a realizzare una serie di operazioni:

Pulizia delle lingottiere mediante scope e getti di aria compressa; periodica pulizia, con leve, dagli schizzi di acciaio, della parete che protegge i colatori paniera.

Successivamente si procede alla **preparazione delle teste**, facendo risalire dal basso la falsa bramma in lingottiera. Se ne occupano i due primi colatori paniera, coadiuvati da tutti gli altri. L'operazione dura 15-20 min: viene inserito e forzato un cordoncino di amianto intorno alla falsa bramma, si predispongono trucioli e pallini di acciaio per ottenere una rapida solidificazione che garantisca l'aggancio della bramma. Questa operazione è da compiere con la massima accuratezza, per evitare immediate fuoriuscite di acciaio fuso all'inizio della colata.

Preparazione delle paniere. Dopo il montaggio degli scaricatori e il rifacimento del rivestimento

di usura (v. reparto rifacimento siviere e paniere), la paniera viene sollevata al piano di colata e successivamente si procede al suo riscaldamento. La paniera è attrezzata con due coperchi con fori che permettono alla fiamma del bruciatore di penetrare in tre zone. Inferiormente anche gli scaricatori sono riscaldati con fornelli. Si utilizzano bruciatori a metano per 3-4 ore, che portano le pareti a 800-1000°C. Dopo l'evacuazione della paniera utilizzata per la colata, si rimpiazza una paniera pronta sul carrello vuoto in posizione di preriscaldamento. Si effettua anche un posizionamento di prova della paniera per controllare il perfetto centraggio dei getti in lingottiera. Le manovre con carro ponte risultano difficoltose, con il rischio di rompere gli snoker e dover quindi di nuovo movimentare la paniera.

Sulla paniera viene infine effettuato il **montaggio e la messa a punto dei sistemi di regolazione del flusso** (tuffanti). Non esiste schermatura dal calore per queste postazioni di lavoro.

Sul palco colata continua ci sono quattro postazioni di preparazione delle paniere, oltre alle due di preriscaldamento, laterali alle lingottiere.

Manutenzione, cambio testa colata. Al termine di ogni colata vengono realizzate una serie di operazioni di controllo e manutenzione ordinaria da par-

te degli addetti alla manutenzione, che sono due meccanici e due elettricisti per turno. Il cambio delle teste delle false bramme, da effettuare a caldo, è legato alle esigenze della produzione, e capita mediamente tre volte ogni cinque giorni.

Il piano di lavoro relativo al cambio teste delle false bramme e al deposito di queste è collocato sotto il piano colata continua, lateralmente alla discesa delle bramme. La testa della falsa bramma viene sostituita (integralmente o parzialmente) in una posizione di lavoro interessata da forte riscaldamento da parte delle bramme ancora in fase di colata. I cambi di sezione non coincidono con la manutenzione programmata, che viene effettuata ogni 15-20 giorni, in corrispondenza del rifacimento del forno.

All'interno della macchina di colata continua, nel curvone, vengono sostituiti gli ugelli della prima zona di raffreddamento; non sono predisposte passerelle. Il cambio è effettuato non da squadra apposita, ma dal personale della colata continua, in corrispondenza del cambio delle lingottiere oppure di inconvenienti vari.

La manutenzione più complessa è relativa al primo gruppo di raffreddamento, in particolare il controllo degli ugelli e la protezione dei tubi da fasciare con amianto. Questo lavoro, realizzato sotto la platea colata continua, è soggetto alla polvere proveniente dalla zona di rifacimento paniera, al rumore del forno e al calore delle bramme colate, ol-

tre che alle nocività specifiche del lavoro descritto. I blocchi di raffreddamento revisionati sono collocati su un carrello e portati all'interno del curvone, dove un impianto di sollevamento, esterno alla linea di colata, li solleva in posizione.

Break-out. In caso di fuoriuscita dell'acciaio durante la colata continua (solitamente si tratta di rottura della pelle all'uscita della lingottiera, oppure nella zona dei rulli estrattori con completo svuotamento della bramma), bisogna disincagliare la via a rulli e le altre attrezzature meccaniche: i pezzi di acciaio solidificato sono tolti con cannello ossiacetilenico. La complessa, faticosa e pericolosa operazione è realizzata dai colatori paniera con l'ausilio degli addetti alla manutenzione.

Raddrizzamento, taglio ed evacuazione. I lavoratori a valle della colata continua comandano lo sgancio delle false bramme e provvedono alla pulizia delle teste. Inoltre controllano alternativamente da due cabine (insonorizzate, climatizzate e con vetri azzurrati), poste sotto la platea di colata continua, il corretto avanzamento dei semiprodotti sulla via a rulli, il funzionamento di quest'ultima, il taglio dei semiprodotti, lo scorrimento, lo spingimento e l'accatastamento dei pezzi. Il ritiro e l'impilamento vengono effettuati e controllati dalla cabina ritiro semiprodotti.

Durante le fermate gli operatori devono provve-

Tab. 12 - Risultati dei rilievi di rumore.

