

3.1 Analisi rischi e interventi comuni a più fasi

3.1.1. Valutazione esposizione a inquinanti aerodispersi

Le indagini a cui si fa riferimento con questo profili sono state condotte negli anni '90 in diverse acciaierie elettriche italiane, destinate a fornire semilavorati tramite colata continua e solidificazione in lingottiera.

Sono coinvolti circa 1700 addetti di cui sono state indagate le principali mansioni lavorative.

In Tabella 3.1.1. vengono riportate le principali caratteristiche delle acciaierie indagate.

Tabella 3.1.1. Principali caratteristiche delle acciaierie indagate

ACC	ADDETTI	PRODOTTO	PRESTAZIONE FORNO (t/h)	FORNO				FUORI FORNO	COLATA n.*linee
				capacità (t)	potenza MVA(e)+MW(t)	asp (Nmc/h*1000) primaria + sec	chiusura		
1	310	acciai di base	25-30	2x60	15	25	no	no siviera	2x4
		acciai di qualità	40	70	30+6	62+400	modulo		
2	200	acciai di qualità	40	75	55+6	86	parziale	siviera	1x2
3	50	acciai speciali	15	30	11	100	no	siviera	lingotti
4	170	acciai di base	40	80	36+8	80+240	modulo	LF	2x4
		acciai di qualità							
5	60	acciai speciali	10	30	10	72	no	LF+VD	lingotti
6	150	acciai di base	60	60	50+8	90+300	modulo	siviera	2x5
7	90	acciai di base	30-35	55	24+6	90+200	parziale	siviera	2x4
8	85	acciai di base	25-30	45	20+6	70+150	no	siviera	2x3
9	190	acciai di base	70-75	70	50+20	110+175	no	siviera	1x5
10	110	acciai di qualità	70	80	55+10	120+200	dog-house	LF+VD	1x3 lingotti
		acciai speciali							
11	220	acciai di base	20-25	2x60	18+3	72	no	LF	2x6
		acciai di qualità							

Si tratta di acciaierie all'epoca meno evolute:

- tempi di ciclo (tap to tap) lunghi: 100-180 minuti,
 - produttività forno non elevata: 20-30 t/ ora,
 - aspirazione solo dei fumi primari e reparto non segregato, neppure parzialmente,
- e di acciaierie da ritenere all'epoca al vertice delle prestazioni:

- tempi di ciclo (tap to tap) ridotti: 40-60 minuti,
- produttività forno elevata: 60-80 t/ ora,
- presenza di aspirazione secondaria e forno segregato in modulo o dotato di dog-house.

Ora tutti gli impianti, tranne alcuni destinati esclusivamente alla solidificazione di lingotti, hanno introdotto le innovazioni tecnologiche che consentono di raggiungere le produttività più elevate, come già praticate in alcuni impianti del campione indagato.

Per il forno, cioè per la principale sorgente di inquinamento aerodisperso, vengono specificate le principali prestazioni e, in particolare, la presenza di impianto per la captazione dei fumi secondari e di segregazione del forno o del reparto. Si può immediatamente osservare che le condizioni dei reparti forno indagati sono significativamente diverse rispetto a quelle osservate nel recente campione di acciaierie, dove le complesse strutture di contenimento delle emissioni sono ora generalizzate.

Dal punto di vista dell'inquinamento aerodisperso queste chiusure implicano un peggioramento delle condizioni di lavoro in prossimità del forno, ma un significativo miglioramento delle condizioni delle aree adiacenti.

Composizione degli aerodispersi

Le composizioni degli aerodispersi riferite alle diverse aree indagate sono riportate in Tabella 3.1.2.

Tabella 3.1.2. Composizione (%) degli aerodispersi rilevati in acciaiera

	SiO ₂ (*)	Fe (**)	Mn (**)	Ni (**)	Cr (**)	Pb (**)	CaO (**)
Area forno							
Acciaieria 1	1,2-2,4	7,2-8,4	0,9-1,9	0,03	0,13	1,3-1,4	9,3-11,1
Acciaieria 2	1,0	5,2	2,4	0,03	0,11	0,6	10,5
Acciaieria 4	<1,0	0,9-19,8	0,4-7,5	.....	0-0,13	0,1-1,6	5,6-19,2
Acciaieria 5	1,5	0-9,3	6,7-12,2	.....	.....	0,4	5,5-8,1
Acciaieria 6	<1,0	10,1	3,4	0,1	0,1	1,1	18,7
Acciaieria 7	1,0	7,8	1,1	0,1	0,06	2,2	1,1
Acciaieria 9	1,7	12,6-32,2	1,4-5,7	0,03-0,09	0,06-0,14	0,3-0,4	13,7-35,9
Area fuori forno							
Acciaieria 1		29,0	2,6	0,06	0,11	0,4	18,6
Area colata							
Acciaieria 4	<1,0	0,9-19,8	0,4-7,5	.....	0-0,13	0,1-1,6	5,6-19,2
Acciaieria 3	<1,0	15,1	2,0	0,14	0,1	0,6	5,9
Acciaieria 8	<1,0	18,4	1,9	0,18	0,12	2,7	0,2
Acciaieria 9	<1,0	25,7	1,5	0,05	0,08	0,1	14,7
Area refrattari							
Acciaieria 7	4,3	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Acciaieria 8	<1-13,3	nd	nd	nd	nd	nd	nd

(*) composizione riferita alla frazione respirabile

(**)composizione riferita alla polvere totale

Per rileggere i successivi dati di “polveri totali” in termini di “frazione inalabile”, tenendo conto dei primi studi comparativi condotti in ambiente industriale, vengono suggeriti i seguenti fattori di conversione:

- *per processi a caldo (fusione e raffinazione metalli, fonderie, ecc.): fattore di conversione 1,5;*
- *polveri derivanti da miniere, cave, manipolazione/ trasporto di agglomerati in massa: 2,5;*
- *saldatura, fumi: 1,0.*

Nelle successive figure i dati riferiti alle esposizioni valutate per mansioni indagate in acciaierie diverse vengono sintetizzati con riferimento alla mediana e agli intervalli di dispersione individuati dai quartili, ricordando che in ambiente di lavoro la distribuzione che meglio riassume il comportamento delle concentrazioni di inquinanti è una distribuzione non simmetrica, chiamata lognormale.

Un metodo grafico efficace di rappresentazione è quello dei “diagrammi a scatola e baffi”. In questo tipo di diagrammi si possono riconoscere la scatola, i baffi, i punti esterni e la scala.

La linea interna alla scatola rappresenta la mediana (questo valore indica la concentrazione in corrispondenza al 50% dei dati, cioè che divide il gruppo di dati per metà), i lati inferiore e superiore della scatola sono i cardini, che corrispondono al 1° e 3° quartile (rispettivamente le concentrazioni in corrispondenza al 25% e al 75% dei dati); la scatola quindi, per

definizione, include il 50% dei dati; i baffi inferiore e superiore indicano rispettivamente il 1° e il 99° percentile. I punti inferiore e superiore indicano i valori estremi misurati del gruppo di dati.

Questo modo di sintetizzare i dati consente di ottenere immediatamente delle informazioni:

- la posizione della mediana rispetto ai quartili, se centrale o se eccentrica, e il confronto tra la lunghezza dei baffi, informano se i dati sono disposti simmetricamente o meno rispetto al valore di tendenza centrale;
- la lunghezza dei baffi e la presenza di dati esterni informa se i dati sono concentrati o dispersi;
- è possibile controllare se sono presenti dati esterni sospetti (presumibilmente da riferire a situazioni particolarmente difformi nel contesto del comparto).

Tutte le aree

I prelievi personali hanno interessato 4 mansioni indagate in 3 acciaierie.

Nella Tabella 3.1.3 sono riportati i valori medi risultanti dalla ripetizione di campionamenti personali.

Le esposizioni personali, anche tenendo conto della ritaratura dei dati, non evidenziano condizioni particolari di rischio.

E' importante sottolineare che le indagini condotte nelle 11 acciaierie in tutte le aree non evidenziano esposizioni significative a carico dei metalli più tossici (Ni, Cr, Cd), in genere ai limiti della rilevabilità analitica, con alcune eccezioni solo per il nichel, anche nel caso di produzione di acciai legati e speciali.

Tabella 3.1.3. Tutte le aree. Valori medi (GM mg/m³) dei prelievi personali riferiti alle mansioni indagate

ACC	mansione	PT	FR	SiO2	Fe	Mn	Ni	Cr	Pb	CaO
4	analista	0,94	0,38	0,000	0,028	0,018		0,000	0,003	0,161
4	capoturno	2,13	0,85	0,000	0,064	0,040		0,000	0,006	0,364
10	capoturno	2,71	0,81	0,000	0,133	0,020	0,001	0,001	0,009	1,624
11	capoturno	2,59	1,84	0,000	0,141	0,020	0,002	0,000	0,014	0,223

Preparazione rottame. Preparazione carica

I prelievi personali hanno interessato 10 mansioni indagate in 5 acciaierie.

Nella Tabella 3.1.4 sono riportati i valori medi risultanti dalla ripetizione di campionamenti personali. Le concentrazioni riferite alle diverse mansioni caratterizzate sono trattate statisticamente in Figura 3.1.1.

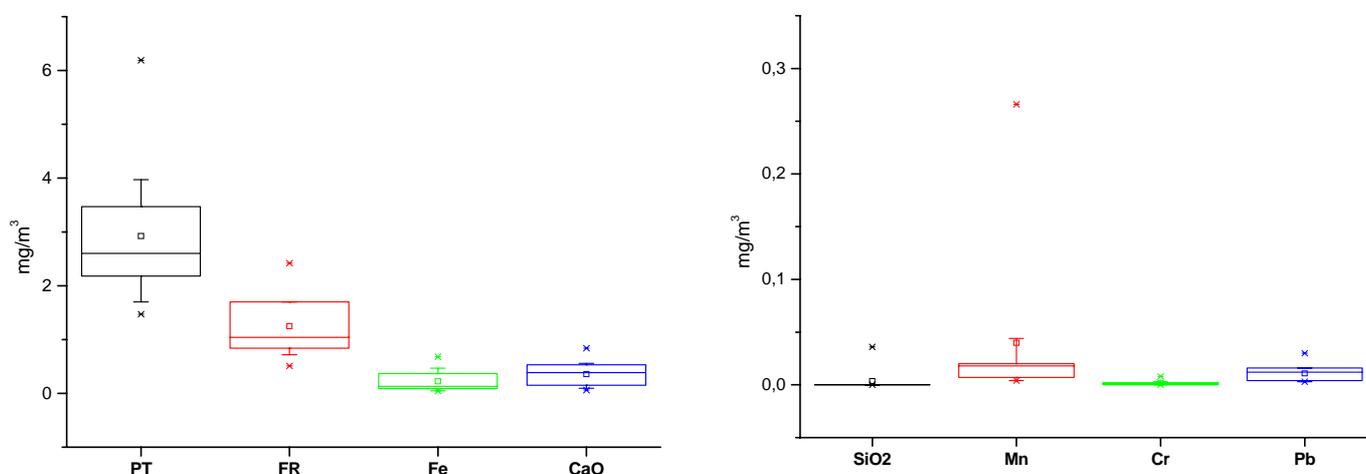
Le esposizioni personali indicano situazioni critiche (per PNOC e manganese) unicamente per la mansione di gruista di carica che opera in cabina carroponte in corrispondenza a un impianto in cui l'aspirazione secondaria del forno risultava ampiamente insufficiente.

