

ACCIAIERIA ELETTRICA

IMPIANTISTICA, ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO E FATTORI DI RISCHIO (PARTE 1^a) *

ANGELO BORRONI,** BRUNO MAZZA,**
GIUSEPPE NANO,** DANY SINIGAGLIA **

Il lavoro illustra i risultati di una indagine tecnico-ambientale in una tipica acciaieria elettrica. Vengono ricostruiti il ciclo produttivo, il layout degli impianti e l'organizzazione del lavoro, con l'individuazione delle posizioni di lavoro, delle operazioni eseguite, dei tempi di permanenza, dei materiali utilizzati, delle nocività e dei rischi presenti. Rilievi di microclima, polvere e rumore completano l'indagine. Vengono infine formulate coerenti e utili proposte di bonifica.

Data l'ampiezza del lavoro, la sua pubblicazione viene suddivisa in due parti: la prima, relativa alla navata forno, al parco rottame e alla navata servizi, compare in questo numero. La seconda parte, che si riferisce alla navata colata e al reparto rifacimento siviere e panierie, sarà pubblicata in un numero successivo.

INTRODUZIONE

I modelli classici utilizzati nella maggioranza degli interventi miranti all'analisi del ciclo produttivo e dei rischi da lavoro sono stati impostati in una situazione produttiva fondata sulla catena di montaggio (parcellizzazione delle mansioni, lavoro in linea, ritmo vincolato, percezione dei fattori di rischio del quarto gruppo soprattutto come elementi di ripetitività, monotonia, ecc.), convenzione caratterizzata cioè da un'organizzazione tayloristica del lavoro.

* Ricerca effettuata nell'ambito di una convenzione tra il Politecnico di Milano e l'Amministrazione Comunale di Sesto S. Giovanni.

** Istituto di Chimica-fisica, Elettrochimica e Metallurgia e Gabinetto di Ergotecnica del Politecnico di Milano.

In un contesto produttivo come la siderurgia, nella maggior parte delle lavorazioni il rapporto dell'operaio con il proprio lavoro è invece mantenuto dalle capacità professionali ed esiste una autodefinizione delle mansioni all'interno del gruppo. L'intervento del lavoratore è rivolto al comando, alla manovra e al controllo di impianti (forno elettrico, colata continua, laminatoio), di cui il lavoratore stesso conosce le caratteristiche di funzionamento, come pure conosce i processi metallurgici che in tali impianti avvengono, le possibilità di modificare l'andamento della produzione, ecc.

Mentre nel caso di cicli produttivi caratterizzati dalla catena di montaggio è possibile affrontare l'analisi partendo dall'organizzazione formale e immediatamente ricostruire l'organizzazione reale del lavoro, senza però sconvolgere l'impostazione rigida imposta dalla forma stessa del ciclo, in contesti produttivi differenti, come in siderurgia, queste due organizzazioni del lavoro sono molto distanti tra loro e contrapposte: da una parte l'organizzazione formale, molto schematica, teorica e inadeguata a descrivere il modo di lavorare; dall'altra quella reale, che è possibile ricostruire solo partendo dagli aspetti di esecuzione.

Anche la metodologia con cui si conduce l'indagine deve quindi essere modificata. Per il ciclo produttivo preso qui in considerazione occorre affrontare analiticamente la descrizione, non risultando più adeguatamente descrittivo il legame mansione-posizione di lavoro. Non si parte da un rigido schema impiantistico e dei materiali, come nel caso della catena di montaggio, ma da un'analitica descrizione degli aspetti di esecuzione e di nocività. Da questa si determinano le posizioni di lavoro, i tempi di permanenza, le nocività presenti e i rischi, gli addetti e tutti gli elementi di organizzazione del lavoro (ritmi, pause, straordinario, mobilità e sostituzioni, infortuni, assenteismo, gerarchia, inquadramento, ecc.).

Nel corso dell'indagine qui riportata si è avuta la collaborazione dei lavoratori dei diversi reparti, anche se, a causa del ciclo continuo di lavorazione, la continua rotazione delle squadre e i disagi comportati dai turni non hanno consentito una verifica costante del lavoro.

E' stato comunque possibile, con la partecipazione di tutti i lavoratori interessati e tramite le misure effettuate, acquisire la conoscenza delle concrete condizioni di lavoro e l'informazione sui rischi e predisporre coerenti e utili proposte di bonifica.

Le misure effettuate con prelevatori personali, oltre che di centro ambiente, hanno permesso una conoscenza più critica degli effetti determinati dal ciclo produttivo, potendosi senz'altro assumere le misure personali come più attendibili, anche perché in grado di simulare con maggiore approssimazione la reale situazione di lavoro per gli addetti considerati. Comunque i prelievi hanno un limite molto grosso, che è quello di pretendere di disgiungere le diverse nocività e di ipotizzare che queste agiscano singolarmente sul lavoratore.

L'acciaieria esaminata (fig. 1) è caratterizzata da un forno elettrico da 140 t di elevata potenza (75 MVA) e da un moderno impianto di colata continua

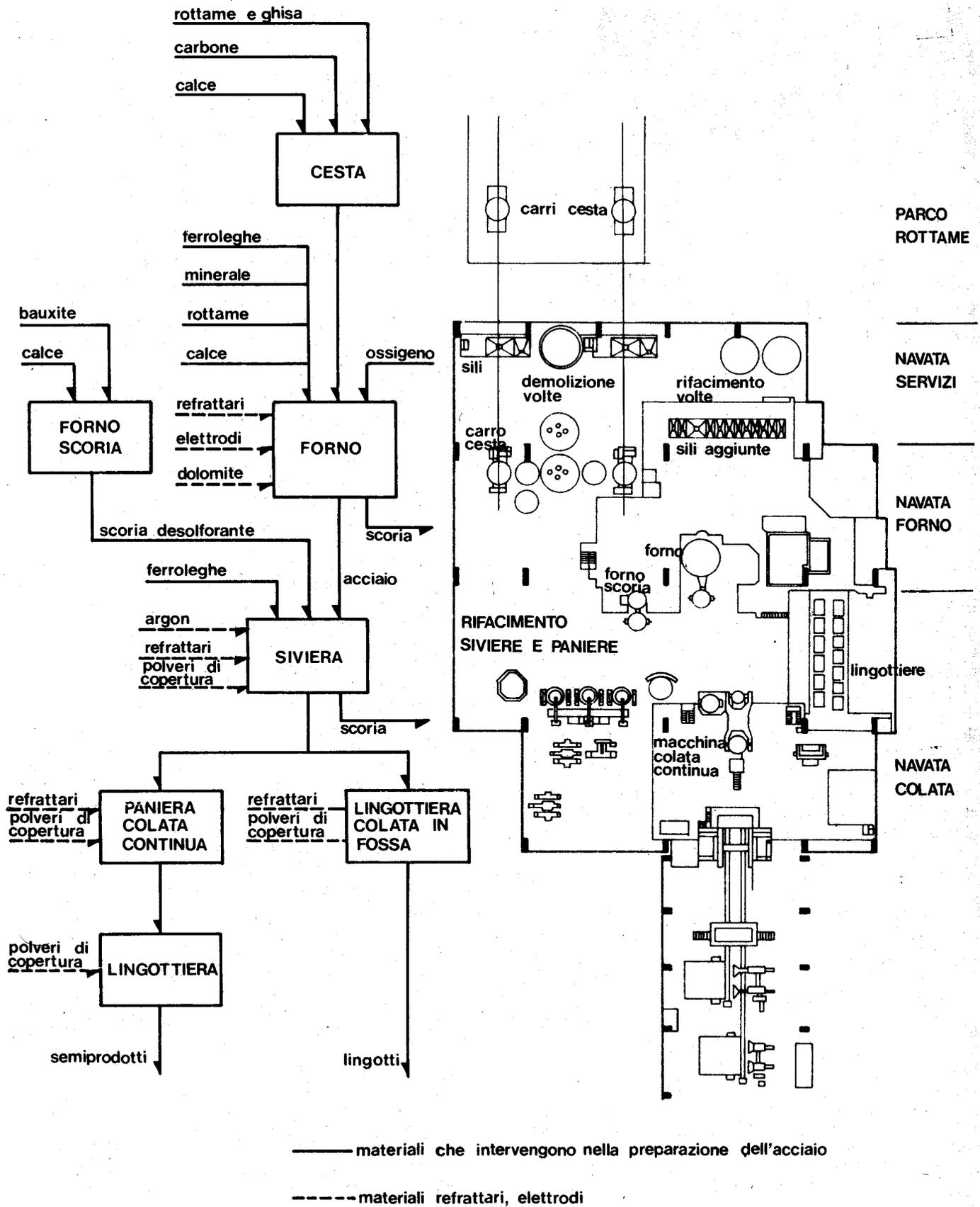


Fig. 1 - Schema degli impianti e flusso dei materiali in una acciaieria elettrica