Reparto	Posizione	Fase del ciclo od operazione	Osservazioni	dBA	dBL	dB nelle bande di ottava in Hz									
						31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
NAVATA COLATA (fig.10 e tab.8)	8:cabina comando c.c.	colata continua	forno in fusione	61	80	69	64	62	67	51	44	37	24	20	
	Cabina sosta colatori	colata continua ferma	forno in fusione	60	81	69	64	62	69	63	60	43	34	25	
	Cabina manutenzione	colata continua	--	71	83	76	67	72	71	68	63	62	57	54	
	9:cabina sgancio	colata continua	--	52	81	65	74	58	54	58	56	40	26	20	
	10:cabina taglio	taglio bramma	porta aperta	75	76	70	70	70	71	73	72	72	70	67	
	11:cabina spingitore	colata continua	--	54	80	69	63	59	58	55	53	50	43	33	
	2:colatore secchia	colata continua	forno in fusione, pulizia busetta con ossigeno	96	106	88	95	108	93	91	85	85	80	72	
	5:colatori paniera	colata continua	forno fermo, ventilatore fermo	87	98	87	87	88	82	83	84	84	77	70	
	5: id.	id.	forno in fusione	92	96	87	87	88	85	87	88	85	81	72	
	6:piano colata continua	insufflazione argon	forno fermo	86	97	91	91	92	84	79	73	70	59	51	
	6:piano colata continua	colata continua	forno in fusione	90	98	89	90	91	88	90	93	80	74	75	
	13:officina gruppi raffreddamento	--	forno in fusione	90	98	85	82	92	90	87	79	72	65	57	
	13: id.	--	rumore pompe acqua colata continua	84	103	87	82	85	82	81	79	77	68	58	
Centro ambiente, platea c.c.	colata continua ferma	forno fermo	78	90	86	80	79	78	80	73	69	62	52		
Centro ambiente, platea c.c.	id.	forno in fusione	97	104	83	86	96	102	98	90	85	74	55		
Centro ambiente, platea c.c.	id.	forno in affinazione	89	95	83	82	86	88	90	80	70	64	54		
RIFACIMENTO SIVIERE E PANIERE (fig.15e tab.9)	Cabina sosta	--	forno in fusione	68	90	70	70	78	73	68	60	43	32	30	
6:fossa davanti siviera	--	id.	id.	102	108	100	107	104	103	102	85	82	72	68	
3:palco siviere, posizione addetto secchia	cambio piastre	forno fermo	84	94	84	84	88	84	82	78	76	67	59		
3: id.	id.	forno in fusione, raffreddamento paniera	104	110	90	95	102	105	103	99	93	91	91		
4:macchina demolitrice	demolizione siviera	forno in fusione	107	109	88	99	97	99	102	100	98	98	98		
5:buca siviera	rifacimento siviera	forno in fusione	91	97	84	84	88	93	93	87	82	79	74		
8:postazione raffreddamento paniera	raffreddamento paniera	forno fermo, riscaldamento siviera	90	96	83	90	89	86	88	85	82	80	74		
8: id.	id.	forno in fusione	100	105	85	87	96	100	101	96	92	82	70		
9:postazione demolizione e rifacimento paniera	--	forno fermo, raffreddamento paniera	83	93	83	87	87	83	82	77	73	67	59		
10:piano terra, deposito scorie	entrata ruspa	forno fermo	82	92	81	87	87	81	81	75	72	67	57		

dere alla pulizia degli impianti dalle scaglie dei semiprodotti con picconi e pale. Queste operazioni risultano faticose e pericolose per il rischio di infortuni.

Colata in fossa. A causa degli inconvenienti che si possono verificare durante la colata continua (rottura degli scaricatori paniera, acciaio che si raffredda eccessivamente, break-out, ecc.), o durante

Fig. 11 - Navata colata: risultati dei rilievi di rumore effettuati in platea colata continua, con macchina di colata continua ferma e per diverse fasi di funzionamento del forno elettrico.

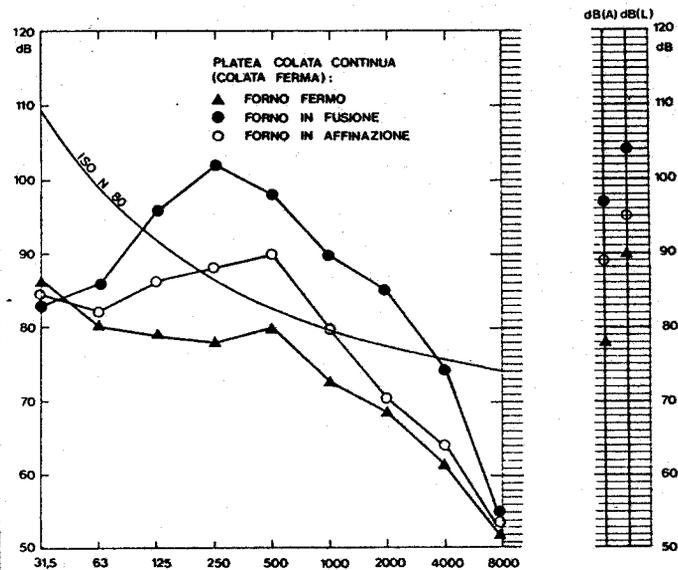
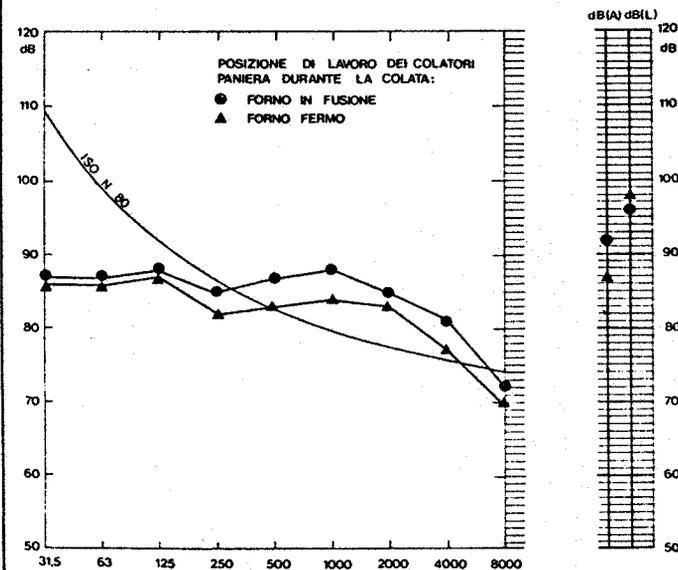


Fig. 12 - Navata colata: risultati dei rilievi di rumore effettuati in posizione di lavoro dei colatori paniera, con macchina di colata continua in funzione e per diverse fasi di funzionamento del forno elettrico.



le operazioni di cambio della sezione di colata, la colata viene effettuata in fossa e condotta dai colatori secchia.