Nelle recenti configurazioni i gruisti di carica utilizzano radiocomando per il movimento del carroponte e operano in cabina forno o da pulpiti protetti, risolvendo le problematiche dovute alla cabina carroponte.

Tabella 3.1.4. Area rottame. Valori medi (GM mg/m³) dei prelievi personali riferiti alle mansioni indagate

ACC	mansione	PT	FR	SiO2	Fe	Mn	Ni	Cr	Pb	CaO
4	gruista carica	2,60	1,04	0,000	0,047	0,044		0,000	0,003	0,385
5	gruista carica	3,97	2,42	0,036	0,369	0,266			0,016	0,322
9	gruista parco rottame	2,56		0,000	0,130	0,004		0,001	0,004	0,154
9	gruista parco rottame	2,18		0,000	0,190	0,020		0,002	0,030	0,840
9	pesatore vagoni	6,19		0,000	0,680	0,020		0,003	0,004	0,430
10	gruista di carica	1,70	0,51	0,000	0,098	0,007	0,001	0,002	0,007	0,532
10	gruista parco rottame	2,80	0,84	0,000	0,469	0,008	0,008	0,008	0,003	0,560
11	addetto gru carica	2,29	1,51	0,000	0,125	0,018	0,001	0,000	0,013	0,197
11	classificatore rottame	3,47	1,70	0,000	0,090	0,007	0,000	0,000	0,016	0,094
11	gruista parco rottame	1,47	0,72	0,000	0,046	0,004	0,000	0,000	0,012	0,062

Figura 3.1.1. Area rottame. Sintesi dei prelievi personali



Preparazione acciaio

I prelievi personali hanno interessato 24 mansioni indagate in 9 acciaierie.

Nella Tabella 3.1.5 sono riportati i valori medi risultanti dalla ripetizione di campionamenti personali.

Le concentrazioni riferite alle diverse mansioni caratterizzate sono trattate statisticamente in Figura 3.1.2.

Vanno segnalate sporadiche situazioni di rischio per PNOC, Mn, Pb e calce. Ricordando che le concentrazioni vanno ritirate tenendo conto che risultano da prelievi di “polvere totale”, l’analisi statistica ci consente di osservare che la frazione respirabile accettabile viene superata per un quarto delle mansioni indagate; risulta più ridotta la quota delle esposizioni a rischio per Mn e Pb.

L’origine di queste esposizioni è da riferire soprattutto all’insufficiente controllo dei fumi secondari (in particolare durante la carica e lo spillaggio), a perdite che derivano dai nastri di trasporto additivi, agli interventi in prossimità della porta del forno e di pulizia della platea.

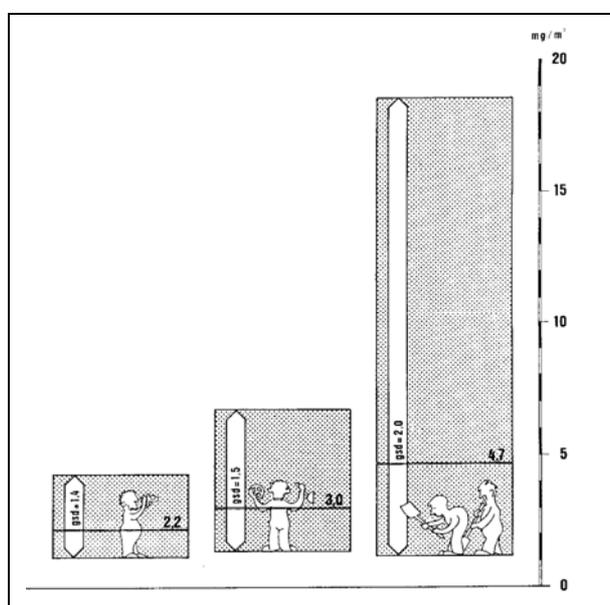
Le esposizioni degli addetti sono penalizzate da alcuni interventi, anche se di breve durata, effettuati in posizioni scarsamente o per nulla protette, piuttosto che dalla permanenza, per la maggior parte del tempo, in cabine o in reparto. Nelle condizioni impiantistiche tecnologicamente più evolute, si osservano ora in platea procedure di lavoro automatizzate che riducono il numero degli interventi vicino al forno; questa condizione migliorativa viene in parte penalizzata dalla maggiore frequenza degli interventi residui, dovuta alla riduzione dei tempi di ciclo del forno (Figura 3.1.3).

Tabella 3.1.5. Area forno. Valori medi (GM mg/m³) dei prelievi personali riferiti a diverse mansioni indagate

ACC	mansione	PT	FR	SiO2	Fe	Mn	Ni	Cr	Pb	CaO
1	addetto al forno (forno 3)	4,53	1,81	0,022	0,390	0,086	0,001	0,006	0,059	0,503
1	addetto forno (forno 1 e 2)	2,75	1,10	0,026	0,199	0,025	0,001	0,004	0,039	0,256
1	contromaestro (forno 1 e 2)	1,59	0,64	0,015	0,114	0,014	0,000	0,002	0,022	0,148
1	contromaestro (forno 3)	2,21	0,88	0,011	0,190	0,042	0,001	0,003	0,029	0,245
1	primo al forno (forno 1 e 2)	1,97	0,79	0,019	0,142	0,018	0,001	0,003	0,028	0,183
1	primo al forno (forno 3)	1,20	1,20	0,014	0,258	0,057	0,001	0,004	0,039	0,333
2	addetto forno (forno 1 e 2)	4,70	1,88	0,019	0,244	0,113	0,001	0,005	0,028	0,494
2	contromaestro (forno 1 e 2)	2,20	0,88	0,009	0,114	0,053	0,001	0,009	0,013	0,231
2	primo al forno (forno 1 e 2)	3,00	1,20	0,012	0,156	0,072	0,001	0,003	0,018	0,315
4	addetto al forno	10,29	4,12	0,000	0,237	0,226		0,004	0,021	1,585
4	primo al forno	4,01	1,60	0,000	0,036	0,016		0,000	0,024	0,225
5	aiuto forno	5,09	1,31	0,020	0,473	0,341			0,020	0,412
6	secondo al forno	3,78	0,98	0,000	0,382	0,129	0,004	0,004	0,042	0,707
6	terzo al forno	1,61	0,42	0,000	0,163	0,055	0,002	0,002	0,018	0,301
7	primo al forno	3,78	1,63	0,016	0,295	0,042	0,004	0,002	0,083	0,042
7	secondo al forno	1,61	0,69	0,007	0,126	0,018	0,002	0,001	0,035	0,018
9	primo al forno	5,24	1,62	0,028	0,430	0,031		0,004	0,025	0,896
9	quarto al forno	7,64	2,37	0,041	0,490	0,087		0,005	0,025	1,820
9	secondo al forno	6,52	2,02	0,035	0,660	0,064		0,005	0,033	1,414
9	terzo al forno	5,03	1,56	0,027	0,440	0,055		0,003	0,025	1,386
10	fonditore	2,41	0,77	0,000	0,238	0,007	0,001	0,002	0,006	1,064
11	aiuto fonditore	2,45	1,62	0,000	0,172	0,013	0,001	0,000	0,017	0,304
11	capoforno	2,19	1,55	0,000	0,063	0,009	0,001	0,000	0,011	0,033
11	fonditore	2,87	1,89	0,000	0,156	0,022	0,002	0,000	0,016	0,247

Figura 3.1.3. Esposizione a PNOC in funzione delle mansioni.

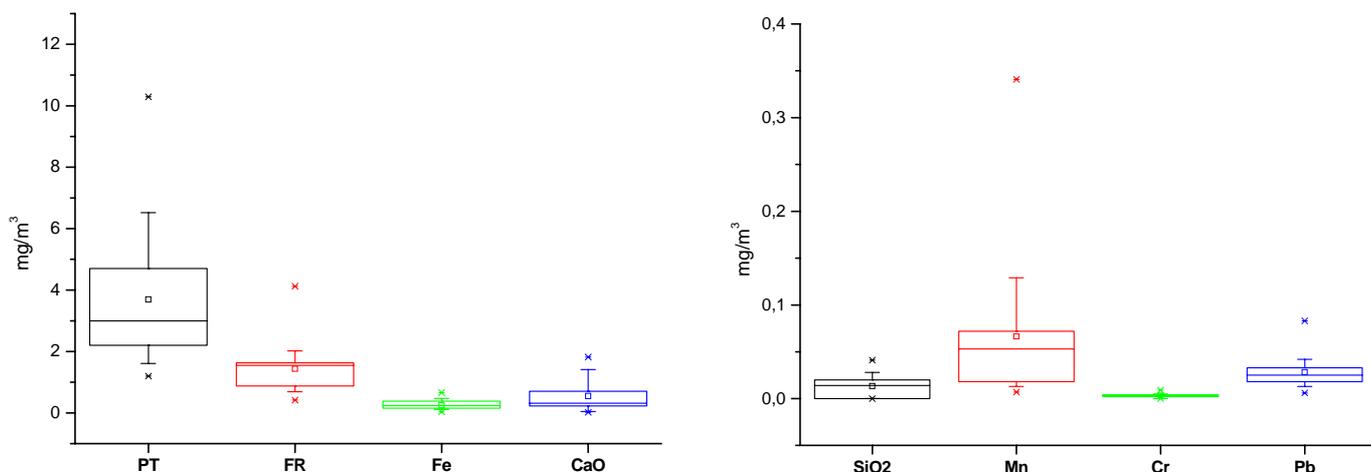
**Capo turno o Analista (coordinamento della produzione e controllo della qualità)
Capoforno (controllo e manovra del forno). Secondo o Terzo al forno (esecuzione delle operazioni)**



In presenza di segregazione del forno o dell'area forno, svolge un ruolo importante l'efficienza di captazione del sistema secondario, nel determinare le condizioni di esposizione degli addetti quando operano in prossimità del forno all'interno della segregazione, mentre prima intervenivano in un volume sottoposto a importante ventilazione.

Per la presenza di silice cristallina, in assenza di refrattari silicei utilizzati per i rivestimenti, possono giocare un ruolo gli accumuli pregressi che si mobilitano dalle strutture su cui sono depositati e la silice cristallina che può essere presente come impurezza nei materiali di consumo impiegati al forno (calce e carbone).

Figura 3.1.2. Area forno. Sintesi dei prelievi personali



Trattamento effluenti

I prelievi personali hanno interessato 2 mansioni indagate in 2 acciaierie. Nella Tabella 3.1.6 sono riportati i valori medi risultanti dalla ripetizione di campionamenti personali.

Tabella 3.1.6. Trattamento scoria. Valori medi (GM mg/m³) dei prelievi personali per le mansioni indagate

ACC	mansione	PT	FR	SiO2	Fe	Mn	Ni	Cr	Pb	CaO
10	manovratore carro scoria	2,35	0,70	0,000	0,161	0,009	0,001	0,002	0,006	0,840
11	addetto movimentazione scorie	1,91	1,28	0,000	0,062	0,013	0,000	0,000	0,012	0,297

Lavorazioni in siviera

I prelievi personali hanno interessato 2 mansioni indagate in 2 acciaierie. Nella Tabella 3.1.7 sono riportati i valori medi risultanti dalla ripetizione di campionamenti personali.