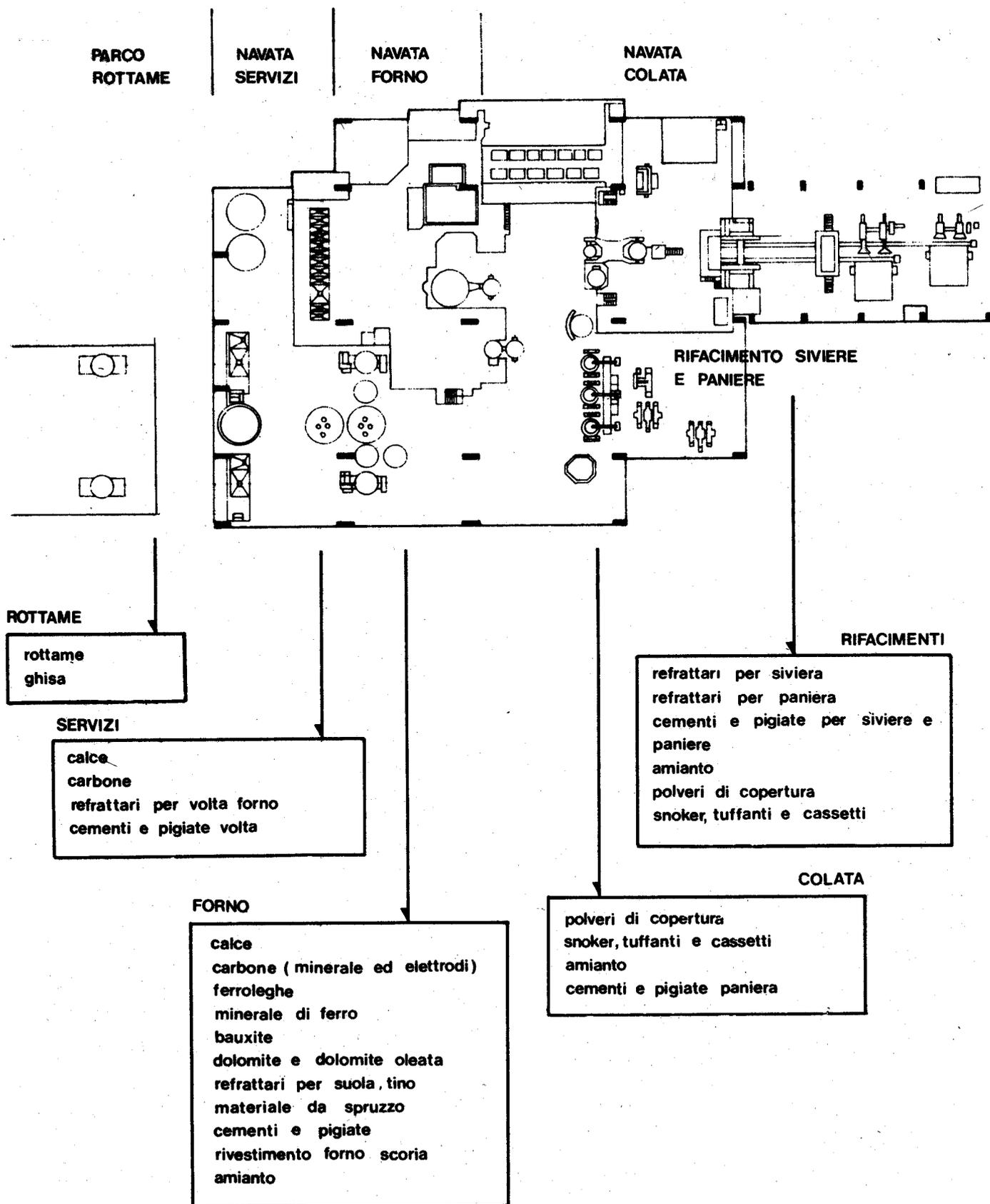


Fig. 2 - Materiali utilizzati in acciaieria elettrica suddivisi per reparto

Reparto	Nome commerciale	Impiego	Composizione chimica (% in peso)
NAVATA SERVIZI	Calce	scorificante	CaO
	Carbone	riducente	C
	Refrattari		
	P.H. (alluminoso)	volte forno	Al ₂ O ₃ 85%
	SIRMA 90 Fe (alluminoso)	id.	Al ₂ O ₃ 87-89%, TiO ₂ 3%
	ZOGNO Mg.Cr. (magnesió-cromite)	id.	MgO 65%, Cr ₂ O ₃ 12%
	Cementi e pigiate		
	GIBCRETE L	volte forno	Al ₂ O ₃ 82%
	JONCAST GM 1700 HS	id.	Al ₂ O ₃ 85%, SiO ₂ 4-5%
	JONCAST DHT	id.	Al ₂ O ₃ 82%
NAVATA FORNO	Calce	scorificante	CaO
	Carbone	elettrodi	C
	Ferroléghe	aggiunte in forno	Si-Mn, Fe-Cr, Fe-Al, Fe-Si, Fe-Mn
	Bauxite	scoria desolforante	Al ₂ O ₃ , H ₂ O, Fe ₂ O ₃ , SiO ₂ , TiO ₂
	Materiali da spruzzo		
	GUNTAPITE 210	riparaz.forno	MgO 86,5%, SiO ₂ 6,5%
	PERTORIT (RtI)	id.	MgO 85%, CaO 6%, Fe ₂ O ₃ 5%
	Refrattari		
	D.B. 50 (cromo-magnesiaco)	suola e tino forno	MgO 65,5%, Cr ₂ O ₃ 14,5%, Al ₂ O ₃ 11,5%
	CORHART 104 (cromo-magnesiaco)	id.	MgO 56%, Cr ₂ O ₃ 20,5%, Fe 0 12,5%, Al ₂ O ₃ 7%
	DI.BO. (cromo-magnesiaco)	id.	MgO 63,4%, Cr ₂ O ₃ 18%, Al ₂ O ₃ 5,5%, Fe ₂ O ₃ 10,5%
	MC 6 W (cromo-magnesiaco)	id.	MgO 61,5%, Cr ₂ O ₃ 15,5%, Al ₂ O ₃ 12%, Fe ₂ O ₃ 8,5%
	ZOGNO (BASICO) (magnesiaco)	id.	MgO ≥ 85%
	M 401 (magnesiaco)	id.	MgO 97,5%
	Cementi e pigiate		
	CAST A8	forno	Al ₂ O ₃ 89-90%, CaO+MgO 8-9%
	KR 165	forno e canale	MgO 96,5%
	Cemento Mg	forno	MgO 82%
	Dolomite molazzata	id.	CaO 58%, MgO 38%
	CAST A6	canale	Al ₂ O ₃ 60,5%, SiO ₂ 31,5%, TiO ₂ 2,5%, CaO+MgO 4%
GUNTAPITE 382	id.	MgO 92%	
Amianto	isolamenti termici protezioni	silicati idrati di Mg, Fe, Na, Ca	
NAVATA COLATA	Polveri di copertura		
	Strangesspulver	lingottiere c.c.	SiO ₂ 27-31%, CaO+MgO 28-32%, Al ₂ O ₃ 2-5%
	FONDERTHERM S5	id.	C 9-11%
	THERMOSTIL 1005-2	siviere e paniere	SiO ₂ 70%, C 20%
	843/303	lingottiere fossa	Al 22%, carboidrati 6%, Al ₂ O ₃ 43%, SiO ₂ 16%, MgO 12%
	Materiali per scaricatori e cassettei		
	Allumina grafitata	tuffanti	Al ₂ O ₃ 65%, C 25%
	Silice fusa	id.	SiO ₂
	Allumina grafitata	scaricatori (snoker)	ZrO ₂ , ZrSiO ₄ , Al ₂ O ₃ , SiO ₂
	Silico-alluminosi	id.	Al ₂ O ₃ 65%, C 25%
	Silico-alluminosi	piastre fisse cassetto	Al ₂ O ₃ 30%
	Cementi e pigiate	pietra mobile	Al ₂ O ₃ 80-90%
	P.C. 40	cassetto	
	Amianto	paniere	SiO ₂ 55-57%, Al ₂ O ₃ 7-10%
		isolamenti termici protezioni	silicati idrati di Mg, Fe, Na, Ca
RIFACIMENTO SIVIERE e PANIERE	Refrattari		
	DLP-DBL/2 (silico-alluminoso)	siviere	Al ₂ O ₃ 30-34%
	S.I.R.C.E. (silico-alluminoso)	id.	Al ₂ O ₃ 30-34%
	SIRMA 90 U (alluminoso)	id.	Al ₂ O ₃ 88%, TiO ₂ 3%
	SACCCER CL 2 (alluminoso)	id.	Al ₂ O ₃ 60-63%
	MAG T1 (silico-alluminoso)	paniere	Al ₂ O ₃ 42-44%
	MAG R1 (silico-alluminoso)	id.	id.
	MAG ICL-24 (silico-alluminoso)	id.	id.
	Cementi e pigiate		
	CAST A8	siviere	Al ₂ O ₃ 89-90%, CaO+MgO 8-9%
	P.C. 40	siviere e paniere	SiO ₂ 55-57%, Al ₂ O ₃ 7-10%
	GINAFITE -U	siviere	SiO ₂ 90-91%, Al ₂ O ₃ 5%
	GINAFITE - 44	id.	SiO ₂ 88-89%, Al ₂ O ₃ 7-8%
	Polveri di copertura		
	THERMOSTIL 1005-2	siviere e paniere	SiO ₂ 70%, C 20%
	Materiali per scaricatori e cassettei		
	Allumina grafitata	tuffanti	Al ₂ O ₃ 65%, C 25%
	Silice fusa	id.	SiO ₂
	Allumina grafitata	scaricatori (snoker)	ZrO ₂ , ZrSiO ₄ , Al ₂ O ₃ , SiO ₂
	Silico-alluminosi	id.	Al ₂ O ₃ 65%, C 25%
Silico-alluminosi	piastre fisse cassetto	Al ₂ O ₃ 30%	
Amianto	pietra mobile	Al ₂ O ₃ 80-90%	
	isolamenti termici protezioni	silicati idrati di Mg, Fe, Na, Ca	

