



SOCIETÀ NAZIONALE
OPERATORI DELLA PREVENZIONE
NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

con la collaborazione del Settore Sanità e Igiene della
Regione Lombardia e della USSL 41 di Brescia

2° SEMINARIO

**ACCIAIERIA ELETTRICA
E LAMINAZIONE A CALDO:
CONDIZIONI DI LAVORO
IMPATTO AMBIENTALE**



BRESCIA

venerdì 12 giugno 1987

sala del ridotto della Camera di
Commercio - via Einaudi



SOCIETÀ NAZIONALE
OPERATORI DELLA PREVENZIONE
NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

EVOLUZIONE TECNOLOGICA ED ORGANIZZATIVA SOLUZIONI DI BONIFICA

GRUPPO RELATORE:

Bruno Bianchi
Bruzio Bisignano
Angelo Borroni

PMIP USSL 41 - Brescia
SAFAU - Udine
Politecnico di Milano

Seminario **"Acciaieria elettrica e laminazione a caldo"**
Brescia, 12 giugno 1987

EVOLUZIONE TECNOLOGICA E ORGANIZZATIVA.

1. Area fusoria.
 - 1.1. Preparazione e alimentazione delle materie prime.
 - 1.2. Aumento della produttività del forno.
 - 1.3. Controlli elettrotermici e automazione.
 - 1.4. Spostamento fuori forno delle operazioni non connesse con la fusione.
2. Area colata.
 - 2.1. Soluzioni rivolte a consentire il colaggio migliorando il livello qualitativo.
 - 2.2. Tecniche di conduzione rivolte specificatamente ad un aumento di produttività.
 - 2.3. Scelta di alternative impiantistiche per una riduzione dei costi di installazione e di esercizio.
3. Area laminazione.
 - 3.1. Aumento della velocità di laminazione e della utilizzazione del treno.
 - 3.2. Riduzione dei costi impiantistici.
 - 3.3. Aspetti metallurgici.

INTERVENTI DI BONIFICA.

1. Soluzioni impiantistiche contestuali alla progettazione.
 - 1.1. Contenimento emissioni acustiche e polverose del forno elettrico.
 - 1.2. Contenimento emissioni polverose.
 - 1.3. Colata continua: rassegna di progetti recenti.
 - 1.4. Sistema di marcatura automatizzata di profilati caldi.
 - 1.5. Postazione di sfiammatura lingotti.
 - 1.6. Riduzione della rumorosità nei laminatoi.
2. Soluzioni organizzative.
 - 2.1. Codifica delle modalità di lavoro.
 - 2.2. Elaborazione specifica, formazione, validazione.
 - 2.3. Esempio di materiale formativo: Norme di servizio generali per manovratori di gru a ponte.
3. Tipologie del laminatoio e differenze per la sicurezza.
 - 3.1. Innovazioni tecnologiche in atto.
 - 3.2. Bonifiche igieniche in atto.
 - 3.3. Analisi per l'intervento di sicurezza.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.

Evoluzione tecnologica e organizzativa.

- International Iron and Steel Institute, The Electric Arc Furnace, Brussels 1981.
- A. Borroni, B. Mazza, G. Nano, D. Sinigaglia, Evoluzione del forno elettrico e ambiente di lavoro in siderurgia, II Congresso Nazionale di Ergonomia, Milano 1979.

Interventi di bonifica.

- P. Arata, L. Boazzo, G. Catarsi, L. Mettrico, Il problema del rumore nella produzione di acciaio al forno elettrico, IV Convegno Nazionale di Ergonomia, Roma 1984.
- P. G. A. Brand, Current Trends in Electric Furnace Emission Control, Iron and Steel Engineer, February 1981.
- H. D. Goodfellow, M. Bender, Design considerations for Fume Hoods for Process Plants, American Industrial Hygiene Association Journal, 41, 7, 1980.
- D. Marchand, Possible Improvements to Dust Collections in Electric Steel Plants, in Quality of the Environment and the Iron and Steel Industry, Pergamon Press, 1977.
- P. Masucci et al., Impiego di un forno elettrico ad arco abbinato ad un impianto di colata in pressione (CPP) per la produzione di bramme di elevata qualità, II Congresso europeo acciaio Elettrico, Firenze 1986.
- Commissione delle Comunità Europee, L'ergonomia nelle industrie CECA (1980-84), IV Programma di Azione Comunitaria Ergonomica CECA, ottobre 1985, Lussemburgo.
- Assider, La sicurezza nelle acciaierie con forni elettrici, Assider, marzo 1981.
- Comunità Economica Europea, Il rumore nei laminatoi, Bollettino della Commissione Generale per la sicurezza e la salubrità nell'industria siderurgica, 1983, n. 2.

EVOLUZIONE TECNOLOGICA E ORGANIZZATIVA

La relazione si propone di tracciare un quadro rispetto alle tecnologie adottate piu' recentemente nella siderurgia elettrica, con specifico riferimento alla situazione italiana e lombarda, nonche' alle differenti pratiche operative.

La siderurgia italiana, quando e' apparso chiaro che si aveva a che fare non con situazioni congiunturali, ma con variazioni di tendenza a lungo termine (non espansione dei consumi), non ha differenziato il suo comportamento da quella degli altri paesi industrializzati e ha adottato, con qualche anno di ritardo, misure di contenimento della crisi assai drastiche e riassumibili in:

- riduzione della capacita' produttiva, associata ad agevolazioni finanziarie;
- modernizzazione e razionalizzazione: gli indici di produttivita' sono il segnale principale della continua innovazione;
- come conseguenza di entrambe, riduzione dei livelli occupazionali.

1. AREA FUSORIA.

Obiettivi principali del processo evolutivo introdotto nell'area forno possono essere individuati:

- nell'aumento di produttivita';
- nella domanda crescente di livelli qualitativi non piu' circoscritti a bassi quantitativi di acciai speciali, ma maggiormente estesi anche ad acciai di maggior consumo. Si tratta in particolare di acciai microlegati ad alto limite di snervamento (H.S.L.A.), al Mo-Nb al Fe-Mn, le cui caratteristiche consentono di costruire manufatti meno pesanti e meno deteriorabili grazie all'aumento delle proprieta' meccaniche e di resistenza alla corrosione;
- nell'abbattimento dei costi perseguito riducendo la quantita' di materiali e di energia impiegata per ottenere un'unita' di prodotto.

In questi ultimi anni si assiste alla sovrapposizione di interventi di adeguamento e di sostituzione (fig.1), determinati dalle specifiche esigenze e fattibilita': innanzitutto la progressiva affermazione di unita' fusorie di elevata produttivita' e capacita' nelle quali risulta poco conveniente

condurre a termine l'affinazione. Si rende necessario aumentare il tasso di utilizzo della potenza installata trasferendo l'elaborazione della colata in un'altra unita' completamente indipendente.

La conseguenza piu' importante di questo eccezionale aumento della produttivita' dei forni ha portato anche in Italia a significative riduzioni del numero delle unita' produttive, delle singole acciaierie, pur mantenendo una capacita' produttiva pressoché inalterata. Per esempio lo stabilimento Unione della Falck che comprende due acciaierie, e' passato da 10 unita' fusorie (4 forni elettrici + 6 Martin-Siemens) nel 1974, a 5 forni elettrici nel 1978, per giungere agli attuali 2 forni, con capacita' produttiva complessiva di 650.000 t/a (vedi fig.2). Le acciaierie della Dalmine, che nel 1970 erano dotate di 4 forni Martin-Siemens e di 4 forni elettrici, per una produzione di 530.000 t/a, nel 1986 prevedevano una produzione di 480.000 t di acciaio con soli due forni (fig.3).

La sovrapposizione delle diverse innovazioni impiantistiche e delle pratiche operative (fig.4) ha modificato, nel periodo '65-'85, alcuni parametri particolarmente rappresentativi degli aspetti produttivita' e consumi di energia: il tempo tap to tap, a cui e' direttamente legata la produttivita' del forno, ha subito una diminuzione del 60%; i consumi di energia elettrica e di elettrodi, che costituiscono due voci di consumo tra le piu' importanti, si sono ridotti rispettivamente del 30% e del 60%.

Figura 1. Evoluzione del forno elettrico ad arco: interventi di adeguamento e di sostituzione.

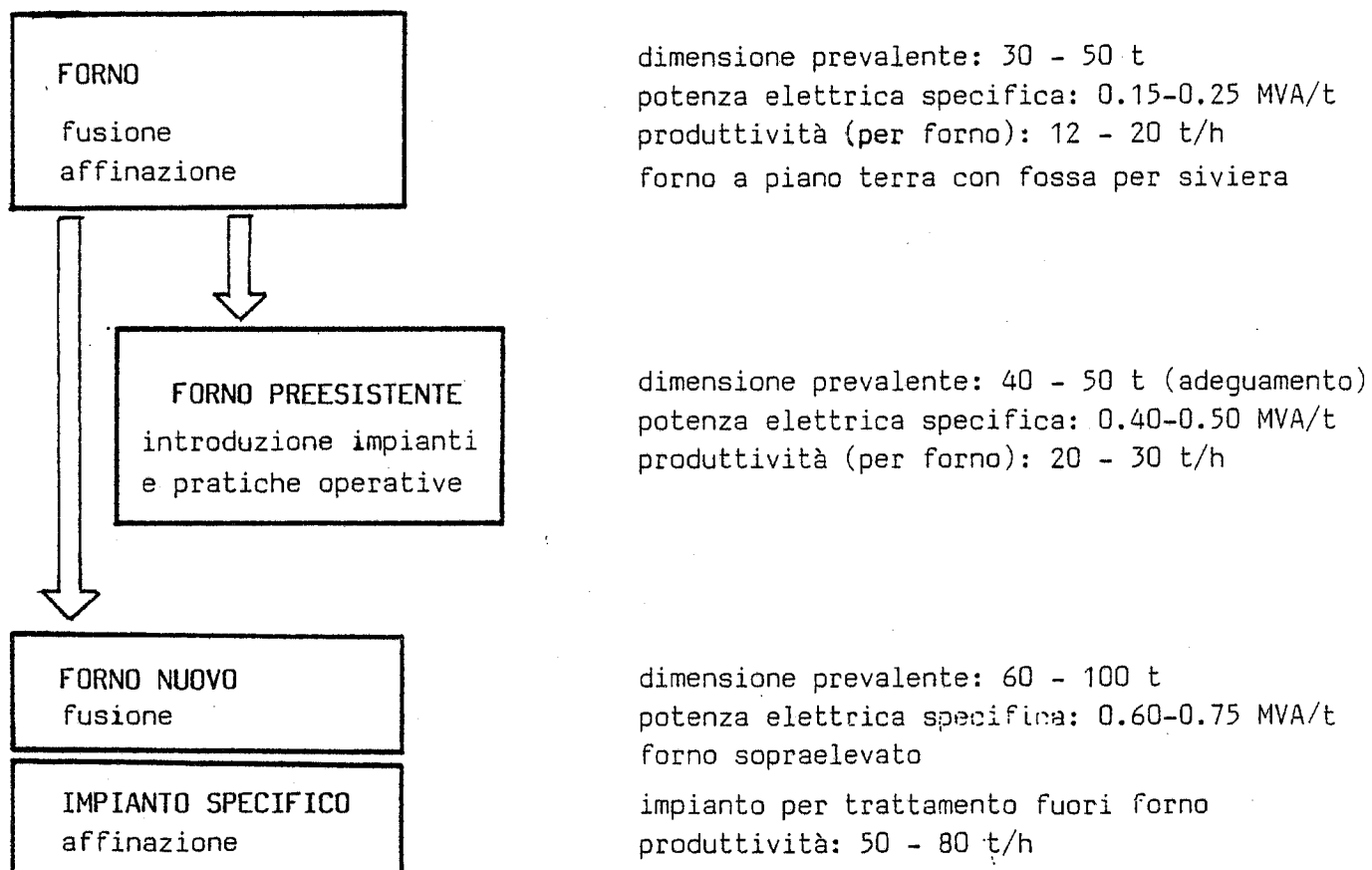
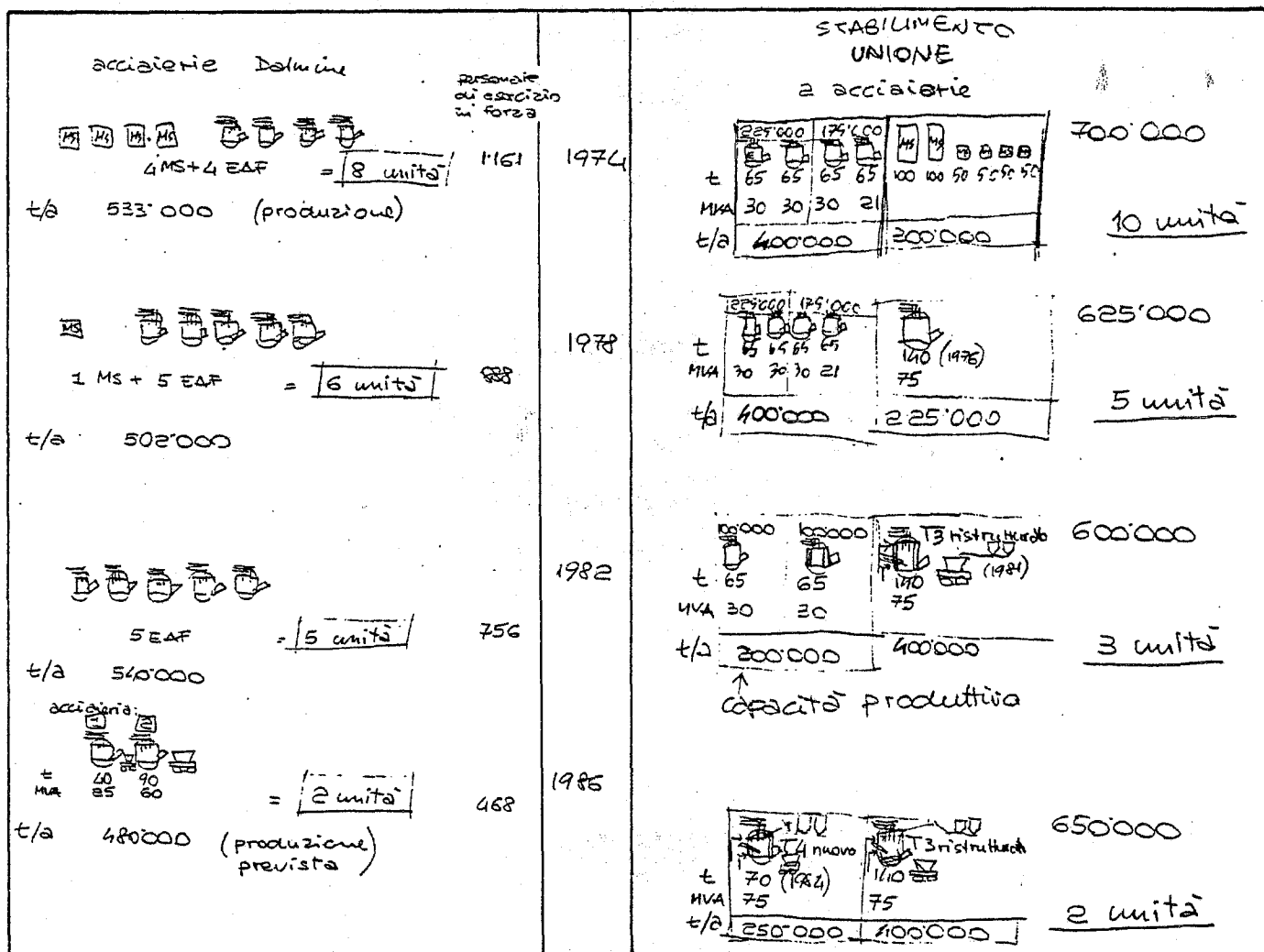


Figura 2. Evoluzione della capacità produttiva e delle unità fusorie dello stabilimento Falck Unione di Sesto San Giovanni (Mi).

Figura 3. Evoluzione degli addetti, della capacità produttiva e delle unità fusorie dello stabilimento Dalmine di Dalmine (Bg).



1.1. Preparazione e alimentazione delle materie prime.

La conduzione della fusione, realizzata anche con l'impiego di ossigeno, richiede una attenta messa a punto della carica ottimale: fatta salva la desiderabilità, all'interno della carica, di una miscela di diversi rottami, occorre considerare:

- numero di ceste necessarie
- densità del rottame (molto influente sul consumo di energia e quindi sulla produttività);
- necessità di evitare difficoltà nella chiusura della volta;
- presenza di materiali non metallici nella carica (con conseguenze negative per il rischio di rottura di elettrodi e per le emissioni in ambiente).

Figura 4. Influenza delle innovazioni tecnologiche sui principali parametri operativi del forno ad arco (fonte: H.W. Kreutzer, P.J. Salomon).

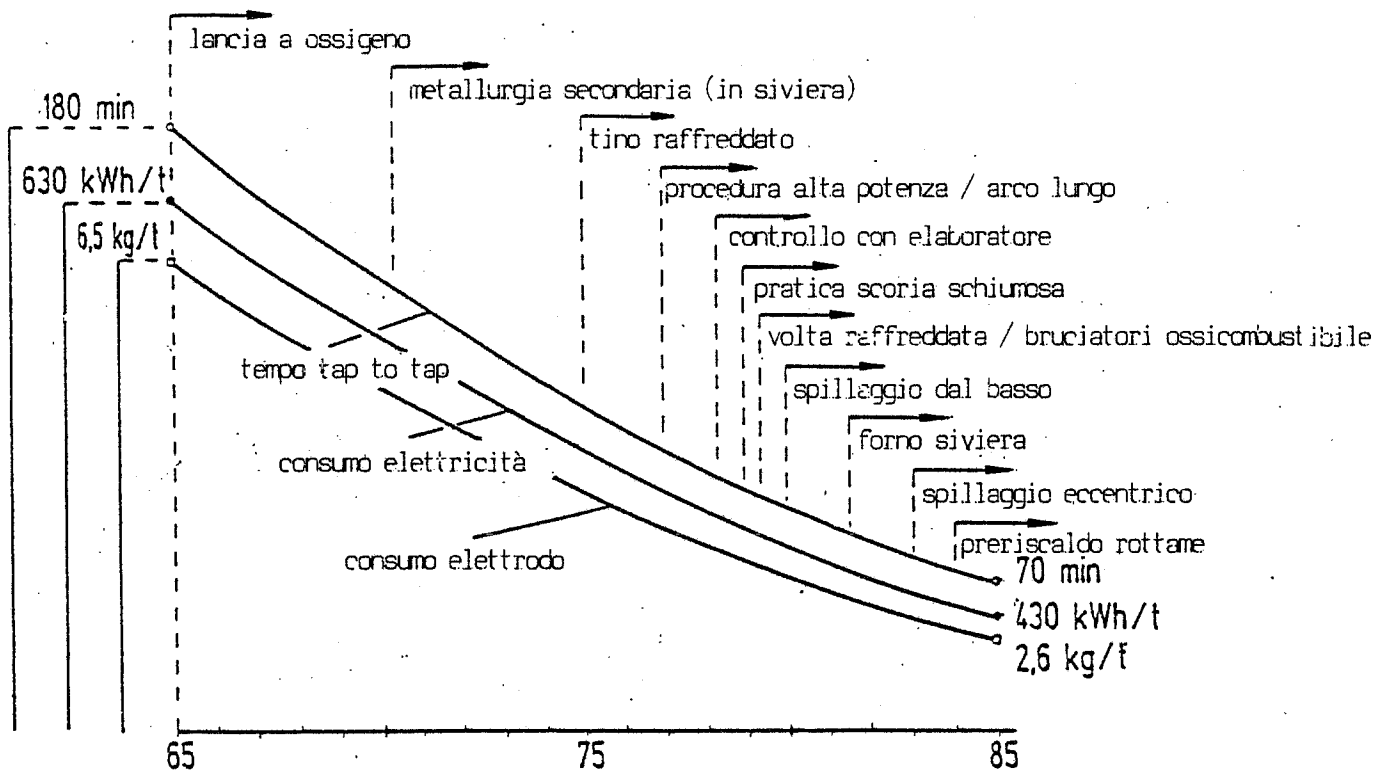
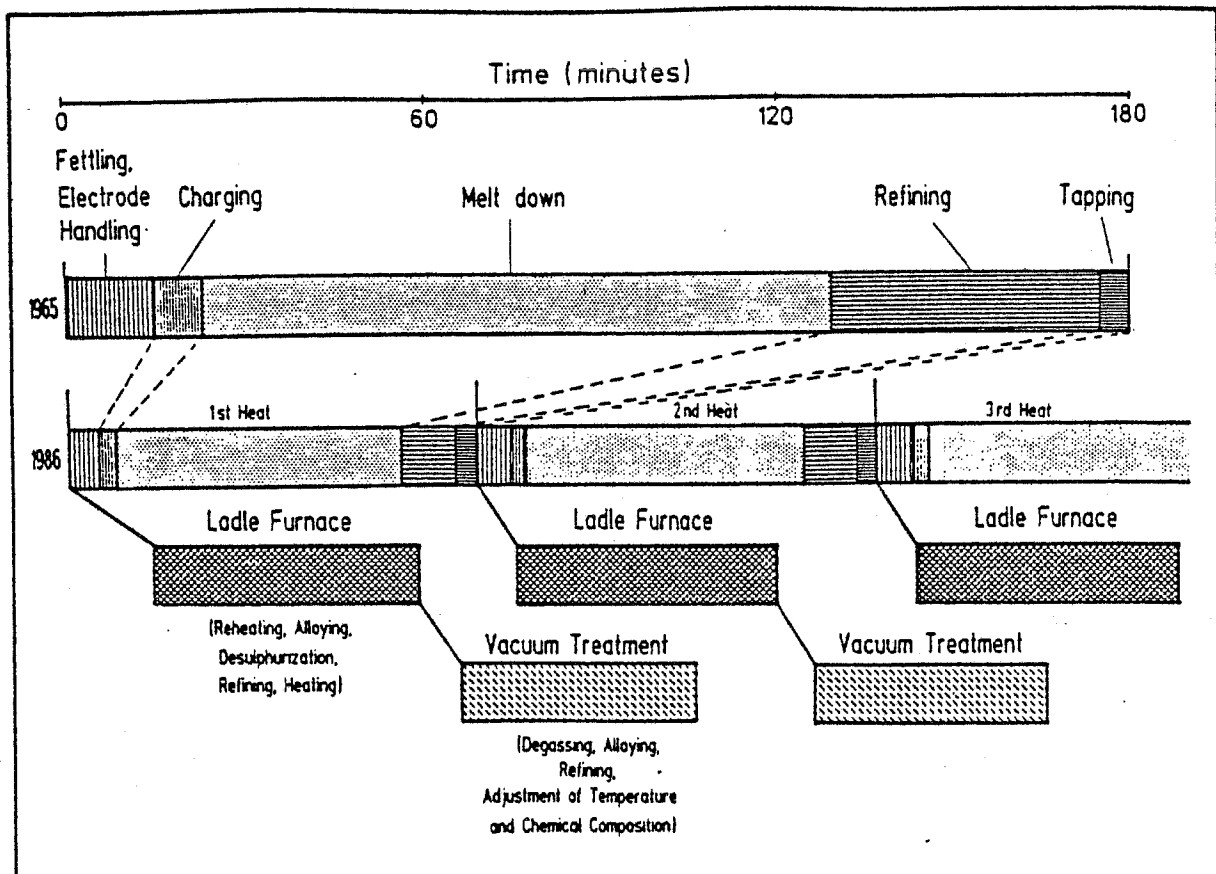


Figura 6. Paragone fra il ciclo di un forno elettrico nel 1965 e quello odierno. La conduzione attuale comprende un trattamento metallurgico secondario.