La siviera viene trasportata con la gru di colata alla fossa di colata; le lingottiere sono poste su carri ferroviari. Il raffreddamento, per alcuni tipi di acciaio, avviene nella fossa stessa, mentre lo strip-paggio è effettuato in altro reparto.

I colatori secchia, dopo aver agganciato il co-

Fig. 13 - Navata colata: risultati dei rilievi di rumore effettuati in posizione di lavoro dei colatori paniera e dei colatori secchia, con macchina di colata continua in funzione ed in corrispondenza alla stessa fase di funzionamento del forno elettrico.

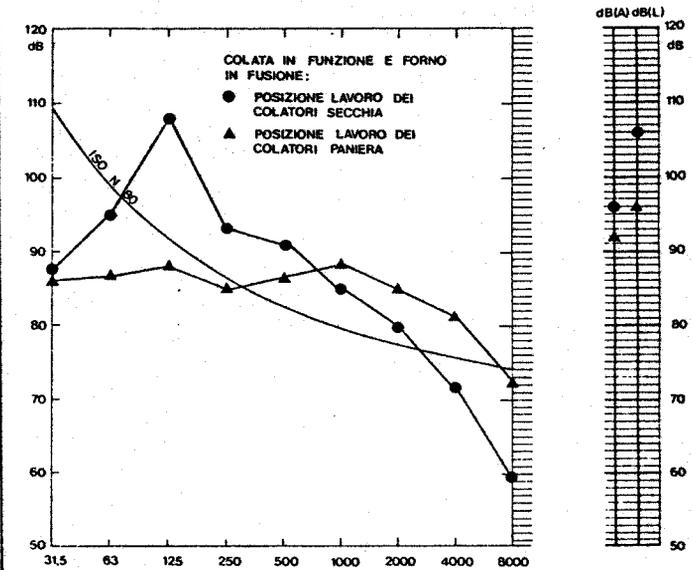
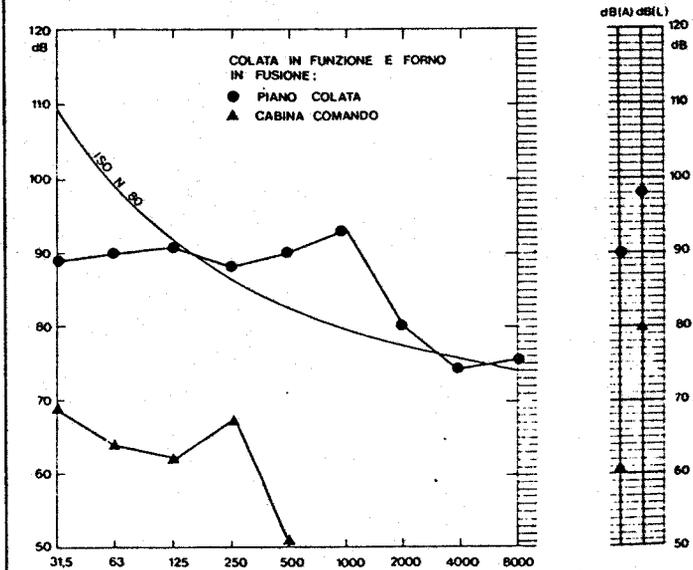


Fig. 14 - Navata colata: attenuazione del rumore nella cabina di comando della colata continua, rispetto alla platea colata continua.



mando pneumatico, aprono il cassetto posto sul fondo della siviera. Non sempre la discesa dell'acciaio avviene senza inconvenienti; come nel caso della colata continua, i colatori secchia puliscono la buchetta con un ferro piegato o con ossigeno. In seguito i colatori controllano il colaggio nelle lingottiere, gettano le polveri esotermiche, usano una pala o la lancia ad ossigeno per mantenere pulito il foro di colata.

Gru colata. Il gruista provvede al colaggio in siviera, al trasporto della siviera piena di acciaio fuso dalla fossa di colaggio sotto il forno elettrico al palco della colata continua, dove si effettua il raffreddamento con slebo e l'insufflazione dell'argon. Queste operazioni, che vengono eseguite con la siviera sospesa, durano dai 20 ai 40 min e quindi sono fonte di tensione nervosa e nocività (abbagliamento, calore) per il gruista.

C'è da rilevare che il carroponete dovrebbe essere a disposizione durante tutto il periodo della colata continua, per poter intervenire prontamente e rimuovere la siviera in caso di emergenza. Di fatto, dopo che il gruista ha verificato la partenza regolare delle due linee di colata per pochi minuti, il carroponete è impiegato per poter eseguire le altre movimentazioni necessarie al ritmo di lavorazione imposto dal forno.

In cabina si lamenta forte abbagliamento in ognuna delle principali fasi (colaggio e trasporto scoria, colata dell'acciaio, insufflazione argon). L'isolamento termico e il condizionamento non garantiscono condizioni microclimatiche soddisfacenti.

In caso di colata in fossa, il lavoro del gruista è particolarmente delicato, dovendo posizionare la siviera in corrispondenza della lingottiera, per evitare notevoli schizzi. L'operazione è ostacolata dai fumi provocati dalle polveri di copertura, e dalla insufficiente visibilità che non permette di vedere le indicazioni dei colatori.