Tab. 1 - Materiali utilizzati in acciaieria elettrica suddivisi per reparto

per brame e blumoni. E' in corso d'installazione un impianto per trattamento sotto vuoto dell'acciaio. E' possibile anche colare in fossa: gli impianti di preparazione delle lingottiere, stripping e successiva sbazzatura dei lingotti sono quelli di una adiacente acciaieria. Il movimento dei prodotti e di parte del rottame è quindi comune. Alcune lavorazioni di manutenzione dei refrattari e di movimentazione dei materiali sono realizzate da personale comune a tutta l'area. Normalmente vengono prodotti acciai basso legati per colata continua.

Nella fig. 2 sono indicati i materiali utilizzati suddivisi per reparto, per consentire un'immediata visione direttamente collegata all'area di utilizzo. Il nome commerciale, l'impiego e le composizioni dei materiali medesimi sono riportati in tab. 1. Le composizioni sono quelle fornite dalle Ditte produttrici (per alcuni materiali viene omessa la concentrazione di silice).

PARCO ROTTAME (fig. 3 e tab. 2)

Numero addetti (per turno): 1 capo piazzale, 2 addetti carro cesta, 2 gruisti carica ceste, 1 gruista addetto al recupero rottame interno.

I rottami, trasportati su vagoni e automezzi in un'area esterna coperta (parco rottame) sono scaricati e stoccati dalla gru ad elettrocalamita a seconda del loro tipo e qualità.

I rottami, già delle dimensioni caricabili, vengono parzialmente caricati tramite carroponte (due vie di corsa) nella cesta a valve posta sul carro. La carica è poi completata con la pezzatura richiesta, dopo aver immesso calce e carbone all'ingresso della navata servizi (dove possono essere caricate anche ferroleghie).

La carica del forno è effettuata generalmente con tre ceste rispettivamente da 70, 50, 30 t; nel caso si producano blumoni si effettuano due cariche (65 e 45 t).

Capo piazzale. E' responsabile del carico delle ceste, controlla il tipo e la quantità della carica.

Addetti gru. Scaricano i rottami dai vagoni e dagli autocarri nelle varie sezioni e caricano le ceste. Lavorano azionando una pulsantiera posta in cabina, con i finestrini aperti per poter comunicare con l'addetto al carro cesta. I sobbalzi e le vibrazioni sono particolarmente accentuati, a causa del peso del magnete e del rottame caricato che è elevato rispetto alla struttura del carroponte.

Addetti carro cesta. Impostano sulla pesa, collocata nella cabina del carro, la quantità di rottame, calce e carbone richiesti dal tipo e dalla fase della colata. Segnalano con gesti convenzionali al gruista il tipo di rottame da caricare; guidano il carro cesta vicino al vagone o alla zona di rottame prescelto e verificano la regolarità della carica.

Sono da rilevare il rumore e le vibrazioni dovute al motore, alla caduta del rottame ed agli eventuali urti delle elettrocalamite contro il carro cesta, non-

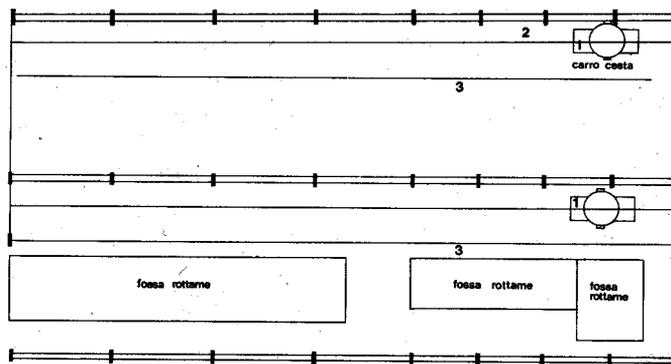


Fig. 3 - Parco rottame (i numeri corrispondono alle posizioni di lavoro descritte in tab. 2)

Posizioni di lavoro (fig.3)	Operazioni eseguite	Nocività e rischi (*)			Addetti
1	Cabina carro cesta: pesatura e caricamento rottame, calce, carbone	P R	V M	Pd	addetto carro cesta
2	Piazzale: controllo scaricamento e caricamento rottame	P R	I M		capo piazzale
3	Gru: movimentazione rottame	R V	P Pd		gruista carica ceste

(*) P = polvere; R = rumore; V = vibrazioni; M = microclima; Pd = posizione disagiata; I = infortuni.

Tab. 2 - Parco rottame

ché la polverosità dovuta alla movimentazione del materiale controllata sporgendosi dalla cabina. L'esiguità dello spazio a disposizione costringe ad operare rimanendo sempre in piedi. Anche le condizioni microclimatiche sono sfavorevoli, sia perché le pareti metalliche della cabina non sono coibentate, sia perché il controllo della carica viene effettuato, come si è detto, sporgendosi dal finestrino laterale, mantenuto aperto a questo scopo.

Gruista addetto recupero materiale interno. Provvede allo scarico dai vagoni del materiale di recupero dell'acciaieria. Lavora principalmente in altro reparto.

Rilievi delle nocività

In tab. 5 sono riportati i risultati delle misure di polverosità. Il fatto che le cabine del carro cesta e della gru rimangano aperte per il controllo dell'operazione di carica, unitamente alla scarsa manutenzione, spiegano la polverosità misurata, in particolare per il gruista.