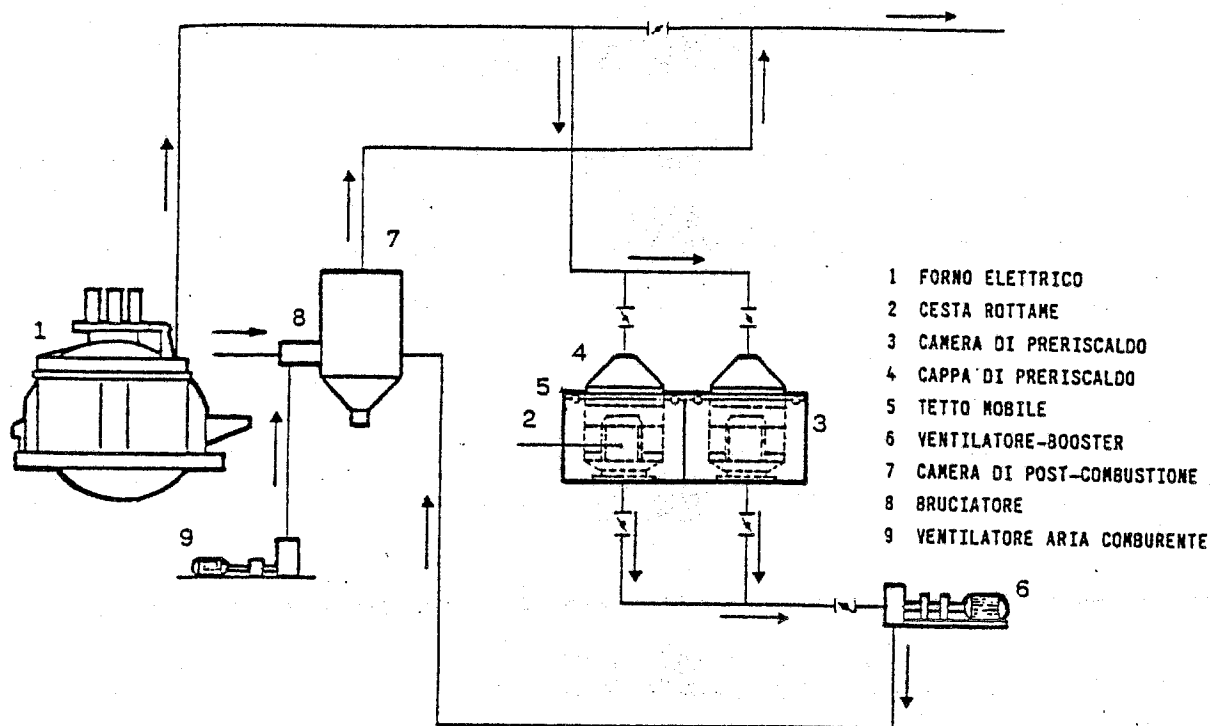


Si diffondono quindi:

- sistemi di frantumazione e cesoiatura del rottame, con possibilità' di introdurre caricamento continuo del rottame e degli altri materiali di carica;
- dispositivi di pressatura, che aumentando la densita' permettono di ridurre il numero delle ceste caricate;
- preriscaldamento del rottame, innanzitutto per rispondere all'esigenza di essicare la carica (evitando inconvenienti successivi durante la fusione) e per rimuovere gli oli: sono stati introdotti in un numero limitato di aziende, e utilizzati con alcuni problemi, sistemi di bruciatori applicati direttamente in cesta (si raggiungono temperature di 200-300 C); si tende a realizzare il preriscaldamento mediante l'installazione di impianti maggiormente complessi, con recupero del calore dai fumi estratti dal forno (fig. 5).

Tali sistemi prevedono l'impiego direttamente dei fumi estratti dal quarto foro, dopo una camera di combustione, oppure il calore viene trasferito tramite scambiatore inserito sul circuito di aspirazione.

Figura 5. Sistema di preriscaldamento del rottame in cesta: schema funzionale.



1.2. Aumento della produttività del forno.

- Sostituzione del trasformatore con impianto di maggiore potenza, connesso a più elevati voltaggi di utilizzazione, che permettono l'uso di archi lunghi.

Per ottenere la massima potenza, vengono utilizzati i voltaggi più elevati consentiti dal secondario del trasformatore, e le intensità di corrente economicamente accettabili. Con elettrodi di diametro di 600 mm vengono impiegati voltaggi fino a 800 V e correnti di 60 KA; con minori voltaggi e correnti più elevate si registrerebbe invece un eccessivo consumo degli elettrodi.

Tale conduzione viene effettuata congiuntamente alla pratica della scoria schiumosa (addizione di polverino di carbone con lo scopo di ridurre l'ossido di ferro presente in scoria, generare ossido di carbonio e gonfiare la scoria stessa) migliorando la protezione delle pareti del forno rispetto all'irraggiamento dell'arco.

- Impiego di lancia per l'insufflazione di ossigeno a bassa pressione (2-5 bar): viene effettuato durante fusione e affinazione con modalità anche estremamente differenziate e con consumi variabili.

Il calore generato dall'insufflazione dell'ossigeno deriva dalle reazioni esotermiche (principalmente carbone, ferro, silicio, manganese): l'aggiunta di carbone al rottame in carica è una pratica effettuata congiuntamente all'uso di ossigeno.

La lancia viene immersa attraverso la porta di scorifica, con manovra manuale o meccanizzata: in questo caso è installata attrezzatura comandata dalla cabina.

- Introduzione di bruciatori ossicombustibile: tale intervento consente di aumentare l'input energetico, migliorare la fusione evitando le "zone fredde", moderare le punte nella domanda di potenza elettrica.

Tali dispositivi, inizialmente inseriti dalla porta di scorifica in maniera provvisoria, ora sono parte integrante delle attrezzature del forno (fino a tre bruciatori da 2.000.000-5.000.000 Kcal/h).

Impiego di bruciatori e di lancia ad ossigeno: connesso a queste tecniche è l'aumento del volume dei fumi e della loro temperatura.

Nel caso di applicazioni a forni preesistenti si è verificato che l'impianto di aspirazione (tramite quarto foro) non risultasse più adeguatamente dimensionato rispetto alle nuove condizioni di funzionamento. Il volume dei fumi prodotti dalla combustione può infatti costituire, negli utilizzi più massicci, anche una frazione elevata.

- Adozione di pannelli raffreddati a circolazione d'acqua per tino e volta, in sostituzione parziale del rivestimento refrattario (circa il 70% della superficie del tino e fino al 90% per la volta): l'incremento della potenza installata, fino a 0,70 MVA e oltre per ogni tonnellata di capacità del forno, congiunta alla potenza dei bruciatori, ha reso indispensabile l'estensione della refrigerazione anche all'involucro del forno.

Vengono adottate diverse soluzioni costruttive (pannelli a cassa d'acqua, tubolari; saldati, fusi; generalmente in acciaio). I pannelli del tino vengono installati a fasciare il forno, compatibilmente con il livello dell'acciaio fuso raggiunto durante fusione e spillaggio.

I sistemi di raffreddamento non sono pressurizzati: comunque potrebbero essere introdotti in vista di un piu' remunerativo recupero della potenza termica asportata, sistemi di raffreddamento a media o alta pressione (fino a 50 bar) operando a circuito chiuso.

In Italia oltre il 40% dei forni con capacita' superiore alle 80 t e' dotato di pareti a volta raffreddate ad acqua; questa percentuale si abbassa al 35% nel caso di forni con capacita' compresa fra 40 e 80 t (dati indagine A.I.M. 1985).

- Riduzione dei tempi non operativi del forno. La carica continua degli additivi ha consentito di ridurre ulteriormente i tempi per le operazioni, limitando nello stesso tempo le perdite per irraggiamento dovute all'apertura del forno. A tale scopo vengono installati impianti in cui e' meccanizzato lo stoccaggio, la dosatura, il trasporto, il caricamento delle diverse aggiunte (fondenti, ricarburanti, desolforanti, ferroleghie) sia in forno, attraverso uno specifico foro nella volta, sia in siviera.

Per il rifacimento si prevede tino estraibile con carroponte e sostituibile rapidamente.

Lo spruzzaggio di refrattario, fra una colata e la successiva, viene accelerato con l'installazione di attrezzature pneumatiche fisse o con macchine centrifughe.

Si adottano tecniche di spillaggio dal basso, senza basculamento del forno (scaricatore tipo "taphole") o dispositivi per la giunzione degli elettrodi direttamente sul forno, operazione convenzionalmente realizzata in area adiacente, previa estrazione dell'elettrodo con carroponte.

1.3. Controlli elettrotermici e automazione.

L'uso di microprocessori consente di:

- realizzare il controllo dei parametri elettrici ed effettuare la regolazione degli elettrodi, con conseguente migliore allocazione di energia e materiali;
- stabilire automaticamente il ciclo energetico della fase di fusione in base al peso del rottame, con riduzione dei tempi di fusione e dei tempi morti;
- guidare il processo metallurgico ed assistere gli operatori nel prendere decisioni in ogni fase della fusione circa l'aggiunta di rottame o di ferroleghie, l'insufflazione di ossigeno, l'impiego dei bruciatori, con conseguente riduzione del numero dei provini: in questo modo si rendono possibili procedure piu' flessibili e applicabili a diversi tipi di prodotto con maggiore facilita', rispetto a situazione controllata con tecniche tradizionali;
- acquisire in maniera continua le informazioni relative ai sistemi di raffreddamento (temperature ed eventualmente flussi), di combustione (portata bruciatori e lancia), di aspirazione (portate e temperature) e di sicurezza (temperatura della suola, ecc.);

- realizzare il controllo dell'assorbimento di potenza da parte delle utenze dell'acciaieria e suddividere in maniera ottimale la potenza fra le diverse utenze, in modo che la potenza massima richiesta non superi quella contrattuale e che quest'ultima venga utilizzata al massimo.

1.4. Spostamento fuori forno delle operazioni metallurgiche non connesse con la fusione.

I moderni forni ad elevata potenza specifica operano solamente come reattori di fusione, lasciando le operazioni di successiva affinazione e correzione della composizione dell'acciaio liquido ad altre unita'.

Negli anni '70 le siviere hanno cominciato a trasformarsi in reattori per trattamenti metallurgici; in siviera, o in specifico impianto, e' possibile realizzare:

- degasaggio, mediante tappo poroso o lancia immersa insufflando gas inerte;
- decarburazione, con insufflazione di ossigeno;
- controllo delle inclusioni non metalliche, sempre tramite insufflazione di gas inerte;
- disossidazione, desolfurazione, defosforazione, ottenuti per insufflazione di reagenti fluidizzati con gas inerte di trasporto;
- omogeneizzazione dell'analisi della colata ed eventuali aggiunte correttive di ferroleghe;
- regolazione della temperatura del bagno di acciaio.

La pratica di insufflazione di gas inerte in siviera e' ormai generalizzata; meno estesa risulta l'installazione di specifiche postazioni per l'inoculazione di reagenti, principalmente desolforanti (impianti facilmente inseribili anche in lay-out preesistenti, che impiegano calce, siliciuro di calcio, ecc.). Alcuni impianti raccolgono molteplici funzioni, con possibilita' di effettuare il vuoto e con autonomo sistema di riscaldamento (impianto ASEA-SKF, forno VAD-FINKL, ecc.) oppure consentono la ricircolazione dell'acciaio fuso e il degasaggio del getto (impianto RH, impianto DH, ecc.).

In Italia, al luglio 1986, risultano installati e utilizzati in acciaierie elettriche 16 impianti per il trattamento dell'acciaio in siviera, di cui 7 per il trattamento sotto vuoto: il loro numero risulta comunque essere in continuo e rapido aumento.

L'adozione dell'affinazione fuori forno ha portato il forno elettrico alle condizioni di un reattore di fusione pressoché continua (fig.6), ottenendo contemporaneamente un aumento della flessibilita' degli impianti. Le nuove tecniche di colata senza scorie permettono inoltre di sfruttare al meglio le possibilita' offerte dal forno siviera.

2. AREA COLATA.

La tecnologia di colata continua, in particolare per il colaggio di billette o blumi, non subisce modifiche consistenti come quelle introdotte per il forno elettrico. Gli interventi realizzati in questi ultimi anni, e quelli in procinto di essere introdotti, tendono a ottimizzare il processo senza modificare le fasi in cui si compone.

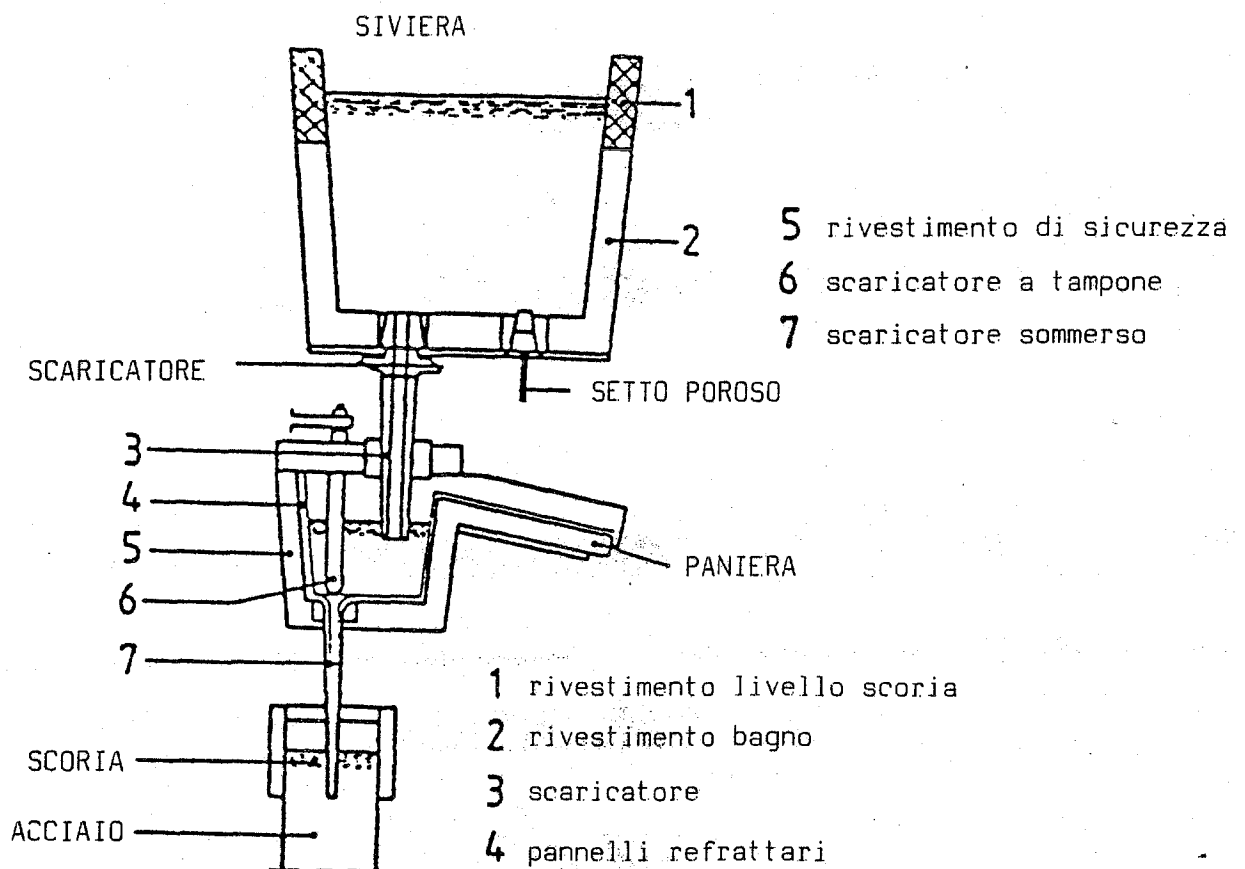
2.1. Soluzioni rivolte a consentire il colaggio migliorando il livello qualitativo.

L'ottenimento di ridotte inclusioni non metalliche nell'acciaio e' legato principalmente alle precedenti fasi realizzate in acciaieria (affinazione, degasaggio).

In colata continua si tende a limitare al minimo il contatto tra metallo liquido e atmosfera (fig.7) con l'allestimento di una catena formata da materiali refrattari.

Lo scopo di evitare difetti superficiali sui prodotti, praticamente eliminando la successiva fase di condizionatura, si ottiene mediante un corretto raffreddamento preferibilmente costante e moderato; il controllo delle caratteristiche di raffreddamento si ottiene mantenendo una velocita' quanto piu' costante e di conseguenza un livello stazionario di acciaio in lingottiera.

Figura 7. Refrattari collocati a protezione del getto in colata continua.



L'estensione delle tecniche di automazione e' lo strumento principale per ottenere la permanenza di elevati livelli qualitativi (e ovviamente un aumento della resa, della produttivita' e delle condizioni di esercizio) essendo cresciuta la disponibilita' di sensori e attuatori affidabili e le capacita' operative di processori e computer.

Di conseguenza anche la gamma di prodotti ottenibili in colata continua si estende dagli acciai calmati all'alluminio per profondo stampaggio a quelli legati.

Infatti sono sempre piu' numerose le unita' produttive in cui non viene prevista la possibilita' di colare in lingottiere della fossa, dopo il recente superamento delle difficolta' di colaggio in continua per alcune classi di acciaio.

Le principali variabili controllate e regolate, sia direttamente che indirettamente, sono riassumibili:

- peso della siviera, utile a determinare durata della colata e produzione ottenibile;

- composizione e temperatura dell'acciaio, per desumere la colabilita' e quindi le procedure operative (velocita', raffreddamento, ecc.);

- livello dell'acciaio in paniera e in lingottiera (problema delle inclusioni non metalliche, problemi metallurgici, costanza della temperatura).

Si tratta del controllo con piu' conseguenze per quanto riguarda l'organizzazione del lavoro: dispositivi sono stati ormai installati, nelle varie versioni, sulla gran parte delle macchine di colata.

In particolare, per il controllo del livello in lingottiera, si possono utilizzare:

- sensori laser, nel colaggio di acciai con protezione del getto;

- metodo delle termocoppie, applicate sulle pareti della lingottiera;

- lettore a isotopo radioattivo (raggi gamma);

- lettore a radiazioni infrarosse o luminose (rilevatori ottici);

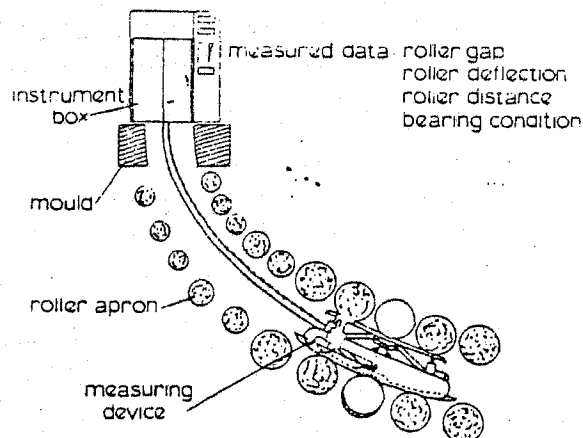
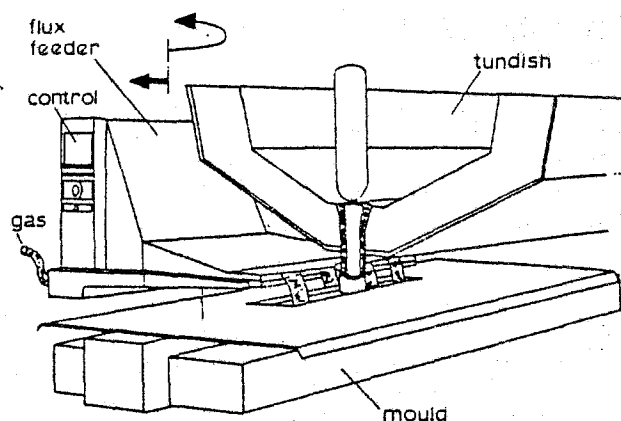
- lettore basato sull'impiego dei campi elettromagnetici.

Per la regolazione del livello in lingottiera si ricorre a colaggio con busetta calibrata e regolazione della velocita' di estrazione, oppure colaggio a velocita' di estrazione costante e regolazione del battente liquido in paniera mediante asta a tampone o cassetto;

- attrito fra acciaio e lingottiera, da mantenere entro limiti accettabili, e conseguente regolazione del flusso di lubrificante immesso: si veda anche la realizzazione illustrata in fig.8;

Figura 8. Dispositivo per il dosaggio automatico delle polveri di copertura in lingottiera di colata continua (sistema Mannesmann-Wiegard).

Figura 9. Dispositivo per il corretto allineamento dei rulli (sistema Mannesmann-Wiegard).



- raffreddamento in lingottiera e raffreddamento secondario; se presente, può venire regolata la velocità di introduzione di fili metallici in lingottiera, controllando la velocità di solidificazione;
- velocità di colata, sia in merito a problemi metallurgici (solidificazione, ecc.) sia eventualmente connessa alla necessità di coordinare il colaggio in sequenza;
- allineamento e curvatura dei rulli raddrizzatori, mediante macchina rilevatrice (fig.9); corretta effettuazione del taglio e della sua posizione, corretta marcatura dei semiprodotti e loro evacuazione.

2.2. Tecniche di conduzione rivolte specificatamente ad un aumento di produttività.

- E' generalizzata la pratica di colaggio in sequenza, legata alla possibilità di coordinare la disponibilità di diverse siviere (più forni, impianti di trattamento dell'acciaio in siviera), alle caratteristiche costruttive dell'impianto di colata continua (sostituzione siviera mediante attrezzatura di sostegno o di rotazione oppure più semplicemente con due carriponte; eventualità di sostituire la paniera durante la sequenza ecc.) e all'adozione di materiali refrattari (rivestimento paniera, scaricatori) con caratteristiche qualitative più elevate.

- Una soluzione molto vantaggiosa, soprattutto per i costi energetici, e' quella di inviare direttamente le billette non raffreddate alla laminazione (carica calda).

In questo caso i semiprodotti non ancora completamente raffreddati (normalmente a 800-900 C) entrano direttamente al forno di riscaldamento.

La tecnica suddetta esige fabbricazione di semiprodotti il piu' possibile esenti da difetti e il mantenimento di livelli di qualita' sempre accettabili ed e' quindi subordinata (oltre a un opportuno lay-out di stabilimento) alla disponibilita' di tecniche per il riconoscimento a caldo delle difettosita' dei semiprodotti in linea, tecniche che sono un'evoluzione dei classici metodi di prova non distruttivi (metodi ottici, metodi basati sui rilievi di temperatura, metodi elettromagnetici, metodi ultrasonici).

- Disponibilita' di equipaggiamenti semplici e modulari, che consentono il cambio rapido dei componenti d'impianto, sia durante le fermate programmate, sia nel caso di inconvenienti (svuotamento, break-out, ecc.), riducendo i tempi di fermata dell'impianto: fra questi componenti i gruppi di rulli estrattori, di raddrizzatura, ecc.

2.3. Scelta di alternative impiantistiche per una riduzione dei costi di installazione e di esercizio.

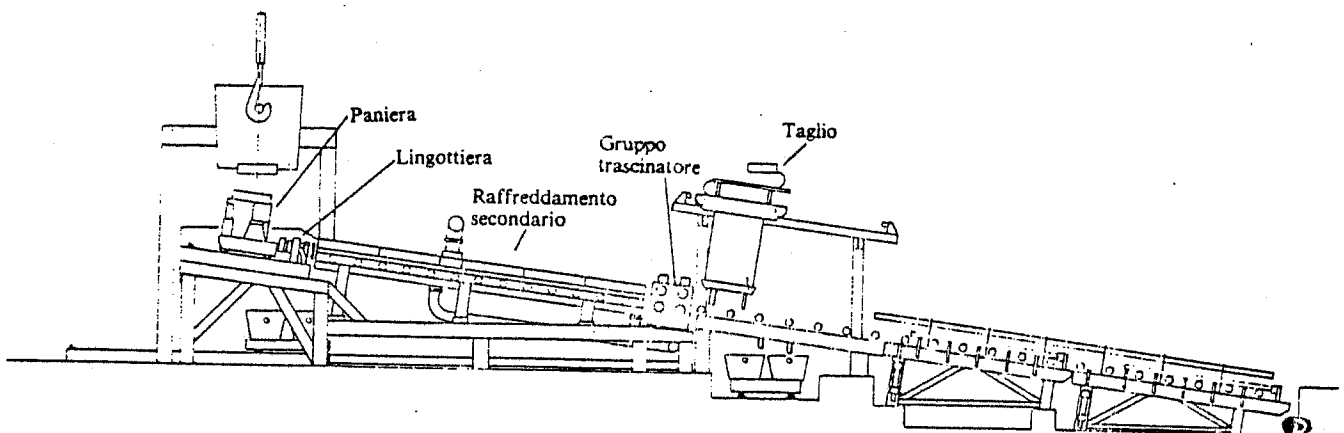
La scelta di macchine a incurvamento della barra, macchine curve (a lingottiera dritta, a lingottiera curva), macchine curve policentriche consentono una progressiva riduzione dell'altezza (da 18-20 m fino a 4-5 m), riducendo gli investimenti per le strutture edilizie.

Queste macchine costituiscono una quota sempre piu' elevata fra quelle installate, data la facilita' di inserimento in stabilimenti esistenti.

La macchina di colata continua orizzontale, soluzione ancora molto limitata nel numero di installazioni (fig.10) esprime la massima semplicita' di impianto (fondazioni semplici, altezza minima), comporta pressioni ferrostatiche minori nella sezione di solidificazione e velocita' di colata piu' elevata, con notevoli semplificazioni nelle attrazzature.

La macchina verticale centrifuga (per tondi) viene adottata invece con lo scopo di migliorare la qualita' superficiale delle barre destinate alla produzione di tubi senza saldatura.

Figura 10. Schema di impianto di colata continua orizzontale.