Tabella 3.1.7. Lavorazioni in siviera. Valori medi (GM mg/m³) dei prelievi personali per le mansioni indagate

ACC	mansione	PT	FR	SiO2	Fe	Mn	Ni	Cr	Pb	CaO
10	addetti fuori forno	7,72	2,32	0,000	0,252	0,117	0,002	0,004	0,014	6,118
11	addetto forno siviera	3,72	2,64	0,000	0,138	0,063	0,001	0,000	0,011	0,271

Colata

I prelievi personali hanno interessato 27 mansioni indagate in 8 acciaierie; si ricorda che le acciaierie 3, 5, 10 prevedono la solidificazione di lingotti, per l'ultima solo di una quota dei semilavorati.

Nella Tabella 3.1.8 sono riportati i valori medi risultanti dalla ripetizione di campionamenti personali.

Le concentrazioni riferite alle diverse mansioni caratterizzate sono trattate statisticamente in Figura 3.1.4.

Vanno segnalate alcune situazioni di rischio per PNOC, silice cristallina (riferita a colata in lingottiera) Mn e Pb. La presenza di piombo presumibilmente ha origine da ricadute che derivano dall'area forno presidiata in maniera insufficiente.

L'esposizione dei colatori colata continua è determinata in misura rilevante dal livello di automazione installato, che condiziona il numero degli operatori presenti e la durata e frequenza degli interventi richiesti sulle linee; nelle condizioni impiantistiche attuali che prevedono in maniera generalizzata il controllo di

livello in lingottiera, questa esposizione si può ritenere non più significativa durante il normale funzionamento dell'impianto di colata.

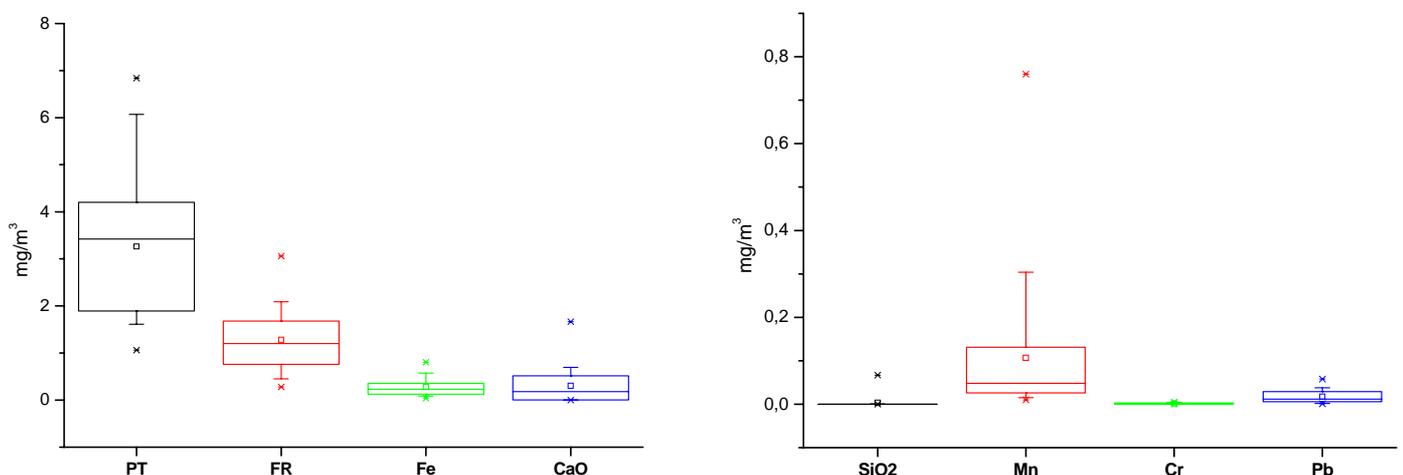
Ricordando che le concentrazioni vanno ritirate tenendo conto che risultano da prelievi di "polvere totale", l'analisi statistica ci consente di osservare che per il Mn si configura un numero significativo di situazioni non accettabili, riferite alle mansioni di sivierrista e colatore in fossa.

L'origine di queste esposizioni è da riferire soprattutto alle emissioni che si generano in sede di travaso dell'acciaio, dovuto anche alla necessità di effettuare interventi specifici in caso di malfunzionamento (in particolare, erogazione di ossigeno per la pulizia dello scaricatore sivierra).

Tabella 3.1.8. Area colata. Valori medi (GM mg/m³) dei prelievi personali riferiti a diverse mansioni indagate

ACC	mansione	PT	FR	SiO2	Fe	Mn	Ni	Cr	Pb	CaO
3	colatore lingottiera	1,61	0,63	0,000	0,243	0,320	0,002	0,002	0,010	0,095
3	colatore sivierra	3,78	1,47	0,000	0,571	0,760	0,005	0,004	0,023	0,223
3	gruista colata	1,06	0,41	0,000	0,160	0,021	0,001	0,001	0,006	0,063
4	addetto evacuazione	4,20	1,68	0,000	0,433	0,055		0,000	0,004	0,407
4	capo macchina CC	1,37	0,55	0,000	0,042	0,012		0,000	0,001	0,122
4	colatore	6,84	2,74	0,000	0,212	0,062		0,001	0,006	0,609
4	gruista colata	3,61	1,44	0,000	0,249	0,135		0,003	0,058	0,693
4	gruista fossa	1,89	0,76	0,000	0,059	0,017		0,000	0,002	0,168
4	sivierrista	4,06	1,62	0,000	0,804	0,304		0,005	0,006	0,434
5	addetto fossa	3,70	2,09	0,067	0,355	0,355			0,015	0,178
5	sivierrista	2,23	1,36	0,020	0,207	0,149			0,009	0,181
6	gruista colata	1,06	0,28	0,000	0,107	0,036	0,001	0,001	0,012	0,198
8	colatore	1,79	0,86	0,000	0,329	0,034	0,003	0,002	0,048	0,004
8	sivierrista	1,61	0,77	0,000	0,296	0,031	0,003	0,002	0,043	0,003
9	aiuto sivierrista	6,07	1,88	0,000	0,590	0,131		0,003	0,038	0,812
9	colatore di linea	3,43	1,06	0,000	0,330	0,048		0,002	0,022	0,434
9	jolly	3,68	1,14	0,000	0,230	0,028		0,002	0,007	0,518
9	sivierrista	5,12	1,59	0,000	0,640	0,053		0,004	0,030	0,812
10	capomacchina CC	2,02	0,45	0,000	0,161	0,024	0,001	0,003	0,012	0,000
10	colatore di sivierra	6,37	1,91	0,000	0,510	0,058	0,003	0,004	0,016	1,666
10	colatore lingottiera	1,90	0,42	0,000	0,084	0,014	0,001	0,001	0,005	0,000
10	gruista di colata	1,65	0,50	0,000	0,091	0,010	0,002	0,003	0,002	0,560
10	gruista slingottamento	2,76	0,83	0,000	0,126	0,015	0,005	0,001	0,002	0,000
11	capo macchina CC	6,50	2,54	0,000	0,208	0,083	0,000	0,000	0,029	0,000
11	colatore lingottiera	3,42	1,33	0,000	0,109	0,044	0,000	0,000	0,015	0,000
11	colatore sivierra	2,03	1,20	0,000	0,065	0,026	0,000	0,000	0,015	0,000
11	gruista colata	4,31	3,06	0,000	0,235	0,055	0,000	0,000	0,031	0,000

Figura 3.1.4. Area colata. Sintesi dei prelievi personali



Manutenzioni, ripristini, lavori ausiliari

I prelievi personali hanno interessato 14 mansioni indagate in 6 acciaierie.

Nella Tabella 3.1.9 sono riportati i valori medi risultanti dalla ripetizione di campionamenti personali.

Le concentrazioni riferite alle diverse mansioni caratterizzate sono trattate statisticamente in Figura 3.1.5.

Si evidenziano significative condizioni di rischio dovute alle PNOC e alla silice cristallina. Alcune mansioni evidenziano rischio per Mn e Pb. Da ricordare la presenza di colaticci di piombo, che si evidenziano durante la demolizione del crogiolo del forno.

Il rischio respiratorio è legato alle modalità di esecuzione (martello pneumatico sostenuto dall'operatore, oppure utilizzo di mezzo meccanico demolitore con addetto che opera in cabina). Le demolizioni siviera, se eseguite dalla cabina della macchina operatrice, comporta una significativa riduzione dell'esposizione.

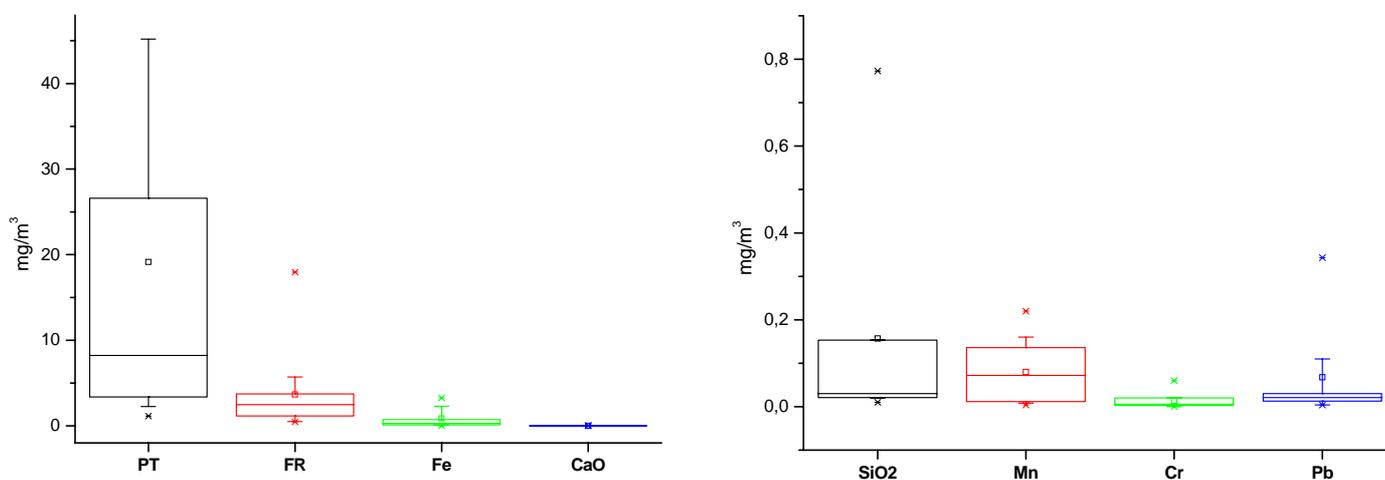
Il rischio respiratorio per gli addetti al rifacimento paniera è determinato dalla silice libera cristallina presente nei materiali eventualmente utilizzati (cementi, materiale riempimento retro pannello). La tecnologia di applicazione del refrattario con tecnica di spruzzo a umido può risultare risolutivo per questa esposizione.

La collocazione dell'area rifacimenti risente in maniera elevata, tenendo conto delle dinamiche con cui si sviluppa, della ricaduta di inquinanti provenienti da altre lavorazioni; in alcuni casi queste operazioni vengono localizzate negli spazi "residui" dell'acciaieria.