In tab. 7 è presentato il quadro dei rilievi di rumorosità. E' stato misurato, a metà parco rottame, il rumore di fondo dovuto soprattutto ai ventilatori del vicino impianto abbattimento fumi dell'acciaieria. Durante il movimento e durante il caricamento il rumore è notevole nella cabina del carro cesta.

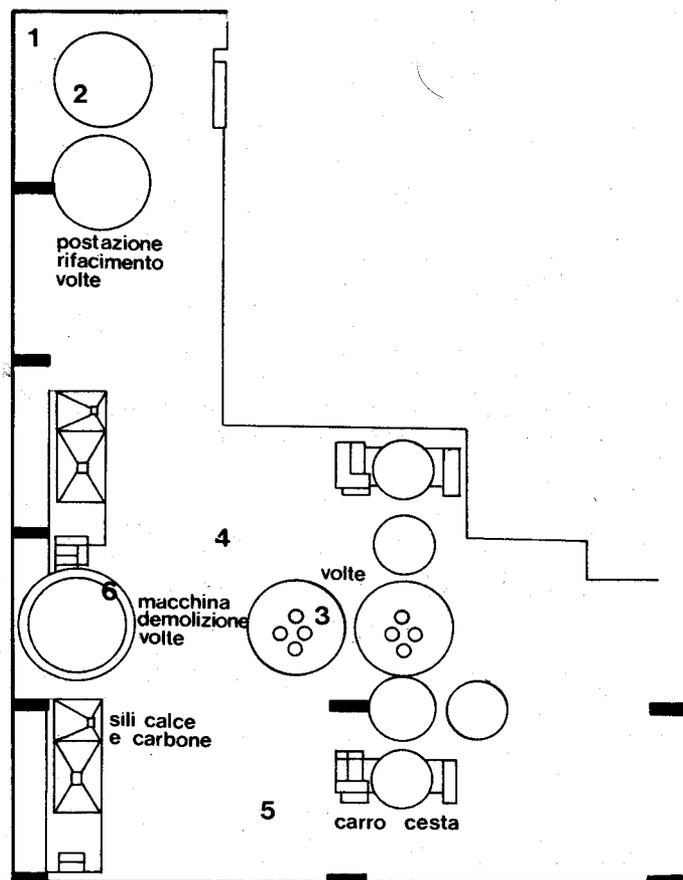


Fig. 4 - Navata servizi (i numeri corrispondono alle posizioni di lavoro descritte in tab. 3)

NAVATA SERVIZI (fig. 4 e tab. 3)

Numero addetti: 4 addetti rifacimento volte (di cui 1 addetto soprattutto al taglio mattoni) (giornata); 10-15 addetti ai servizi di rifornimento e movimentazione materiali (si occupano di tutta l'acciaieria) (giornata); 1 gruista navata servizi (lavora anche sulla gru navata forno) (turnista).

Nella navata servizi si provvede allo scarico, carico e deposito dei materiali per i silos, per il forno elettrico e per il forno scoria. Un gruppo di 10-15 lavoratori, con orario di giornata, si occupa dell'approvvigionamento dei materiali di carica (scorificanti, ferroleghie e ricarburanti), degli elettrodi, dei cassette per le siviere, degli snoker, di refrattari vari, ecc. in tutta l'area dell'acciaieria. Non è quindi possibile individuare dei lavoratori fissi in questa navata, ad esclusione degli addetti al rifacimento volte. Per realizzare le operazioni di movimentazione sopra dette questi lavoratori sono esposti alle nocività del forno, in particolare il rumore, alla polvere dei materiali caricati nei silos e nel forno e a quella provocata dalla demolizione delle volte. In questa navata si completa anche il caricamento delle ceste con calce e carbone ed eventualmente con ferroleghie.

Nella navata servizi sono collocati:

1. I silos della calce e del carbone con due im-

Posizioni di lavoro (fig.4)	Operazioni eseguite	Nocività e rischi (*)		Addetti
1	A lato delle volte: taglio mattoni	P R	M	addetto rifacimento volte
2	Sopra la volta: rifacimento parziale o totale	R Pd	M	addetti rifacimento volte
3	Sopra la volta: demolizione parziale	P R	M Pd	addetti rifacimento volte
4	Gru: movimentazione volte, elettrodi, caricamento silos	P V	Pd Ss	gruista
5	In navata: movimentazione materiali, aggancio gru	P M	R	addetti ai servizi
6	Sull'apparecchiatura di demolizione volta: demolizione completa	P R	FF M I	addetti rifacimento volte

(*) P = polvere, fumi; R = rumore; M = microclima (correnti d'aria, sbalzi di temperatura, ecc.); Pd = posizione disagiata; V = vibrazioni; Ss = stress (elevata responsabilità); FF = fatica fisica; I = infortuni

Tab. 3 - Navata servizi

pianti di caricamento, uno per ogni carro cesta, che miscela i due prodotti. Il materiale che viene caricato nei silos della calce e del carbone è già frantumato in maniera opportuna. I silos vengono riempiti dall'alto per mezzo della gru, che scarica i contenitori di materiale portati con autocarro in navata. Il versamento nelle ceste avviene con contemporanea aspirazione coassiale intorno al tubo di carica.

2. **L'attrezzatura** per la demolizione e le postazioni per la manutenzione e il rifacimento delle volte del forno. La volta viene mediamente sostituita ogni 80-100 colate; i quattro addetti ne preparano mediamente una alla settimana. In caso di logoramento parziale è possibile provvedere a un rifacimento locale. La volta da demolire viene trasferita dal carroponete sull'attrezzatura a imbuto predisposta a raccogliere il materiale refrattario, che viene staccato dagli scuotimenti provocati dalla gru: il materiale cade in una tramoggia posta inferiormente; due addetti al rifacimento volte, dopo essere saliti sull'impalcatura, devono intervenire con leve a favorire il distacco dei cerchi più esterni di refrattario. L'operazione si svolge con notevole emissione di rumore e di polvere, che non viene minimamente aspirata e si sviluppa quindi in tutta la navata servizi e platea forno. Successivamente la volta viene trasferita a terra dove si provvede al rifacimento murario. In questa zona è situata una taglierina per preparare i mattoni che occorrono in pezzatura particolare. Le condizioni di lavoro degli addetti al rifacimento volte sono interessate dal rumore del forno, da microclima particolarmente disagiato, in quanto notevoli sono le correnti d'aria e gli sbalzi di temperatura.

Gruista navata servizi. E' addetto alla movimentazione delle volte, dei materiali, degli elettrodi e

dei pezzi meccanici. La cabina non è isolata rispetto alla polvere e al rumore e non attenua vibrazioni e contraccolpi, accentuati dalla scarsa manutenzione delle vie di corsa.

Rilievi delle nocività

I risultati delle misure di polverosità sono riportati in tab. 5. Da rilevare le composizioni dei refrattari usati per le volte (tab. 1), da cui si desume una presenza di SiO_2 libera.

La tab. 6 presenta i risultati dei rilievi di microclima. Il reparto risente in modo notevole del clima esterno, risultando particolarmente disagiati le posizioni di lavoro degli addetti al rifacimento volte.

In tab. 7 sono riassunti i rilievi di rumore. I risultati delle misure eseguite nella zona di entrata del carro cesta (all'interno del reparto) possono essere assunti come valori di centro ambiente (fig. 5). La situazione è determinata dal rumore del forno per gli addetti alla movimentazione dei materiali e al rifacimento volte (fig. 6). Nella navata sono eseguite operazioni rumorose, come la demolizione delle volte e il taglio dei mattoni, ma di breve durata (non è stato misurato il rumore alle diverse frequenze).

NAVATA FORNO (fig. 7 e tab. 4)

Numero addetti (per turno): 1 maestro forno; 1 primo fonditore; 2 secondi fonditori; 1 terzo fonditore; 1 addetto caricatrici ed elettrodi; 1 addetto servizi platea; 1 addetto forno scoria; 1 gruista navata forno (lavora anche sulla gru navata servizi).