Gru servizio colata continua. Questa gru è utilizzata per la movimentazione e lo strappaggio delle paniere e di tutti i materiali necessari alla colata continua. Inoltre interviene nel montaggio e smontaggio delle lingottiere e del primo gruppo di raffreddamento alla macchina di colata continua. La cabina del gruista è posta sul lato opposto alla fossa e non permette la visibilità delle linee di colata: risulta quindi difficoltosa e pericolosa la movimentazione sopraddetta per la preparazione ed evacuazione della colata.

Gru evacuazione semiprodotto. Provvede all'evacuazione delle bramme dalle culle di raccolta. Inoltre movimentata i gruppi e i materiali necessari all'interno del curvone della colata continua. L'addetto a questa gru ruota anche sulla gru di colata (e viceversa).

Rilievi delle nocività

In tab. 10 sono riportati i risultati dei prelievi di polvere, effettuati prevalentemente con attrezzatura personale.

I prelievi personali sui lavoratori della platea durante la colata continua confermano il notevole

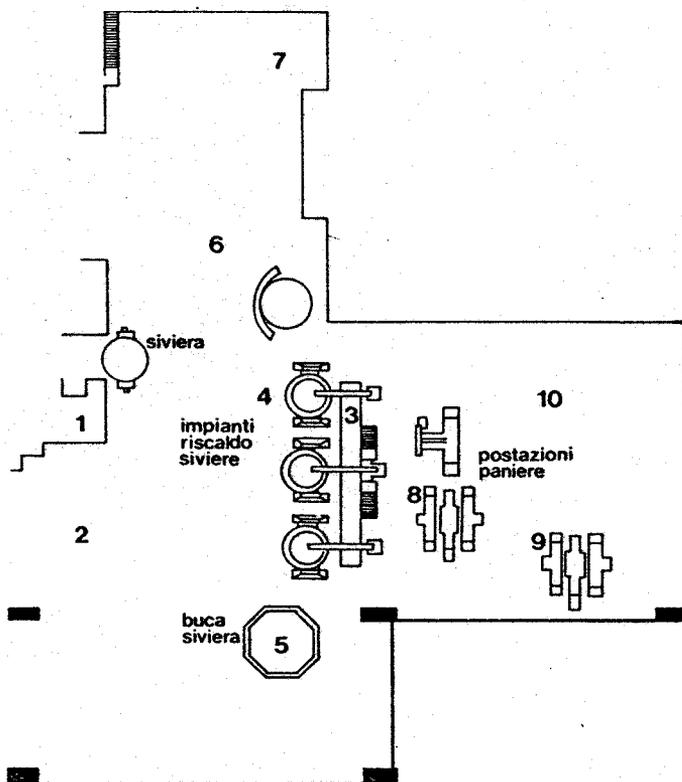


Fig. 15 - Reparto rifacimento siviere e paniere (i numeri corrispondono alle posizioni di lavoro descritte in tab. 9).

sviluppo di polveri, soprattutto per il colatore secchia. Per le polveri di copertura utilizzate in lingottiera la composizione fornita è incompleta, comunque per un tipo viene dato un 27-31% di silice; per la Thermostil 1005-2, usata in paniera e in secchia, la silice è indicata in 70% circa (tab. 1). Ovviamente, riferendosi i dati al materiale di partenza, non è possibile assumere queste percentuali valide anche per la polvere respirata. Le polveri di copertura sono comunque la sorgente più respirata dai colatori, che sono quindi soggetti anche al rischio di silicosi.

A causa dei flussi termici ascensionali e del mancato isolamento delle cabine, i gruisti risultano i più esposti alla polvere. Come la cabina del forno elettrico, anche quella di comando della colata continua non risulta isolata, probabilmente a causa della non manutenzione dei filtri dell'aria.

Sono state effettuate misure anche durante la colata in fossa. Il colatore secchia, che controlla da vicino il flusso di acciaio, risulta il più esposto a respirare le polveri di copertura.

Dai rilievi di microclima effettuati (tab. 11) è possibile osservare come gli addetti alla regolazione del flusso in lingottiera, alla copertura e alla pulizia dalle scorie siano quelli soggetti a condizioni più sfavorevoli fra gli addetti alla colata continua, soprattutto a causa del calore radiante e delle condizioni di sbalzo termico, non quantificabili.

Il condizionamento delle cabine risulta poco confortevole, costringendo gli addetti a spegnere il condizionatore.

Tab. 9 - Rifacimento siviere e paniere.

Posizioni di lavoro (fig. 15)	Operazioni eseguite	Nocività e rischi (*)		Addetti
1	Platea forno: coperturabusetta siviera	R	CR	addetti secchia
2	Piano terra dietro schermo: sfiammatura busetta e innesto raffreddamento siviere	R P	CR Ab	addetti secchia
3	Palco siviere: pulizia cassetto, montaggio piastre	R P	CR FF	addetti secchia
4	Macchina demolitrice siviere: rottura refrattario e bave	R P	Pd M V	addetto manutenzione
5	Buca siviera: rifacimento refrattario usura	R	Pd M	addetti manutenzione
6	Fossa: agganci e sganci da gru di colata (slebo, tramoggia, paiola)	R P	M S I	addetti secchia
7	Fossa: demolizione refrattario coperchio per riscaldamento siviere	R V	P M FF	addetti manutenzione
8	Postazione paniere: attacco raffreddamento ad acqua e ad aria	R M	P FF	primo refrattarista, aiuto refrattarista
9	Postazione paniere: demolizione e rifacimento strato di usura delle piastre	R V Pd	P M FF I	primo refrattarista, aiuto refrattarista
10	Piano terra reparto paniere: evacuazione materiali	R FF	P M I	primo refrattarista, aiuto refrattarista

(*) R = rumore; CR = calore radiante; M = microclima (correnti d'aria, sbalzi di temperatura, ecc.); P = polvere, fumi, vapori; I = infortuni; Ab = abbagliamenti; S = schizzi di acciaio e scoria; FF = fatica fisica; Pd = posizione disagiata; V = vibrazioni.