3. AREA LAMINAZIONE.

I laminati lunghi (tondo, vergella, profilati) rappresentano la maggioranza del prodotto dell'area lombarda, soprattutto se si considera la provincia bresciana.

3.1. Aumento della velocità di laminazione e della utilizzazione del treno.

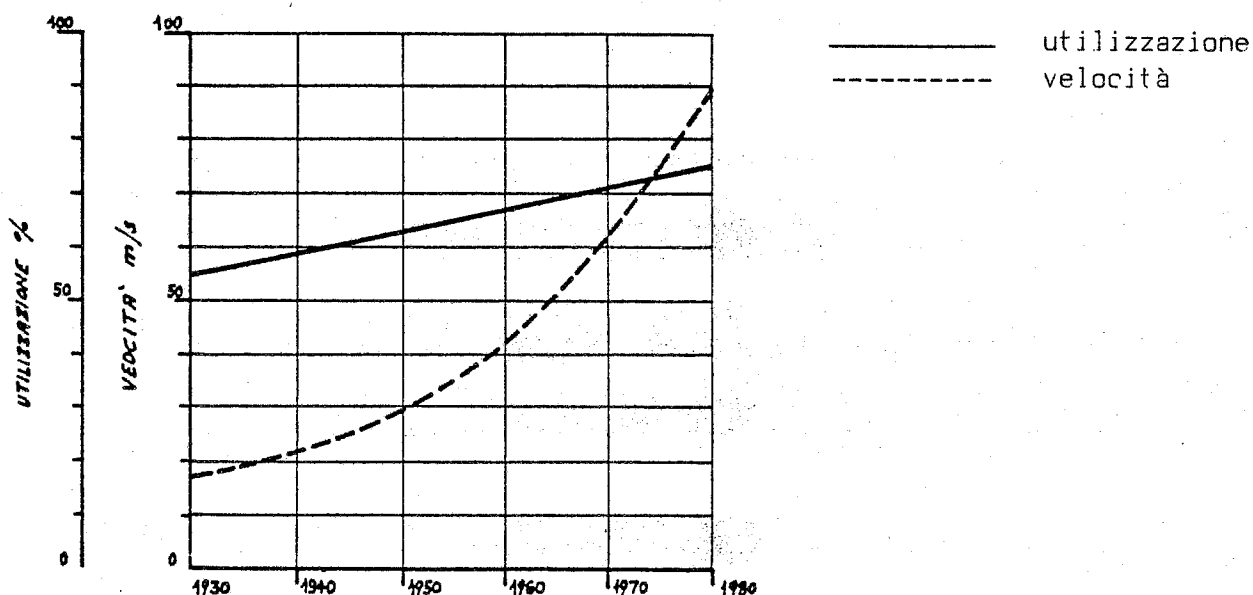
In fig.11 si riporta, ad esemplificazione, l'andamento della velocità massima di laminazione e dei coefficienti di utilizzazione dei treni vergella (rapporto tra tempo di laminazione e tempo di esercizio).

Il raggiungimento di queste velocità massime comporta la necessità di superare problemi di vibrazione soprattutto alle gabbie finitrici e di trovare adeguate soluzioni per il raffreddamento, l'avvolgimento e la formatura delle spire. Tolleranze e qualità metallurgica vengono conseguiti prevalentemente con l'introduzione di treni finitori senza torsione e/o di linee Stelmor per il raffreddamento controllato del laminato.

Il massimo innalzamento della produzione, ottenibile con la trasformazione dei treni esistenti, si consegue con:

- aumento della capacità del forno a riscaldamento;
- aumento della sezione della billetta;
- aumento del peso dei rotoli.

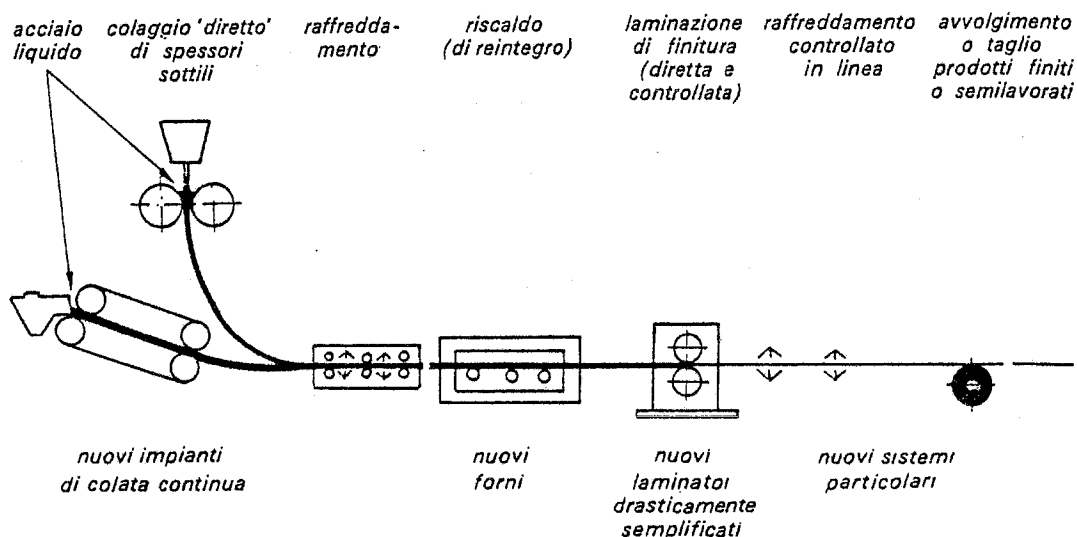
Figura 11. Andamento nel tempo delle velocità e delle utilizzazioni dei treni vergella.



La richiesta di produzioni orarie sempre piu' elevate impone mutamenti soprattutto ai due estremi del treno: dal lato alimentazione si tende ad aumentare le sezioni di attacco, introducendo macchine ad alta riduzione. In prospettiva vi e' la possibilita' di saldare le billette e di effettuare la laminazione in linea con la colata.

Un esempio di tale integrazione con processi a monte (e in prospettiva a valle) e' riportato in fig.12, dove si individuano processi sostanzialmente nuovi di colaggio continuo e una configurazione per effettuare la laminazione in linea prevedendo un riscaldamento di equalizzazione.

Figura 12. Schema di un caso probabile di integrazione nella mini acciaieria.



3.2. Riduzione dei costi impiantistici (investimento, esercizio, manutenzione).

La tendenza dei costruttori, sia nel caso di nuovi treni che di adattamento di situazioni esistenti, e' di sviluppare nuove soluzioni sui diversi componenti per ridurre i costi di investimento e di trasformazione.

Risultato di questa trasformazione e' il "laminatoio compatto", cioe' un treno di laminazione continuo per billette o per tondo, con conseguente risparmio sul costo dei capannoni, opere civili, strutture ausiliarie e tempi di montaggio.

Riducendo le distanze fra le gabbie del gruppo sbozzatore si ottiene una temperatura del semilavorato in uscita paragonabile a quella in un gruppo tradizionale: si realizza un risparmio adottando una temperatura di sfornamento piu' bassa (fig.13) pur dovendo compensare il maggiore lavoro di deformazione.

Figura 13. Comparazione delle temperature di laminazione.

----- treno tradizionale
 ————— treno E.S.C. (enrgy saving compact)

TEMPERATURA °C

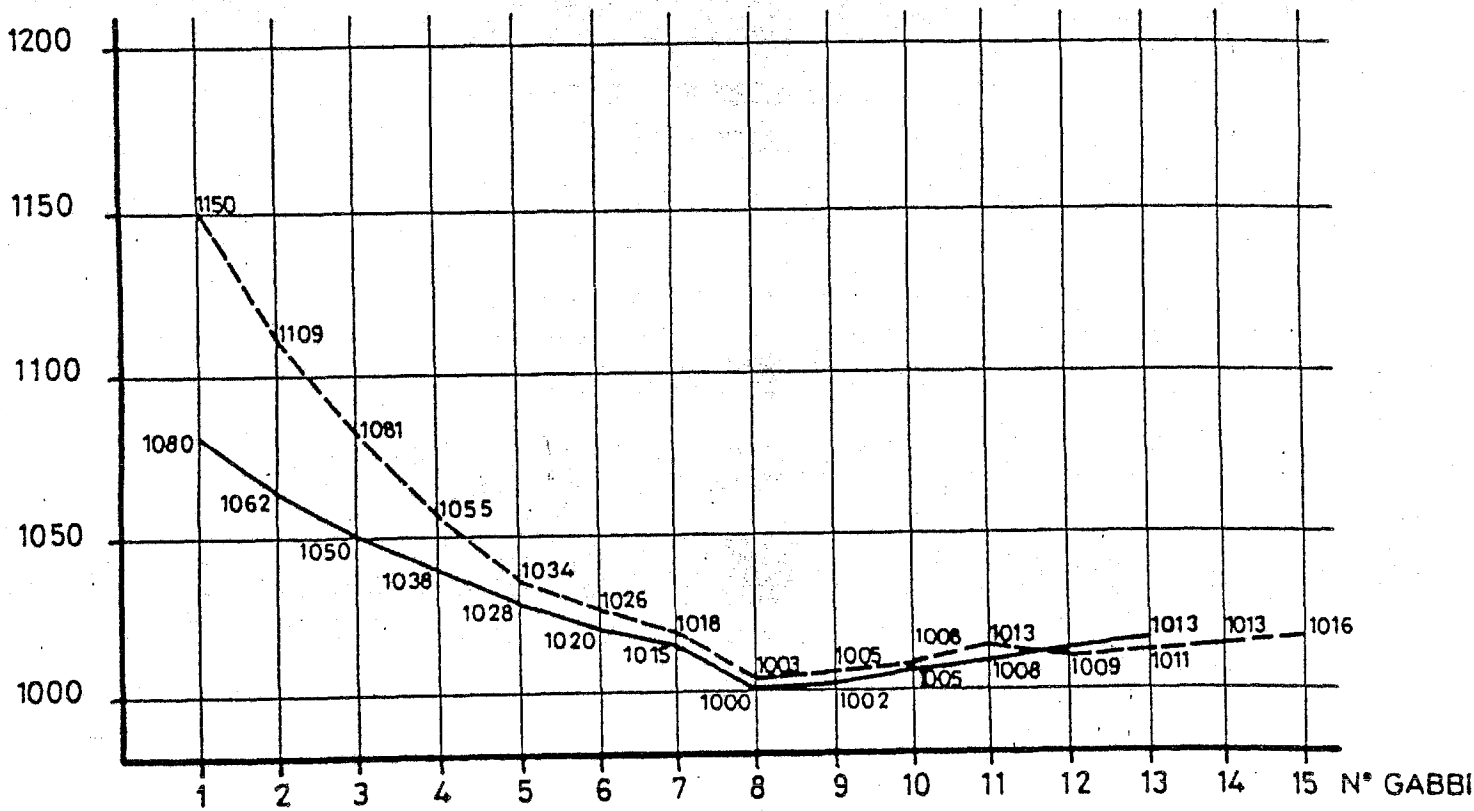
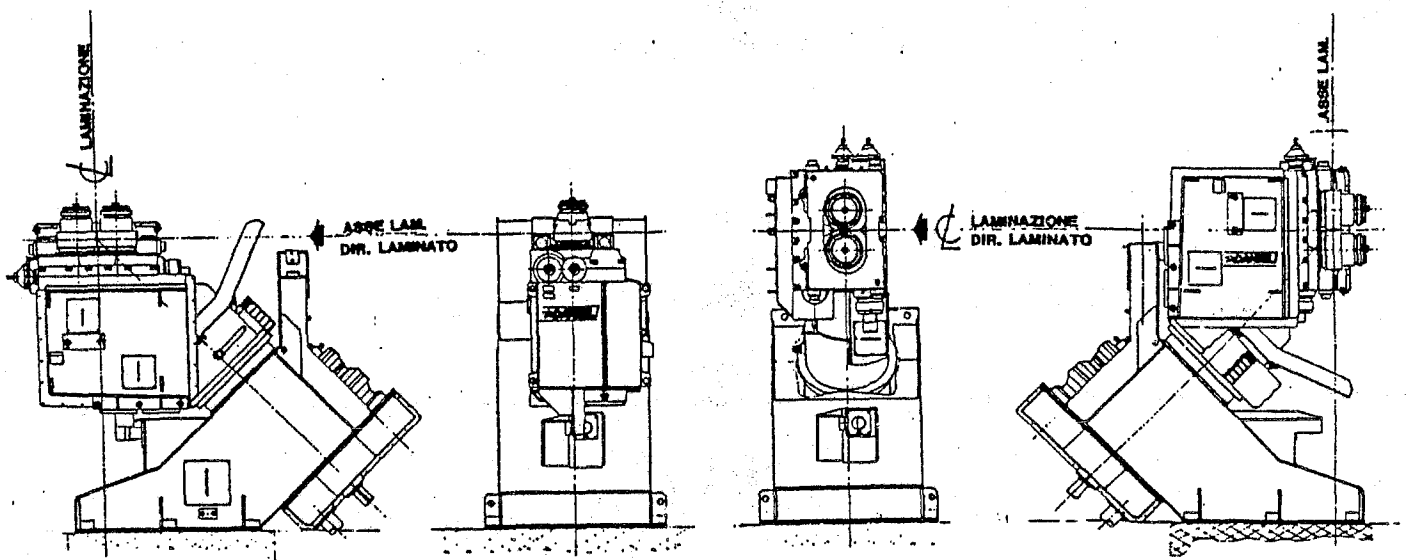


Figura 14. Rappresentazione di blocco a sbalzo convertibile: gabbia verticale e gabbia orizzontale (Danieli).



L'adozione nelle diverse aree del treno (sbozzatore, intermedio, finitore) dei blocchi a sbalzo, rispetto a una gabbia con doppio supporto, consente di realizzare treni molto compatti, con ridotti costi di esercizio.

Nei blocchi a sbalzo, dove si adottano anelli per la laminazione (fig.14), le scorte operative sono ridotte al minimo: attrezzature di guida e anelli di laminazione, evitando gabbie cilindri complete o perlomeno guarniture complete.

La riduzione delle scorte operative si traduce in ulteriori vantaggi, potendo usufruire di macchine utensili piu' contenute, attrezzature per le manipolazioni piu' leggere, spazi di deposito ridotti.

La versatilità di impiego e la facilità di installazione rendono questi blocchi adattabili in varie soluzioni di ammodernamento e potenziamento dei treni esistenti.

3.3. Aspetti metallurgici.

Gli acciai laminati con controllo di temperatura stanno sostituendo i prodotti trattati termicamente in quelle applicazioni per cui si richiedono alta resistenza meccanica e buona resilienza: si conseguono notevoli miglioramenti metallurgici riducendo i consumi energetici e si soddisfano le esigenze dei clienti a costi ridotti, garantendo non solo un prodotto con la forma geometrica desiderata.

Tale aspetto riveste importanza per la deformabilità degli acciai legati durante la laminazione, dove la presenza di bassi tenori di Al, Ti, Nb, V, B controlla la dimensione del grano.

INTERVENTI DI BONIFICA.

1. Soluzioni impiantistiche contestuali alla progettazione.

Contestualmente alla ristrutturazione effettuata negli ultimi anni si sono consolidate alcune soluzioni impiantistiche, soprattutto rivolte al contenimento delle emissioni acustiche e polverose del forno elettrico; in altre aree della mini acciaieria non si e' invece assistito a interventi finalizzati alla riduzione delle fonti sistematiche di nocivita', relegando tale obiettivo a successive iniziative di contenimento.

1.1. Contenimento emissioni acustiche e polverose del forno elettrico.

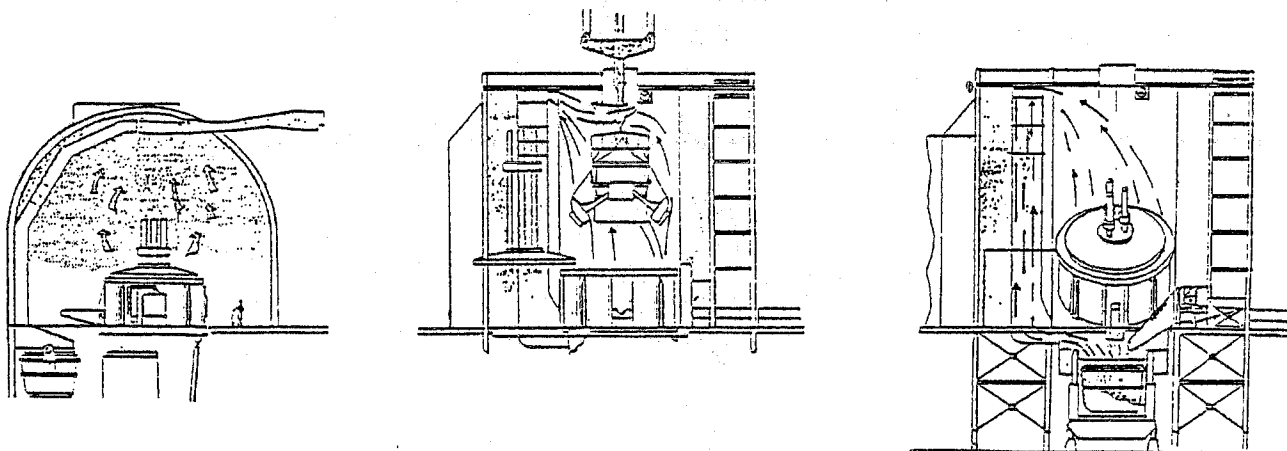
In alternativa all'integrazione dell'aspirazione mediante quarto foro con cappe per i fumi secondari, viene effettuata la segregazione del forno in ambiente confinato (si veda anche la precedente relazione per quanto concerne l'ambiente di lavoro). Tale soluzione prevede un sempre maggior tamponamento dell'area in cui e' installato il forno fino a realizzare sistemi, quali "snuff-box", completamente chiusi. Con tali soluzioni si otterrebbe una rilevante riduzione dei volumi di aria estratti durante le fasi di fusione e affinazione in quanto si eliminerebbe il tradizionale quarto foro: ne deriva una minore energia sottratta e quindi una migliore produttivita' (valutata in un aumento del 10%) (fig.15).

Figura 15. Segregazione per la captazione dei fumi

Fusione e affinazione: i fumi generati dal forno sono diretti alle cappe adiacenti e superiori al forno.

Carica: la cesta del rottame viene trasferita all'interno della segregazione attraverso un portellone che poi viene chiuso per intrappolare i fumi. I fumi sono estratti dalle cappe superiori. L'apertura di accesso del carro ponte può essere protetta mediante lama d'aria.

Spillaggio e aggiunte: i fumi sono catturati attraverso cappe adiacenti alla siviera. I fumi che sfuggono a questa aspirazione localizzata sono captati dalle cappe sovrastanti.



Una soluzione intermedia non prevede l'eliminazione dell'aspirazione dal quarto foro: un esempio di tale realizzazione e' stato installato nel 1981 nello stabilimento di Campi della Nuova Italsider per un forno da 140 t e 60 MVA, con sistema di colaggio eccentrico (EBT).

La chiusura acustica (fig.16) e' costituita da una grossa cabina che chiude e isola completamente il complesso del forno mediante un'intelaiatura di sostegno in carpenteria e pannelli fonoisolanti e fonoassorbenti fissati all'intelaiatura stessa.

Per permettere agli operatori la diretta visione del processo in forno, una parte del pulpito di comando e' stata inglobata nell'incapsulamento ed e' stato realizzato un impianto televisivo a circuito chiuso per tenere sotto controllo le zone del forno non visibili direttamente. per le fasi di carica forno e di colaggio l'incapsulamento e' dotato di due portelloni motorizzati scorrevoli dal lato carica e di un portellone scorrevole motorizzato dal lato carrello di colaggio.

Nel sottopiano del forno e' stata realizzata una chiusura perimetrale in calcestruzzo dotata di tre portoni motorizzati per la movimentazione scorie e gli interventi di manutenzione. Nella fig.17 sono riportati i livelli di rumore rilevati durante la fase di fusione alla massima potenza. Il livello di rumorosità e' stato drasticamente ridotto dai 120 dB(A) - livello di picco - a meno di 85 dB(A), tale da non superare il livello del rumore di fondo.

Il sistema di aspirazione fumi realizzato nel 1986 e' costituito dalle seguenti parti:

- aspirazione primaria dal quarto foro del forno con condotto retrattile di regolazione e portata totale di 130.000 Nmc/h;
- aspirazione secondaria costituita da un'ampia cappa sovrastante l'incapsulamento del forno che e' divisa in due sezioni, una che aspira dalla zona di carica del rottame e l'altra che aspira dalla zona di spillaggio. L'aspirazione totale puo' essere anche concentrata sulla sezione interessata escludendo l'altra (portata massima 473.000 Nmc/h).
- Il ricambio d'aria richiesto per la ventilazione dell'incapsulamento (30 volumi/ora) e' realizzata mediante una cappa di aspirazione posta nell'incapsulamento e collegata alla tubazione principale che ha una portata di 55.000 Nmc/h.

A commento di queste realizzazioni occorre ricordare che gia negli anni '70 per la costruzione di nuove acciaierie si affermava la necessita' di una loro completa segragazione, nonche' la presenza di un'efficace aspirazione primaria e secondaria, dimensionata con risultati sperimentali, inserita in una struttura definita livello progettuale (fig.18), capace di estrarre 3.500-4.000 Nmc/h.

Figura 16. Cabina di insonorizzazione del forno ad arco dello stabilimento di Campi della Nuova Italsider.

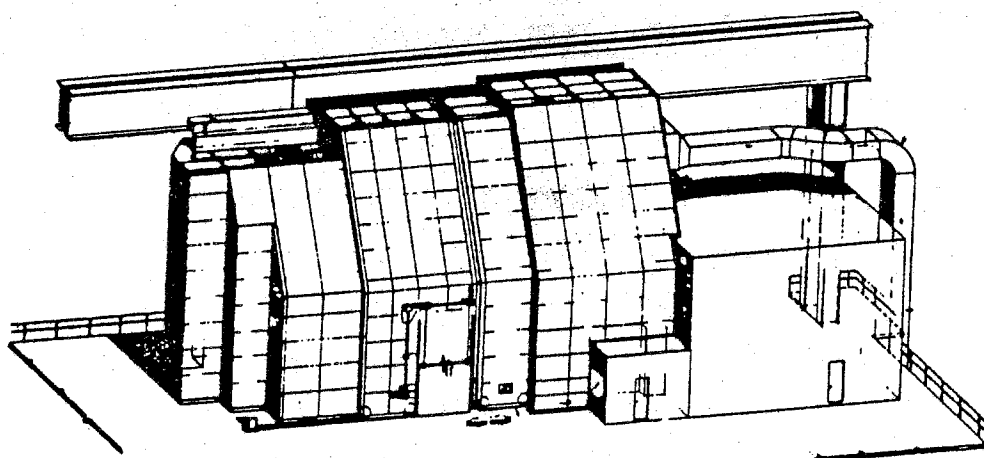
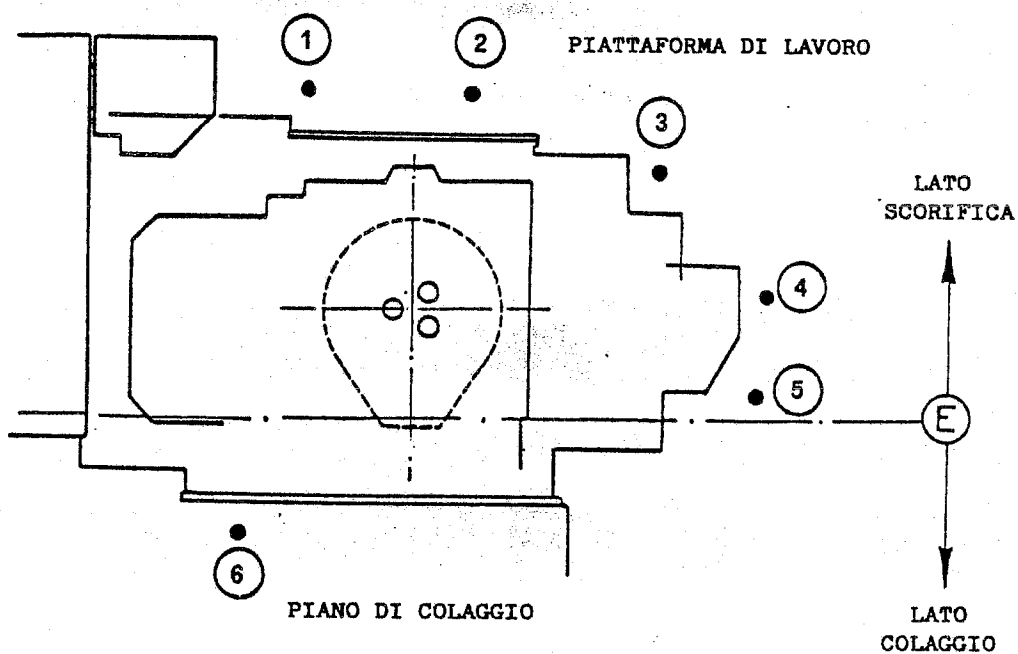


Figura 17. Livelli di rumore (dB (A)) rilevati nel corso della fusione nelle differenti posizioni della platea forno.