Nella navata forno sono installati i seguenti impianti:

1. Forno elettrico

- Forno trifase ad arco diretto, a suola non conduttrice.
- Capacità 140 t.
- Diametro al mantello 6400 mm.
- Potenza trasformatore 75 MVA con sovraccarico del 20% per 90 minuti.
- Diametro elettrodi grafite 600 mm.
- Diametro del cerchio elettrodi 1500 mm.
- Porta frontale 1150x1150 mm. Porta laterale 700x700 mm.
- Diametro quarto foro della volta 1150 mm.
- Carica rottame (25-30 min. di fusione per cesta) fino a 150 t.
- Ossigeno insufflato in bagno per la decarburazione a $3000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ per 10-15 min ($5 \text{ Nm}^3/\text{t}$).
- Tempo di colata (da secchia a secchia) circa 170 min.
- Produzione media 900 t/giorno, pari a 6-7 colate.

2. Silos materiali: undici tramogge di scorificanti, ferroleghie e ricarburanti, per le seguenti aggiunte nel forno dalla platea: dolomite, per rifacimento della diga alla porta del forno e del foro di colata; calce, per ripristino della scoria; dolomite oleata, per rifacimento rivestimento interno con macchina

Posizioni di lavoro (fig. 7)	Operazioni eseguite	Nocività e rischi (*)		Addetti
1	Cabina comando forno: regolazione, controllo funzionamento forno e silos	M V	P	maestro forno 1° fonditore
2	Platea, dietro schermo: regolazione del forno durante l'affinazione	R M P	V S I Ab CR	maestro forno 1° fonditore
3	Platea: pulizia porta forno con lancia, rifacimento diga, insufflazione ossigeno, aggiunte manuali in forno, pulizia platea	R M P	V S I Ab CR FF	2° fonditore 3° fonditore addetto servizi
4	Caricatrici: caricamento calce, ferroleghie, rottame, dolomite in forno, in siviera, in tramoggia (per siviera)	R P M I	V S I Pd V CR Ab	addetto caricatrici
5	Canale di colata: bussaggio e rifacimento del canale	CR Ab	S P I FF	2° fonditore 3° fonditore
6	Platea: spruzzaggio e preparazione magnesite	CR Ab	P FF	addetto servizi 2° fonditore
7	Platea: preparazione e allungamento elettrodi	P CR S	M Ab I R FF I	addetto elettrodi, 3° fonditore addetto servizi
8	Bordo del tino: controllo stato del forno, pulizia bordo, pulizia fori elettrodi, recupero elettrodo rotto	CR Ss P S	FF Ab I I	1° fonditore 2° fonditore 3° fonditore addetto servizi
9	Cabina ed esterno cabina forno scoria: caricamento scoria e controllo fusione	R	CR	addetto forno scoria
10	Gru: caricamento forno, movimentazione volte, movimentazione elettrodi	P Ab M	V Ss Pd	gruista
11	Davanti alla porta del forno: prelievo provino e misura temperatura	CR Ab Ss	S R I	1° fonditore 2° fonditore 3° fonditore
12	Platea a lato della fossa: comando forno durante colata e lancio manuale ferroleghie in siviera	CR FF S	Ab P I	1° fonditore 2° fonditore 3° fonditore

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

Tab. 4 - Navata forno

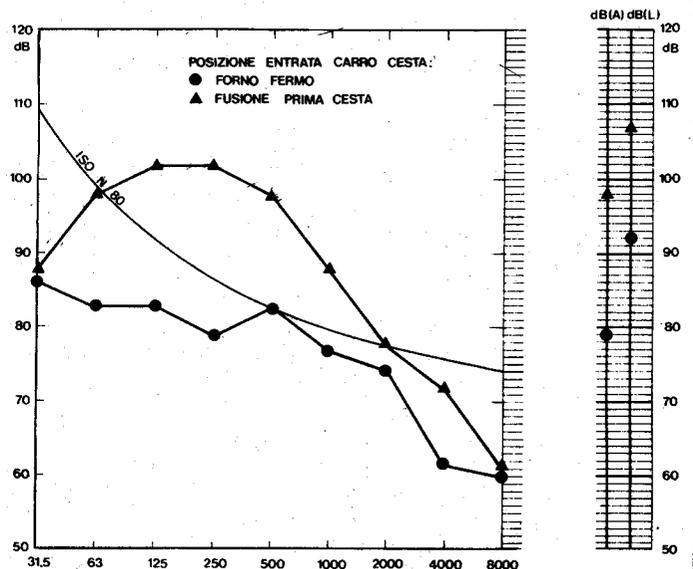


Fig. 5 - Navata servizi: risultati dei rilievi di rumore effettuati in posizione entrata carro cesta (all'interno del reparto), per diverse fasi di funzionamento del forno elettrico

Reparto	Tipo(*)	Posizione	Fase del ciclo od operazione	Osservazioni	Concentraz. (mg/m ³)
PARCO ROTTAME (fig.3 e tab.2)	PP	1:adetto carro cesta	caricamento cesta	--	2,2
	PP	3:gruista carica ceste	caricamento cesta	finestra cabina aperta	4,7
NAVATA SERVIZI (fig.4 e tab.3)	PP	4:gruista navata servizi	scaricamento bidoni da autocarri	comprese soste in cabina	1,9
	PP	2:adetto rifacimento volta	rifacimento murario volta	forno fermo, taglio mattoni fermo	1,4
	PP	1:adetto rifacimento volta	taglio mattoni	forno in fusione	2,7
NAVATA FORNO (fig.7 e tab.4)	CA	1:cabina forno	fusione	--	3,3
	PP	3:terzo fonditore	fusione	comprese soste in cabina	2,6
	PP	4:adetto caricatrici	affinazione	comprese soste in cabina	1,3
	CA	Lato forno vicino posizione lavoro 6	3a cesta e affinazione	--	0,9
	CA	2:dietro schermo comandi	3a cesta e affinazione	--	1,3
	CA	Cabina sosta fonditori	fusione	--	0,2

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

Tab. 5 - Risultati dei rilievi di polveri

e lance; Si-Mn; Fe-Cr carburante; Fe-Al; Fe-Si; Fe-Mn carburante; Fe-Mn per affinazione; Fe-Cr per affinazione; minerale di ferro.

3. Forno scoria (per la fusione della scoria per l'eventuale desolforazione in siviera)

- Forno monofase ad un elettrodo a suola conduttrice.
- Capacità 3000 kg.
- Carica di calce (50%) e bauxite (50%).
- Diametro elettrodo 600 mm.
- Suola in pece e carbone.
- Impianto caricamento calce e bauxite meccanizzato mediante proboscide vibrante attraverso foro nella volta.
- Impianto captazione fumi mediante foro nella volta.

4. Impianto captazione e aspirazione fumi forno elettrico. Il forno elettrico è provvisto di captazione dei fumi attraverso 4° foro nella volta, con ulteriore captazione dei fumi mediante grande cappa sotto il tetto. Le principali caratteristiche dell'impianto sono di seguito riportate:

- Portata max dal 4° foro del forno, comprese arie false (combustione e raffreddamento) nel condotto girevole di presa fumi id. 90.000 Nm³/h
- Portata nel condotto verticale id.
- Dimensioni interne del condotto verticale 1900x670 mm
- Temperatura max in detto 750°C
- Cappa sotto tetto:
 - dimensioni alla bocca 12,65x13,64 m
 - altezza della cappa 5,63 m
 - altezza dell'aspirazione dal forno 13,50 m
 - portata aspirata da ambiente acciaieria 410.000 Nm³/h
- Portata complessiva nel tubone so-

pra il tetto (fumi del forno più aria della cappa)