Durante la colata in fossa si sono rilevate condizioni interessate da forte calore radiante.

In tab. 12 sono riportati i risultati delle misure di rumore.

Le misure che danno una valutazione complessiva del rumore al palco colata continua sono quelle effettuate a centro ambiente con il forno rispettivamente fermo, in fusione e in affinazione (fig. 11). Generalmente l'insufflazione dell'argon e l'inizio della colata continua cadono durante la fusione delle prime ceste; le operazioni di pulizia, sgombero e preparazione durante l'affinazione. Da notare che il rumore non scende mai sotto i 78 dBA, misura effettuata con forno e colata ferma. Con la colata continua in funzione, le posizioni di lavoro dei colatori paniere (fig. 12) risentono del rumore proprio della colata, mentre risultano parzialmente schermate rispetto al rumore del forno. I valori comunque si mantengono intorno a 87 e 92 dBA, rispettivamente con forno fermo e in fusione. Le posizioni di lavoro dei colatori secchia (fig. 13) sono invece maggiormente esposte anche al rumore del forno (96 dBA), con livelli elevati alle frequenze intermedie, caratteristiche del rumore del forno elettrico.

La cabina di comando colata continua presa in considerazione risulta ben realizzata, in quanto l'attenuazione è efficace soprattutto alle frequenze intermedie, cioè quelle del parlato (fig. 14).

RIFACIMENTO SIVIERE E PANIERE (fig. 15 e tab. 9)

Numero addetti (per turno): 2 addetti secchia,

2 primi refrattaristi, 2 aiuto-refrattaristi, 5 addetti manutenzione refrattari (per tutto lo stabilimento, dipendono da una impresa esterna).

Sono in dotazione 12 paniere e 6 siviere di cui una di scorta.

Preparazione delle siviere (operazioni precedenti ogni colata). La siviera, svuotata dall'acciaio, dopo lo sgancio del sistema di regolazione del cassetto realizzato da due colatori secchia, viene prelevata dalla gru di colata. La scoria viene rovesciata in paiola. La siviera viene quindi posizionata orizzontalmente contro uno schermo e si esegue la sfiammatura del foro di colata mediante lancia a ossigeno; in seguito la siviera viene raffreddata con aria compressa, sistema che sviluppa polvere e diffonde rumorosità.

In fossa, tra la platea forno e il palco di colata continua, è situata la zona siviere. Dal palco siviere gli addetti eseguono sulla siviera posta orizzontalmente la pulizia e il cambio delle piastre del cassetto. Il cassetto molte volte viene aperto ancora caldo, per le necessità immediate della produzione (soprattutto nei casi in cui la carica del forno è fatta con due ceste e quindi la fusione è più rapida). Gli addetti evacuano le piastre usate, puliscono le sedi con aria compressa, montano le nuove piastre e le sigillano (la piastra mobile può durare anche due colate, la busetta mediamente quattro). L'operazione dura dai 10 ai 20 min, nel caso di cambio della busetta. La sostituzione del setto poroso per l'insufflazione dell'argon viene fatta insieme con il rifacimento della siviera.

Queste operazioni sono faticose, eseguite in posizioni di lavoro disagiate, e per di più investite dal rumore dei bruciatori per il preriscaldamento e dalle esalazioni delle piastre raffreddate con acqua e della malta di cementazione.

Alla fine, raddrizzate le siviere, si inseriscono dall'alto i bruciatori a metano per il riscaldamento (generalmente due siviere sono pronte per il colaggio, mentre una è in raffreddamento con aria compressa).

Demolizione e rifacimento siviere. Sono realizzate da una squadra di manutentori che lavora su tutta l'area dello stabilimento.

La demolizione del refrattario della siviera è eseguita con ruspa attrezzata con martello pneumatico: il braccio della ruspa entra nella siviera posta orizzontalmente. Il rumore e la polverosità sono notevoli e interessano, oltre a tutti i lavoratori addetti alle siviere e alle piastre, anche quelli della platea forno.

Il refrattario viene rifatto ponendo la siviera in una fossa circolare. Questa posizione di lavoro è servita da paranco. I rivestimenti di sicurezza e di usura sono completati intorno alla busetta e sui bordi con cemento.

Ulteriori operazioni realizzate in fossa. Le periodiche operazioni di sgombero con ruspa della fossa di colata dall'acciaio e dalle scorie che si accumulano, anche in seguito alla demolizione del refrattario del forno, provocano una rilevante polverosità.

Saltuariamente gli addetti alla manutenzione refrattari, utilizzando un martello pneumatico, effettuano la demolizione del refrattario del coperchio che serve per il preriscaldamento delle siviere.

Demolizione e rifacimento paniera. Inferiormente al piano di colata continua è posta la zona per la manutenzione delle paniere. La quantità e la qualità del lavoro sono strettamente legate all'andamento della colata continua. Mediamente gli addetti demoliscono e rifanno il rivestimento di usura di 2-3 paniere per ogni turno di lavoro.

Sono installate: una postazione per il raffreddamento con acqua, una per quello con aria, tre postazioni per la demolizione e il rifacimento dello strato di usura.

Dopo ogni colata la paniera viene trasferita dalla gru servizio colata continua: il rivestimento viene raffreddato per un'ora con acqua (con notevole sviluppo di vapori non aspirati in una zona interessata da correnti d'aria), per un'ora con aria compressa e successivamente demolito rudimentalmente con martello pneumatico, pala e leve, dopo aver stripato col carroponte le barbe di acciaio e scoria mediante i ganci sporgenti predisposti alla fine della colata.