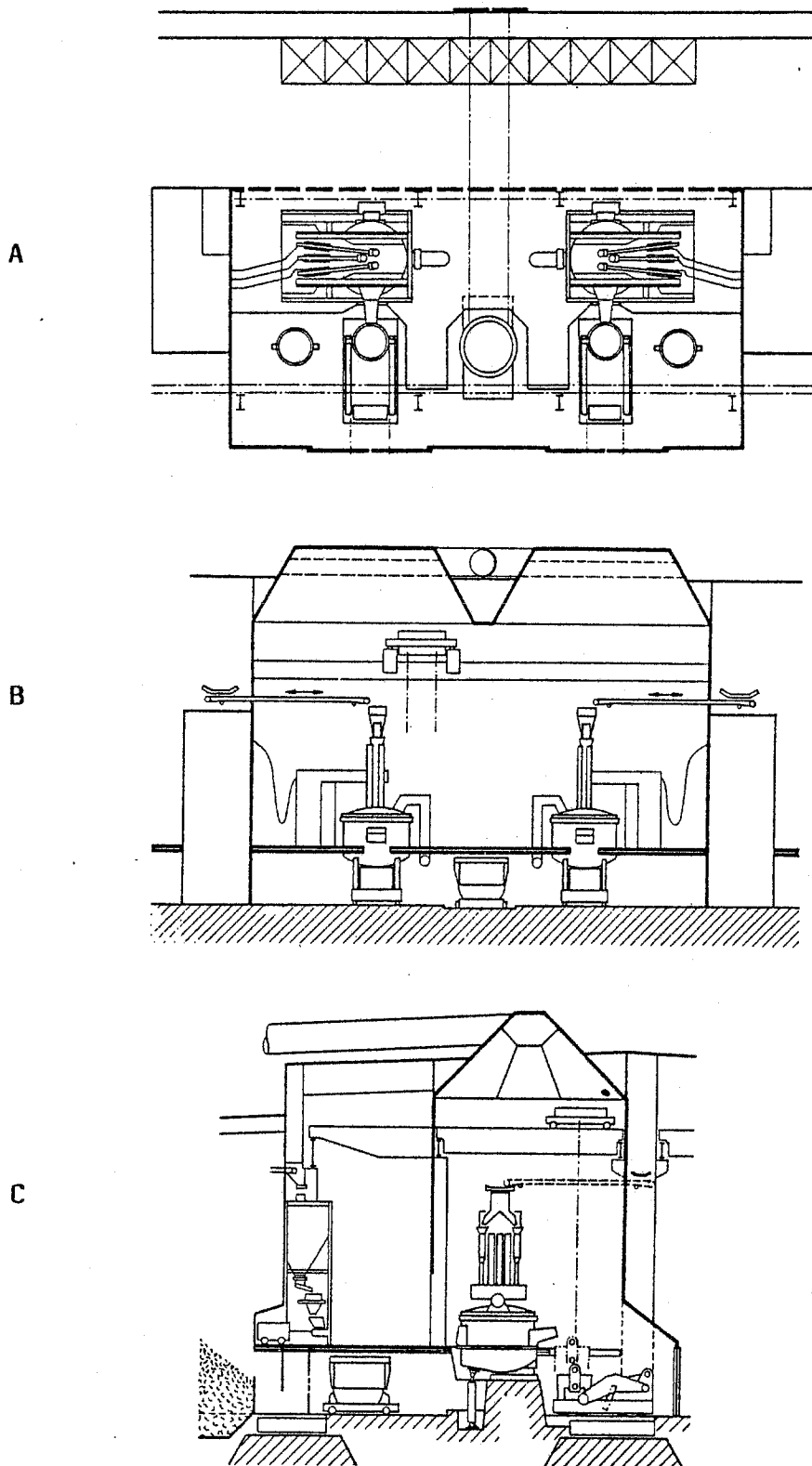
	L_{eq} MISURATO (L1)	RUMORE DI FONDO (L2)	L_{eq} EFFETTIVO (L1-L2)
POS. 1	86,9	80	85,9
POS. 2	88,7	80	88
POS. 3	85,5	78	84,6
POS. 4	81,9	78	79,6
POS. 5	83	78	81,3
POS. 6	82,3	80	78,4

Figura 18. Disposizione di due forni elettrici in ambiente segregato.

A = vista dall'alto dell'area dei due forni con i trasformatori.

B = vista trasversale: visibili le cappe e il sistema per l'immissione degli additivi in forno.

C = vista trasversale: visibili anche paiola per scoria e carro porta-siviera.



1.2. Contenimento emissioni polverose.

Ad esclusione di alcuni impianti di affinazione (Finckl-VAD, Asea-SKF, L.F.) per cui l'aspirazione dei fumi viene installata con l'impianto, non si prevede una sistematica captazione dei fumi e delle polveri per:

- siviera durante lo spillaggio;
- siviera durante i trattamenti (insufflazione, ecc.);
- siviera, panierina e lingottiere durante la colata continua;
- siviera durante il ripristino dello scaricatore;
- siviera, panierina durante la demolizione e i rifacimenti.

L'installazione dei sistemi di captazione dei fumi durante lo spillaggio (la fase sicuramente piu' consistente) in assenza di cappe inserite nella segregazione (punto 1.1) e' ostacolata da numerosi fattori:

- la statica e le strutture del capannone spesso ne impediscono l'installazione senza consistenti modifiche;
- le vie di corsa dei carriponte interferiscono con la colonna ascendente dei fumi caldi e disperdono gli aeriformi all'interno del capannone;
- le strutture deviano la colonna ascendente dei fumi caldi e limitano l'efficacia di un'eventuale cappa sovrastante.

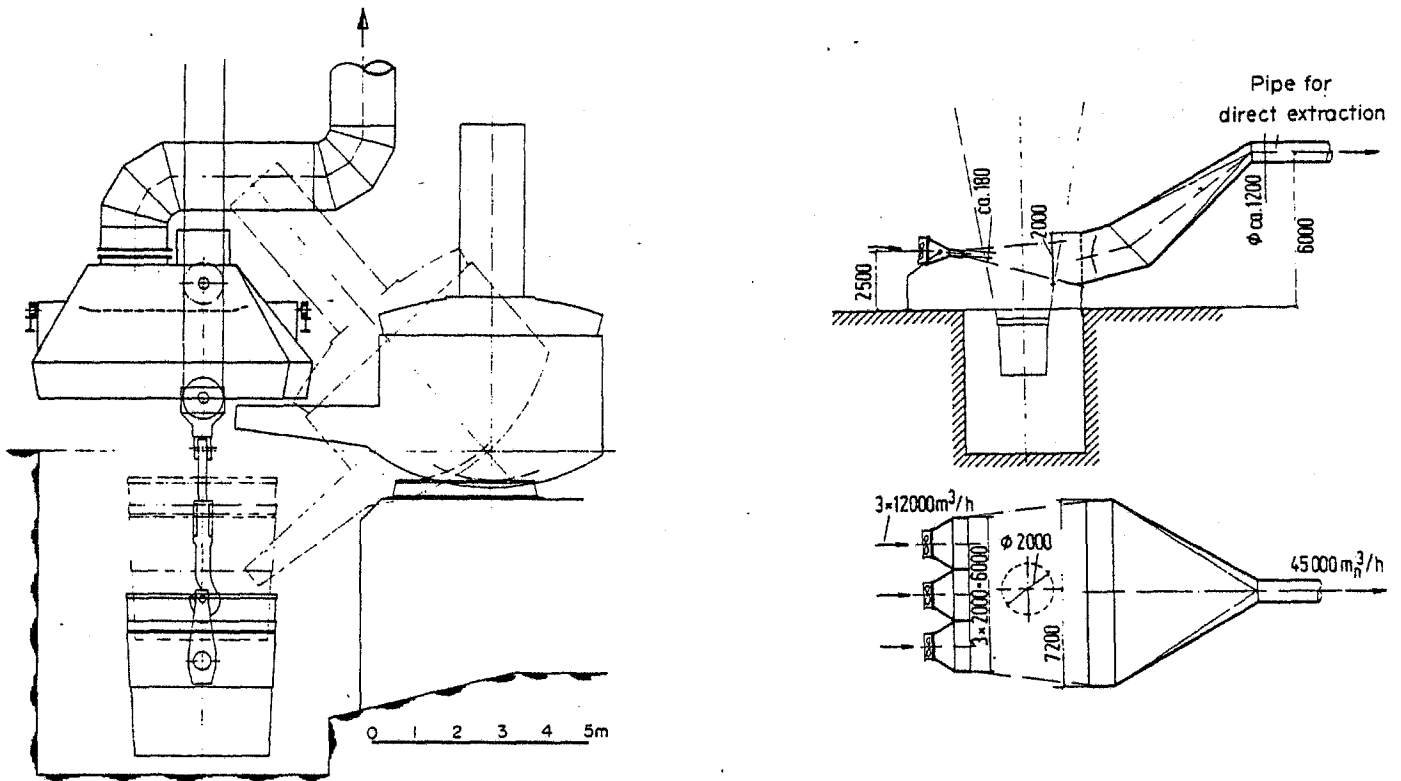
Non viene invece mai presa in considerazione la possibilita' di installare presidi piu' localizzati rispetto alla posizione della siviera (fig.19), soluzione non facile ma probabilmente meno costosa e piu' efficace rispetto alle cappe mal posizionate. L'aspirazione dei fumi durante lo spillaggio mediante cappa mobile, a 2-3 metri sopra la siviera, oppure con sistema a corrente d'aria, dovrebbe una portata specifica di 1.200-1.500 Nmc/h per ogni tonnellata di capacita': una portata analoga a quella del quarto foro, che puo' essere connessa all'esistente sistema di estrazione.

Il contenimento dei fumi durante la carica e' da considerare molto insoddisfacente senza dei sistemi di completa chiusura del reparto e la presenza di aspirazione secondaria. La velocita' e temperatura di tali fumi risultano estremamente variabili in funzione del tipo di rottame, del contenuto di olio, dello stato termico del forno.

La captazione dei fumi durante il trattamento in siviera e il colaggio continuo e' effettuata in concomitanza a lavorazioni di acciaio al piombo (si veda la precedente relazione). Considerata l'estrema variabilita' delle condizioni di dispersione dei fumi metallici e delle polveri durante queste fasi di lavorazioni, si ritiene che la generalizzazione di questi sistemi aspiranti a tutte le lavorazioni consentirebbe una efficace protezione degli addetti. In colata continua si prevedono sistemi di aspirazione, collocati fra la panierina e il piano delle lingottiere, in modo da ottenere una schermatura quanto piu' completa possibile. Potrebbero essere generalizzati anche dispositivi di copertura della siviera, con favorevole effetto anche per quanto concerne l'omogeneita' termica dell'acciaio.

Figura 19. Cappa mobile sopra la siviera di un forno elettrico.

Sistema a corrente d'aria per la captazione dei fumi durante lo spillaggio di un forno elettrico.



Soluzioni efficaci, realizzate in diversi stabilimenti oppure studiate in termini specifici (progetti ergonomici della C.E.C.A., ecc.) andrebbero innanzitutto conosciute, generalizzate ed eventualmente adattate alle esigenze dei diversi impianti.

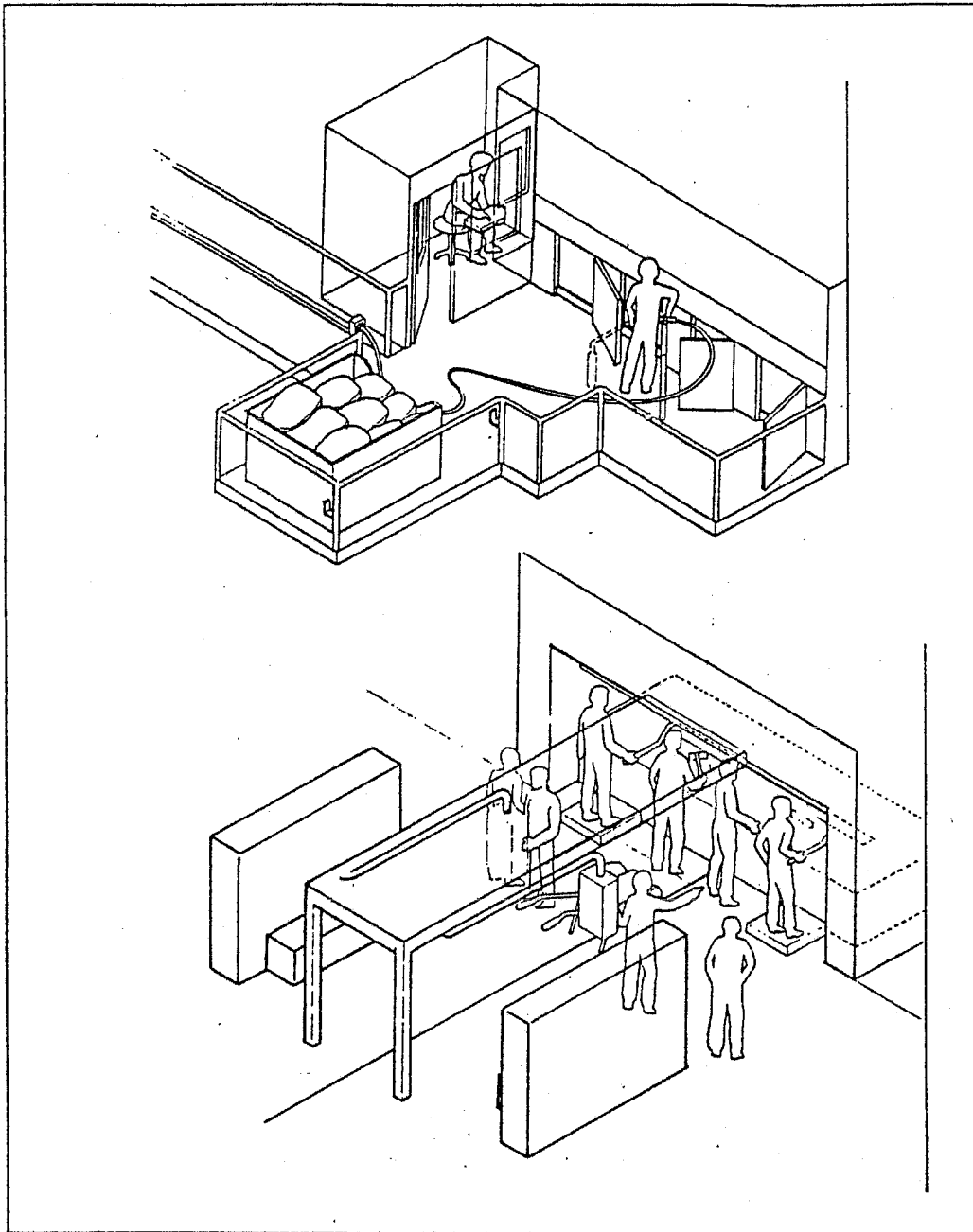
1.3. Colata continua: rassegna di progetti recenti (D.Ruks, Mannesmann AG, Commissione delle Comunità Europee).

Colata continua completamente automatizzata (G. Petrillo, A.F.L. Falck) (fig.20).

- Aerazione efficace dei capannoni.
- Adeguata costruzione del carro paniera: una struttura aperta riduce il carico termico disperdendo il calore.
- Il carico termico di un colatore di lingottiera e di un colatore di secchia è stato ridotto in quattro stabilimenti, con dispositivi di aspirazione, con comando a distanza del livello di acciaio nella lingottiera, con l'introduzione di ventilatori, con piastre di schermatura in alluminio, con tende di protezione contro l'irraggiamento, con cortine d'aria.

- Aspirazione dei gas combusti che si formano con la combustione della polvere di copertura negli oscillatori della lingottiera. Le sezioni di aspirazione sono costituite da strette fessure volte ad aumentare la velocità dell'aria ed ad aspirare i gas combusti su una superficie relativamente ampia (concentrazione di CO ridotte a meno di 10 ppm)
- Aspirazione dei residui di polvere di colata (con possibilità di elevato contenimento di SiO_2): si raggiungono migliori risultati di pulitura in tempi inferiori e si rinuncia all'uso di aria compressa.
- Bruciatore paniera di nuova concezione con geometria dell'ugello diversa che consente una riduzione dei rumori di flusso; copertura della paniera; copertura dei semiprodotti e schermi di bruciatori.
Il livello della pressione acustica si riduce di circa 20 dB(A) su 84 dB(A).
- Inserimento di cornice in ebanite armata con un profilo di acciaio sul dispositivo di arresto dei prodotti di colata. Gli impulsi provocati dallo spingitore si riducono da 12 a 18 dB(A).
- Protezione termica ed acustica dei posti di guida e di manovra, non solo con pareti e finestre insonorizzate, ma anche doppie porte ermetiche e tratti di assorbimento acustico nelle colonne di aspirazione dell'impianto di aerazione. Adozione di ammortizzatori contro la trasmissione di oscillazioni.
- Banchi di preparazione delle paniere che prevedano un agevole inserimento e modelli di regolazione per le basette sommerse, evitando posizioni del corpo sfavorevoli a causa dell'eseguita dello spazio disponibile.
- Sistema di attacco al carro ponte sotto forma di traversa comandata a distanza per il trasporto delle paniere, evitando operazioni di aggancio e di sgancio delle catene, sforzi fisici considerevoli a causa del peso delle catene, pericoli di ustioni e di cadute, elevato numero di operatori al banco di preparazione e alla piattaforma di colata.
- Adozione di banchi degli attrezzi carrellati, nonché di piattaforme di manutenzione sollevabili, evitando posizioni sfavorevoli del corpo.
- Messa a punto dei sistemi di segnalazione guasti e anomalie in grado di elaborare e presentare all'operatore le centinaia di segnalazioni prodotte dalla tecnica convenzionale di manutenzione.

Figura 20. Colata continua per bramme a due vie: vista delle posizioni di lavoro occupate dai colatori siviera e dai colatori lingottiera.



1.4. Sistema di marcatura automatizzata di profilati caldi (R. Wagner, ARBED).

All'uscita della gabbia finitrice, i profilati sono avviati alle seghe, a un primo raffreddamento, al controllo visivo, al raffreddamento secondario.

A valle dei raffreddamenti e' necessaria la selezione e preparazione, che prevede l'intervento di marcatori (tramite pittura o gesso, timbratura, punzonatura) in condizioni termiche e posturali non adeguate. Il sistema automatizzato comprende un impianto automatico di marcatura e una cabina di comando.

1.5. Abbattimento dei fumi e meccanizzazione della movimentazione alla postazione di sfiammatura lingotti con cannello ossimetanico (E. Del Papa, Dalmine).

La postazione di lavoro e' costituita da bancali sui quali, trasversalmente adiacenti, vengono depositati i lingotti poligonali con il carroponte. La movimentazione dei lingotti sul bancale di sfiammatura viene eseguita per mezzo di una leva a lungo braccio.

Lo studio ha avuto come obiettivo la realizzazione di un impianto di sfiammatura con la movimentazione meccanizzata, facilmente controllabile dall'operatore da un pulpito di comando, e bonificata (polveri, microclima, carico lavorativo, rumore, illuminazione).

L'impianto realizzato e' composto da un piano di deposito lingotti movimentato per mezzo di leve mobili installate su carro. Il lingotto viene ruotato con catene, consentendo il posizionamento per il controllo e la sfiammatura superficiale. Lo scarico del lingotto avviene con analogo sistema di leve mobili.

1.6. Riduzione della 'rumorosita' nei laminatoi (Commissione generale della sicurezza e salubrita' nell'ind. siderurgica)

Viene indicata la possibilita' di ridurre la rumorosita' della sorgente tramite interventi su: ventilatori, condotte, bruciatori, gabbie di laminatoio, vie a rulli, polverizzatori dell'acqua, scriccatura, cesoie, seghe a caldo e a freddo, piani di raffreddamento, raddrizzatrici, aspi avvolgitori, confezionamento prodotti.

2. Soluzioni organizzative.

Risulta sempre piu' evidente la necessita' di definire in modo preciso una serie di norme scritte per un corretto modo di operare in tutto il ciclo produttivo, dall'approvvigionamento delle materie prime alla spedizione del prodotto finito. Soprattutto nell'acciaieria la necessita' sopra descritta scaturisce dalla sorprendente evoluzione della produttivita' abbinata alle innovazioni tecnologiche che hanno decisamente trasformato quella che, sino alla met degli anni '70, in parte della realta' della siderurgia minore era ancora una fabbricazione artigianale, in quello che attualmente puo' essere considerato un concatenamento di operazioni in seguito all'aumentata ripetitivita' delle singole fasi lavorative. Le lavorazioni in acciaieria e in laminatoio si prestano ora piu' facilmente ad essere standardizzate rispetto al precedente periodo in cui la prevalenza del lavoro manuale rendeva le varie realta' siderurgiche piu' simili ad una azienda artigianale. In tale situazione ciascuno imparava dagli altri, o direttamente sulla propria pelle, i sistemi per alleviare la fatica e per destreggiarsi in condizioni di lavoro e ambientali certamente piu' precarie di quelle attuali (si pensi alle fasi di strippaggio e movimentazione dei lingotti nelle forme di colata e al lavoro manuale nei vecchi forni di laminazione per tondino e profilati mercantili).

2.1. Codifica delle modalita' di lavoro.

Questa esigenza di codificare le modalita' di lavoro rispetto al campo specifico siderurgico ha portato, gia' dal 1979, il Ministero del Lavoro a promuovere d'intesa con l'ASSIDER, la costituzione di gruppi di lavoro sulla sicurezza in acciaieria, con la partecipazione di funzionari degli Ispettorati Provinciali del Lavoro, dei tecnici dell'ENPI e di esperti delle aziende siderurgiche, per poter pervenire all'elaborazione di chiarimenti e proposte relativi alla sicurezza su alcune tematiche. L'attivita' di tali gruppi ha coinvolto oltre 120 esperti aziendali, degli allora organismi di vigilanza e di controllo (ENPI, Ispettorati del Lavoro); Il risultato dei lavori e' contenuto nel documento "La sicurezza nelle acciaierie con forni elettrici", pubblicato nel marzo 1981 dall'ASSIDER. Si ritiene utile riportare il sommario per consentire un'opportuna consultazione specifica.

- Rumorosita' al forno elettrico ad arco
- 1. Provvedimenti impiantistici
- 2. Indicazioni di carattere operativo atte a contenere l'emissione di rumore del forno elettrico
- 3. Suggestimenti relativi ai provvedimenti impiantistici di isolamento acustico.

- Gestione forno elettrico
 1. Raffreddamento forno elettrico
 2. Operazioni e manutenzioni al forno
 3. Sicurezze elettriche e meccaniche
 4. Interventi di manutenzione durante l'esercizio
 5. Demolizione, ricostruzione e manutenzione refrattario
- Tracimazione siviera
 1. Provvedimenti di tipo operativo di processo
 2. Provvedimenti di tipo organizzativo impiantistico
- Palchi di colata su carro
 1. Percorso della siviera dal forno al palco di colata
 2. Protezioni atte ad evitare la caduta di persone dai palchi di colata
 3. Operazioni varie dal palco di colata
 4. Protezioni passive e vie di fuga
- Colata continua
 1. Progettazione
 2. Protezioni individuali
 3. Materiali
 4. Controllo automatico dei livelli
 5. Sicurezza nell'impiego e nella distribuzione dei fluidi
 6. Procedure per situazioni di emergenza
- Mezzi di sollevamento e trasporto
 1. Gru
 2. Mezzi di sollevamento e trasporto su strada
 - Allegato 1. Schema di soluzione per il raddoppio delle funi di sollevamento
 - Allegato 2. Studio e applicazione, in uno stabilimento siderurgico, di dispositivi ottici a luce lampeggiante al caso di piu' apparecchi di sollevamento e trasporto scorrenti sulla stessa via di corsa
- Movimentazione ferroviaria
 1. Caratteristiche impiantistiche e del materiale rotabile relative alla movimentazione ferroviaria nelle zone di acciaieria
 2. Caratteristiche operative
 3. Professionalita' degli operatori e organizzazione del lavoro

2.2. Elaborazione specifica, formazione, validazione

Non mancano il materiale e le competenze per realizzare manuali informativi e formativi per i vari gruppi di attivita' (gruisti, imbragatori, manovratori, manutentori, addetti ai forni, colatori, ecc.)

A questo scopo potrebbero essere utile traccia anche le pubblicazioni edite dai gruppi aziendali (per es.: FIAT,

Montecatini) e quelle, non certo recenti, dell'ex-ENPI.