- Diametro di detto
- Temperatura max in detto

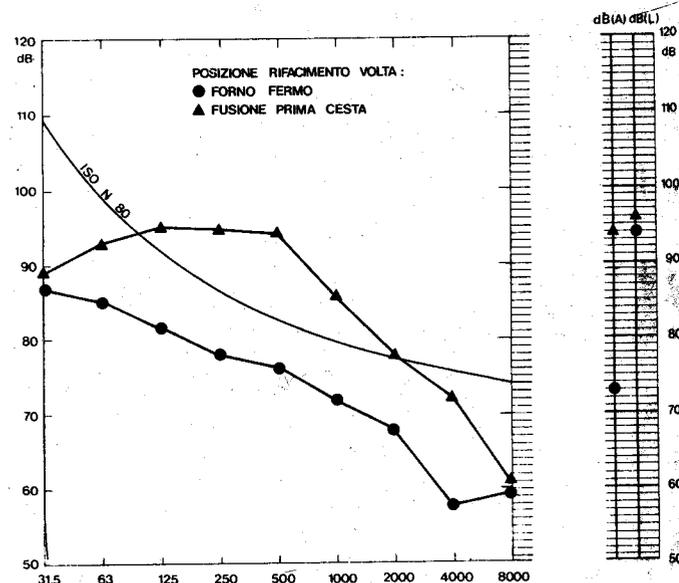
500.000 Nm³/h
3.100 mm
120°C

Dalla cabina di comando del forno elettrico viene anzitutto effettuato il sollevamento degli elettrodi e la rotazione laterale della volta. Nel forno vengono poi caricate due o tre ceste di rottame (tempo di fusione per ogni cesta 25-30 min). La carica viene effettuata dall'alto, per mezzo di apposita cesta a valve a fondo apribile, manovrata dalla gru di servizio al forno. Un fonditore aggancia il cavo di apertura della cesta e controlla che il caricamento venga effettuato regolarmente. Dopo la carica si controlla che il rottame permetta alla volta del forno di riposizionarsi; in caso contrario bisogna provvedere allo spostamento del rottame ingombrante, pressandolo con la cesta manovrata dalla gru oppure con leve dal bordo del tino.

Durante la fusione delle cariche, i secondi e il terzo fonditore stanno in cabina di sosta, mentre il maestro forno e il primo fonditore rimangono nella cabina di comando. In questa fase il forno produce vibrazioni che interessano tutta la zona della platea, comprese le cabine.

Sulla platea forno l'addetto alle caricatrici e l'addetto ai servizi platea (oppure il terzo fonditore), provvedono ad allungare gli elettrodi. Gli elettrodi estratti dal forno vengono infilati nella buca apposita, il carro ponte solleva via i pezzi nuovi di grafite che vengono avvitati manualmente e poi serrati meccanicamente. La sostituzione degli elettrodi nel forno viene effettuata mediante carro ponte. Per la pulizia degli elettrodi si utilizza aria compressa. Queste operazioni espongono gli addetti al rumore del forno in fusione e al calore radiante degli elettrodi estratti. Da notare che nella fase di fusione, quando più frequenti sono i crolli e gli urti dovuti al rotta-

Fig. 6 - Navata servizi: risultati dei rilievi di rumore effettuati in posizione rifacimento volta, per diverse fasi di funzionamento del forno elettrico



me, si possono verificare anche rotture degli elettrodi: l'elettrodo rotto viene recuperato dalla gru solo se di dimensioni rilevanti.

A conclusione della fusione delle cariche segue la fase di decarburazione ed affinazione del bagno (circa 40 min) che comporta le operazioni seguenti:

- Eliminazione dalla porta del forno della scoria di fusione (prima scorifica).
- Ripristino della scoria mediante aggiunta (con caricatrice) di calce e scaglie di ferro e rifacimento della diga alla porta del forno con dolomite: questo rifacimento, effettuato mediante pale, è compiuto dopo ogni scorifica.
- Insufflazione di ossigeno per la decarburazione con macchina porta lancia. Prima dell'insufflazione un fonditore taglia il rottame intorno alla porta del forno con lancia ad ossigeno.
- Successiva scorifica, facilitata da agitatore magnetico. Aggiunta di calce con macchina caricatrice.
- Aggiunta di Fe-Mn e Fe-Si (scoria riducente) con caricatrice.
- Aggiunta di ferroleghie con caricatrice.
- Successive eventuali scorifiche e ripristino della scoria riducente.
- Eventuale aggiunta (con caricatrice) di rottame in caso di fusione calda.

L'addetto alla macchina caricatrice provvede al trasporto degli scorificanti e delle ferroleghie dai silos (a loro volta caricati dall'alto mediante bidoni sollevati dal carroponte) alla porta del forno. La macchina caricatrice, che opera sulla platea, riceve la carica da un carrello su rotaia che si posiziona sotto il silos voluto (i primi due silos caricano direttamente il cucchiaio della caricatrice). La carica, di cui si imposta il peso dalla cabina forno, scende nel carrello e di qui è poi versata nel cucchiaio della caricatrice: queste due ultime operazioni sono realizzate con aspirazione insufficiente. Alla base dei silos sono state misurate velocità frontali di aspirazione inadeguate per cui si ha una notevole dispersione di polvere durante la carica. L'addetto alla caricatrice e altri lavoratori eventualmente costretti a integrare la carica della macchina con badili, sono direttamente esposti a tale polvere, che rimane poi dispersa sulla platea e viene sollevata durante ogni operazione.

Sulla platea forno è utilizzato anche un trattore a nafta munito di pala meccanica, per il caricamento sul cucchiaio della macchina caricatrice del rottame di ferro, depositato per terra a lato dei silos, e per gli spostamenti dei materiali dislocati sulla platea (Fe-Si e alluminio da caricare successivamente in siviera, dolomite per il rifacimento della diga alla porta del forno, ecc.). Inoltre il trattore carica dal palco le ferroleghie direttamente in siviera prima della colata, e rifornisce di Fe-Si la tramoggia per la siviera stessa.

Altre operazioni eseguite al forno elettrico sono le seguenti:

- Prelievi per l'analisi dell'acciaio, in genere dopo la fusione, dopo l'insufflazione di ossigeno, una o due volte durante l'affinazione, una o più volte prima della colata. Un addetto munito di tazza esegue il prelievo del provino. Sulla base dei risul-

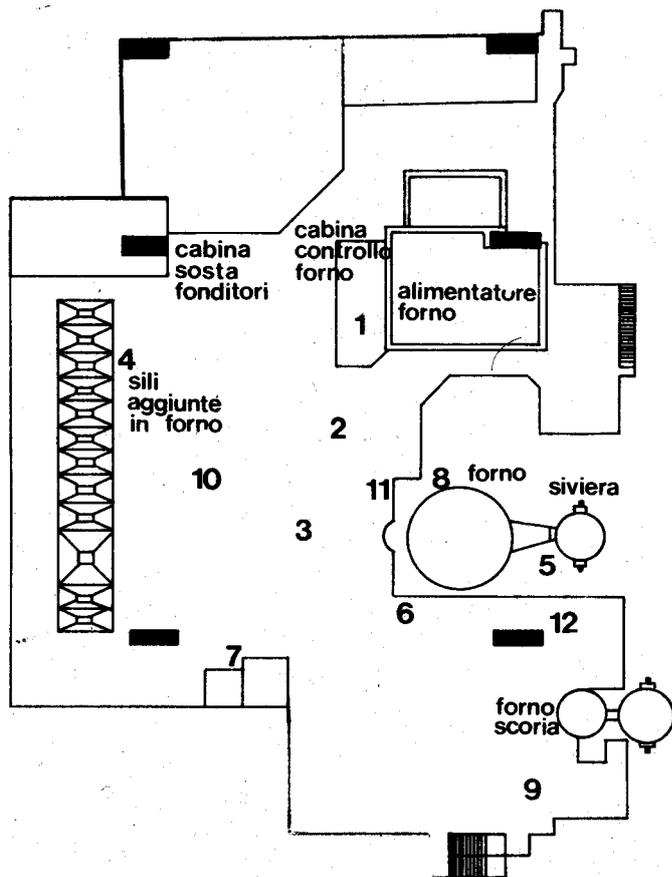


Fig. 7 - Navata forno (i numeri corrispondono alle posizioni di lavoro descritte in tab. 4)

tati delle analisi il maestro forno e il primo fonditore dispongono per le eventuali aggiunte.

- Misurazione della temperatura mediante termocoppia inserita in apposita asta: dopo la fusione, dopo l'insufflazione di ossigeno, durante l'affinazione, prima della colata.

Quando, dopo le aggiunte e le analisi, la composizione dell'acciaio e la temperatura del bagno sono giudicate buone, si esegue l'ultima scorifica che deve essere particolarmente accurata, tale da lasciare nella siviera di colata uno strato di scoria minimo ma sufficiente a proteggere il bagno dall'ossidazione dell'aria e dal raffreddamento.