Vengono montati nuovi snoker e messi in opera con pigiata refrattaria. Viene rifatto il rivestimento di usura con cemento. Un addetto effettua la preparazione del cemento; un altro effettua la cementazione dello snoker sotto la paniera. Gli addetti sono soggetti a elevatissima polverosità durante le operazioni di demolizione e di preparazione del cemento, ed inoltre lamentano l'azione corrosiva della malta usata.

Il rifacimento completo del rivestimento di sicurezza in mattoni delle paniere viene effettuato periodicamente in reparto esterno all'acciaieria: il riscaldamento di questo rivestimento è invece realizzato in questa zona.

Rilievi di nocività

Nel reparto si sono effettuati un prelievo fisso di polvere e prelievi personali per ogni refrattarista paniera (tab. 10). È molto importante verificare la diversa quantità di polvere respirata in dipendenza da precise mansioni.

La composizione dei materiali refrattari usati per le paniere (tab. 1) indica un 56-58% di silice, e un'analoga percentuale si ha anche per il cemento. Il rischio di silicosi per i lavoratori addetti risulta quindi elevato e non più sostenibile, soprattutto tenendo presente la possibilità di usare pannelli al posto del refrattario di usura e di effettuare una demolizione meccanizzata e aspirata.

I rilievi di microclima (tab. 11) mostrano come la postazione di demolizione e rifacimento paniere e la fossa siano interessate da microclima sfavorevole in quanto i portoni sono aperti. Le condizioni invernali sono ulteriormente aggravate.

L'operazione di pulizia del cassetto e cambio delle piastre espone gli addetti a condizioni pericolose. Per l'operazione di sfiammatura non è stato possibile misurare con globotermometro la tem-

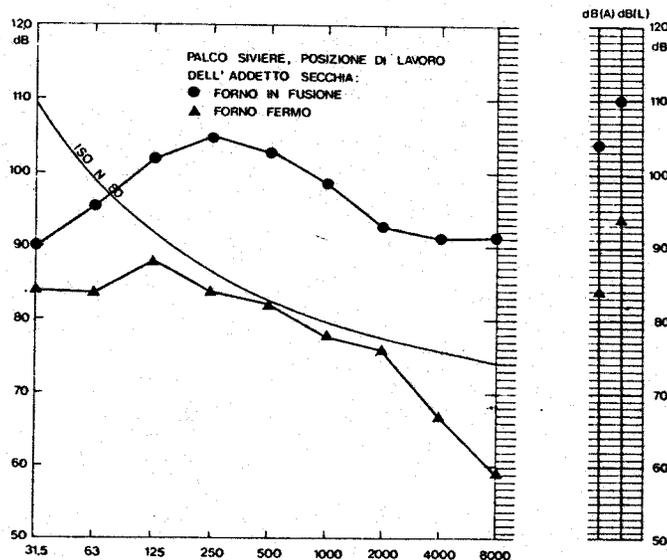


Fig. 16 - Reparto rifacimento siviere e paniere: risultati dei rilievi di rumore effettuati sul palco siviere, in posizione di lavoro degli addetti secchia, per diverse fasi di funzionamento del forno elettrico.

peratura radiante, data la breve durata.

Dai rilievi di rumore effettuati nel reparto si evidenzia (tab. 12 e fig. 16) come il forno provochi livelli elevati soprattutto alle frequenze intermedie. Il raffreddamento della paniera determina, a forno fermo, un livello di 90 dBA. Altre operazioni molto rumorose sono quelle realizzate con la ruspa demolitrice e i martelli pneumatici.

VALUTAZIONE E MIGLIORAMENTI POSSIBILI

I criteri di progettazione di questa nuova acciaieria elettrica (entrata in funzione all'inizio del 1976) non hanno preso in considerazione le possibilità di miglioramenti tecnologici già altrove adottati, quali ad es. il preriscaldamento del rottame; tale sistema, che recupera il calore dei fumi del forno, permette un impiego di potenze elettriche decisamente inferiori ed un migliore controllo del processo metallurgico, oltre che una notevole riduzione del rumore alla fonte. Si è invece fatto riferimento agli schemi che prevedono l'adozione di forno elettrico UHP collocato tra le navate forno e colata, rendendo altresì impraticabile un efficace incapsulamento acustico e molto problematico un intervento che interrompa la propagazione del rumore emesso.

Anche il sistema di movimentazione dell'acciaio, realizzato con carroponte anziché su carri, mentre rende più pericolose le stesse operazioni di movimentazione, riduce drasticamente le possibilità di intervento sui sistemi di caricamento e di aspirazione specifica per le fasi più polverose di lavorazione del forno, oltre che la possibilità, già richiamata, di incapsulamento acustico.

Il carroponete di colata, dovendo agire in un'area che accomuna i servizi di colaggio e quelli relativi alle siviere e alla manutenzione refrattari, comporta inevitabili interferenze fra detti servizi.

La demolizione e il rifacimento dei refrattari potrebbero essere convenientemente dislocati in apposito reparto esterno.

Il tutto è ulteriormente aggravato dalla inadeguatezza dello spazio utilizzato e dalla disposizione frontale della colata rispetto al forno.

Nella situazione di questa acciaieria, i miglioramenti che si possono apportare sono schematicamente divisibili in due gruppi:

1. Intervento specifico a livello progettuale per ridurre la propagazione delle nocività.
2. Introduzione, sostituzione e adeguamento di materiali, tecnologie e macchinari.

Il rumore provocato dal forno UHP, oltre a interessare la platea forno e la navata servizi, investe i lavoratori addetti alla colata continua e alle operazioni realizzate in fossa, nonché quelli impegnati nei rifacimenti, non essendo questi ultimi dislocati all'esterno. Da notare che la colata continua si svolge in coincidenza con le fasi più rumorose di fusione, quando i fonditori normalmente non devono stare sulla platea forno.