Il materiale così elaborato dovrebbe però trovare un utilizzo migliore, non essere cioè meramente consegnato ai lavoratori, ma essere strumento didattico in occasioni formative, appositamente previste, coordinate dagli addetti al personale e/o sicurezza con la attiva partecipazione dei responsabili dei vari servizi e reparti.

A titolo d'esempio si vedano le "Istruzioni per il servizio dei manovratori delle FF.SS." ed il relativo iter formativo che a questi lavoratori viene fornito.

Per ciascuno dei singoli gruppi di attività, dovrebbero essere individuate le fasi a più alto rischio, e per ciascuna di queste elaborato un elenco di operazioni in modo di consentire qualcosa di simile ad un conto alla rovescia al termine del quale si avrebbe la ragionevole certezza di poter operare con la massima sicurezza (vedasi le operazioni preliminari per il decollo e l'atterraggio di un aereo).

A titolo di esempio, ma anche per dare una concreta proposta del materiale formativo utilizzato in alcune aziende, si riportano le norme da prevedere per manovratori di carriponte.

2.3. Esempio di materiale formativo.

Norme di servizio generali per manovratori gru a ponte.

2.3.1. Manovratore gru a ponte scorrevole.

La conduzione dei carriponte deve essere affidata a personale professionalmente addestrato, che sia in possesso sia delle caratteristiche generali, che dei comandi a sua disposizione e che abbia sufficienti conoscenze sulle apparecchiature installate, onde essere in grado di manovrarle nel modo più razionale.

Il carro ponte è una macchina e come tale ha bisogno di manutenzioni, ma soprattutto di particolari attenzioni nella razionale e precisa conduzione e cioè ha tanta più importanza quanto è più intenso e gravoso il suo servizio.

2.3.2. Conoscenze professionali.

Il manovratore carro ponte deve conoscere e saper attuare le norme relative alle pratiche operative di pertinenza, conoscere e rispettare le disposizioni di sollevamento nonché le norme di servizio generali proprie di mestiere.

Le normative tengono conto di quanto previsto dal D.P.R. n.547 in materia di prevenzione degli infortuni sul lavoro.

2.3.3. Precisione e razionalita' di manovra.

Il gruista deve imparare a conoscere perfettamente la macchina ed essere in grado, per ogni carico di saper valutare il tempo di inserzione occorrente per ottenere un determinato spostamento.

E' illusorio che la manovra a piccoli colpi di corrente possa essere vantaggiosa; solo l'esatto inizio e termine di ogni manovra al tempo giusto per arrestare il carico al punto voluto determinano una reale economia di tempo e consumi.

2.3.4. Freni di servizio automatici

I freni automatici di servizio intervengono con "controllers" in pos. "0" oppure per mancanza di corrente. Lo spazio di frenata e' condizionato principalmente dalla velocita' del momento, dai carichi trasportati e dalla regolazione ed efficienza dei freni a ceppi.

Si ricorda che l'azione frenante piu' redditizia e rapida e' quella dell'apparato motore attraverso l'inserzione in contro corrente controllata da parte dell'operatore: cio' produce in primo luogo un progressivo rallentamento ed infine l'arresto totale ma dolce per l'azione del freno automatico di servizio.

2.3.5. Movimento di pendolamento

Senza carico le funi tendono ad allentarsi, con le concomitanti azioni di pendolamento al gancio e con la manovra di sollevamento. Le funi in allentamento hanno tutti i presupposti per attorcigliarsi e/o uscire dalle spire dei tamburi e/o dalla carrucole del pozzetto. In definitiva danneggiarsi anche gravemente. Pertanto evitare di andare in sollevamento rapido con le condizioni sopra accennate.

2.3.6. Intervento dei fine corsa di sollevamento

In condizioni di normale lavoro evitare di sollevare il carico fino all'intervento del primo fine corsa, cio' perche' il dispositivo serve solo quale organo di sicurezza in caso di funzionamento difettoso degli organi di comando e di frenatura o di accidentali disattenzioni del gruista, che non dovra' mai fare esclusivo affidamento sul funzionamento del dispositivo.

2.3.7. Fine corsa di sollevamento

Nel caso si rendesse indispensabile (condizioni di lavoro particolari) sollevare il carico fino all'intervento del primo fine corsa d'arresto, si ricorda di procedere a moderata velocita' in prossimita' di detto intervento, seguire attentamente la posizione del

bozzello, in caso di mancato funzionamento del primo fine corsa dovra' intervenire il secondo fine corsa di arresto. Assicurarsi che non avvenga in ogni caso contatto tra il supporto del gancio e le strutture del carrello. Nel caso di mancato funzionamento del primo fine corsa, fermare ed avvisare tempestivamente il capoturno.

2.3.8. Tiri obliqui

In casi eccezionali e solo nella direzione di marcia del carrello, possono effettuarsi alla presenza del capoturno e sotto la sua responsabilita', dopo essersi assicurato che la fune non sfreggi contro il traverso che sostiene la carrucola dal capo fisso o contro altre parti della struttura.

2.3.9. Tiri trasversi

Vietati nella direzione di marcia del ponte.

2.3.10. Non piu' di due manovre contemporanee

Non eseguire piu' di due manovre contemporanee, l'esibizionismo nell'effettuarne di piu' non puo' che evidenziare la poca sensibilita' verso le problematiche dell'antinfortunistica e nel contempo essere causa di disfunzione del delicato sistema interno del controller stesso.

In casi eccezionali puo' esserci la necessita' di operare con piu' di due manovre contemporanee.

2.3.11. Messa in tiro e sollevamento del carico

Il gruista, prima di sollevare definitivamente il carico per trasportarlo a destinazione, deve pretendere dal personale a terra che gli venga comandata la manovra di controllo della stabilita' e sicurezza del carico, che consiste nel sollevare molto lentamente il carico stesso di pochi centimetri. Tale manovra va eseguita dopo che il personale a terra si sia messo in posizione di sicurezza. solo dopo tale controllo il carico verra' sollevato definitivamente a velocita' regolare, riducendo pero' la velocita' quando il gancio ed il bilanciere si avvicinano al fine corsa. Il carico va sollevato verticalmente all'altezza minima necessaria per superare gli eventuali ostacoli esistenti sul percorso.

2.3.12. Passaggi e posti di lavoro sottoposti a carichi sospesi

Durante il moto della gru con carico sospeso si devono dare ripetuti segnali acustici.

Si deve evitare il passaggio dei carichi sospesi sopra i lavoratori e sopra i luoghi per i quali l'eventuale caduta del carico puo' costituire pericolo, anche a costo di fare un percorso piu' lungo. Qualora il sovrappassaggio di

posti di lavoro non si possa evitare, il gruista deve dare il segnale acustico e consentire l'allontanamento delle persone che possono trovarsi esposte al pericolo dell'eventuale caduta del carico, anche fermando il movimento di traslazione. Se nonostante il segnale dato le persone a terra in posizione pericolosa non si spostassero, il gruista dovrà portare la gru in condizioni di sicurezza, sospendere quindi ogni manovra e richiedere l'intervento del capo responsabile della zona sottostante di lavoro. Se l'organo di presa del carico è costituito da un elettromagnete, il pericolo della caduta del carico è notevolmente maggiore (mancanza di corrente o strappo del relativo cavo di alimentazione). Ferma restando la rigorosa osservanza delle prescrizioni di cui ai paragrafi precedenti, il gruista deve dare ripetuti e frequenti segnali acustici lungo i percorsi del carico.

2.3.13. Autoritorno del "controller" in posizione "zero"

Se per una ragione qualsiasi un controller non potesse ritornare nella posizione "zero" o per un guasto alle apparecchiature i comandi non rispondessero regolarmente, il gruista ha l'obbligo di staccare subito l'interruttore o teleruttore principale e deve quindi richiedere l'intervento del personale specializzato per eliminare l'inconveniente.

2.3.14. Apparecchiature elettriche - Dispositivi di sicurezza e protezione

Gli armadi delle apparecchiature elettriche e le cassette degli interruttori non devono essere usati come ripostigli.

E' assolutamente vietato manomettere od alterare le apparecchiature elettriche ed in particolare i dispositivi automatici di fine corsa. Nel caso che detti dispositivi non funzionino o funzionino in modo irregolare, il gruista deve chiedere subito l'intervento del personale specializzato.

Segnalare al capo le deficienze dei dispositivi, dei mezzi di sicurezza e di protezione, nonché le altre eventuali condizioni di pericolo di cui si venisse a conoscenza. Adoperarsi direttamente, in caso di urgenza, nell'ambito delle proprie competenze e possibilità per eliminare o ridurre le situazioni pericolose.

Non rimuovere, manomettere o modificare i dispositivi e gli altri mezzi di sicurezza e di protezione senza averne ottenuta l'autorizzazione.

2.3.15. Manovre vietate

E' vietato far pendolare il carico servendosene per provocare urti; imprimere oscillazioni al carico per deporlo in un punto situato oltre il raggio di azione

della gru; strappare carichi infissi o comunque vincolati; trainare vagoni o carri o altri mezzi con la gru a ponte. E' vietato eseguire il lavoro di bertaggio, slingottamento dei lingotti diretti e rottura di lingottiere od altri materiali al parco rottami, senza essersi prima accertati che non vi siano persone nelle vicinanze.

E' vietato sollevare un carico male equilibrato, imbragato pericolosamente o avente materiali sciolti che potrebbero cadere durante la manovra. In caso di inadempienza da parte dell'imbragatore, far intervenire il capo.

E' vietato sollevare carichi stimati superiori alla massima portata della gru.

E' vietato lasciar cadere dall'alto della gru oggetti di qualsiasi genere.

L'eventuale sollevamento di bombole di gas compressi puo' essere effettuato solamente se le bombole vengano adeguatamente assicurate in appositi contenitori in modo che ne sia impedita la caduta. E' severamente vietato trasportare bombole, anche vuote, con l'elettromagnete.

E' vietato abbandonare, anche per breve tempo, la gru con il carico sospeso.

2.3.16. Stato di malessere del conducente

Se il gruista dovesse avvertire un qualsiasi malessere non deve continuare il lavoro, ma deve subito avvertire il capoturno.

2.3.17. Mancanza di corrente elettrica

Nel caso di mancanza di corrente elettrica o di fermata della traslazione del carro ponte per guasti, riportare subito a zero i controllers, aprire l'interruttore e teleruttore principale in cabina ed avvertire il capoturno perche' dia istruzioni sul da farsi.

2.3.18. Manovra in prossimita' di carro ponte in manutenzione

Quando il gruista sia stato avvertito che in una certa zona dello stesso piano di scorrimento si svolgono lavori di manutenzione o si trova un'altra gru in riparazione, indipendentemente da eventuali arresti fissi, egli deve porre la massima attenzione nello approssimarsi alla zona del piano di scorrimento dove sono in porto detti lavori. In caso di necessita', vi si avvicinerà viaggiando alla velocita' minima per essere sicuro di potersi fermare in ogni caso a distanza di sicurezza.

2.3.19. Manovra in prossimita' di un altro carro ponte

Qualora il lavoro si svolga in prossimita' di un'altra gru sullo stesso piano di scorrimento, si deve viaggiare alla piu' bassa velocita' facendo massima attenzione per evitare la collisione con l'altra gru.

2.3.20. Manovra errata

Se, in seguito a errata manovra e/o disattenzione, si fossero creati i presupposti per un danneggiamento delle apparecchiature di sicurezza e protezione, nonché delle funi, catene, ecc., accertarsi dei danni. Nell'incertezza informare il capoturno.

2.3.21. Disposizioni di reparto

Il gruista eseguirà le manovre solo a seguito di precisi e chiari ordini di personale a terra, cioè anche nel caso che una qualsiasi operazione gli sia consueta e venga comunemente considerata di irrilevante pericolo. Se l'ordine non risultasse chiaro ha il dovere di farselo ripetere.

Qualora il gruista venga a trovarsi improvvisamente in presenza di una imprevedibile condizione di pericolo per sé e per gli altri, a seguito di manovre da eseguire o in corso di esecuzione, deve adoperarsi direttamente, nell'ambito delle proprie competenze o possibilità, per eliminare la constatata situazione di pericolo, dando comunque immediatamente il segnale di allarme.

Ove la gru sia sprovvista di dispositivo di presa del carico (tenaglie, benne automatiche, elettromagneti, ecc.) e non siano necessari gli ordini del personale a terra, il gruista dovrà eseguire le idonee manovre del caso secondo il programma prestabilito dal capo.

Se all'imbragatura del carico fossero adibite più persone, il gruista deve pretendere che sia una sola a dargli ordini. In caso contrario, al fine di non incorrere in possibili errori, il gruista non effettuerà alcuna manovra e si farà ripetere l'ordine da una sola persona.

Il gruista, prima di eseguire qualsiasi manovra, anche se comandata, deve fare attenzione che l'imbragatore o altre eventuali persone non si trovino in posizione di pericolo relativamente alla manovra da eseguire. In caso contrario si asterrà dalla manovra o la sospenderà e richiamerà l'attenzione della persona o delle persone in pericolo.

Tutte le volte che la visuale sulla zona di lavoro sia impedita da ostacoli (catasta di materiali, cabine, macchinari, impianti, ecc.) il gruista ha il dovere, col mezzo acustico, di segnalare preventivamente il passaggio del carico onde dar tempo al personale a terra di spostarsi in posizione di sicurezza.

Qualora, per ragioni "contingenti", il gancio oscilli, evitare di dare rapido avvio alla manovra di sollevamento. Si ricordi che detta condizione (specie con debole carico) facilita lo scavalco delle funi sui tamburi avvolgicavo e/o la fuoriuscita della fune dalle carrucole, mettendo a repentaglio l'integrità della fune stessa.

Il gruista deve procedere con molta attenzione agli spostamenti della gru per evitare urti contro persone o

cose (in particolare: cataste di materiali, lingottiere, ecc.) e nella posa del carico si deve assicurare della stabilita' dell'appoggio. Nell'accatastamento dei materiali assicurarsi della stabilita' della catasta.

2.3.22. In caso di pericolo

In caso di improvviso pericolo, per arrestare la marcia ed i movimenti in atto, provocare l'apertura del teleruttore generale agendo sul pulsante "Arresto d'emergenza", con cio' ci si assicura contro ogni ritardo della apparecchiature per eventuali concomitanti irregolarita' di funzionamento.

2.3.23. Cabina di comando

L'accesso alla cabina va fatto seguendo il percorso prestabilito ed usando le scalette a cio' predisposte. Durante la salita e la discesa lungo le scale della gru le mani debbono essere libere da impedimenti per potersi afferrare con tutta sicurezza ai montanti o ai pioli delle scale stesse.

All'atto dell'entrata in cabina occorre accertarsi che altre gru, sullo stesso piano di scorrimento, non stiano manovrando con pericolo di urto, in prossimita' della gru che deve essere raggiunta. Eventualmente avvertire i gruisti delle gru adiacenti.

E' vietato depositare in cabina indumenti personali, sostanze infiammabili e materiali estranei all'esercizio della gru.

Per il riscaldamento della cabina nella stagione invernale non si devono fare assolutamente installazioni abusive, ma usare solo l'eventuale stufa elettrica predisposta allo scopo, che non dovra' essere in alcun modo manomessa o modificata.

E' vietato asciugare indumenti o stracci o avvicinandoli o appoggiandoli alla stufa elettrica.

Il gruista deve curare la pulizia interna della cabina di comando gru. Si ricorda che la pulizia metodica della stessa favorisce non solo l'igiene, ma rende piu' efficace l'impianto di condizionamento e/o riscaldamento della cabina. Per il ricambio d'aria si consiglia di aprire per breve tempo la porta di entrata.

2.3.24. Dispositivo anticollisione tra carriponte

Il dispositivo anticollisione tra carriponte puo' essere escluso solo in casi di necessita', utilizzando l'apposito pulsante che permette l'avvicinamento all'altro carroponte a velocita' ridotta. All'inizio del turno il manovratore dovra' provare l'efficienza del dispositivo anticollisione e riferire eventuali disfunzioni al capo responsabile.

2.3.25. Lubrificazione centralizzata

L'operazione va eseguita tramite l'apposito sistema di ingrassaggio centralizzato, individuato nell'apposito schema di lubrificazione (si veda ad esempio in fig.1). Il gruista durante il primo turno con frequenza giornaliera dovrà provvedere ad eseguire questa operazione sia per il ponte che per il carrello. Segnalare al capo responsabile l'eventuale mancanza di grasso.

2.3.26. Pulizia dei carriponte

Il gruista dovrà provvedere durante il primo turno con frequenza settimanale alla pulizia del carro ponte.

2.3.27. Controlli e verifiche di funzionamento prima dell'inizio lavoro

Il manovratore ha l'obbligo, prima di iniziare il servizio con il carro ponte, di accertarsi del buon funzionamento della macchina eseguendo le seguenti prove e verifiche.

- Funi. controllo visivo del corretto avvolgimento delle funi sui tamburi e del corretto alloggiamento delle funi nelle carrucole sia del capo fisso che del mobile.

Esame visivo dello "stato di efficienza" della fune.

- Carrello. Una corsa completa nei due sensi per la verifica della regolare marcia.

Prova d'intervento nei fine corsa.

- Ponte: traslazione avanti-indietro nel tratto di binario di normale lavoro (continuità di contatto tra le prese di corrente ed i conduttori nudi della linea di alimentazione principale).

Prova dei fine corsa di arresto del carro ponte.

- Freni: una serie di piccoli spostamenti in "vira-maina" e traslazione ponte e carrello "avanti-indietro", per accertare l'efficienza della frenata dell'apparato motore e della regolazione dei freni automatici di servizio.

- Fine corsa di sollevamento - bozzello principale ed ausiliario.

Far intervenire i fine corsa degli ausiliari, assicurandosi dell'intervento tramite l'arresto e la possibilità di manovra contraria.

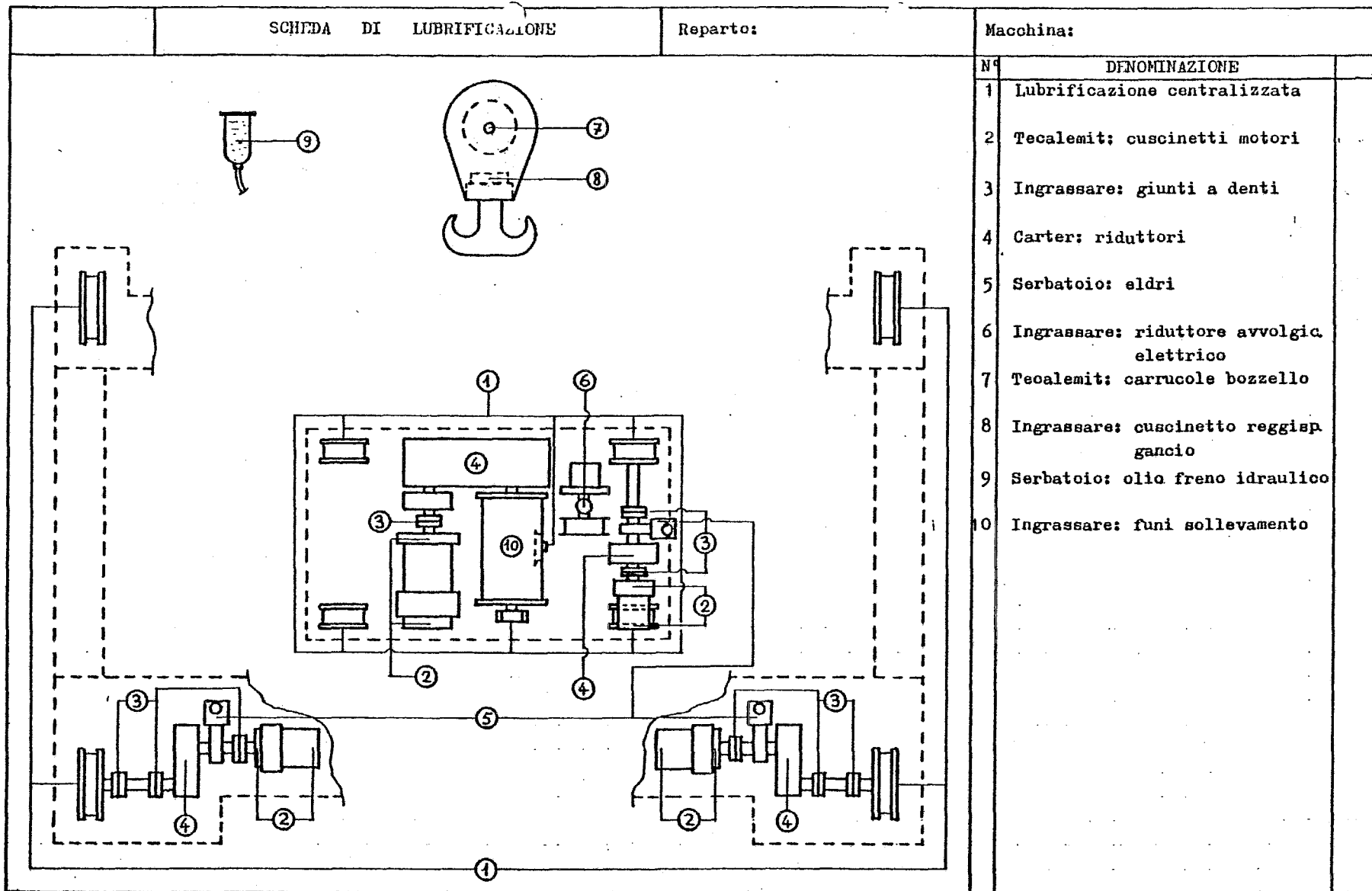
2.3.28. Norme di servizio da osservare alla fine o in caso di sospensione momentanea del lavoro.

Nelle sospensioni del servizio, anche di breve durata, osservare le seguenti disposizioni:

- alzare il gancio ad altezza superiore a quella di un uomo e di eventuali mezzi in transito.

- Nel caso di attrezzature appese, fermarsi in zone non adibite al passaggio delle persone.

Figura 1. Schema di lubrificazione di un carro ponte.



- Portare a zero tutti i dispositivi di comando.
 - Staccare l'alimentazione della corrente elettrica al carroponete attraverso i comandi a cio' predisposti.
 - Per la discesa a terra seguire soltanto il percorso prestabilito.
 - Assicurarasi, all'atto di abbandonare la cabina, che altre gru sullo stesso piano di scorrimento non stiano manovrando nelle prossimita' con pericolo di urtare contro la propria gru.
 - Nei cambi turno, il gruista smontante deve scendere a terra, dare le consegne al gruista montante e metterlo al corrente di eventuali irregolarita' riscontrate durante il lavoro.
- In casi particolari, dove il cambio deve avvenire in cabina per consentire la continuita' delle operazioni, prima di effettuare qualsiasi manovra, l'operatore deve accertarsi che il collega smontante o montante non si trovi in posizione pericolosa.
- Se non si tratta di cambio turno, il gruista, una volta a terra, deve fare rapporto al capoturno circa ogni eventuale irregolarita' riscontrata durante il servizio.
 - Non abbandonare carichi sospesi.

2.3.29. Specifiche riferite a carroponete per parco rottami (esempio)

Nella campata parco rottami operano n. __ carriponte individuati dai numeri d'ordine ____.

Questi carriponte sono costituiti da due travi principali costruite in carpenteria metallica del tipo a cassone, che sono collegate fra di loro da due testate, sempre in carpenteria metallica, in cui sono alloggiate le ruote per la traslazione.

Sulle travi principali sono fissati i binari per lo scorrimento del carrello sul quale sono sistemati gli organi di sollevamento.

Sotto una delle travi e' fissata la cabina di comando da cui si possono controllare tutte le funzioni del carroponete.