Prima di utilizzare la siviera per la colata, due addetti alla siviera (v. reparto rifacimento siviere e panier) salgono sulla platea vicino al forno, da dove ricoprono con sabbia riscaldata la busetta della siviera stessa. L'operazione risulta pericolosa, in quanto fatta dall'alto senza protezione e in presenza di notevole calore radiante.

Quando risulta necessaria la desolfurazione, dal forno scoria viene colata nella siviera la scoria desolforante.

Due fonditori interrompono quindi il riscaldamento del canale di colata, realizzato con un bruciatore, e procedono all'apertura del foro di colata (bussaggio) con asta e lancia ad ossigeno. La siviera viene sostenuta sotto il canale di colata con il carroponte. Il forno viene inclinato con sistema

Reparto	Condizioni esterne(*)	Posizione	Fase del ciclo od operazione	Osservazioni	Tg(°C)	Ta(°C)	Tu(°C)	U(%)	V(m/s)
NAVATA SERVIZI (fig.4 e tab. 3)	A	Entrata carro cesta (all'interno del reparto) 2:adetto rifacim. volta	--	portone aperto	-	19,5	17	75	2
			--	portone semichiuso	-	20	18	80	0,05-0,1
NAVATA FORNO (fig.7 e tab. 4)	B	Cabina sosta fonditori 1:cabina comando forno Cabina meccanici ed elettrici Cabina forno scoria id. Cabina assistente 2:comandi dietro schermo 2-3:controllo andamento insufflazione ossigeno 3:a 3m dalla porta 3:id. 3:di fronte alla porta del forno 3:dietro schermo 11:davanti alla porta del forno 6:posizione spruzzaggio e preparazione 6: id. 12:lato forno dietro schermo 12:lato forno sulla platea 7:posizione preparazione elettrodi Centro platea a 5 m dal forno Centro platea a 10 m dal forno	--	condizionatore funz.	-	24	13,5	65	-
			--	--	-	22,5	19	72	-
			--	condizionatore funz.	-	23	18	65	-
			--	condizionatore spento	-	26,5	19,5	55	-
			--	condizionatore funz.	-	23	15	40	-
			--	condizionatore spento	-	24	17	50	-
			--	--	29	25	18,5	55	-
			--	insufflazione ossigeno	38	25	19	58	0,3-0,7
			--	pulizia porta	36	26	19	55	-
			--	pulizia porta	64	26	21	65	-
			--	rifacimento diga	58	26,5	19	50	-
			--	--	31	25	18	50	-
			--	prelievo provino e misura temperatura	92	41	23,5	20	-
			--	preparazione malta per canale	-	25	19	58	-
			--	riparazione refrat- tario da porta laterale	55	27	20	55	-
			--	comando forno durante colata	40	26	20	60	-
			--	lancio alluminio in si- viera	40	35	26,5	65	-
--	--	29	24	18	55	1-2			
--	fusione 3a cesta	28	25	18,5	55	0,1			
--	id.	26,5	23	18	65	0,7			

(*) 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 (all'esterno)	Sereno, foschia	4.7.78	21	16	60	1-3
B id.	Sereno	25.7.78	26,5	18,5	48	0,9

Tab. 6 - Risultati dei rilievi di microclima

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	
PARCO ROTTAME (fig.3 e tab.2)	1: cabina carro cesta	nessuna operazione	solo rumore motore	79	97	79	95	84	73	74	72	65	56	44	
	1: id.	carro cesta in movimen- to	--	86	112	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	1: id. A metà parco rottame	carica rottame nessuna operazione	imp. peak rumore di fondo	102 75	106 90	86	79	79	77	73	69	65	57	47	
NAVATA SERVIZI (fig.4 e tab.3)	Cabina riposo addetti carro cesta	--	forno fermo	74	93	88	82	79	77	72	68	62	54	43	
	Entrata carro cesta (all'interno del reparto)	--	forno fermo	79	92	86	83	83	79	82	77	74	62	60	
	Entrata carro cesta (all'interno del reparto)	--	fusione 1a cesta	98	107	88	98	102	102	98	88	78	72	60	
	2:adetto rifacimento volta	--	forno fermo	73	94	88	86	82	78	76	72	68	58	60	
	2:adetto rifacimento vol- ta	--	fusione 1a cesta	94	96	90	93	95	95	94	86	78	72	60	
1:davanti taglierina	sega avviata	forno fermo	84	95	90	84	86	84	82	80	76	71	70		
1:davanti taglierina	taglio mattoni	forno fermo	100	102	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
NAVATA FORNO (fig.7 e tab. 4)	1:cabina comando forno	fusione	potenza 51 MVA	70	90	82	83	83	73	65	58	53	45	40	
	1:cabina comando forno	affinazione	--	61	85	80	76	70	66	60	56	50	47	38	
	Cabina sosta fonditori	fusione	potenza 51 MVA	72	90	85	81	83	69	63	61	53	42	35	
	Cabina sosta fonditori	affinazione	--	54	80	74	67	65	60	58	45	38	28	22	
	Cabina assistente	fusione	potenza 37 MVA	73	88	76	74	78	69	61	53	48	34	28	
	Cabina assistente	affinazione	--	54	82	72	62	62	61	60	52	46	32	26	
	Cabina manutenzione	id.	--	55	76	70	69	73	60	50	44	36	30	20	
	Centro platea	fusione	potenza 51 MVA	104	119	95	107	113	108	105	95	89	80	68	
	Centro platea	id.	potenza 37 MVA	101	114	97	106	114	102	100	95	82	68	50	
	Centro platea	id.	potenza 37 MVA	107	114	92	103	110	103	105	101	105	84	70	
	Centro platea	affinazione	dopo cambio elettrodo	96	100	86	86	86	100	96	83	80	67	60	
7:posizione preparaz.elet- trodi	fusione	--	104	106	92	92	98	96	102	96	93	88	74		

Tab. 7 - Risultati dei rilievi di rumore

idraulico. Il gruista di colata posiziona con precisione la siviera in funzione del getto di colata. Mediante tramoggia sostenuta dal carroponte, o anche con lancio manuale, vengono aggiunti in siviera Fe-Si e alluminio per la calmatura dell'acciaio, oltre a ulteriori quantità di ferroleghie. Il procedere del colaggio e il raddrizzamento del forno sono controllati dal maestro forno sulla platea, a fianco della fossa sul lato forno scoria.

Due fonditori chiudono il foro di colata con palette di dolomite e puliscono immediatamente il canale con lancia a ossigeno e sbarre (per queste operazioni sono richiesti 5 min). Periodicamente il canale viene riparato con pigiate di refrattario (10-20 min). In seguito viene ripristinato il riscaldamento del canale con bruciatore.

Le operazioni di bussaggio, pulizia e riparazione del canale di colata espongono i fonditori a notevole sforzo fisico, calore radiante e polverosità.

Il maestro forno controlla lo stato del rivestimento interno attraverso le porte e salendo sul bordo del tino. Vengono realizzate le eventuali riparazioni (20 min minimo). Se necessario, e comunque periodicamente dopo alcune colate, si utilizza allo scopo una macchina rotativa, sostenuta dalla gru a volta del forno aperta, la quale spruzza magnesite con aria compressa. Durante lo spruzzaggio è notevolissima la polverosità in tutta la platea. È possibile anche spruzzare la magnesite localmente attraverso le porte con lancia: due addetti eseguono queste operazioni indirizzando il getto sulle fessure da riparare. Questa operazione espone gli addetti a notevoli temperature radianti e a polvere.