La soluzione di costruire una barriera per interrompere la propagazione del rumore verso la colata e la fossa comporta notevoli problemi, soprattutto per quanto riguarda la movimentazione dell'acciaio in siviera e degli altri materiali (ferroleghe, ecc.) fra le navate che vengono interrotte, ed a causa della rotazione della volta del forno. Detta barriera deve inoltre evitare la riflessione del rumore sulla platea forno, con conseguente peggioramento delle condizioni di esposizione per gli addetti al forno e della navata servizi.

Le operazioni di caricamento dei silos per le aggiunte in forno e dei silos di calce e carbone per le aggiunte in cesta andrebbero radicalmente modificate e realizzate mediante nastri trasportatori chiusi e in depressione, che immettono il materiale direttamente dall'esterno del reparto. Anche l'immissione degli additivi in forno può essere realizzata direttamente mediante impianto di dosaggio, trasporto e caricamento che distribuisca la carica all'interno del forno. Questi interventi consentirebbero di ridurre drasticamente le attuali numerose sorgenti di polverosità, dovute alle frequenti movimentazioni oltre che alle insufficienti aspirazioni. In particolare verrebbero limitati gli accumuli e successive ricadute di polvere sulle strutture e sulle vie di corsa dei carriponte ed eliminate le movimentazioni realizzate con caricatori sulla platea forno.

Le emissioni di fumi dovute al forno risultano essere certamente le più consistenti. Il forno è dotato di quarto foro nella volta. Durante le fasi di maggiore emissione (insufflazione ossigeno, colata in siviera, caricamento ceste, scorifiche) l'aspirazione attraverso il quarto foro è insufficiente, oppure inutilizzabile essendo la volta ruotata. La posizione della cappa supplementare installata sotto il tetto è stata determinata dalla posizione del forno a ca-

vallo delle campate e dal sistema di colaggio in siviera sostenuta dal carroponete. Tale cappa si viene così a trovare al di sopra delle vie di corsa del carroponete, a un'altezza elevata e con la superficie di aspirazione interrotta: essa risulta inutilizzata durante il normale funzionamento del forno e insufficiente durante le fasi di maggiore emissione o a causa di una cattiva manutenzione che fa variare le caratteristiche di progettazione (intasamento dei condotti, esclusione dei filtri a maniche non più efficaci, ecc.), oppure a causa di una portata troppo bassa del condotto principale, che provoca un effetto di esclusione dei fumi che salgono.

Lo spostamento delle operazioni di manutenzione, demolizione e rifacimento dei refrattari in reparto esterno all'acciaieria permetterebbe di affrontare e risolvere convenientemente i problemi specifici di queste operazioni (microclima, uso di strumenti vibranti, polvere), oltre ovviamente a eliminare quelli connessi con il processo vero e proprio di produzione dell'acciaio (rumore del forno, interferenza di queste operazioni con quelle inerenti direttamente la produzione, ecc.). Accentrando il complesso di queste manutenzioni è possibile prevedere adeguati macchinari per la demolizione e anche realizzare i rifacimenti del tino e del canale di colata utilizzando tino e canale staccabili. Con queste soluzioni si riducono i tempi di fermata del forno ed è possibile realizzare le manutenzioni a freddo.

Anche per le officine di manutenzione dislocate in acciaieria può essere attuato il decentramento; in particolare i reparti di manutenzione dei gruppi di raffreddamento e delle teste delle false bramme, relativi alla colata continua, attualmente collocati sotto il piano di colata, possono essere razionalmente localizzati esternamente.

L'operazione di insufflazione dell'argon è effettuata mantenendo la siviera sospesa, con notevole disagio per l'operatore della gru e per i colatori che seguono l'andamento del trattamento e compiono la copertura con polveri. Il trattamento dell'acciaio fuori forno prevede invece l'installazione di impianti appositi, sui quali è possibile adottare sistemi di aspirazione dei fumi e di caricamento delle aggiunte, evitando le attuali esposizioni ai rischi per gli addetti.

Le soluzioni finora presentate presuppongono un intervento radicale sugli attuali impianti: tale intervento, oltre a modificare profondamente le condizioni di lavoro e dell'ambiente, consente anche un aumento di produttività o un miglioramento della qualità del prodotto.

Una seconda serie di interventi riguarda invece l'introduzione, la sostituzione e l'adeguamento dei materiali, delle tecnologie e dei macchinari.

L'esposizione a elevato calore radiante, che interessa alcune posizioni di lavoro in vicinanza del forno, può essere ridotta mediante la meccanizzazione di alcune operazioni (aggiunte in siviera con nastro trasportatore o sistema pneumatico; adozione di canale staccabile che evita le operazioni di pulizia e ripristino; prelievo dei campioni di acciaio fuso mediante sonda aspirante che consente di operare a distanza maggiore), oppure adottando protezioni più efficaci (sostituzione dello schermo attualmente utilizzato sulla platea con uno angolato

e di maggiori dimensioni, riflettente dal lato forno, che permette un'esecuzione più protetta delle operazioni di insufflazione ossigeno e di conduzione e controllo affinazione; miglioramento della postazione utilizzata durante il colaggio in siviera). Il caricamento automatico delle aggiunte in forno, prima descritto, contribuirebbe a eliminare molte posizioni di lavoro vicino al forno stesso.

Il numero degli interventi degli operatori al forno, sia per quanto concerne il ripristino dei refrattari e degli elettrodi, sia durante la fase di affinazione e le successive operazioni di omogeneizzazione e calmatura, è strettamente legato al grado di controllo del processo metallurgico che si è in grado di attuare (controllo del rottame di carica, uniforme riscaldamento del bagno, regolare affinazione).