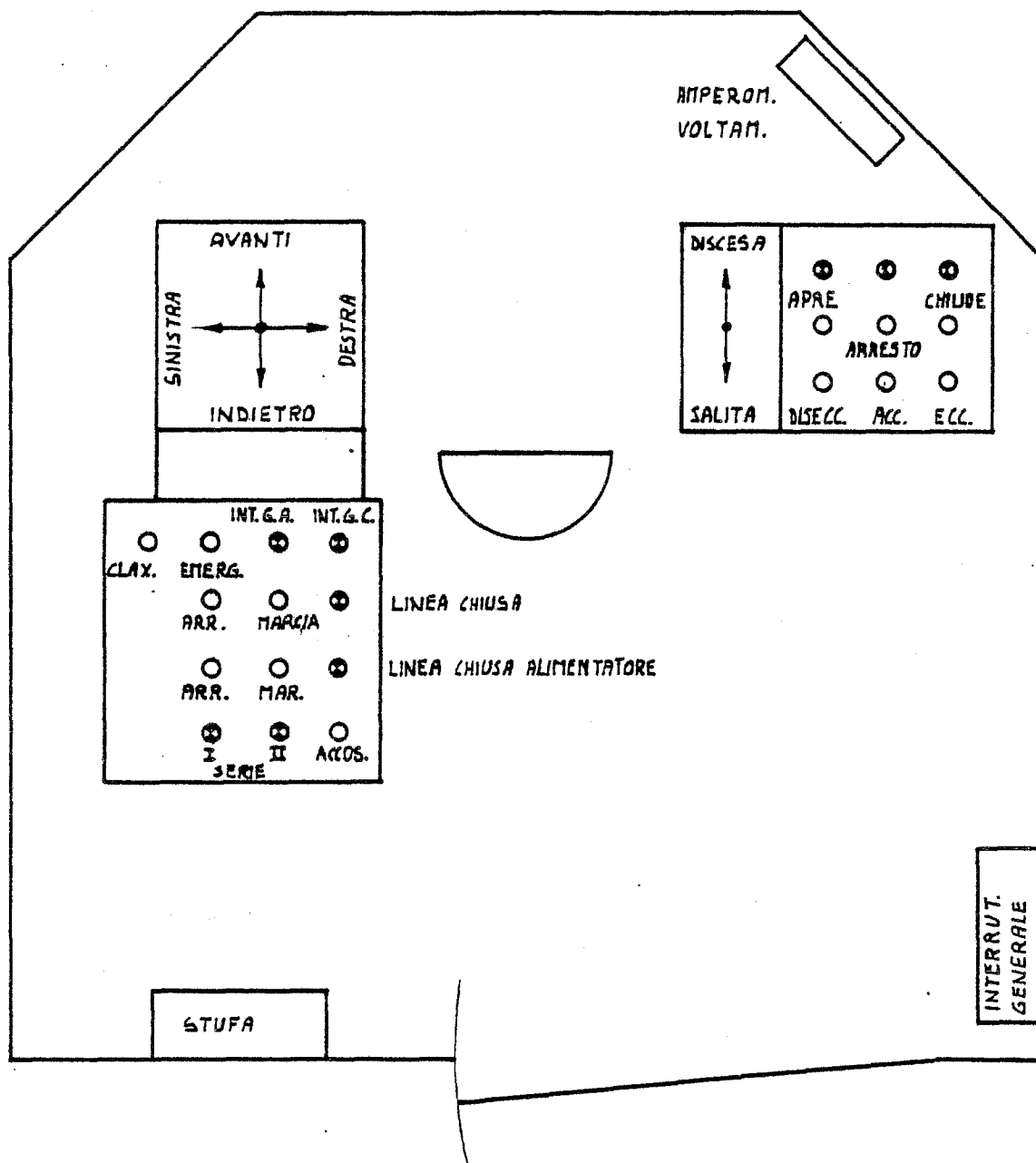
Le note tecniche di questo mezzo di sollevamento sono riportate in tabella 1. La disposizione dei comandi in tabella 2.

Seguono le pratiche operative per le gru delle diverse campate.

Tabella 1. Note tecniche di un carro ponte.

SCHEDA TECNICA CARRI PONTE	SERVIZIO:	Matr.	COSTR.:	anno
CARATTERISTICHE PRINCIPALI				
- SCARTAMENTO ROTALE.....m =		30,25		
- PORTATA NETTA AL GANCIO PRINCIPALE.....ton =		15		
- PORTATA NETTA AL GANCIO AUSILIARIO.....ton =		/		
- CORSA MAX AL GANCIO PRINCIPALE.....m =		17,5		
- CORSA MAX AL GANCIO AUSILIARIO.....m =		/		
MACCHINARI				
= SCORRIMENTO PONTE				
-RUOTE.....N°xØ =		4 x 630		
-RUOTE MOTRICI.....n° =		2		
-COMANDO SULLE RUOTE MOTRICI..... =		INDIPENDENTE		
-MOTORI.....n° =		2		
-POTENZA MOTORE.....CV =		34		
-VELOCITA' PONTE.....m/1' =		120		
-TIPO FRENO..... =				
= TRASLAZIONE CARRELLO				
-RUOTE.....N°xØ =		4 x 315		
-RUOTE MOTRICI.....n° =		2		
-COMANDO SULLE RUOTE MOTRICI..... =		CENTRALIZZ.		
-POTENZA MOTORE.....CV =		8		
-VELOCITA' CARRELLO.....m/1' =		60		
-TIPO FRENO..... =				
= SOLLEVAMENTO				
-MOTORI.....n° =	PRINC.	1	AUSIL.	/
-POTENZA MOTORE.....CV =		136		/
-VELOCITA' DI CARICO.....m/1' =		25		/
-FRENI.....n° =		1		/
-TIPO FRENO..... =		ELETTRO-MAGN.		/
-TIPO GANCIO..... =		DOPPIAANCORA		/
-TIRI.....n° =		4		/
-FUNE.....n° x Ø x m =		1 x 24 x 98		/
= EQUIPAGGIAMENTO ELETTRICO				
-ALIMENTAZIONE : 380 V				
-LINEA DI ALIMENTAZIONE : A SBARRE CORRENTI LUNGO UN LATO DEL CAPANNONE				
-PRESA DI CORRENTE : CIABATTE IN GHISA				
-CABINA DI COMANDO : descrizione in allegato				
-ORGANI DI SEZIONAMENTO DEL CIRCUITO DI POTENZA : descrizione in allegato				
-LINEA DI ALIMENTAZIONE CARRELLI : A FESTONI				
-DISPOSITIVI DI SICUREZZA : PONTE/CARRELLO/SOLLEVAMENTO (AUSIL.-DI POTENZA-ANTISCARRUCOLAMENTO)				
-DISPOSITIVO ANTICOLLISIONE FRA CARRI PONTE				
-TIPO CONTROLLERS :				
= ATTREZZATURE PER IL SOLLEVAMENTO DEL CARICO				
-PIATTO MAGNETICO : POTENZA KW...28...-PESO ton...7,5...-PORTATA UTILE AL GANCIO ton...7,5...				
-USO CORRETTO DEL PIATTO MAGNETICO : descrizione in allegato				
-POLIPO ELETTROIDRAULICO : CAPACITA' m3.....-PESO ton.....-TIPO.....				
-USO CORRETTO DEL POLIPO ELETTROIDRAULICO : descrizione in allegato				
-TAMBURO AVVOLGICAVO : A FRIZIONE MAGNETICA E RUOTA LIBERA				

Tabella 2. Esempio di disposizione dei comandi in cabina di carro ponte.



3. Tipologia del laminatoio e differenze per la sicurezza

Le innovazioni tecnologiche e i provvedimenti di bonifica in atto in alcune aziende della provincia di Brescia sono riportate schematicamente in due tabelle, suddivise per area impiantistica.

3.1. Innovazioni tecnologiche in atto

Tabella 1. Laminatoio siderurgico (per verga e prafilati): sviluppi impiantistici degli ultimi anni ed effetti prodotti per la sicurezza.

A R E A I M P I A N T I S T I C A	I N N O V A Z I O N I I N A T T O	E F F E T T I
FORNO PRERISCALDO	Cambio di combustibile da O.D. a metano	- Eliminazione SO ₂ dai fumi - Più rumore - Meno rumore (bruciatori nuova generaz.
	Automazione informamento e sfornamento	- Meno personale - Eliminazione "sfornatore"
	Controlli con telecamera	- Più sicurezza - Meno esposizione a calore
SEOZZATORE	Automazione (trasferimenti, ribaltamenti)	- Meno manovre - Più operazioni di controllo
INTERMEDIO	Automazione avanzamento ferro	- Meno manovre - Più operazioni di controllo
E	Eliminazione doppiatori treno in linea (continuo)	- Meno rischi di fuoriuscita del laminato
FINITORE	Inserimento cesoie (spuntature e rottamatura)	- Meno incagli - Più controllo del laminato - Meno lavoro di disincaglio
	Gabbie ad alta riduzione	- Meno lavoro di attrezzatura - Eliminazione cambio cilindri - Meno trasporti pericolosi
	"Finitore" monoblocco	- Idem - Più rumore
	Gabbie a regolaz. motorizzata	- Meno rischi di infortunio
	Raffreddamento controllato	- Più rumore - Più polvere dispersa
PLACCA RAFFREDDAMENTO (profilati)	Trasferitori a catena	- Meno rumore
EVACUAZIONE LAMINATO	Impianto "rotoli"	- Più esposizione a calore
RADDRIZZATURA (profilati)	Raddrizzatrici in linea	- Meno infortuni
FORMAZIONE PACCHI E LEGATURA	Automazione impianti e trasferitori	- Meno operatori - Più manutentori - Meno rumore

AREA IMPIANTISTICA	bonifiche in atto		
	rumore	inquinanti aerodispersi	microclima
forno di preriscaldamento	- modifica dei bruciatori - silenziatori circuito aria - rivestimenti circuito aria	- uso del metano	- schermatura zona di carico - modifiche impianti di carica - eliminazione dello sfornatore
treni di laminazione	- cabine insonorizzate e climatizzate - allontanamento di lavorazioni accessorie (attrezzatura)	- cabine insonorizzate e climatizzate - allontanamento di lavorazioni accessorie (attrezzatura)	- cabine insonorizzate e climatizzate - allontanamento di lavorazioni accessorie (attrezzatura)
taglio a caldo	- incapsulaggio sega	- cabina	- cabina
placca di raffreddamento (profilati)	- traslazione a catena	- cabina	- cabina
taglio a freddo	- incapsulaggio sega	- cabina	- cabina
formatura fasci legatura	- rivestimento rulli di trasporto - movimentazione con bracci magnetici	- cabina	- cabina

3.3. Analisi per l'intervento di sicurezza

Nell'affrontare il tema della sicurezza si è ritenuto innanzitutto di elencare alcuni dei rischi più diffusi correlabili con norme di legge e fasi operative specifiche. Le tre schede che seguono non esauriscono ovviamente l'argomento e sono indicative per orientare l'intervento di controllo (tabella 3).

Dando poi per scontata la conoscenza di rischi generici o comuni ad altri settori produttivi si è voluto analizzare quello che è considerato il rischio più tipico, anche se non più frequente causa di infortunio, del laminatoio: investimento o contatto con ferro incandescente.

Partendo da una fase lavorativa particolare, cioè quella che precede l'accesso alla zona pericolosa per operazioni di ripristino in caso di guasto o incaglio, è possibile analizzare le procedure organizzative e le caratteristiche impiantistiche che garantiscono la sicurezza.

La scheda propone una sintesi dei problemi e degli interrogativi che ci si deve porre e che può essere utile per raccogliere elementi di giudizio sull'impianto o per predisporre le procedure di intervento (tabella 4).

Nelle tre ultime tabelle sono riportati schemi semplificati di laminatoi diversi fra loro per evidenziare i principali difetti sempre sotto il particolare profilo del controllo del laminatoio e dei rischi connessi all'intervento umano all'interno di impianti sempre più complessi e automatizzati.

Tabella 3. Laminatoio per prodotti lunghi: elenco dei rischi più diffusi correlabili con inadempienze a norme di legge e a fasi operative specifiche.

Fase lavorativa: carenze impiantistico-organizzative DPR 547 Rischio		
Area riscaldamento: caricamento billette		
Imbracatura billette a mano in posizione sopraelevata	27	caduta dall'alto
Catoste mal confezionate	11	investimento da m.
Imbracatura billette di misura non standard con pinze per presa di testa	168	investimento da materiali
Mancanza di un comando di arresto per interventi sul piano di carica		caduta schiacciamento
Mancanza di schermi o barriere a parti in movimento (ribaltatori, trasferitori)	41	schiacciamento
Lubrificazione dell'impianto di trasferimento-caricamento a impianto in moto o esecuzione di lavori di manutenzione	48 375	schiacciamento schiacciamento
Accessi a piattaforme di controllo forno prive di idonei parapetti	27	caduta dall'alto
Parti a temperatura dannosa in zona accessibile	240	ustioni
Spintore dello sfornamento non segregato o protetto (anche se pericoloso e accessibile)	41	schiacciamento
Area laminazione: laminazione e interventi		
Controllo e comando laminatoio (vie a rulli, passi di sbizzatore, passaggi da un treno all'altro) da posizione non idonea o con dispositivi non idonei	233	investimento da materiali
Gabbie di laminazione non protette con ripari contro le fuoriuscite del ferro	134	investimento da materiale
Operazioni di regolazione, misura, disincaglio in prossimità di gabbie in funzione	134	investimento ustioni
Postazioni di lavoro (officina preparazione, ecc.) in zone pericolose	11	investimento ustioni
Avvio dell'impianto senza le opportune segnalazioni acustiche	54	schiacciamento investimento
Assenza di comandi supplementari di arresto sull'impianto per gli interventi in condizioni di sicurezza	53	schiacciamento investimento
Cesoie a tamburo con coltelli non protetti, accessibili	123	cesoimento
Interventi di manutenzione o ripristino su impianti in funzione	375	schiacciamento investimento

(segue Tabella 3)

Fase lavorativa: carenze impiantistico-organizzative DPR 547 Rischio

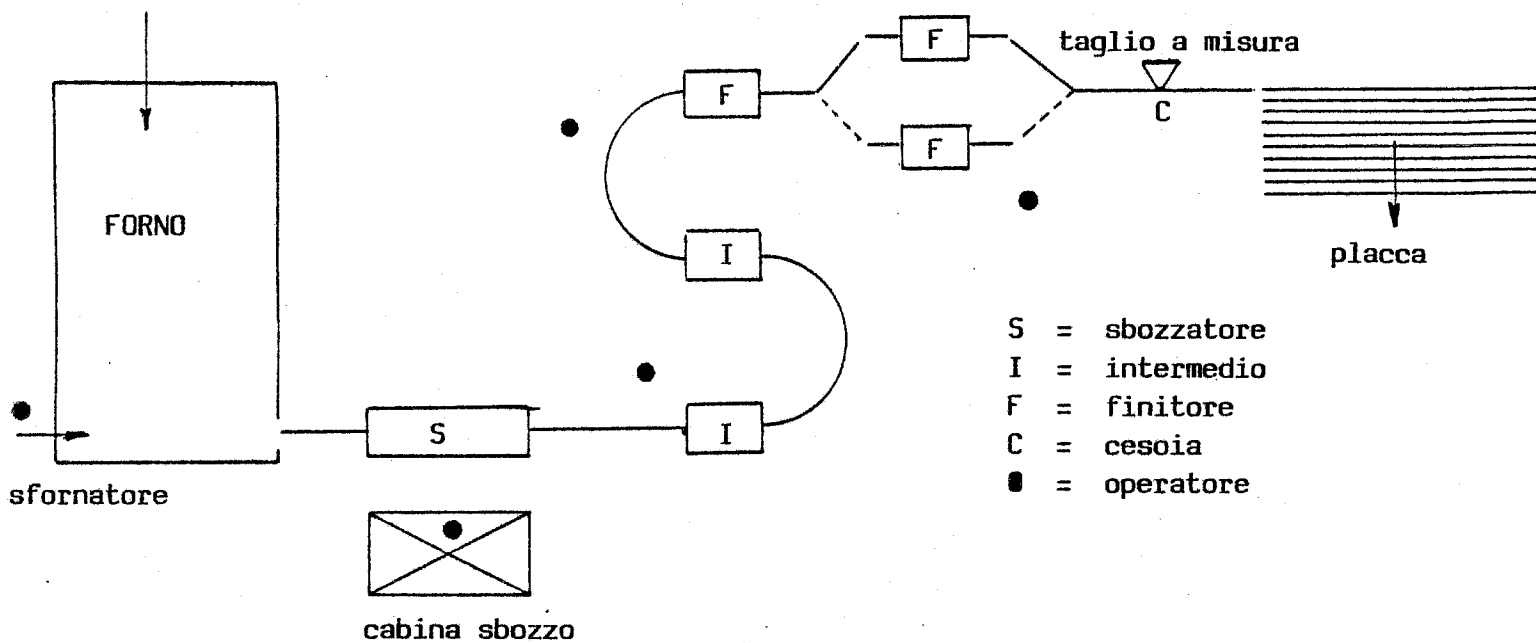
Area raccolta prodotto

Operazioni e interventi in posizioni elevate (su placca) senza idonei ripari	27	caduta ustioni
Operazioni di lubrificazione (sotto placca) a <u>im</u> pianto in movimento	46 375	schiacciamento urto
Cesoie a freddo con lame non protette e accessibili	68	cesoiamento
Piani di controllo e legatura privi di idonei parapetti	27	caduta
Raddrizzatrici con rulli accessibili non protetti	132	schiacciamento
Accessibilità di parti pericolose in movimento: - trasferitori (barre e rotoli) - legatrici - compattatrici - ribaltatrici - impacchettatrici magnetiche - piegatrici	41	schiacciamento urto
Evacuazione tramite gru a ponte con passaggio sopra posizioni di lavoro	186	investimento da materiali
Idem (fase di carico automezzi)	166	investimento da materiali

Tabella 4. Analisi di sicurezza. Fase che precede l'accesso alla zona pericolosa del laminatoio per operazioni di ripristino in caso di guasto o incaglio.

Fasi	Interrogativi	Elementi da valutare	Osservazioni
RILEVAZIONE INCAGLIO	Chi rileva l'incaglio?	- numero e posizioni dei posti di controllo - organizzazione della squadra	si tratta essenzialmente di problemi organizzativi che riguardano la composizione delle squadre e la individuazione dei compiti importante la presenza di una postazione di controllo centrale con buona visibilità sull'intero impianto (cabina centrale so- praelevata) permanentemente presidiata
SEGNALAZIONE	Chi segnala? Chi sono i destinatari della segnalazione?	- mezzi di segnalazione acustici e luminosi - impianti interfono	sono necessari segnali ottici e acustici che raggiungano le postazioni di comando periferiche importante la presenza di interfono fra postazioni diverse, soprattutto quando manca un controllo totale centralizzato
INTERVENTO SUI COMANDI	Chi interviene sui comandi? Dove si trova? Che cosa si deve arrestare?	- cabine comando - arresto gabbie - arresto vie a rulli - arresto sfornamento - arresto laminato - posizione scarichi laminato e cesoie rott.	in dipendenza del tipo di intervento necessario sull'impianto deve essere chiaro quali siano gli organi da arrestare: ogni operatore deve avere pieno controllo nella zona di influenza e deve essere in grado di arrestare con certezza il flusso del materiale
MESSA IN SICUREZZA DELL' IMPIANTO	Chi deve agire? Quali impianti escludere A quale livello agiscono i comandi?	- presenza arresti supplementari - otturatori di blocco - commutatore ciclo - esclusione di dispositivi automatici	arrestata la produzione devono essere esclusi automatismi che, per funzionamento intempestivo, possono arrecare danni al personale con commutazione di cicli e interventi a livello della forza motrice (elettrica, idraulica, pneumatica); devono inoltre essere attivate sicurezze supplementari contro movimenti intempestivi del laminato (rottamatrici, otturatori)

SCHEMA: LAMINATOIO N. 1



Descrizione

La billetta viene chiamata dal forno mediante segnalazione allo "sfornatore". L'addetto allo sbizzatore manovra in manuale (trasferimenti e ribaltamenti) e fa entrare il pezzo nell'intermedio quando il precedente materiale in lavorazione entra nel finitore.

L'ultima sezione è doppia e vie usata una o l'altra in alternativa.

La cesioia in uscita esegue il taglio a misura prima dell'ingresso nella placca di raffreddamento.

I doppiatori si aprono in automatico per la sciare lo sfogo all'ansa dopo l'imbocco nella gabbia a valle.

Difetti

Grande carico di lavoro per il manovratore: un suo errore può portare a gravi conseguenze.

I doppiatori con sfogo dell'ansa rappresentano un pericolo per le zone circostanti. Non vi è nessun riparo per gli operatori in prossimità delle gabbie.

Il laminato, imboccato nel finitore, non è più controllabile; in caso di fuoriuscita l'intera verga deve essere disincagliata ed evacuata.

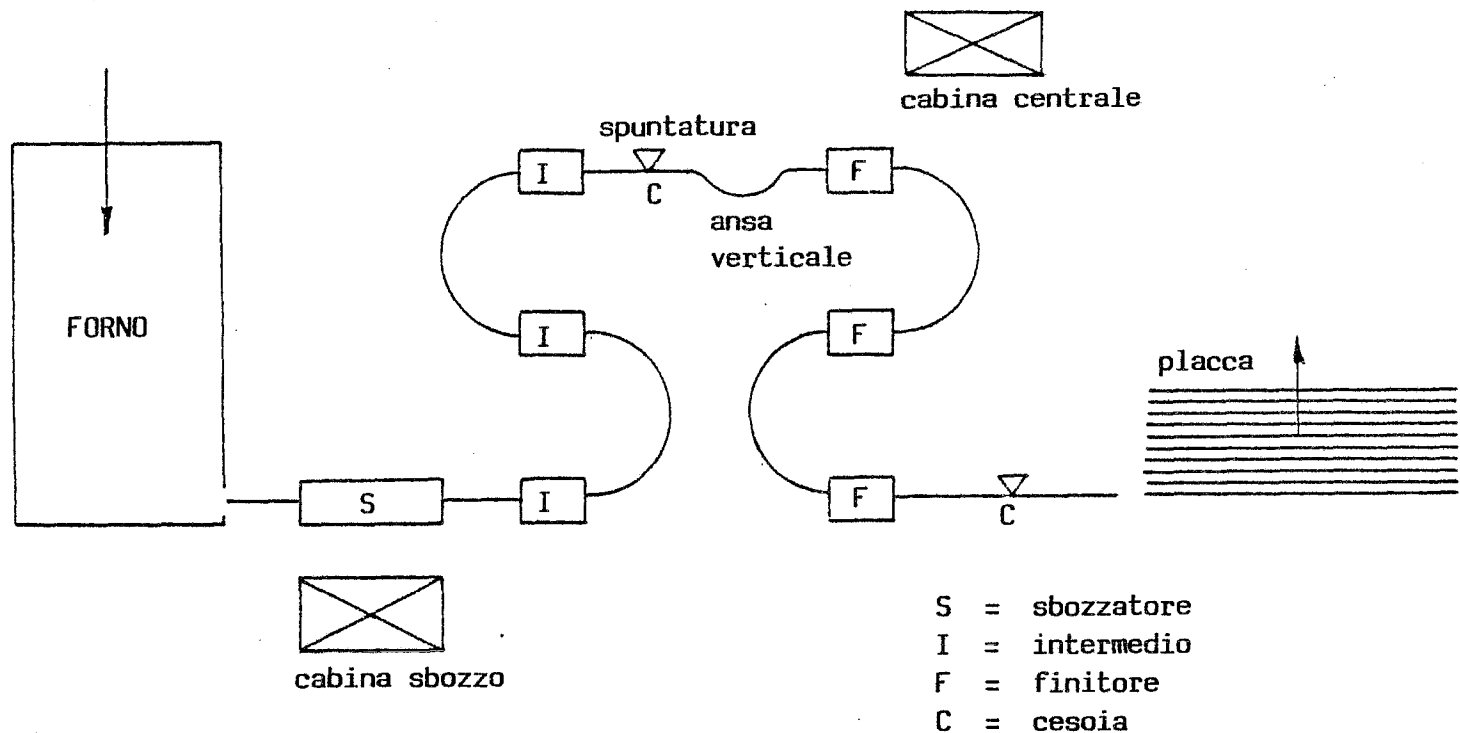
In caso di incaglio su una linea continua la produzione continua su quella parallela con grave rischio per chi interviene.

Non c'è spuntatura e aumentano i rischi di fuoriuscita del laminato.

Non c'è rottamazione.

Non c'è nessun riparo per le postazioni di lavoro a terra.