Periodicamente i fonditori eseguono la pulizia del bordo del tino salendo su postazioni protette da barriere malconce. Mediamente due volte alla settimana si esegue il soffiaggio della volta con aria

Fig. 8 - Navata forno: attenuazione del rumore nella cabina di comando del forno, rispetto al centro platea, per diverse fasi di funzionamento del forno elettrico

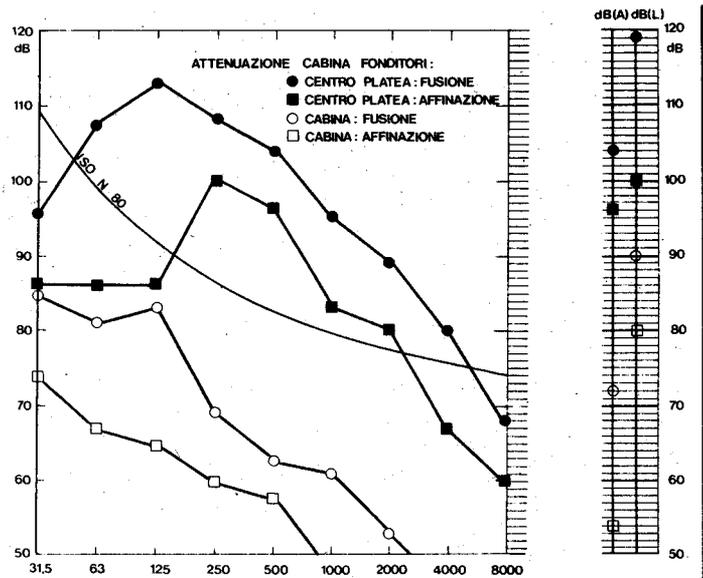
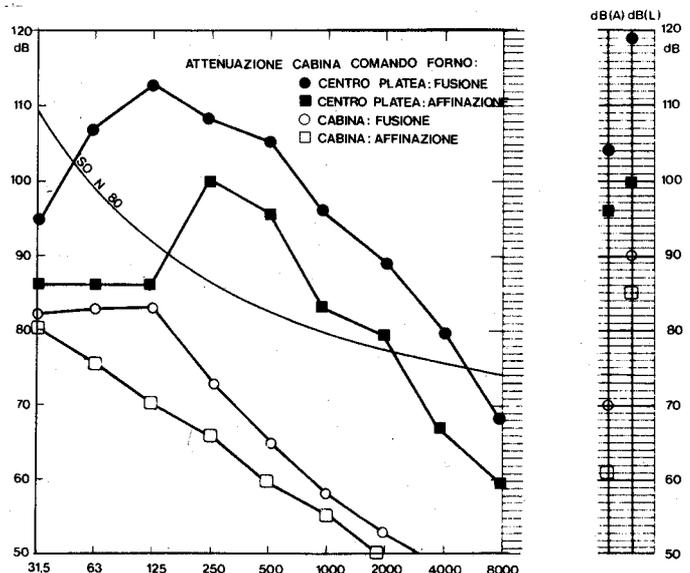


Fig. 9 - Navata forno: attenuazione del rumore nella cabina sosta fonditori, rispetto al centro platea, per diverse fasi di funzionamento del forno elettrico

compressa. L'operazione disperde una notevole quantità di polvere nel reparto.

Anche se all'interno del gruppo esistono divisioni di mansione che si ripercuotono su livelli e qualifiche, si può parlare sostanzialmente di un'unica figura di addetto ai forni, almeno per quanto riguarda i fonditori. L'esposizione ai rischi non è tanto legata alla qualifica, quanto alle differenti e successive posizioni di lavoro, che interessano praticamente tutti gli addetti. Si deve mettere in rilievo invece la pericolosità di alcune operazioni che non sempre risultano brevi: bussaggio e rifacimento del canale di colata, prelievo provino e misurazione della temperatura, controllo del rivestimento interno fatto dal bordo del tino, recupero elettrodo, pulizia bordo del tino.

Gruista navata forno. Le operazioni che riguardano la fase di fusione sono la carica delle ceste e l'allungamento e la sostituzione degli elettrodi; inoltre si tratta di seguire operazioni di manutenzione del forno e di far fronte a eventuali inconvenienti. Il carico di lavoro per l'addetto è notevole: è necessaria infatti la continua presenza in cabina per intervenire in caso di necessità derivanti dalla lavorazione. Il gruista della navata forno e quello della navata servizi si alternano per poter usufruire di pause.

L'operazione di carica delle ceste non è realizzata con sufficiente visibilità e deve intervenire un lavoratore sulla platea per le opportune segnalazioni. La sostituzione degli elettrodi, che normalmente capita nella fase di fusione, è ostacolata dall'abbagliamento provocato dall'acciaio, oltre che dagli elettrodi stessi.

Complessivamente le condizioni di lavoro sono pesanti, di alta responsabilità, accentuate da problemi di visibilità ed abbagliamento, oltre che di vi-

brazioni e contraccolpi. La cabina non è isolata rispetto alla polvere e al calore.

Addetto forno scoria. Controlla la fase di fusione, che porta la carica di calce e bauxite a 1700°C circa nel tempo di lavoro del forno elettrico. La valutazione della fluidità viene fatta a occhio dalla porta del forno, come anche le altre operazioni di controllo. I conguagli di calce e bauxite comandati dalla cabina sono fatti con caricatore vibrante direttamente nel forno attraverso il foro nella volta previsto allo scopo.

Rifacimento refrattari. Il rivestimento laterale del tino del forno elettrico è demolito mediante macchina demolitrice che opera a volta aperta. Esso viene rifatto ogni 15 giorni (circa ogni 100 colate). La suola viene invece rifatta una volta all'anno. A queste operazioni provvedono lavoratori di un'impresa esterna.

Per quanto riguarda il forno scoria è da rilevare che il rifacimento della suola conduttrice in pece e carbone risulta particolarmente nocivo a causa delle esalazioni.

Emissioni dal forno elettrico

- Ossido di carbonio.
- Ossidi di ferro.
- Ossidi metallici, che derivano dall'evaporazione del bagno e dalla conseguente ossidazione nell'aria.
- $SO_2 + SO_3$; NO_x .
- Prodotti di distillazione, in particolare dovuti alla tornitura oleosa.
- Emissioni della scoria: silice e ossidi di calcio e manganese.

Rilievi delle nocività

In tab. 5 sono riportati i risultati delle misure di polverosità. Essendo i flussi termici ascensionali molto elevati, i due prelievi fissi effettuati sulla platea indicano una bassa polverosità. La cabina sosta fonditori risulta pulita, mentre quella di comando forno, probabilmente a causa della non manutenzione dei filtri, non protegge dalla polvere e la accumula.

Gli addetti che hanno utilizzato prelevatori personali associano posizioni di lavoro interessate da polvere (caricatrice, pulizia porta, ecc.) alle soste in cabina fonditori.

In tab. 1 è riportata la composizione dei materiali utilizzati, da cui si rileva in particolare la pericolosità di quelli da spruzzo ($SiO_2 = 6,5\%$).

La tab. 6 illustra i risultati dei rilievi di microclima. La cabina comando forno e quella di sosta per i fonditori ed i manutentori presentano, con condizionatore funzionante, una notevole umidità. Per alcune operazioni (prelievo provino e misura tem-

peratura, rifacimento diga, pulizia porta, oltre ovviamente a bussaggio¹ e pulizia del canale) i dati riportati indicano chiaramente la pericolosità per l'organismo.

Sulla platea forno i livelli di rumore (riportati in tab. 7) sono elevati, non solo durante la fase di fusione, ma anche nel corso dell'affinazione, durante la quale i lavoratori sono presenti in platea. Anche durante la fusione c'è da rilevare la presenza in platea dei lavoratori del 1° turno che eseguono manualmente la pulizia della platea stessa, e comunque dei due addetti agli elettrodi in caso di sostituzione o rottura.

In figg. 8 e 9 si confrontano i risultati delle misure di rumore eseguite all'interno delle cabine comando forno e sosta fonditori con quelli delle misure eseguite durante la fusione e l'affinazione in centro platea. Da notare che durante l'affinazione gli addetti al forno sono tutti fuori dalla cabina di sosta, per cui il relativo dato ha solo un valore indicativo e non rappresenta una situazione di esposizione al rumore. Le misure eseguite dimostrano l'efficacia delle cabine nell'attenuazione del rumore, in particolare alle frequenze intermedie, cioè quelle del parlato, che sono proprio le frequenze più interessate dal rumore del forno.

¹ Per l'operazione di bussaggio non è stato possibile misurare con globotermometro la temperatura radiante, data la breve durata.