Sulla macchina di colata continua è possibile adottare un sistema a raggi infrarossi per il rilevamento e la regolazione del livello di acciaio in paniera e lingottiera. In tal modo si riduce il carico di responsabilità dei colatori secchia e paniera, consentendo loro di svolgere una mansione di controllo del funzionamento invece che una pesante e stressante mansione operativa. Inoltre queste posizioni di lavoro alla macchina di colata continua non sono validamente garantite in caso di emergenza. In particolare: la forma della paniera non è in grado, in caso di traboccamento, di garantire una evacuazione sufficientemente veloce dell'acciaio; il pavimento non è inclinato in senso opposto agli operatori; infine la scala di accesso alla parte superiore della macchina ostacola l'eventuale fuga.

Le condizioni di lavoro dei gruisti sono strettamente dipendenti dallo stato della cabina (in relazione ai rischi dovuti a fumi e polveri, al calore radiante e agli abbagliamenti) e da quello dei piani di lavoro (non perfetta manutenzione dei piani di scorrimento che provoca sobbalzi, posizione di lavoro incongrua, ecc.). Un adeguato controllo delle condizioni ambientali all'interno delle cabine, realizzato mediante un efficace sistema di condizionamento e umidificazione, consente di isolare gli operatori dall'ambiente; inoltre dove si movimentano l'acciaio colato possono essere adottati vetri traslucidi.

I gruisti agiscono durante tutte le fasi del ciclo, per cui è indispensabile anche adottare cabine isolate acusticamente, dotando di interfono quelle da cui è indispensabile comunicare con gli operatori a terra.

Le cabine di lavoro e di sosta risultano ben protette dai rumori, mentre quelle interessate dalle vibrazioni del forno non risultano isolate rispetto alla platea. Le condizioni microclimatiche devono essere garantite da un efficace condizionamento, tenendo presente lo sbalzo termico cui sono sottoposti gli operatori.

Sono presenti tutta una serie di operazioni (movimentazione materiali, interventi su strutture e impianti, manutenzioni e pulizie), caratterizzate da elevata faticosità e pericolosità, per le quali sarebbe possibile prevedere attrezzature e postazioni di lavoro specifiche.

L'uso dell'amianto per la fasciatura dei tubi, dei cavi, e in genere per l'isolamento termico del-

l'apparecchiature, oltre che per la protezione dei posti di lavoro, comporta una dispersione di materiale usurato, strappato e movimentato, la quale interessa tutti i lavoratori. L'amianto può essere sostituito con altro materiale non nocivo, oppure con schermi protettivi realizzati con criteri diversi.

L'adozione di pannelli in luogo del rivestimento di usura per le paniere, oltre che evitare di effettuare l'essiccazione e il preriscaldamento delle paniere stesse sul palco colata continua, risulta vantaggiosa anche per l'operazione di ripristino, che evita la demolizione con notevoli rischi e faticosità: una tale soluzione modificherebbe in maniera sostanziale l'ambiente dei rifacimenti, attualmente soggetto soprattutto a notevole polverosità.

BIBLIOGRAFIA

1. Quality of the Environment and the Iron and Steel Industry, Proceedings of a Conference organized by the Commission of the European Communities, 24-26 settembre 1974, published by Pergamon Press for the Commission of the European Communities.
2. B.H. Amstead, P.F. Ostwald, M.L. Bergamon, Manufacturing Processes, Wiley, New York, 1977.
3. A. Trupiano, Varie considerazioni sulla desolfurazione dell'acciaio in siviera, Convegno Nazionale Aim, 9-11 ottobre 1978.
4. A. Ferretti, Studio del comportamento di un gas iniettato in una massa liquida, Convegno Nazionale Aim, 9-11 ottobre 1978.
5. R. Mandolesi, Aspetti produttivi ed economici del colaggio dell'acciaio in colata continua, Corso Aim, 17-31 marzo 1977.
6. R. Mandolesi, Storia dello sviluppo della colata continua dell'acciaio e caratteristiche fondamentali dei vari tipi di colata continua sul mercato, Corso Aim, 17-31 marzo 1977.
7. F. Gattoli, Descrizione di un impianto di colata continua, Corso Aim, 17-31 marzo 1977.
8. D. Weber, A. Trupiano, Impianti di depurazione fumi da forni fusori elettrici, Giornata di studio Cie-Aim, 18 ottobre 1977.
9. B. Petocchi, V. Picardi, A. Pallarolo, La nuova acciaieria elettrica di Dalmine, Bollettino Tecnico Finsider, giugno 1976.
10. G. Passalacqua, C. Muratore, Problemi impiantistici della macchina di colata continua per bramme, Giornata su: Moderne impiantistiche nella tecnologia dell'acciaio, Torino, 30 settembre 1976.
11. F. Adami, Sviluppi nel campo delle macchine di colata continua per alta produzione, Giornata su: Moderne impiantistiche nella tecnologia dell'acciaio, Torino, 30 settembre 1976.
12. V. Picardi, A. Pallarolo, Recenti sviluppi e tendenze nel campo della progettazione delle acciaierie elettriche, Giornata su: Moderne impiantistiche nella tecnologia dell'acciaio, Torino, 30 settembre 1976.
13. G. Scheffler, G. Dikta, Pollution control is the keyword: ultra modern electric steelworks commenced production, Elektrowärme International, Ed. B5, 1975.
14. F. Neumann, H. Leu, R. Ptach, U. Brusa, Le procédé BBC - Brusa d'elaboration de l'acier, Circulaire d'Informations Techniques n. 4, 1975.
15. Nuova Ceretti S.p.A., Plant for electric steel output of 1700 tons per day, rapporto interno.
16. U. Brusa, Criteri adottati nella progettazione di uno stabilimento siderurgico (acciaieria elettrica-laminatoio) da 500.000 t/anno per l'ottimizzazione energetica, La Metallurgia Italiana, gennaio 1977.
17. H.E. Chandler, A Look at American Steel Technology, Metal Progress, ottobre 1978.