SCHEMA: LAMINATOIO N. 2



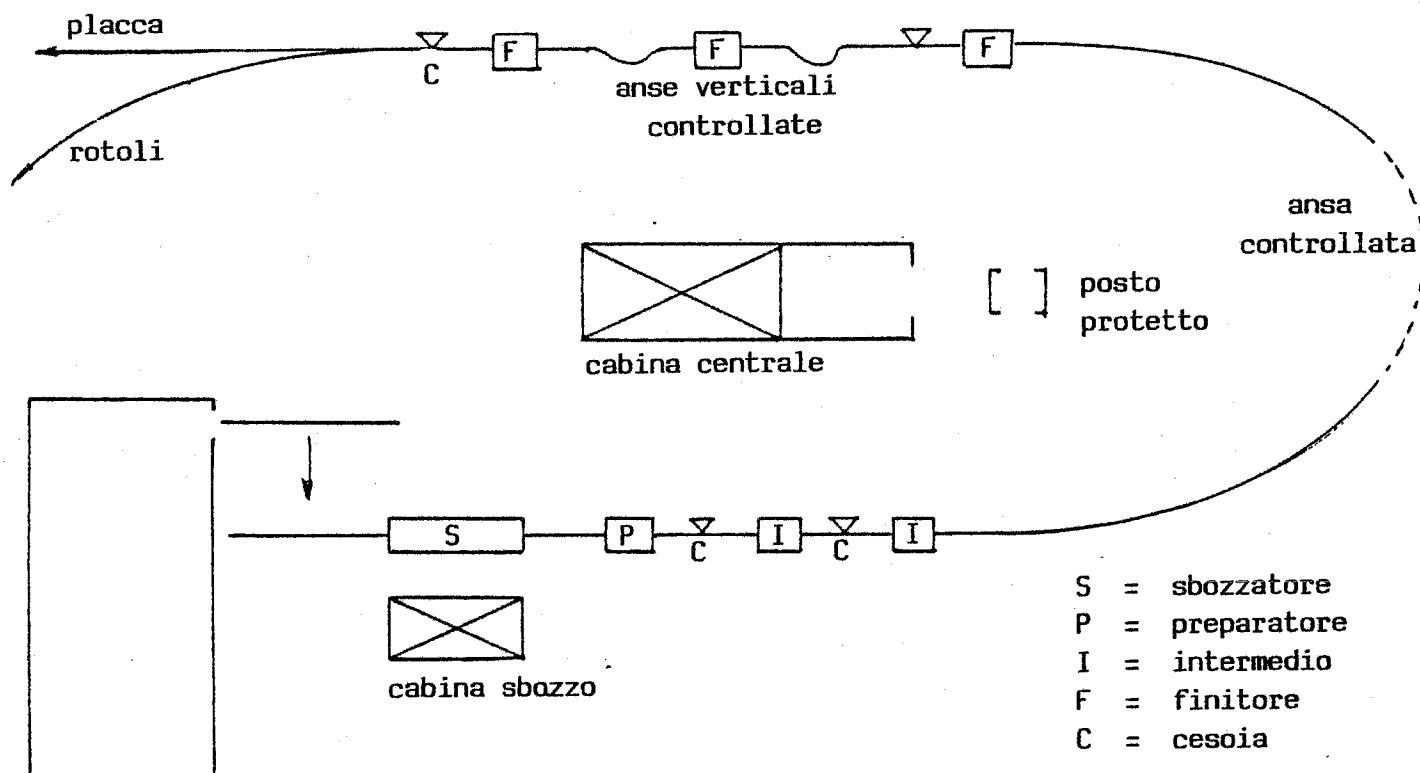
Descrizione

La billetta viene sfornata automaticamente con cadenza predeterminata (temporizzatore). L'addetto allo sbozzatore manovra in manuale ribaltamenti e trasferimenti e imbocca il ferro nell'intermedio; i passaggi successivi sono in automatico. Le canalette dei doppiatori si aprono automaticamente per lasciare lo sfogo all'ansa (velocità di rotazione fissa, velocità di traslazione laminato variabile). L'addetto controlla la gabbia fino alla cesoia e l'apertura manuale dei doppiatori (scarico del laminato in caso di necessità). La prima cesoia esegue la spuntatura mentre la seconda realizza il taglio a misura prima dell'ingresso in placca di raffreddamento.

Difetti

Manca una postazione di controllo totale dell'impianto.
L'arresto delle gabbie si realizza solo in cabina (non presidiata) e vicine alle gabbie stesse nella zona pericolosa.
L'arresto del laminato si realizza solo con l'apertura dei doppiatori con grave rischio per gli operatori.
Non c'è rottamazione e in caso di incaglio l'intera verga deve essere disincagliata ed evacuata.
Non vi è nessun riparo per le postazioni di lavoro a terra.

SCHEMA: LAMINATOIO N. 3



Descrizione

La billetta viene chiamata dalla cabina centrale e sfornata dall'addetto allo sbazzatore che agisce in cabina sbizzo.

Dopo lo sfornamento il flusso è automatico. Le gabbie sono a velocità controllata da sensore ottico sulle anse (treno continuo).

L'eventuale incaglio viene rilevato dalla cabina centrale, l'addetto aziona il segnale d'arresto dell'impianto; a tale segnale replicato in cabina sbizzo (collegata anche da interfono) si blocca lo sfornamento e l'eventuale billetta appena sfornata viene fermata dall'addetto allo sbizzo prima di S o fra S e P.

Tutte le cesoie intervengono simultaneamente rottamando il laminato.



SOCIETÀ NAZIONALE
OPERATORI DELLA PREVENZIONE
NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

SIDERURGIA ELETTRICA E IL SUO INDOTTO IMPATTO ESTERNO E FATTORI DI RISCHIO IN AMBIENTE DI LAVORO

GRUPPO RELATORE:

Gino Barbieri	USSL 36 - Iseo (BS)
Angelo Borroni	Politecnico di Milano
Ettore Brunelli	USSL 41 - Brescia
Antonio Candela	USSL 41 - Brescia
Enrico Cigada	USSL 65 - Sesto S.Giovanni (MI)
Luciano Coniglio	USSL 41 - Brescia
Siria Garattini	USSL 37 - Breno (BS)
Filippo Ferrario	Servizio Epidemiologia Ist. Tumori - Milano
Massimo Magnani	USL 12 - Scandiano (RE)
Franco Martello	USSL 37 - Breno (BS)
Luigi Meglioli	USL 12 - Scandiano (RE)
Marco Riva	USSL 65 - Sesto S.Giovanni (MI)
Stefano Tolomei	USL 12 - Scandiano (RE)

Seminario **"Acciaieria elettrica e laminazione a caldo"**
Brescia, 12 giugno 1987

1. Siderurgia elettrica italiana e lombarda	pagina	3
1.1. Occupazione nelle aziende siderurgiche		4
1.2. Prodotti del settore siderurgico elettrico		4
1.3. Consumi del settore siderurgico		5
 2. L'indotto siderurgico		 7
2.1. Acquisizione, conversione, trasporto delle risorse energetiche		8
2.2. Raccolta e preparazione del rottame		11
2.3. Produzione elettrodi		13
2.4. Produzione ferroleghe		14
2.5. Produzione refrattari		17
2.6. Trattamento rifiuti speciali		22
 3. La fabbrica vista da vicino		 25
3.1. Insediamento tipo: effluenti e caratteristiche		25
3.2. Emissioni di acciaieria elettrica in atmosfera		32
3.3. Controllo delle emissioni nell'intorno delle acciaierie		32
 4. La fabbrica all'interno		 38
4.1. Area preparazione e caricamento rottame		39
4.2. Area forno		40
4.2.1 Rumorosità del forno elettrico		41
4.3. Area lavorazioni fuori forno		47
4.4. Area colata continua		47
4.4.1 Rumorosità nell'area colata		48
4.5. Lavorazioni ausiliarie, ripristini, rifacimenti		48
4.6. Rumorosità in laminatoio		50
4.7.1 Inquinamento aerodisperso in acciaieria		53
4.7.2 Inquinamento aerodisperso in laminatoio		57
4.8. Cancerogeni in acciaieria elettrica e laminatoio a caldo		58
4.8.1 Cromo, nichel, piombo, cadmio e composti		58
4.8.2 Idrocarburi aromatici policiclici		61
4.8.3 Asbesto		63
Proposta di scheda per l'individuazione del rischio asbesto		64
4.9. Lavorazione degli acciai al piombo		70
4.9.1 Affinazione fuori forno e colaggio in continuo		70
4.9.2 Laminazione		73

1. SIDERURGIA ELETTRICA ITALIANA E LOMBARDA

Caratteristiche peculiari della siderurgia italiana risultano essere l'impiego del forno elettrico ad arco (già nel 1966 è l'impianto più utilizzato) e la diffusione della colata continua per la produzione di semiprodotto (figure 1 e 2).

Alla fine del 1981, periodo di massima espansione, la stima della capacità produttiva tramite forno elettrico (trascurando le unità inferiori a 10 t) in Italia indicava 22.500.000 t/anno, di cui 17.250.000 realizzabile con i 228 forni in esercizio. In meno di 5 anni la base produttiva risulta completamente mutata: nel luglio 1986 vengono censiti 131 forni in esercizio e in riserva (tabella 1) che realizzano 12.531.000 t nel 1985. In questo anno, secondo un'indagine A.I.M., risultano in esercizio 80 forni, tutti superiori alle 30 t.

Figura 1. Produzione di acciaio grezzo in Italia secondo i processi di fabbricazione (dati ASSIDER).

Figura 2. Produzione di semiprodotto in Italia in funzione delle tecnologie di colata (dati ASSIDER).

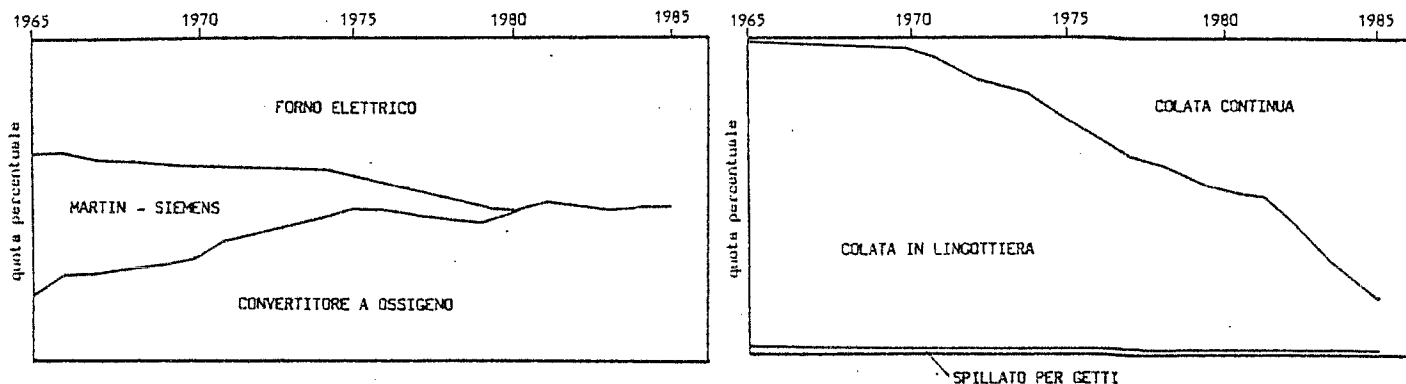


Tabella 1. Quadro forni elettrici in Italia.

Fonte: dicembre 1981 "Panorama economico bresciano 1981-82: supplemento a La Voce Economica".

luglio 1986 H.W. Kreutzer, P.J. Salomon "Electric Furnace Development and Technology Overview" 2° Congresso Europeo sull'Acciaio Elettrico, Firenze 1986.

Capacità nominale	1981			1986	
	Installati num.	In esercizio num.	Inattivi num.	In esercizio e in riserva	Capacità nominale
da 1 a 10 t	91	57	34		
15	30	22	8		
20	49	22	27		
35	56	34	22	35	fino 30 t
50	71	57	14		
60	34	25	9	57	30 - 60
100	5	2	3	31	60 - 100
150	10	9	1	8	oltre 100
totale	346	228	118	131	

1.1. Occupazione nelle aziende siderurgiche

Considerando anche le aziende non censite dall'ASSIDER (prevalentemente localizzate nella provincia bresciana), la Regione Lombardia indica un'occupazione regionale che scende da 40.700 addetti nel 1980 a 27.000 nel 1985. La provincia di Milano risulta essere il polo che ha subito la maggiore contrazione (6.700 addetti in meno), mentre nella provincia di Brescia risulta una perdita di 4.300 addetti.

Tabella 2. Occupazione nelle aziende siderurgiche (Dati ASSIDER).

I dati della Lombardia per gli anni 1955, 1960 e 1970 sono parzialmente stimati.

	1955	1960	1970	1980	1981	1982	1983	1984	1985
ITALIA									
Operai	54002	52897	63397	79373	76052	73434	69346	59877	53368
Impiegati	7050	7644	13420	20113	19562	18042	17700	15731	14037
Totale	61052	60541	76817	99486	95614	91476	87046	75608	67405
LOMBARDIA									
Operai	14000	13350	13150	15339	14979	15486	13663	11095	9912
Impiegati	1850	1900	2000	2745	2761	2751	2563	2164	1974
Totale	15850	15250	15150	18084	17740	18237	16226	13259	11886

1.2. Prodotti del settore siderurgico elettrico

Il comparto lombardo è il fulcro della siderurgia elettrica italiana (6.647.000 t di acciaio grezzo nel 1985, pari al 27.8% della quota nazionale, 5.925.000 t di laminati a caldo nel 1985, pari al 28.9%) e della siderurgia privata.

Il 60% della capacità dei forni delle imprese private è installata in questa regione; il 43% della capacità di laminazione dei prodotti lunghi realizza il 64% dell'intera produzione nazionale. Inoltre le imprese siderurgiche della Lombardia producono il 54% di tutto l'acciaio speciale italiano.

Nella provincia di Brescia sono presenti 53 unità produttive (14 acciaierie con laminatoio; 9 acciaierie; 30 laminatoi) che dispongono di 34 forni (un quarto dell'intero parco italiano) e di 56 laminatoi.

Nel 1985 sono state prodotte 4.1 milioni di tonnellate di acciaio (17.2% dell'acciaio italiano) e 3.9 milioni di tonnellate di laminati a caldo (19.0% del totale nazionale): fra questi il tondo per cemento armato (2.1 milioni di tonnellate) rappresenta il 53.8% del totale italiano, la vergella (0.8 milioni di tonnellate) il 20.5%, i laminati mercantili (0.7 milioni di tonnellate) il 17.9% (1).

1.3. Consumi del settore siderurgico

Input energetici nel 1981 in milioni di t.e.p. (ENI: Energia e idrocarburi, 1983).

		del settore industriale	del totale consumi
combustibili solidi	3.59	67.0%	59.8%
prodotti petroliferi	0.86	4.9%	1.4%
gas naturale	1.88	17.8%	9.3%
energia elettrica	1.57	20.1%	11.5%
totale	7.90	19.1%	7.7%

I consumi di combustibili solidi (carbone, coke) competono principalmente alla siderurgia a ciclo integrale; prodotti petroliferi e gas naturale trovano impiego soprattutto nei forni di riscaldamento dei semiprodotto, mentre l'energia elettrica viene impiegata principalmente nei forni ad arco, oltre che naturalmente in tutti gli impegni per forza motrice.

L'esame dei consumi elettrici risulta essere un adeguato indicatore rispetto alla siderurgia elettrica: consente di individuare l'evoluzione temporale dei consumi e la suddivisione regionale di questi: in tabella 3 vengono riportate unicamente le situazioni territoriali per le quali si riscontra un superamento dell'incidenza nazionale per quanto concerne il consumo di energia elettrica.

Tabella 3. Consumi di energia elettrica (in GWh) riferiti al 1983, ultimo anno disponibile nella documentazione (ENEL, 1985).

Italia	16 511	rispetto al totale territoriale	10.0%
Piemonte	1 609		10.2
Valle d'Aosta	398		53.0
Lombardia	5 627		16.2
Bergamo	878		21.1
Brescia	3 124		46.7
Friuli Venezia Giulia	560		12.3
Udine	488		22.0
Liguria	889		18.2
Genova	793		30.1
Toscana	827		7.3
Livorno	562		27.9
Umbria	931		28.8
Terni	929		50.8
Puglia	3 236		32.5
Taranto	3 173		73.7

Questa analisi consente di evidenziare i principali utenti siderurgici, ma anche le situazioni territoriali in cui la siderurgia rappresenta una forte presenza fra le attività produttive, sia in termini di grande impianto (Puglia, Toscana, Umbria, Liguria, Valle d'Aosta), sia nella forma diffusa (miniacciaieria).

In Italia non sono disponibili fonti che contabilizzino globalmente i consumi di materiali della siderurgia elettrica: i dati esistenti sono ricavati dall'Annuario delle statistiche industriali (ISTAT).

Tabella 4 Input materiali di consumo nelle acciaierie nel 1983 (ISTAT: Annuario di statistiche industriali, edizione 1986).

rottame ferroso	12 661 000	t		
ghisa	126 000	t		
ferroleghe	302 000	t		
altri materiali ferrosi	55 000	t		
calcare, calce	449 000	t		
elettrodi	52 000	t		(intero settore siderurgico)
refrattari	non disponibile			
ossigeno	838 000	(x 1000 m ³)	"	"
argon	10 000	(x 1000m ³)	"	"
lubrificanti	36 000	t	"	"

Alcuni settori (raccolta e preparazione del rottame ferroso, produzione ferroleghe, produzione elettrodi) collocano praticamente l'intera loro produzione nel comparto siderurgico; per calce e calcare si può stimare che la siderurgia elettrica assorba il 9% del prodotto.

Anche per i gas tecnici si può stimare che la siderurgia elettrica assorba oltre il 90% del prodotto, escludendo la quota di gas tecnici prodotta all'interno degli stabilimenti integrali.

Infine circa il 7% dei lubrificanti viene impiegato nel settore siderurgico.

Il quadro delineato mette in evidenza un comparto siderurgico, comprendente anche alcune lavorazioni strettamente connesse, che, soprattutto nell'area lombarda, ha mantenuto una consistente presenza, coinvolge una quota rilevante di addetti, comporta un pesante impatto per il territorio, pur nella recente ristrutturazione.

Riferimenti

- (1) FIOM Brescia, La siderurgia bresciana, problemi e prospettive, Convegno sulla Siderurgia Bresciana, Brescia, 27 febbraio 1987.

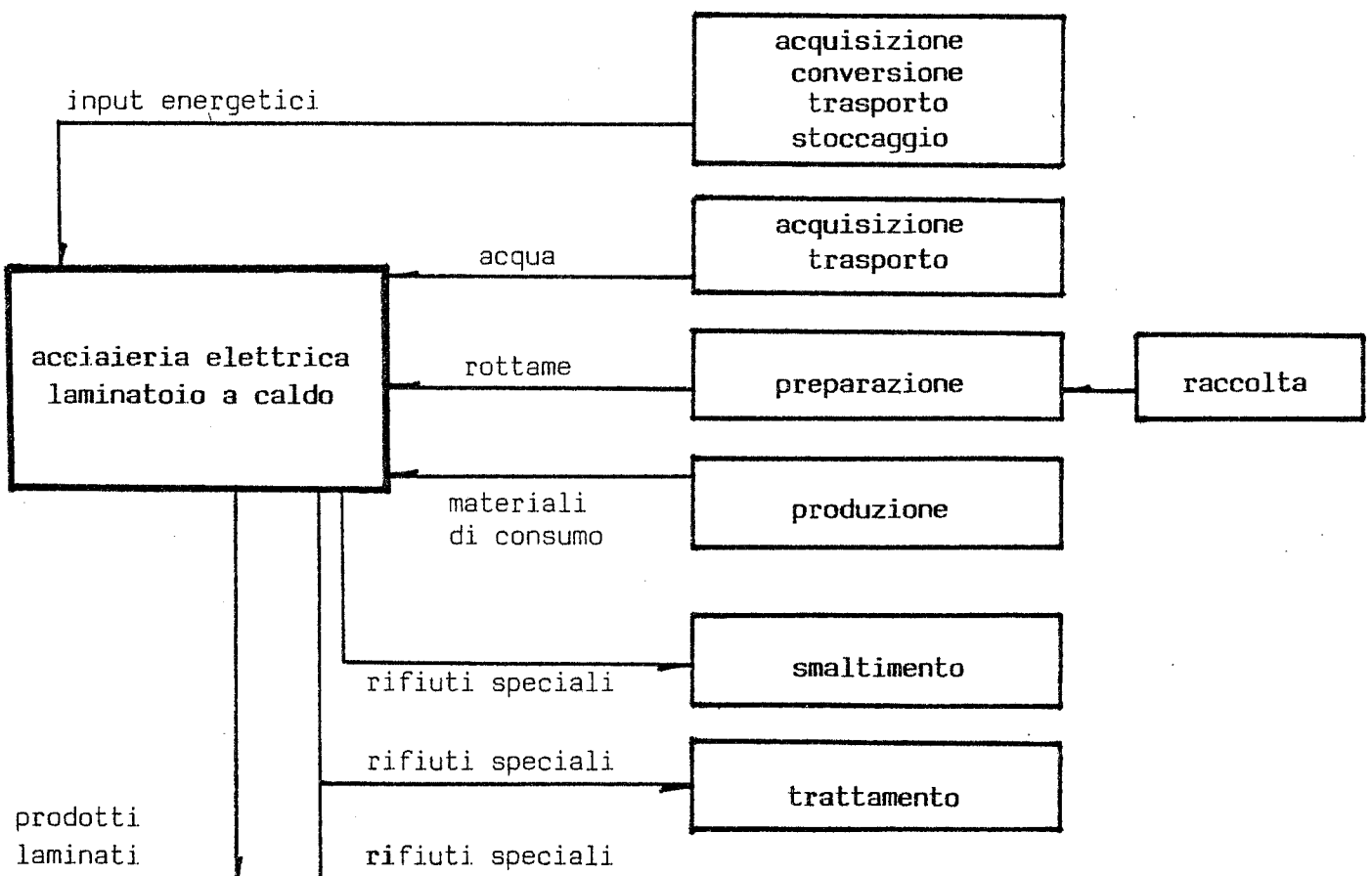
2. L'INDOTTO SIDERURGICO

Viene considerato l'insediamento siderurgico elettrico, cioè la produzione di acciaio mediante forno elettrico e la laminazione a caldo. Vengono escluse da questa trattazione le successive lavorazioni (laminazione a freddo, decapaggio e trattamenti superficiali, trattamenti termici, finiture e trafilature) non classificate nel settore siderurgico e le lavorazioni (forgiatura, fonderie di seconda fusione di ghisa e di acciaio) classificate in altri comparti produttivi.

Volendo individuare le implicazioni del settore siderurgico elettrico è necessario considerare le lavorazioni che forniscono gli input energetici e di materiali e anche le attività che a valle devono essere previste per il trattamento degli effluenti.

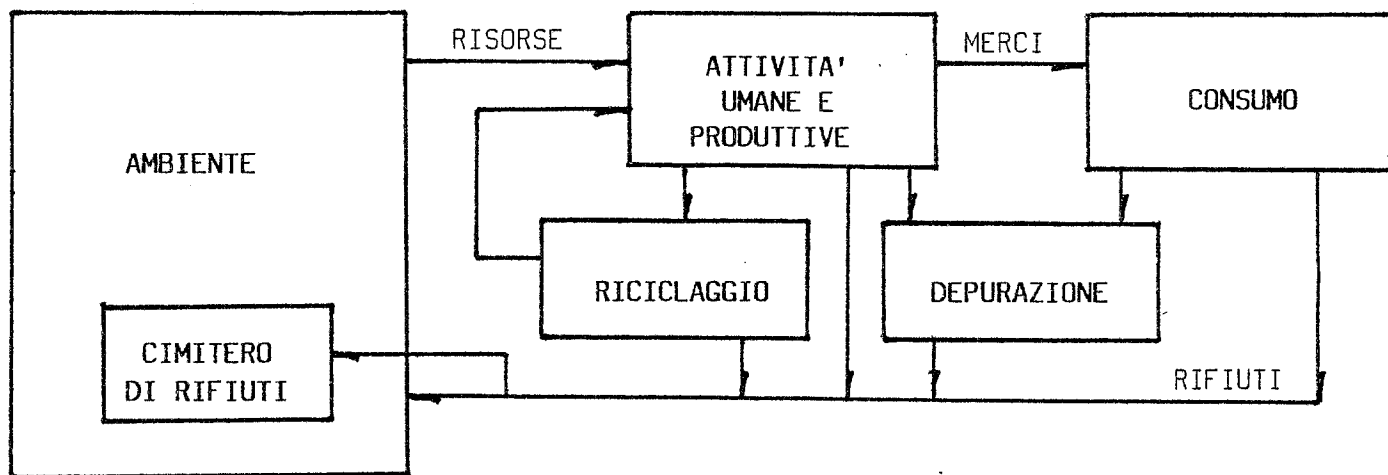
A questo proposito si può fare riferimento alla metodologia abitualmente utilizzata per effettuare l'analisi energetica (1), (2), (3), dove si distinguono i consumi di materiali, gli input energetici e l'energia per rendere disponibili tali input al consumo. In definitiva si conduce un esame "al secondo livello di analisi", trascurando il problema del trasporto, sia dei materiali in ingresso al settore siderurgico elettrico, sia dei prodotti in uscita e dei diversi effluenti (figura 3), prendendo in considerazione le materie prime e l'energia che vengono utilizzate nella fabbricazione dei materiali.

Figura 3. Schema di analisi energetica di processo applicata al settore delle acciaierie elettriche: definizione dei confini del sistema (primo e secondo livello), degli input energetici, degli input di materiali di consumo, degli output dal processo.



La necessità di considerare anche gli effluenti è dettata dall'importanza del parametro ambientale e dalla necessità di contabilizzare tali costi contestualmente a quelli che si verificano direttamente nella fabbrica (figura 4).