Tabella 3.1.9. Manutenzione, ripristini, lavori ausiliari.
Valori medi (GM mg/m³) dei prelievi personali riferiti a diverse mansioni indagate

ACC	mansione	PT	FR	SiO2	Fe	Mn	Ni	Cr	Pb	CaO
9	manutentore	21,27			2,290	0,220		0,009	0,016	0,000
5	muratore	1,12	0,67	0,010	0,000	0,136			0,004	0,062
7	addetto demolizione forno	89,86	17,97	0,773						
7	addetto demolizione paniera	2,45	0,49	0,021						
7	addetto rifacimento paniera	2,26	0,46	0,020						
9	demolizione paniera	14,66			0,720	0,072		0,020	0,021	0,000
9	demolizione tino	45,20	3,62		3,260	0,160		0,060	0,343	0,000
9	rifacimento paniera	4,31			0,280	0,025		0,006	0,110	0,000
10	preparazione placche	3,37	2,48	0,092	0,168	0,012	0,002	0,003	0,004	0,000
11	muratore	3,80	1,40		0,114	0,004	0,000	0,000	0,030	0,000
11	rifacimento paniera	4,18	2,51	0,030	0,071	0,008	0,000	0,000	0,013	0,000
8	addetto demolizione forno	40,73	5,70							
8	addetto demolizione paniera	26,60	3,72							
8	addetto rifacimento paniera	8,22	1,15	0,153						

Figura 3.1.5. Manutenzione, ripristini, lavori ausiliari. Sintesi dei prelievi personali



Valutazione di esposizione a composti organoclorurati persistenti, idrocarburi policiclici aromatici, metalli, radiazioni ionizzanti

In anni recenti il Centro di ricerca sui rischi chimici e radiochimici nella metallurgia secondaria, in collaborazione con la Cattedra di Igiene Industriale dell'Università degli Studi di Brescia, ha affidato ad Assoservizi un lavoro conoscitivo riferito all'esposizione e all'assorbimento da parte degli addetti di particolari sostanze con riferimento ad aree critiche nella lavorazione di acciaio mediante forno elettrico. Complessivamente sono state analizzate le aree di preparazione rottame, preparazione carica, preparazione acciaio, lavorazioni in siviera e colata, realizzando 11 campionamenti ambientali, e caratterizzando 13 mansioni cui sono corrisposti 18 campionamenti personali.

Tabella 3.1.10. Esposizione personale per i tre principali inquinanti di riferimento: Diossine (in I-TEQ e WHO-TEC), PCB e IPA (come benzo(a)pirene) (fonte: A. Corsini e altri)

DIOSSINE		area principale				altra area			esposizione personale			
Cod. Mansione	Mansione	tempo		descrizione	conc.	tempo	descrizione	conc.	conc. personale	conc. Personale max *	conc. personale	conc. Personale max *
unità d.m.		%	ore		pg I-TEQ/m ³	%		pg I-TEQ/m ³	pg I-TEQ/m ³	pg WHO-TEQ/m ³	pg WHO-TEQ/m ³	pg WHO-TEQ/m ³
P1	1°forno	90	7,2	cabina forno	0,25	5	Area Forno*	3,6	0,42	0,56	0,54	0,64
P2	2°forno	65	5,2	cabina forno	0,25	30	Area Forno*	3,6	1,25	2,11	1,77	2,37
P3	gruista PR	95	7,6	Parco Rottame	0,76				0,73		1,25	
P4	classificatore	95	7,6	Parco Rottame	0,76				0,73		1,25	
P5	sivierista	85	6,8	area LF	1,13	10	Area Forno*	3,6	1,33	1,62	1,55	1,75
P6	addetto LF	85	6,8	area LF	1,13	10	esterno	0,2	0,99		1,05	
P7	addetto C.C	50	4,0	Colata Continua	1,09	45	area LF	1,13	1,06	1,62	1,20	1,86
P8	analista LF	60	4,8	cabina analisi	0,2	35	area LF	1,13	0,53		0,55	
P9	manut.elett.	75	6,0	tutte	2,33	20	ufficio	0,2	1,80		2,42	
P10	manut.mecc.	75	6,0	tutte	1,11	20	ufficio	0,2	0,88		1,18	
P11	gruista CC	95	7,6	Colata Continua	0,84				0,81		0,96	
P12	capo mulino	75	6,0	mulino	0,3	20	nastri	0,3	0,30		0,66	
P13	cernita man.	20	1,6	cabina cernita	0,3	75	mulino	0,3	0,30		0,66	

PCB		area principale				altra area			esposizione personale	
Cod. Mansione	Mansione	tempo		descrizione	conc.	tempo	descrizione	conc.	conc. personale	conc. personale massima *
unità d.m.		%	ore		ng/m ³ Aroclor	%		ng/m ³ Aroclor	ng/m ³ Aroclor	ng/m ³ Aroclor
P1	1°forno	90	7,2	cabina forno	1,35	5	Area Forno*	36,69	3,07	4,47
P2	2°forno	65	5,2	cabina forno	1,35	30	Area Forno*	36,69	11,91	20,3
P3	gruista PR	95	7,6	Parco Rottame	36,69				34,88	
P4	classificatore	95	7,6	Parco Rottame	36,69				34,88	
P5	sivierista	85	6,8	area LF	0,57	10	Area Forno*	36,69	4,18	6,98
P6	addetto LF	85	6,8	area LF	0,57	10	esterno	0,5	0,56	
P7	addetto C.C	50	4,0	Colata Continua	4,05	45	area LF	0,57	2,31	4,36
P8	analista LF	60	4,8	cabina	0,5	35	area LF	0,57	0,52	
P9	manut.elett.	75	6,0	tutte	21	20	ufficio	0,5	15,88	
P10	manut.mecc.	75	6,0	tutte	10	20	ufficio	0,5	7,63	
P11	gruista CC	95	7,6	Colata Continua	3,11				2,98	
P12	capo mulino	75	6,0	mulino	7,67	20	nastri	500	105,78	
P13	cernita man.	20	1,6	cabina cernita	339	75	mulino	7,67	73,58	

IPA		area principale				altra area			esposizione personale	
Cod. Mansione	Mansione	tempo		descrizione	conc.	tempo	descrizione	conc.	conc. personale	conc. personale massima *
unità d.m.		%	ore		ng/mc	%		ng/mc	ng/mc	ng/mc
P1	1°forno	90	7,2	cabina forno	1,5	5	Area Forno*	16,4	2,20	2,55
P2	2°forno	65	5,2	cabina forno	1,5	30	Area Forno*	16,4	5,92	8,08
P3	gruista PR	95	7,6	Parco Rottame	7				6,68	
P4	classificatore	95	7,6	Parco Rottame	7				6,68	
P5	sivierista	85	6,8	area LF	6	10	Area Forno*	16,4	6,77	7,49
P6	addetto LF	85	6,8	area LF	6	10	esterno	0,5	5,18	
P7	addetto C.C	50	4,0	Colata Continua	46,2	45	area LF	6	25,83	49,23
P8	analista LF	60	4,8	cabina	0,5	35	area LF	6	2,43	
P9	manut.elett.	75	6,0	tutte	22	20	ufficio	0,5	16,63	
P10	manut.mecc.	75	6,0	tutte	11	20	ufficio	0,5	8,38	
P11	gruista CC	95	7,6	Colata Continua	35,5				33,75	
P12	capo mulino	75	6,0	mulino	0,5	20	nastri	0,5	0,50	
P13	cernita man.	20	1,6	cabina cernita		75	mulino	0,5	0,40	

L'esposizione per le diverse mansioni a POPs, tenendo conto delle difficoltà di analisi di campionamenti effettuati con tecnica personale, è stata ricavata tenendo conto della permanenza e della durata della permanenza nelle diverse aree monitorate con campionamenti ambientali.

Lo studio ha ritenuto opportuno condurre in parallelo anche campionamenti di polveri totali e di metalli, al fine di avere un quadro completo della situazione espositiva, in particolare tenendo conto che i POPs (Persistent Organic Pollutants) in ambiente sono spesso adsorbiti e veicolati dal particolato.

Le concentrazioni delle polveri e dei metalli monitorati sono sintetizzate rispettivamente in Tabella 3.1.11 e Tabella 3.1.12 per i campionamenti ambientali e per i campionamenti personali.

Tabella 3.1.11. Campionamenti ambientali: quadro riassuntivo dei risultati ottenuti (polveri totali e metalli)
(fonte: A. Corsini e altri)

POLVERI E METALLI PESANTI											
		A1			A2			A3	A4	A5	A6
Area		Area forno			Cabina forno			Parco Rott.	area L.F.	mulino	Colata Cont.
Polveri totali	mg/m ³	7,17	6,07	2,25	0,37	0,68	1,12	1,52	0,78	0,76	1,79
Cadmio	µg/m ³	1,70	0,83	0,18	< 0,20	< 0,09	< 0,09	< 0,2	< 0,2	0,16	< 0,2
Cromo totale	µg/m ³	12,60	5,53	1,55	< 0,20	< 0,34	0,8	0,80	1,53	0,49	1,03
Cromo VI	µg/m ³	< 0,20	< 0,104	< 0,11	< 0,20	< 0,09	< 0,09	< 0,2	< 0,2	< 0,1	< 0,2
Molibdeno	µg/m ³	0,60	0,44	0,24	< 0,40	< 0,19	< 0,19	< 0,2	0,25	< 0,2	0,92
Vanadio	µg/m ³	< 0,30	1,46	2,06	< 0,20	< 0,19	< 0,19	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Antimonio	µg/m ³	< 0,40	0,75	< 0,328	< 0,40	< 0,19	< 0,19	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,30
Manganese	µg/m ³	92,60	60,79	6,62	5,80	2,53	6,43	6,34	32,40	3,63	15,00
Piombo	µg/m ³	307,50	138,28	28,39	2,80	11,20	17,76	12,20	10,96	29,07	38,50
Rame	µg/m ³	14,70	8,63	3,48	0,80	0,93	1,63	1,77	4,18	1,79	19,21
Zinco	µg/m ³	1675,20	1618,22	165,80	12,30	49,27	104,82	303,75	48,60	121,60	111,18
Cobalto	µg/m ³	0,20	0,21	< 0,2	< 0,20	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Arsenico	µg/m ³	< 0,41	0,25	< 0,2	< 0,40	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,92
Stagno	µg/m ³	1,40	1,77	0,71	< 0,20	< 0,2	0,26	0,25	0,35	0,26	2,04
Nichel	µg/m ³	2	3,95	1,37	< 0,20	0,23	0,28	0,55	1,34	0,24	1,77
Alluminio	µg/m ³		630,19	24,98	0,00	20,41	8,91	14,45	8,97	6,82	18,93
Ferro	µg/m ³		636,07	358,89	0,00	34,78	83,90	128,78	120,41	68,39	224,63

Tabella 3.1.12. Campionamenti personali: quadro riassuntivo dei risultati ottenuti (polveri totali e metalli)
(fonte: A. Corsini e altri)

		P1	P2		P3	P4	P5	P6	P7		P8	P9	P10	P11	P12	P13				
transione		1°forno	2°forno		gruista PR	classifica tore	sivrenista	addetto LF	addetto C C		ansista	manut. el. ecc.	manut. m. ecc.	gruista CC	capo m. lino	cernia m.				
Polveri totali	mg/m ³	1,00	0,88	2,52	2,49	4,88	0,85	1,55	1,60	1,00	4,69	1,15	1,15	0,68	1,76	3,71	0,86	0,99	0,79	
Cd	Cadmio	µg/m ³	< 0,99	< 0,88	< 0,98	< 0,6	< 0,7	< 1	< 1	< 1	< 1	< 0,6	< 0,7	< 1	< 1	< 1	< 1	< 0,6	< 0,6	
Cr	Cromo totale	µg/m ³	< 99	< 1,35	2,58	5,83	3,51	< 1	1,39	3,74	8,42	4,45	< 1	< 1	27,82	3,11	4,89	< 0,6	< 1	
Cr VI	Cromo VI	µg/m ³	< 99	< 0,58	< 0,98	< 0,6	< 0,7	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 0,6	< 0,6	
Mo	Molibdeno	µg/m ³	< 193	< 1,35	< 1,988	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	8,41	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	
V	Vanadio	µg/m ³	< 99	< 1,35	< 0,98	3,49	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	
Sb	Antimonio	µg/m ³	< 198	< 1,35	< 1,988	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1,24	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	
Mn	Manganese	µg/m ³	4,83	5,00	29,75	13,83	15,39	8,93	7,51	18,92	37,31	38,30	15,77	12,20	156,79	13,26	19,30	6,97	2,83	3,23
Pb	Piombo	µg/m ³	13,63	19,19	63,18	35,14	89,62	16,97	12,93	14,97	7,72	23,92	16,15	16,50	6,22	58,10	96,94	9,76	17,35	14,32
Cu	Rame	µg/m ³	0,99	1,76	4,96	4,05	7,43	3,22	2,79	9,33	7,34	114,25	10,13	6,31	8,17	4,51	6,84	2,21	1,35	1,94
Zn	Zinco	µg/m ³	35,57	78,78	343,55	264,75	517,67	71,85	52,78	54,76	22,42	39,99	38,72	53,98	18,27	283,08	519,20	30,08	62,81	50,58
Co	Cobalto	µg/m ³	0,99	< 1,35	< 0,976	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1,40	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
As	Arsenico	µg/m ³	< 1,975	< 1,35	< 1,988	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	5,71	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Sn	Stagno	µg/m ³	< 1,975	< 1,35	< 1,988	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	8,20	< 1	< 1	< 1	< 1	1,63	< 1	< 1	< 1	< 1
Ni	Nichel	µg/m ³	< 1,976	< 1,35	< 988	24,39	3,09	< 1	< 1	< 3	1,34	22,61	1,28	< 1	2,40	< 1	1,63	< 1	< 1	< 1
Al	Alluminio	µg/m ³		10,54	164,08	34,64	9,36	31,71	40,34	9,33	11,89	11,54	9,90	15,24	19,51	80,83	50,41	10,43	6,58	
Fe	Ferro	µg/m ³		86,89	203,04	373,91	134,32	261,79	246,43	177,19	2824,86	141,54	158,11	357,14	241,21	219,67	29,15	78,00	78,32	

In questo paragrafo risulta di particolare interesse mettere in relazione i valori medi di polveri totali e metalli che risultano dal campione di acciaierie indagate negli anni '90, restituite nel precedente profilo di rischio, con le concentrazioni riferite ad analoghe sostanze individuate con la ricerca condotta nel 2003.

Tabella 3.1.13. Concentrazioni campione acciaierie 1992-1998 (escursione valori medi riferiti alla mansione) e acciaieria 2003 (singoli prelievi)

	PT (mg/m ³)	Fe (mg/m ³)	Mn (mg/m ³)	Ni (mg/m ³)	Cr (mg/m ³)	Pb (mg/m ³)
Area preparazione carica						
Gruista parco rottame						
1992-98	1,47-2,80	0,46-0,469	0,004-0,020	<0,001-0,008	<0,001-0,008	0,003-0,030
2003	0,85	0,134	0,007	<0,001	<0,001	0,017
Classificatore rottame						
1992-98	3,47	0,090	0,007	<0,001	<0,001	0,016
2003	1,65	0,262	0,008	<0,001	0,001	0,013
Area forno						
Primo al forno						
1992-98	1,20-5,24	0,036-0,295	0,009-0,072	<0,001-0,004	<0,001-0,004	0,011-0,083
2003	0,88-1,00	0,087-0,098	0,005-0,005	<0,002	<0,001	0,014-0,019
Secondo al forno						
1992-98	1,61-10,29	0,126-0,660	0,007-0,226	<0,001-0,004	<0,001-0,006	0,006-0,059
2003	2,49-4,88	0,203-0,374	0,014-0,030	<0,001-0,025	0,003-0,006	0,035-0,090
Area lavorazioni in siviera						
Addetto LF						
1992-98	3,72-7,72	0,138-0,252	0,063-0,117	0,001-0,002	<0,001-0,004	0,011-0,014
2003	1,00	0,177	0,037	0,001	0,008	0,008
Analista						
1992-98	0,94	0,028	0,018	<0,001	<0,001	0,003
2003	0,68	0,357	0,157	0,002	0,028	0,006
Area lavorazioni in siviera						
Gruista colata continua						
1992-98	1,06-4,31	0,091-0,249	0,010-0,135	<0,001-0,002	<0,001-0,003	0,002-0,058
2003	0,86	0,029	0,007	<0,001	<0,001	0,010
Sivierista						
1992-98	1,61-6,07	0,207-0,804	0,031-0,304	<0,001-0,003	<0,001-0,005	0,006-0,043
2003	1,60	0,246	0,019	0,003	0,004	0,015
Colatore siviera (*)						
1992-98	2,03-6,37	0,065-0,571	0,026-0,760	<0,001-0,005	<0,001-0,004	0,015-0,023
2003						
Addetto colata continua						
1992-98	1,37-6,34	0,042-0,330	0,012-0,320	<0,001-0,003	<0,001-0,003	0,001-0,048
2003	1,15-4,68	0,141-2,823	0,012-0,038	0,001-0,023	<0,001-0,004	0,016-0,024

Osservando l'evoluzione delle esposizioni e delle concentrazioni di alcuni particolari metalli, risultano evidenti alcune modalità di lavoro che hanno subito significative variazioni:

- il primo al forno (o capo forno) con l'attuale organizzazione agisce esclusivamente in cabina forno, salvo coordinare alcune operazioni di ripristino o manutenzione riferite al forno non attivo;
- il numero dei fonditori (secondo al forno, eventuale terzo al forno) è ridotto all'interno della squadra di lavoro;
- lo spillaggio espone a minori emissioni, sia per la configurazione EBT, sia perché l'operazione viene sorvegliata da postazione protetta e le aggiunte in siviera sono effettuate con modalità meccanizzate;
- l'affinazione in siviera viene effettuata esclusivamente in impianti LF (o simili) con il governo delle operazioni da cabina protetta;
- l'attività dell'analista è ora concentrata nell'area di lavorazione in siviera in ausilio all'addetto LF;
- per un corretto confronto si è riportata la mansione del "colatore siviera", indicato con (*) in Tabella 3.21, che presidia in maniera praticamente esclusiva il colaggio dalla siviera alla paniera in colata continua, mansione che nella "acciaieria 2003" è svolta dal sivierista.

3.1.2 Valutazione esposizione a rumore

Le indagini a cui si fa riferimento sono state condotte successivamente al 1994 in diverse acciaierie elettriche italiane, destinate a fornire semilavorati tramite colata continua e solidificazione in lingottiera.

Queste indagini sono state selezionate perché si riferiscono a un campione composito di acciaierie che vedono forni in grado di rappresentare le differenziate situazioni impiantistiche tuttora attive, di apprezzare i risultati ottenibili con soluzioni diverse di segregazione del forno, nonché di valutare l'efficacia, per quanto concerne il contenimento dell'esposizione a rumore, ottenuta con interventi tecnologici e organizzativi introdotti successivamente alla valutazione del rumore e verificati strumentalmente.

Le rilevazioni riferite a posizioni fisse sono state effettuate tenendo conto della variabilità della rumorosità presente nell'area. Le valutazioni degli addetti sono state effettuate analogamente a quanto previsto dalla normativa italiana vigente (D.L. 277/91). Sono riportate le misure di area ritenute più significative per caratterizzare le principali sorgenti. In queste valutazioni sono coinvolti oltre 600 addetti di cui sono state indagate le principali mansioni lavorative.

In Tabella 3.1.14 vengono riportate le principali caratteristiche delle acciaierie indagate.

Tabella 3.1.14. Principali caratteristiche delle acciaierie indagate

ACC	Addetti	FORNO				FUORI FORNO	COLATA n. x linee
		Prestazione (t/h)	Capacità (t)	Potenza MVA (el) + MW (termica)	Confinamento		
1	190	75-80	85	50 + 20	Forno non segregato Poi: segregazione parziale	LF	1 x 5
2	140	50-55	80	50 + 12	Dog-house	LF	1 x 5
3	170	40-50	80	36 + 8	Modulo (pareti non complete)	LF	2 x 4
4	110	70	80	55 + 10	Dog-house	LF VD	1 x 3 lingotti

Tabella 3.1.15. Mansioni che percorrono tutte le aree. Rilevazioni rumore

ACC	Posizione Mansione	Livello equ. L _{eq} dB(A)	Esposizione L _{EP} dB(A)	osservazioni
2	Platea esterna forno Zona transito forno FE - LF Capoturno	91.2-91.7 80.6	90.6	Forno con dog-house
3	Cabina di lavoro Area forno Area insufflazione Capoturno	74.5-81.3 75.7-108.4 77.2-84.9	89-96	Modulo forno (pareti non complete)
4	Capo acciaieria Capo turno Responsabile area a caldo		81.6 84.2 83.9	Forno con dog-house

Tabella 3.1.16. Area rottame. Rilevazioni rumore

ACC	Posizione Mansione	Livello equ. L_{eq} dB(A)	Esposizione L_{EP} dB(A)	osservazioni
1	A terra nel parco Addetto pulizia vagoni Gruisti Cabina carico cesta	83.9-87.6 75.9-83.9	 86.1 70.0-83.0	Area esterna non significativamente interessata dal rumore del forno
2	Cabina parco rottame Cabina carro ponte Gruista parco rottame Area aggancio cesta a gru di carica Classificatore	67.8 84.5 86.2	 84.3 85.3	Area esterna non significativamente interessata dal rumore del forno
4	Cabina parco rottame Responsabile parco rottame Cabina carro ponte Gruista parco rottame Posizione classificazione rottame con movimento locomotiva e scarico rottame Classificatore Pesatore	63.9 82.2 66.0 86.7-90.8	83.0 81.9 85.3-88.3 91.1	Area esterna non significativamente interessata dal rumore del forno

La rumorosità in questa area è determinata dalla principale sorgente dell'acciaiera, cioè il forno elettrico ad arco, il cui tipico andamento di rumorosità è riportato in Figura 3.1.6 e dipende principalmente dalle condizioni di erogazione della potenza e di discontinuità dell'arco all'interno, prima del rottame e poi del metallo fuso.

I livelli di rumore rilevati in area forno crescono all'aumentare della potenza elettrica specifica ($L_{eq} = f \text{ MW}/t$ capacità forno) e sono modulati da una ulteriore serie di parametri legati principalmente alle caratteristiche dell'impianto e alla conduzione: fra questi particolarmente importanti le modalità con cui si effettua la prima fase, più rumorosa, di fusione e la presenza di scoria schiumosa che agisce anche con funzione isolante per l'arco elettrico.

Figura 3.1.6. Tipico andamento del L_{eq} per un ciclo (tap to tap 42 minuti) con tre ceste rilevato in platea forno

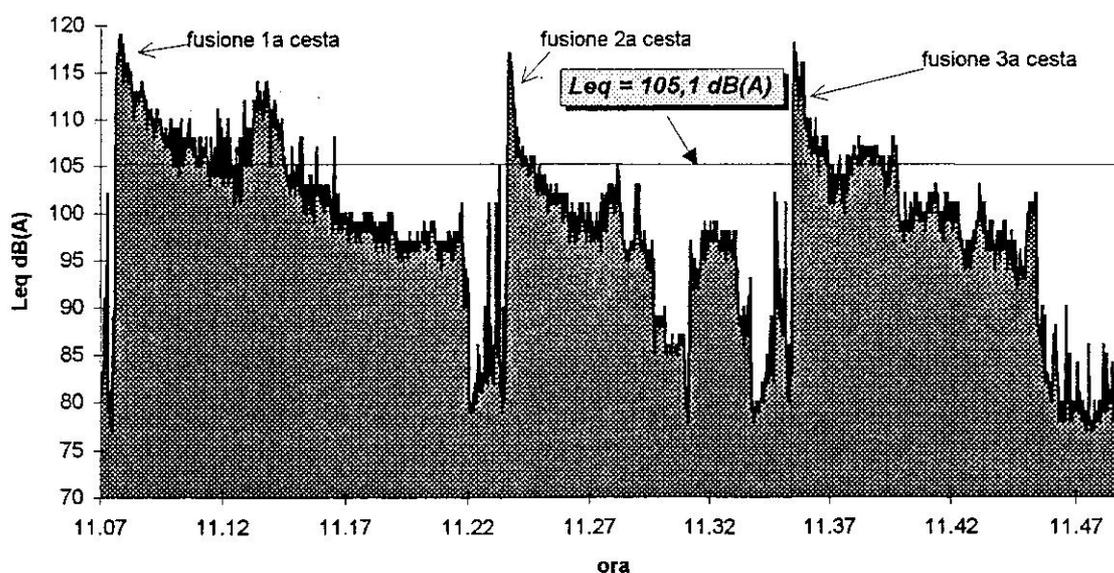


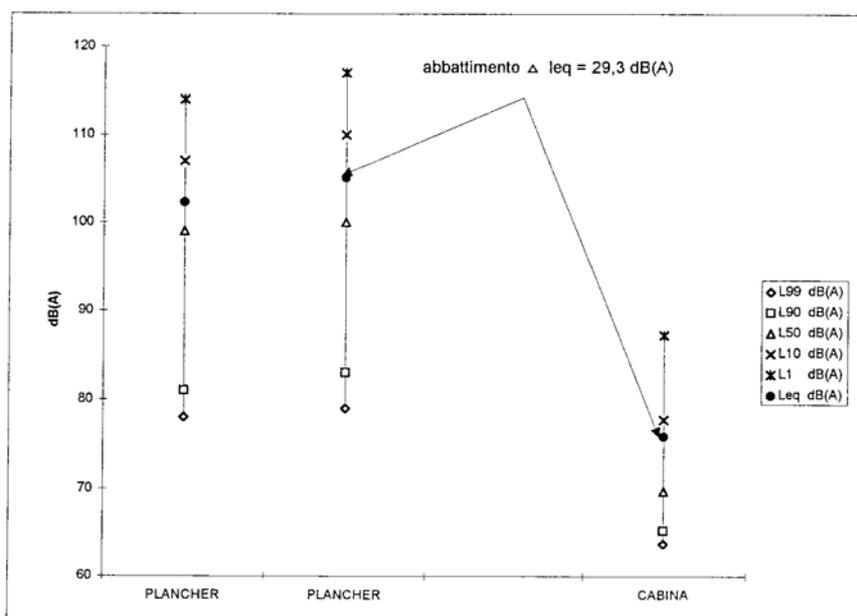
Tabella 3.1.17. Area forno. Rilevazioni rumore

ACC	Posizione Mansione	Livello equ. L _{eq} dB(A)	Esposizione L _{EP} dB(A)	osservazioni
1	Cabina forno Platea remota (carico ferroleghie) Platea forno (tutto il ciclo) Cabina additivi Primo al forno Secondo al forno Terzo al forno Chimico Gruista carico cesta Gruista colata	77.6-82.5 96.2 100.5-101.9 79.2-81.7		Forno non segregato
1	Cabina forno Platea remota (carico additivi) Platea forno (tutto il ciclo) Cabina additivi Gruista carico cesta	75.8 94.9-95.3 102.3-105.1 84.5-86.7		Trasformatore più potente (Figura)
1	Cabina forno Platea forno (tutto il ciclo) Cabina pulpito spillaggio Gruista carico cesta	72 100-101 71		Inserita segregazione parziale + insonorizzazione migliorata + modificate modalità innesco arco + nuova struttura + insonorizzazione migliorata
2	Cabina forno Platea remota Zona pesatura rottame Platea forno (tutto il ciclo) Platea forno (solo insufflazione ossigeno) Primo al forno Secondo al forno Terzo al forno Platea forno (tutto il ciclo) Platea forno (solo insufflazione ossigeno) Primo al forno Secondo al forno Terzo al forno	70.0 76.0-77.3 88.3 90.6-93.0 96.0		Forno con dog-house Dog-house aperta per insufflazione Dog-house aperta per insufflazione Dog-house aperta per insufflazione Dog-house aperta per insufflazione Dog-house chiusa per insufflazione Dog-house chiusa per insufflazione Dog-house chiusa per insufflazione Dog-house chiusa per insufflazione
3	Cabina forno Platea remota (interventi e transiti) Platea forno (tutto il ciclo) Primo al forno Secondo al forno Analista Gruista carico cesta Gruista colata	74.5-81.3 74.7-100.4 102.9-105.5		Modulo forno (pareti non complete)
4	Cabina forno Platea remota (zona additivi e prep. elettrodi) Platea forno (solo affinazione) Postazione spillaggio Primo al forno Secondo al forno Cabina carroponete carico cesta Gruista carico cesta Gruista colata	78.3 79.2-85.0 88.9-91.5 90.6		Forno con dog-house
			84.0 88.7 79.5 75.8	

Figura 3.1.7. Acciaieria 1. Area forno. Abbattimento garantito dalla cabina forno

COLATA N.	3055	3056	3055-3056	ABBATTIMENTO Δ (*)
POSIZIONE	PLANCHER	PLANCHER	CABINA	dB(A)
L99 dB(A)	78	79	63,7	15,3
L90 dB(A)	81	83	65,2	17,8
L50 dB(A)	99	100	69,7	30,3
L10 dB(A)	107	110	77,7	32,3
L1 dB(A)	114	117	87,2	29,8
Leq dB(A)	102,3	105,1	75,8	29,3

(*) ABBATTIMENTO CALCOLATO UTILIZZANDO I VALORI RELATIVI ALLA COLATA N. 3056
(i rilievi effettuati in cabina non sono perfettamente contemporanei)



Contrariamente a quanto spesso previsto in sede progettuale, la realizzazione della segregazione non modifica in misura rilevabile i livelli di rumore in platea forno, a indicare che l'effetto di riflessione della parete non risulta significativo.

La cabina forno garantisce un significativo abbattimento del livello esterno; ma livelli di esposizione confortevoli all'interno delle cabine forno sono ottenuti solo con soluzioni ancora più efficaci (completo isolamento della struttura dalla platea, tripla vetratura, doppia porta, ecc.).

La permanenza in area forno, durante le fasi iniziali di fusione, per pochi minuti in un turno di lavoro, compromette l'esposizione degli addetti, esposti direttamente o esposti in modo indebito, e configura situazioni di rischio.

Con i rilievi effettuati nell'acciaieria 2 è possibile apprezzare in particolare l'efficacia della dog-house mantenuta chiusa durante un'operazione svolta durante l'affinazione di insufflazione ossigeno, realizzata tramite manipolatore lancia in sostituzione di lancia manipolata dall'operatore; questa meccanizzazione riduce in misura importante l'esposizione degli operatori al forno che eseguono questa operazione durante l'affinazione.

Tabella 3.1.18. Trattamento scoria. Rilevazioni rumore

ACC	Posizione Mansione	Livello equ. L _{eq} dB(A)	Esposizione L _{EP} dB(A)	osservazioni
2	Palista		85.1	
4	Cabina carro asportazione paiola scoria	90.3-94.7		

Tabella 3.1.19. Area siviere e fuori forno. Rilevazioni rumore

ACC	Posizione Mansione	Livello equ. L _{eq} dB(A)	Esposizione L _{EP} dB(A)	osservazioni
1	Area riscaldamento siviere Sivierista Cabina LF Platea LF	90.1-92.1 64.9-68.8 85.6-90.1	 90.9	Forno non segregato (Figura) (Figura)
2	Cabina lavorazione fuori forno Platea lavorazione fuori forno Addetto LF/ Analista Platea forno zona colata Area ripristino siviere Addetto siviera	74.3 86.5 86.0 84.0	 84.9 87.1	Forno con dog-house
3	Area forno durante affinazione e spillaggio Percorso siviera Area colata continua Sivierista	74.5-97.0 83.1-83.9 84.1-94.3	 88-95	Modulo forno (pareti non complete)
4	Area rifacimento cassette Postazione preparazione siviere Postazione inserimento siviera allo spillaggio Sivierista Cabina LF/ VD Platea VD Addetto LF/ VD	82.0 82.9-85.4 91.0 70.2 82.4	 85.4 84.9	Forno con dog-house

Figura 3.1.8. Area forno. Cabina forno. Figura 3.1.9. Area lavorazioni fuori forno. Cabina in platea LF

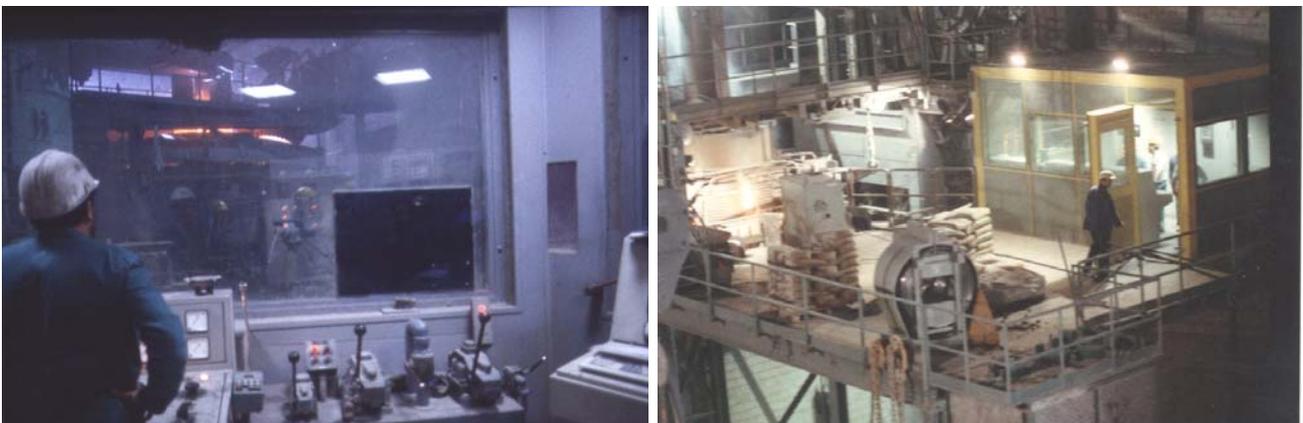


Figura 3.1.10. Acciaieria 1. Area lavorazione in siviera. Abbattimento garantito dalla cabina LF

AFFINAZIONE COLATA N.	3059			IMPIANTO FERMO			3060		
	POSIZIONE	PLANCHER	CABINA	ABBATT. Δ dB(A)	PLANCHER	CABINA	ABBATT. Δ dB(A)	PLANCHER	CABINA	ABBATT. Δ dB(A)
L99 dB(A)	83	61	22	81	61	20	82	61	21
L90 dB(A)	84	62	22	82	61	21	85	62	23
L50 dB(A)	87	64	23	85	62	23	88	65	23
L10 dB(A)	93	70	23	90	66	24	93	71	22
L1 dB(A)	98	78	20	93	75	18	102	79	23
Leq dB(A)	88,7	67,7	21,0	85,6	64,9	20,7	90,1	68,8	21,3

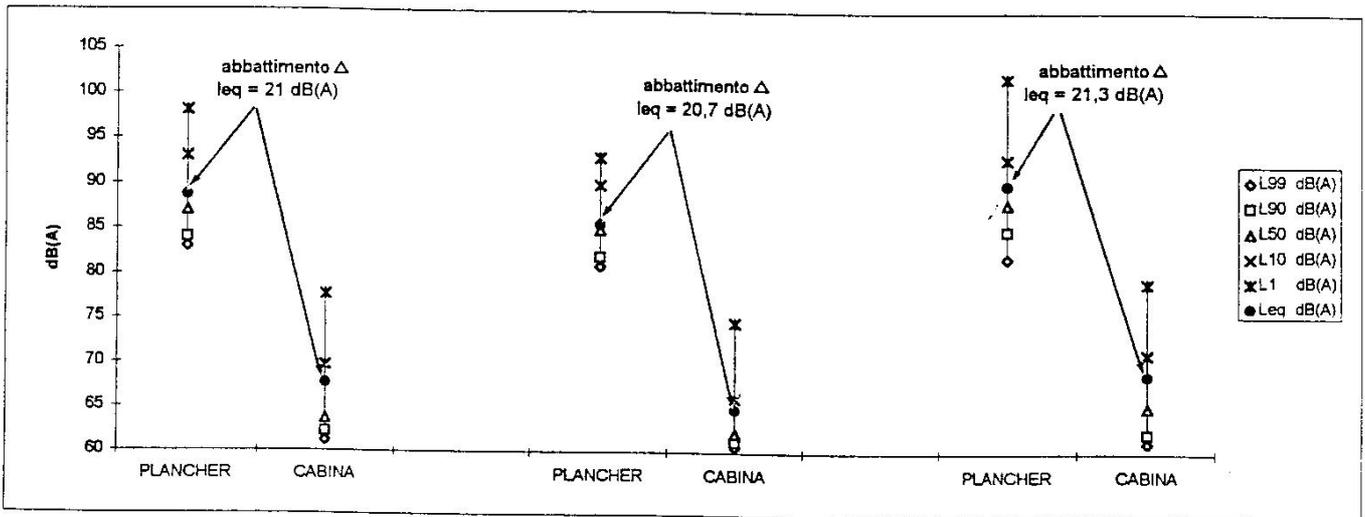
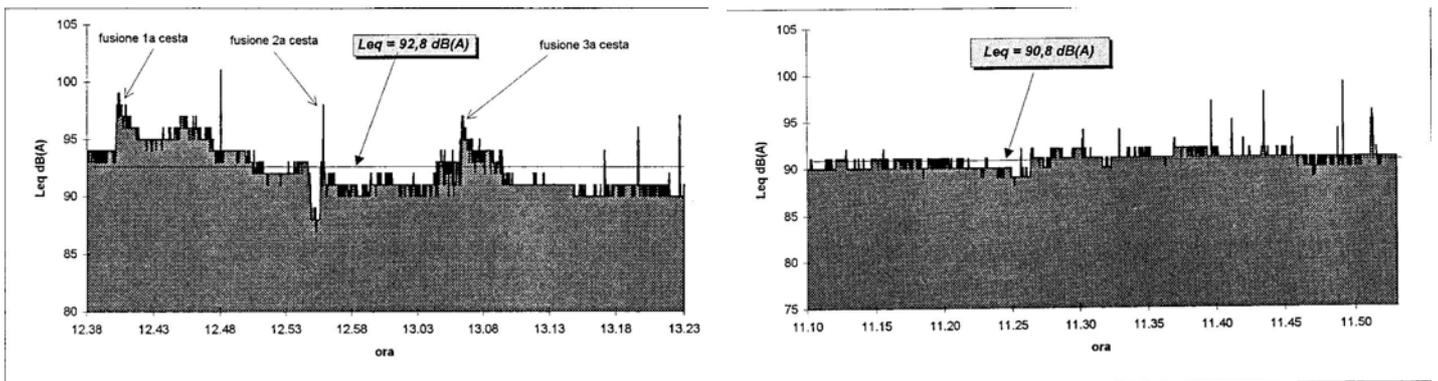


Figura 3.1.11. Acciaieria 1. Tipico andamento del Leq per un ciclo rilevato in area colata a sinistra posizione colatore siviera, a destra piano colatori lingottiera



Si può osservare che l'area di colata continua mantiene una rumorosità sostanzialmente costante, generata da fonti endogene (flussi di raffreddamento interni alla macchina, bruciatori di riscaldamento, ecc.), mentre le sorgenti esterne, principalmente il forno, possono essere più riconoscibili solo per le posizioni non schermate dalla macchina di colata (postazione colatore siviera che opera in posizione elevata), mentre sono completamente mascherate in platea (Figura 3.16).

Tabella 3.1.20. Area colata. Rilevazioni rumore

ACC	Posizione Mansione	Livello equ. L _{eq} dB(A)	Esposizione L _{EP} dB(A)	osservazioni
1	Cabina colata	74.4-86.2		Forno non segregato
	Area transito colata - forno	95.8		
	Assistente capoturno		94.6	
	Colatore siviera		105.8	
	Colatori di linea		92.1-98.3	
	Gruista di colata		75.9	
1	Cabina colata	66.2-67.9		Inserita segregazione
	Platea colatore siviera	91.2-93.6		Impianto allontanato dal forno (Figura)
	Platea colatori di linea	90.0-91.0		(Figura)
3	Cabina controllo colata	60.2-64.8		Modulo forno (pareti non complete)
	Cabina controllo pulpitista	60.2-64.8		
	Cabina di sosta	58.8-59.2		
	Platea colatori di linea (tutto il ciclo)	84.1-94.3		
	Piano pompe (periodo di ripristino macchina)	88.3-91.8		
	Piano evacuazione (durante colaggio)	91.5-95.2		
	Piano evacuazione (durante ripristino)	84.2-85.9		
	Cabina carro ponte colata in fossa	74.9-76.7		
	Postazione colaggio in fossa	83.5		
	Cabina carro ponte slingottamento	69.5		
	Capo macchina		91	
	Colatore		88-92	
	Addetto evacuazione		89	
	Meccanico colata continua		90	
	Gruista aiuto colata		90	
4	Cabina controllo colata	68.5		Forno con dog-house
	Pulpito colata	62.1-66.8		Forno non funzionante
	Pulpito colata	85.7		Forno funzionante
	Pulpitista		67.1	
	Platea colatori di linea (tutto il ciclo)	88.9-89.0		
	Postazione colatore siviera	87.1		
	Piano evacuazione	81.2-84.0		
	Posizione taglio (cannelli)	84.5-88.5		
	Cabina carro ponte colata	79.0		
	Cabina carro ponte evacuazione	78.2-81.1		
	Responsabile colata continua		83.3	
	Colatore		87.6-88.1	
	Gruista evacuazione		79.5	
	Responsabile spedizione		79.3	
	Addetto movimentazione materiali ausiliari		86.8	

Nelle posizioni adiacenti al forno, impegnate dall'esecuzione di lavori ausiliari, risulta fondamentale il contributo di insonorizzazione che si può ricavare con la segregazione del forno. In acciaieria 1 la postazione di demolizione e rifacimento tino è collocata ai piedi del forno senza interruzione e risente della medesima rumorosità della platea, mitigata solo da una maggiore distanza.

Le postazioni di rifacimento panierina presentano un andamento analogo: la segregazione parziale risulta generalmente non efficace per interrompere in misura completa la propagazione del rumore dal forno (area riscaldamento panierina in Figura 3.18); aumentando la distanza dal forno il rumore prodotto in zona si sovrappone e rende meno riconoscibile il rumore provocato dal forno stesso, che contribuisce con importanti picchi a inizio fusione.

Tabella 3.1.21. Area refrattari. Rilevazioni rumore

ACC	Posizione Mansione	Livello equ. L_{eq} dB(A)	Esposizione L_{EP} dB(A)	osservazioni
1	Area demolizione e rifacimento tino	89.8-97.8		Forno non segregato
	Addetto demolizione tino		96.8	
	Cabina manutenzione siviere	75.9		
	Addetto ricostruzione siviera		90.8	
	Area demolizione e rifacimento paniere	90.8-95.1		
	Addetti demolizione e ricostruzione paniere		90.8-95.1	
1	Area demolizione e rifacimento tino	93.1-94.1		Inserita segregazione parziale (Figura)
	Area demolizione e rifacimento paniere	85.8-90.0		
	Area riscaldamento paniere	88.4-89.3		
2	Zona rifacimento	84.5		Forno con dog-house
	Area magazzino	77.0		
	Muratore		83.6	
4	Zona rifacimento placche	78.2-80.0		
	Zona rifacimento colonne	80.0-94.6		
	Responsabile colata in fossa		83.9	
	Addetto fossa		82.6	
	Cabina carroponte movimentaz. lingottiere	81.9-84.7		
	Cabina automezzo movimentaz. carri colata	81.8		
	Gruista di colata		80.1	
	Gruista di fossa		81.3	
	Area riparazione lingottiere	97.0-102.7		
	Area demolizione con martello pneumatico	102.7		
	Addetto muratore		81.8	
	Addetto riparazioni		101.3	

Figura 3.1.12. Tipico andamento del L_{eq} per un ciclo rilevato in area rifacimento tino senza segregazione del forno

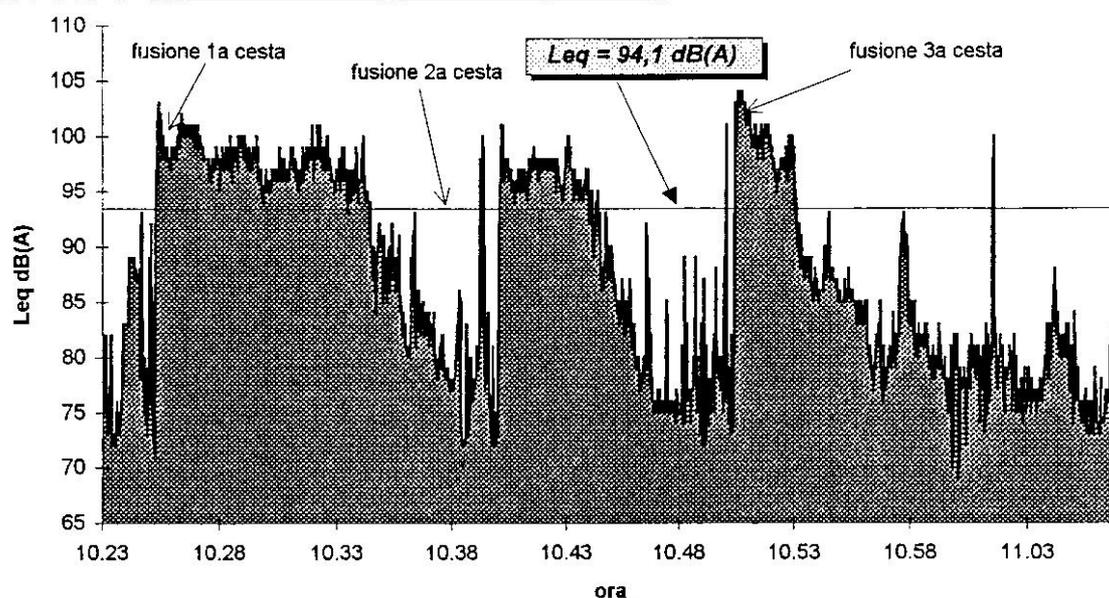


Figura 3.1.13. Tipico andamento del Leq per un ciclo rilevato in area riscaldo paniere e rifacimento paniere

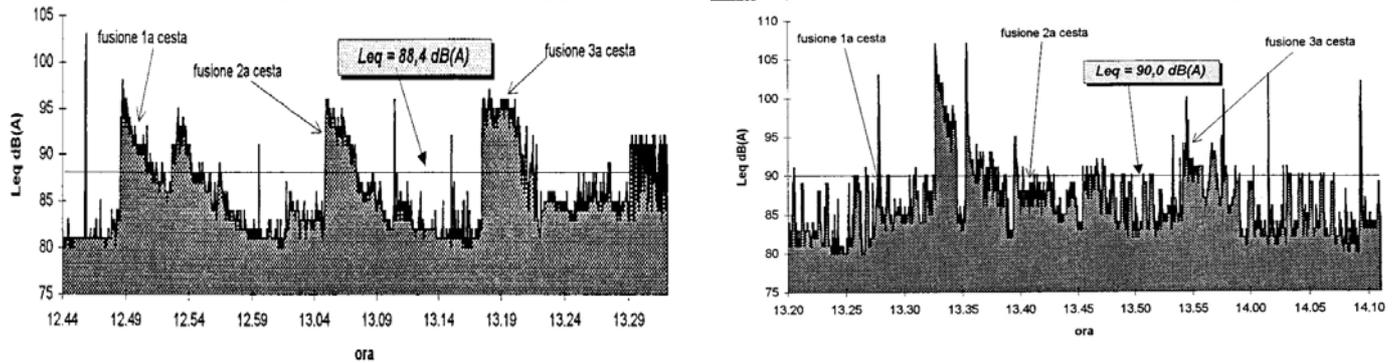


Tabella 3.1.22. Manutenzione, ripristini, lavori ausiliari. Rilevazioni di rumore

ACC	Posizione Mansione	Livello equ. L _{eq} dB(A)	Esposizione L _{EP} dB(A)	osservazioni
2				Forno con dog-house
	Platea remota	89.0-85.3		
	Cabina forno	80.6-83.3		
	Meccanico forno		90.2	
	Manutentore meccanico elettrico		87.9	
	Elettricista giornaliero		86.5	
	Platea forno	88.2		
	Piazzali	85.0		
	Carrellista materiali ausiliari		86.8	
4	Pala meccanica	89.7		
	Carrello materiali ausiliari	91.0		
	Addetto agli approvvigionamenti		86.5	

In Tabella 3.31 viene presentata la suddivisione degli addetti dell'acciaieria 4 in cui sono presenti colata continua e colata in lingotti. L'acciaieria è caratterizzata dalla presenza di dog-house collocata a protezione del forno.

E' interessante osservare come fra gli addetti all'area fusione sono escluse esposizioni a Leq superiori a 90 dB(A). Questa condizione di rischio può essere considerata rappresentativa per le situazioni in cui si sia proceduto, con interventi efficaci, a interrompere la trasmissione del rumore del forno verso le altre aree di lavoro e dove gli interventi degli addetti al forno, tramite interventi di governo della lavorazione a distanza, escludono posizioni di lavoro in platea durante le fasi più rumorose.

Tabella 3.1.23. Acciaieria 4 (colata continua e lingotti). Livelli di esposizione a rumore distinti per aree e per fascia di rischio (Leq in dB(A))

AREA	< 80	80 - 85	85 - 90	> 90
AREA PARCO ROTTAME	--	8	6	3
AREA FUSIONE	6	15	6	--
AREA SIVIERA E COLATA IN FOSSA	--	8	10	--
AREA PREPARAZIONE COLATA IN FOSSA	--	10	--	2
AREA COLATA CONTINUA	9	1	14	--
TUTTI GLI ADDETTI	15%	43%	37%	5%

3.1.3 Stress e affaticamento da calore

Nella valutazione del rischio per la sicurezza e per la salute deve essere tenuto presente sia lo stress da calore che l'affaticamento da calore che coinvolge alcune posizioni di lavoro, in particolare nell'esecuzione di specifiche operazioni.

Tenendo conto che il WBGT è solo un indice che deriva da misure ambientali, i criteri di valutazione subiscono adattamenti in funzione del vestiario utilizzato e dei carichi di lavoro, da precisare in maniera dettagliata per le diverse operazioni, come pure dell'acclimatazione.

Nelle successive Figure 3.52, 3.53, 3.54 si riportano i valori di WBGT calcolati messi in relazione con le T_g (temperature del globotermometro, indicatrici dell'irraggiamento) e le temperature T_a dell'aria, rilevate in periodo estivo: queste figure consentono di evidenziare l'importanza delle componenti radianti nel determinare la presenza di elevati valori di WBGT nell'area forno, nell'area colata e in alcune posizioni di lavoro dei refrattaristi.

Le componenti radianti sono da ritenersi immutate in tutti i mesi dell'anno.

Le componenti radianti sono ovviamente non significative nel determinare il WBGT calcolato nelle postazioni protette (cabine), anche nei casi in cui non risultano adeguatamente climatizzate. In questo caso i parametri su cui intervenire per garantire confort termico sono in primo luogo la temperatura dell'aria.

I WBGT misurati sono messi in relazione alle specifiche operazioni eseguite e ai limiti per l'attività metabolica svolta.

Inoltre in questo processo di valutazione andrebbe considerato l'incremento dei valori di WBGT misurati in funzione dei tipi di vestiario, che nel caso specifico di tutta la metallurgia, prevedono tute di stoffa ignifuga oppure tute isolanti, scelte con funzione di proteggere rispetto alle ustioni, che annullano il passaggio del vapore d'acqua o i movimenti dell'aria.

Figura 3.1.14. A sinistra. Area forno. WGBT calcolato per la platea e per la cabina
 A destra. Area forno. Condizioni di esposizione a stress termico per specifiche attività svolte in platea

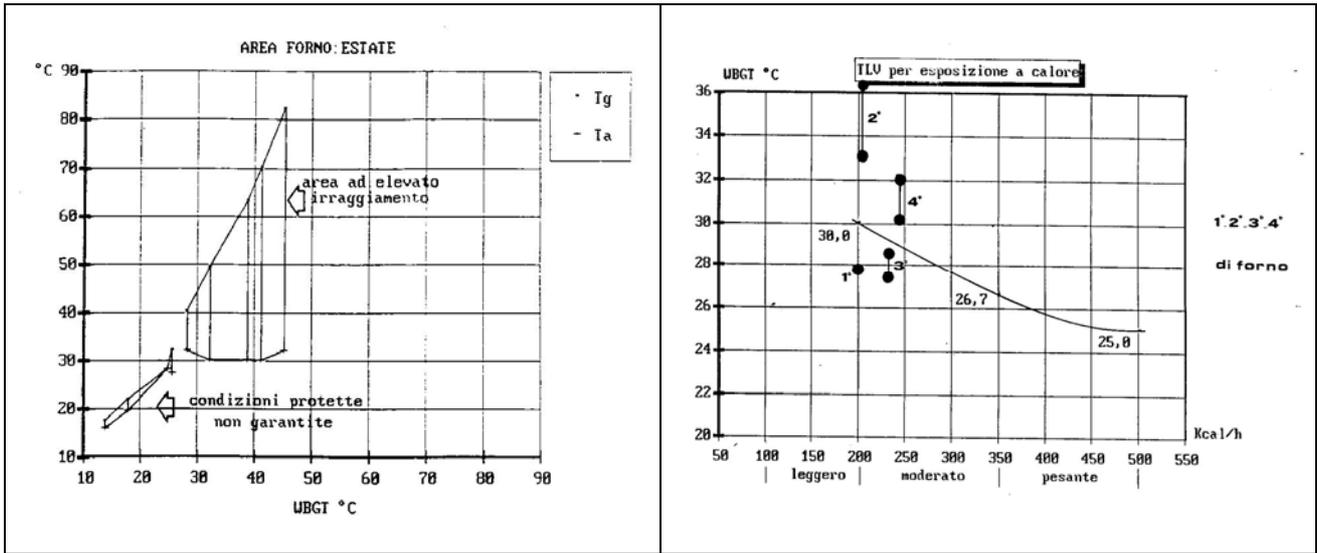


Figura 3.1.15. A sinistra. Area ripristino e rifacimento refrattari. WGBT calcolato per la platea e per la cabina
 A destra. Area forno. Condizioni di esposizione a stress termico per specifiche attività svolte in platea

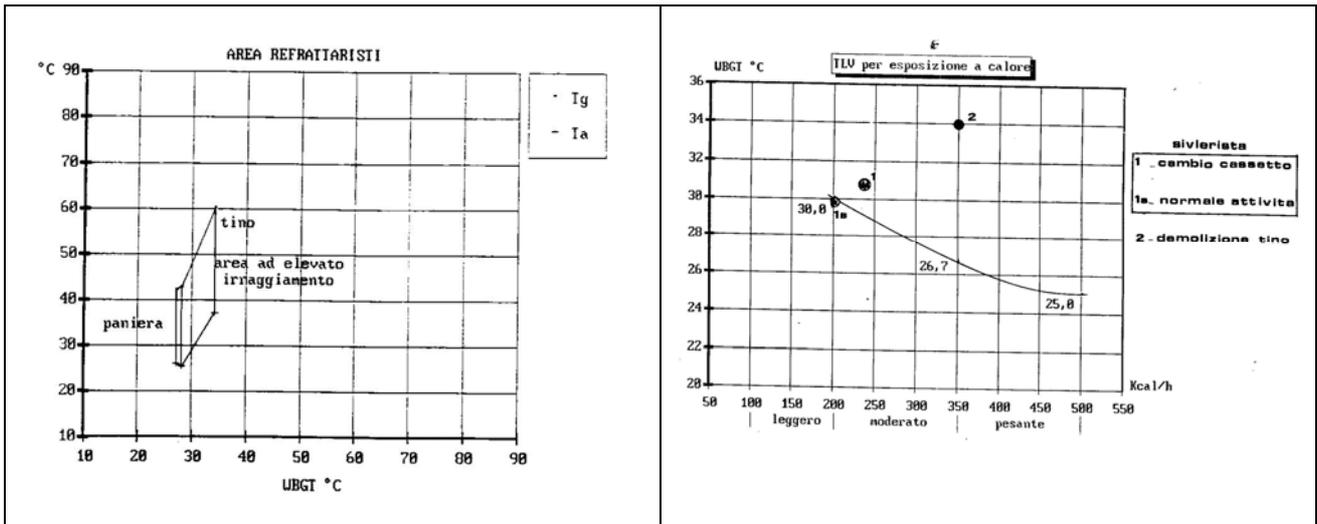


Figura 3.1.16. A sinistra. Area colata. WGBT calcolato per la platea e per la cabina
 A destra. Area forno. Condizioni di esposizione a stress termico per specifiche attività svolte in platea