Figura 4. Flusso semplificato delle risorse fra l'ambiente e le attività umane.



2.1. Acquisizione, conversione, trasporto, stoccaggio delle risorse energetiche

A documentazione di tali input sarebbe necessario prendere in considerazione l'intero settore energetico, per la trattazione dei combustibili fossili, dei distillati del petrolio e del gas naturale, nonché la loro trasformazione nel vettore elettrico, cioè un'analisi rivolta a individuare tutti i costi energetici delle fasi che stanno a monte rispetto al settore analizzato.

Nel caso della siderurgia elettrica, la **fornitura elettrica** è garantita dall'Enel (in alcuni casi intervengono contributi di autoproduzione principalmente idroelettrica) e rappresenta l'input energetico specifico di questo settore.

L'individuazione degli input energetici di secondo livello, cioè dell'energia spesa per rendere disponibile l'elettricità allo stabilimento, è effettuata prendendo in considerazione il sistema elettrico lombardo (figura 5), con riferimento a una produzione che per il 70% deriva da centrali termoelettriche e per il restante 30% da centrali idroelettriche.

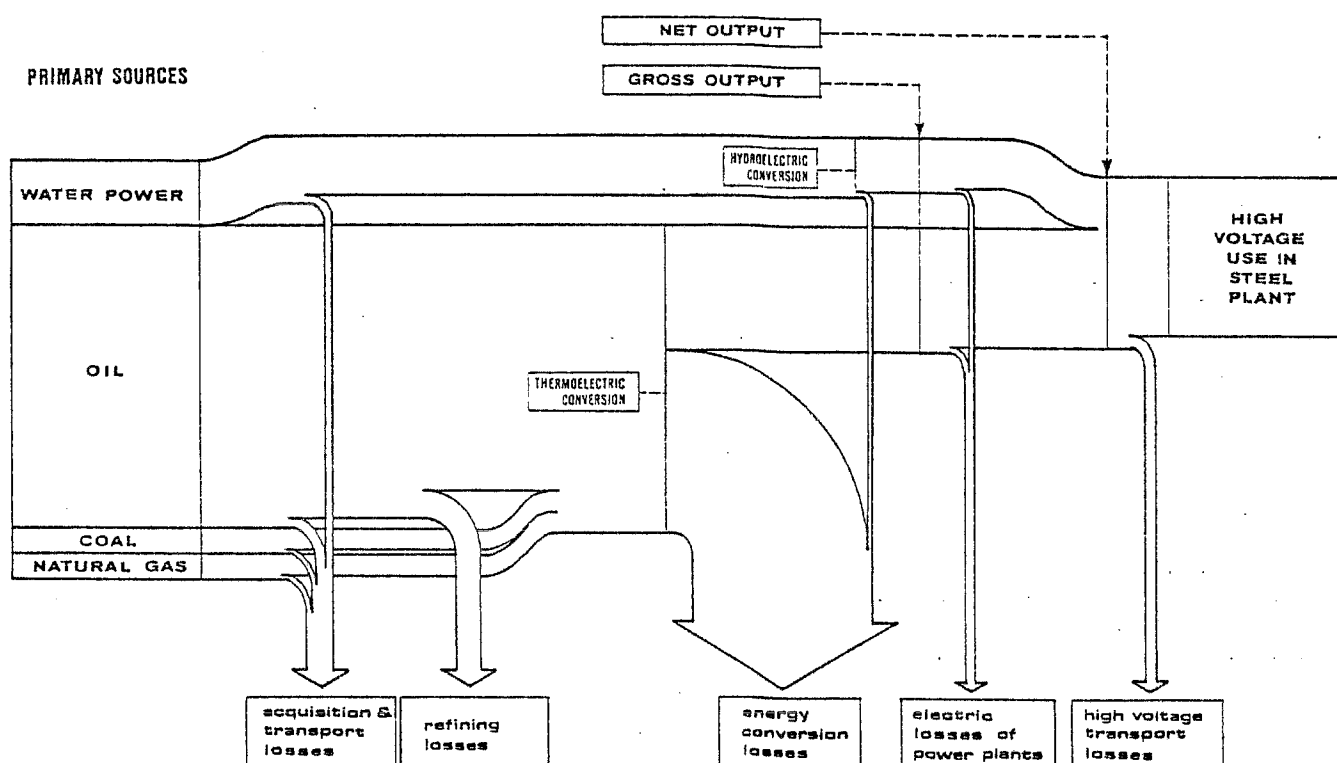
Sono evidenziate le perdite sia per quanto riguarda la produzione termoelettrica (acquisizione, trasporto e raffinazione del combustibile; conversione in energia elettrica e trasporto allo stadio di alta tensione), sia per la produzione idroeletrica (fase di conversione e trasporto).

In definitiva per l'energia elettrica utilizzata dalle acciaierie si è ricavato un coefficiente di conversione di 9.13 MJ/kWh (corrispondente a 2179 kcal/kWh).

Per ogni unità di energia utilizzata in azienda occorre la disponibilità di 2.5 unità di risorse primarie.

E' necessario sottolineare che la acquisizione di energia elettrica nelle altre regioni è maggiormente penalizzata in quanto la disponibilità di risorse idriche è notevolmente più ridotta che in Lombardia.

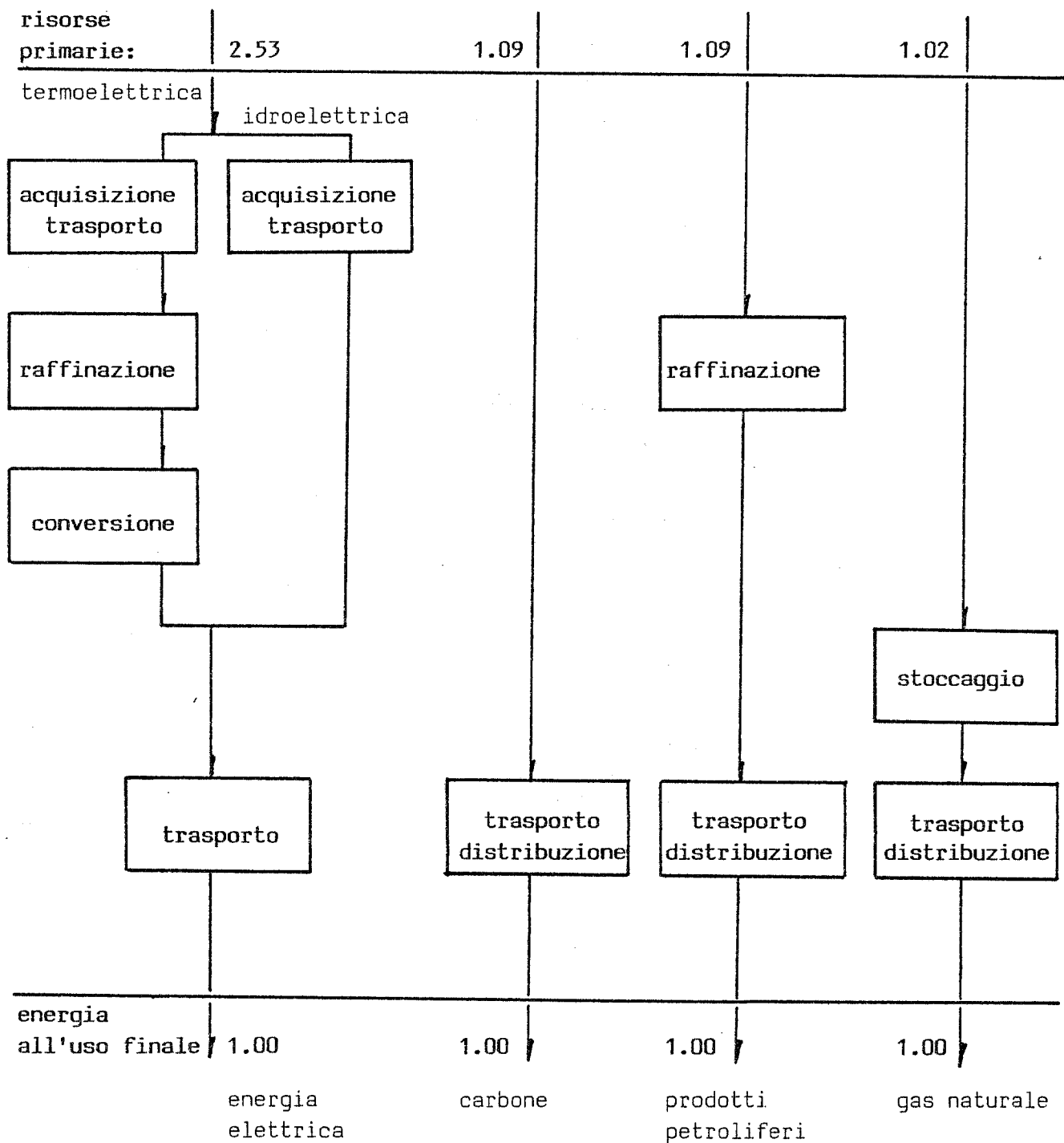
Figura 5. Fornitura di energia elettrica alle acciaierie lombarde: schematizzazione delle fasi (a partire dalle fonti primarie) e perdite corrispondenti (i flussi sono in scala e rappresentativi delle perdite) (3).



Le perdite di trasporto e distribuzione del **carbone** (non si considera la trasformazione del carbone in coke) sono calcolate per la fase del ciclo che si realizza sul territorio italiano e sono quindi desunte dal bilancio energetico nazionale (ENI: Energia e idrocarburi).

Dalla medesima fonte si ricavano le perdite, sempre riferite al sistema italiano, riguardanti i **distillati del petrolio** (raffinazione, trasporto e distribuzione) e il **gas naturale** (distribuzione, stoccaggio e trasporto), limitandosi a individuare i costi energetici realizzati nell'ambito nazionale (sono quindi trascurati i costi energetici a monte per l'estrazione, il trattamento, il trasporto, costi pagati in altri contesti nazionali) (figura6).

Figura 6. Acquisizione, trasformazione, trasporto e stoccaggio delle fonti energetiche (non sono considerati i costi connessi con le fasi esterne al territorio nazionale).



2.2. Raccolta e preparazione del rottame

Circa 16 000 000 t di rottame ferroso vengono impiegate in Italia, 12 000 000 t nelle acciaierie elettriche.

Circa 4 000 000 provengono dai recuperi interni degli stabilimenti siderurgici (quota destinata a calare ancora in misura consistente data la continua espansione della colata continua e l'ottimizzazione delle varie fasi di lavorazione).

Una forte quota, variabile fra il 40 e il 60%, proviene da fonti estere.

I recuperi interni agli stabilimenti siderurgici di norma vengono consumati nel luogo stesso di formazione.

Gli scarti delle lavorazioni di altri settori industriali sono omogenei per qualità e non frammisti a materiali di altro genere. La raccolta viene effettuata direttamente dai cantieri di lavorazione del rottame.

Il rottame che deriva dallo scarto dei beni di consumo (autoveicoli, elettrodomestici, altri recuperi di rottame urbano) basa la sua raccolta sulla struttura dei numerosissimi piccoli raccoglitori, oppure a un livello superiore, usufruiscono di commercianti con parco rottame.

La preparazione del rottame avviene nei **cantieri di preparazione** attraverso la sequenza di alcune delle operazioni di seguito indicate.

Le acciaierie tendono a effettuare i loro approvvigionamenti dai cantieri di preparazione, in grado di garantire quantitativi e livelli qualitativi. Questi cantieri sono dotati di impianti di vario tipo (in Italia sono censite 150 pressocoie, 450 presse).

Uno dei principali cantieri di preparazione (Transider con capacità di 600 000 t/anno) è localizzato a Sesto S. Giovanni.

Un altro gruppo di imprese effettua attività di frantumazione a partire da rottami d'auto.

In Lombardia per una capacità di circa 250 000 t di rottami all'anno si contano cinque di questi impianti: Transider e Feralpi (Lonato, Bs) di proprietà di acciaierie, Carprometal (Dolrago, Co), Risider (Milano), Siderberg (Levate, Bg).

Operazioni preparazione rottame

- cernita manuale delle intrusioni non ferrose (rame, stagno, ottone, ecc.);
- bricchettatura delle polveri metalliche;
- pressatura di trucioli e altro rottame voluminoso in pacchi con presse;
- cesoiatura di putrelle;
- taglio a fiamma di serbatoi, piatti, strutture non altrimenti lavorabili;
- rottura di pezzi in ghisa di notevoli dimensioni;
- pressatura di carcasse di autoveicoli senza separazione del materiale non ferroso (operazione praticamente abbandonata);
- macinatura delle carcasse di autoveicoli con preselezione del rottame non ferroso.

Problemi ambientali

- rumori da movimentazione rottame, da aspirazione di polveri e separazione per via aeraulica dei materiali macinati, da motori di cesoie, presse, bricchettatrici;
- rumori e vibrazioni dalla rottura di pezzi in ghisa e da macinazione carcasse;
- inquinamento atmosferico da polveri da impianti di separazione aeraulica;
- inquinamento da olio delle acque di raffreddamento impianti;
- inquinamento delle acque da eventuale abbattimento a umido delle polveri e con seguente necessità di depurazione delle acque;
- rifiuti speciali prodotti: fanghie oli da trattamento acque e abbattimento fumi, residui non utilizzabili in acciaieria come refrattari e isolanti, residui di macinazione autoveicoli.

Problemi di sicurezza per gli addetti

- necessità di barriere di protezione solide anche da proiezione di materiali, delimitazione delle aree di lavoro, di stoccaggio e di transito nei parchi rottame;
- frequente manutenzione per ovviare ai danni che facilmente sono causati da urti del materiale lavorato;
- attenzione alla disposizione dei carichi sui mezzi di trasporto, da curare per la variabilità della forma dei pezzi che richiede cautele per evitare incidenti;
- necessità di definire norme di lavoro che riducano al minimo la pericolosità degli interventi sul rottame, in particolare durante la movimentazione;
- necessità che il responsabile del cantiere esamini e definisca le modalità di intervento e le cautele da adottare durante il taglio al cannello di pezzi provenienti da impianti chimici o comunque non sicuramente bonificati.

Problemi di igiene del lavoro per gli addetti

- il lavoro si svolge spesso all'aperto per cui sono necessari indumenti protettivi e cabine di sosta almeno per i mesi invernali;
- esposizione dei tagliatori a fiamma, oltre che alle polveri, fumi e gas propri dei saldatori, anche agli altri prodotti accidentalmente presenti nei pezzi da tagliare.
In particolare prestare attenzione agli isolanti (asbesto), agli oli (PCB), alla presenza di sostanze di natura non nota, provenienti principalmente da materiale industriale smantellato (serbatoi, scambiatori, trasformatori, ecc.);
- esposizione a rumore degli addetti alle bricchettatrici, alle presse, alla cesoiatura, alla macinazione;
- esposizione a piombo nel caso di operazione di spiombatura delle lamiere effettuata in maniera estremamente rudimentale (fusione del piombo su catasta infiammata e recupero sul terreno).

Accertamenti sanitari obbligatori

- non previsti.

2.3. Produzione elettrodi

Una produzione dell'ordine di 12 000 000 t di acciaio per forno elettrico viene realizzata con un consumo di circa 60 000 t di elettrodi.

La struttura dell'offerta nazionale è soddisfatta sostanzialmente da due produttori (Union Carbide, Electrocarbonium) che realizzano la loro produzione in pochissimi stabilimenti (Caserta, Forno Allione, ecc.) con elevate capacità produttive (20 000 - 30 000 t di elettrodi/anno).

Ciclo produttivo (figura 7)

Miscelazione: la materia prima principale (coke di petrolio macinato in pezzature fra 6 e 10 mm) viene miscelata con vari agglomerati (pece di catrame, ossido di ferro, acido stearico, olio minerale): circa 4 parti di coke con 1 parte di pece.

Fusione pece: effettuata a 150°C.

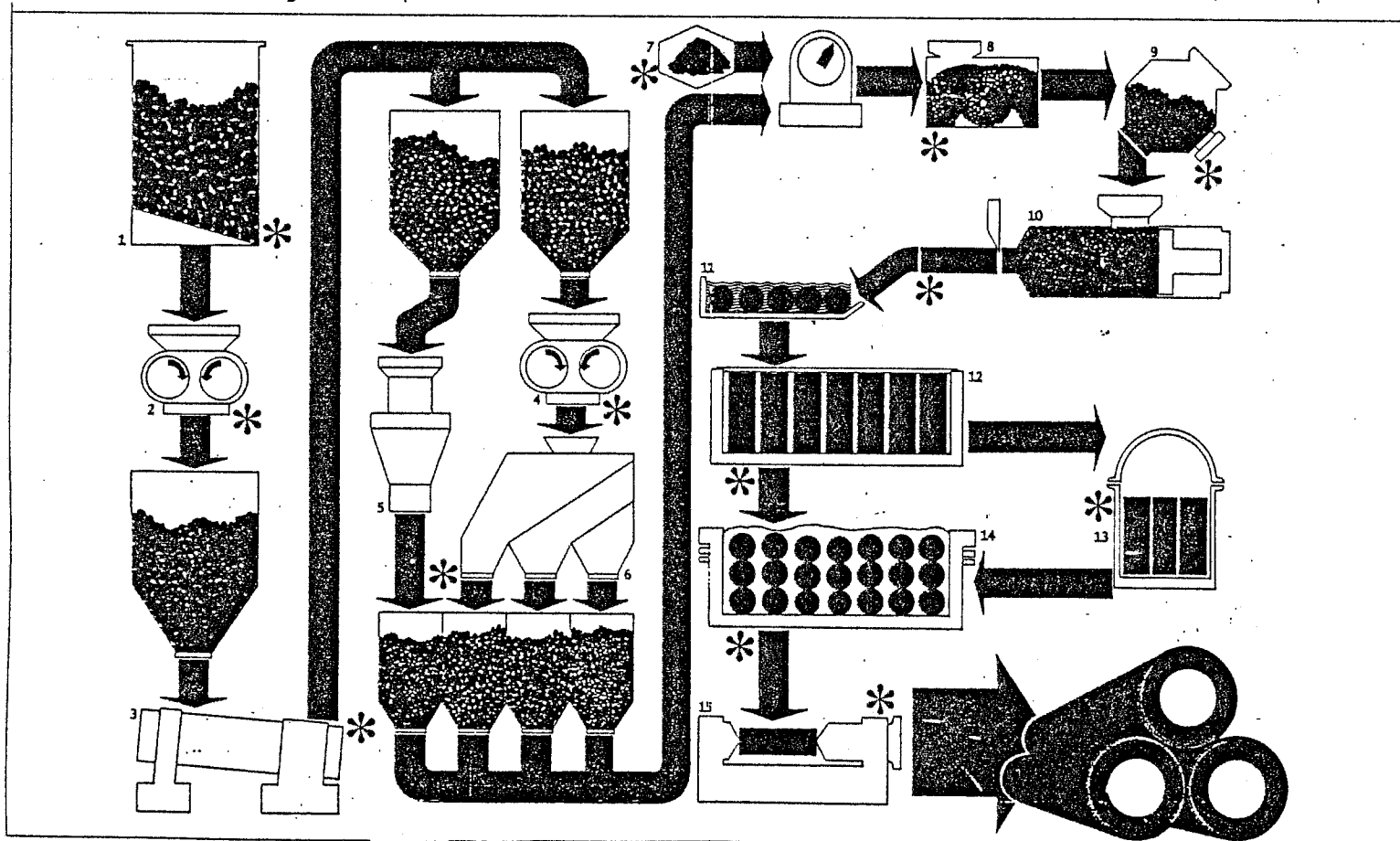
Estrusione: l'impasto ottenuto viene sottoposto a estrusione sotto pressione (fino a 200 atm) con formazione del manufatto.

Cottura: l'elettrodo viene riscaldato a 1000-1200 °C in forni a olio combustibile.

Grafitazione: formazione della struttura grafiteica in forni elettrici: ciclo di 30 giorni, temperatura 2600-3000 °C.

Figura 7. Schema del ciclo di produzione degli elettrodi di grafite per forno ad arco

- | | | | |
|-------------------------|------------------|----------------------------|--------------------------|
| 1 Silo coke di petrolio | 5 Polverizzatore | 9 Betoniera | 13 Impregnazione |
| 2 Frantoio | 6 Vagli | 10 Pressa di estrusione | 14 Forno di grafitazione |
| 3 Essiccatore | 7 Pece | 11 Vasca di raffreddamento | 15 Lavorazione meccanica |
| 4 Frantoio | 8 Mescolatrice | 12 Forno di cottura | * Controllo di processo |



Lavorazioni accessorie

Impregnazione: gli elettrodi di giunzione subiscono impregnazione con pece in autoclave.

Lavorazione con fosfato monoalluminico: trattamento per imbibizione che modifica le caratteristiche tecniche della grafite.

Lavorazione con acido fosforico: trattamento superficiale che modifica le caratteristiche tecniche della grafite.

Input energetici

300 kg di olio combustibile/ t elettrodo.

4000 kWh/ t elettrodo.

Prelievo di 80 m³ di acqua per raffreddamento/ t elettrodo.

Effluenti

L'acqua di raffreddamento viene espulsa normalmente dopo decantazione.

Dai camini: fumi contenenti idrocarburi aromatici policiclici.

Rifiuti speciali: in relazione prevalentemente alle lavorazioni speciali (impiego di fosfato monoalluminico).

Rischi in ambiente di lavoro

Polveri: maggiormente presenti in stoccaggio materie prime, miscelazione; operazione di scarico forni nella grafitazione tradizionale.

Rumore: lavorazioni meccaniche e officina manutenzione.

Microclima: conduzione forni di cottura, conduzione forni di grafitazione.

Idrocarburi aromatici policiclici: rischio ubiquitario.

Ossido di carbonio: conduzione forni grafitazione.

Idrogeno solforato: lavorazione con acido fosforico.

2.4. Produzione ferroleghie

Il comparto delle ferroleghie comprende la produzione di prodotti ferrosi che non si prestano né alla laminazione, né alla fucinatura, ma costituiscono quasi esclusivamente correttivi nella produzione di acciaio.

Si distinguono quattro raggruppamenti:

- ferroleghie al silicio (FeSi a vari tenori con Si dal 10 al 98%) e il siliciuro di calcio;
- ferroleghie al manganese (FeMn carburato e affinato, SiMn), ghisa silico manganese;
- ferroleghie al cromo (FeCr carburato, FeSiCr, FeCr superaffinato);

- ferroleghe speciali (FeMo, FeV, FeTi, ecc.) utilizzate in quantità ridotte, ma fondamentali per la produzione di acciai speciali.

La struttura dell'offerta nazionale (circa 250 000 t/anno), che copre circa il 50% del consumo interno, è di tipo sostanzialmente oligopolistico essendo il numero di produttori nazionali circa una decina.

Fra questi tre sono rappresentati da imprese siderurgiche (Falck con stabilimento a Novate Mezzola, Tassara a Breno, Banzato delle "Acciaierie Venete" a Darfo, stabilimento recentemente acquisito dalla ex Nuova Terni di Lovere). Nell'area lombarda, oltre ai tre insediamenti già citati, sono dislocate altre tre unità produttive (Fucinati a Sellero, Italghisa a Bagnolo Mella, O.E.T. a Calusco d'Adda) che nel complesso coprono oltre il 50% della produzione italiana.

Nella produzione di ferroleghe sono utilizzati forni elettrici di riduzione ad arco - resistenza: tali forni sono caratterizzati da un'elevata flessibilità di produzione (il prodotto finale dipende dalla composizione dei minerali immessi) in grado cioè di produrre un'ampia gamma di leghe in funzione della domanda. Nonostante ciò si osserva un'accentuata specializzazione produttiva (sette imprese per il FeSi, due per il FeMn, due per il FeCr).

L'energia elettrica utilizzata, circa 1300 GWh in un anno (settore manifatturiero industriale circa 90000 GWh in un anno), viene ottenuta per più del 50% dall'autoproduzione idroelettrica, rappresenta un uso termico obbligato; le altre fonti impiegate -carbone di legna, coke, carbone minerale- hanno funzione di riducenti.

Materie prime (principali)

Minerale di manganese (per FeSiMn e FeMn carburato)

Minerale di cromo (per FeCr carburato)

Carbone coke (0.4-0.8 kg/ kg ferroleghe al Si)

Dolomite

Quarzo

Scaglia di ferro

Input energetici

7.6 - 9.7 kWh/kg ferroleghe al Si

2.0 - 3.4 kWh/kg ferroleghe al Mn

5.8 - 6.0 kWh/kg ferroleghe al Cr

Ciclo produttivo

Miscelazione: le materie prime sono stoccate in tramogge aperte; da queste vengono prelevate mediante carroponte con benna e alimentate all'impianto di pesatura per la preparazione della miscela di carica.

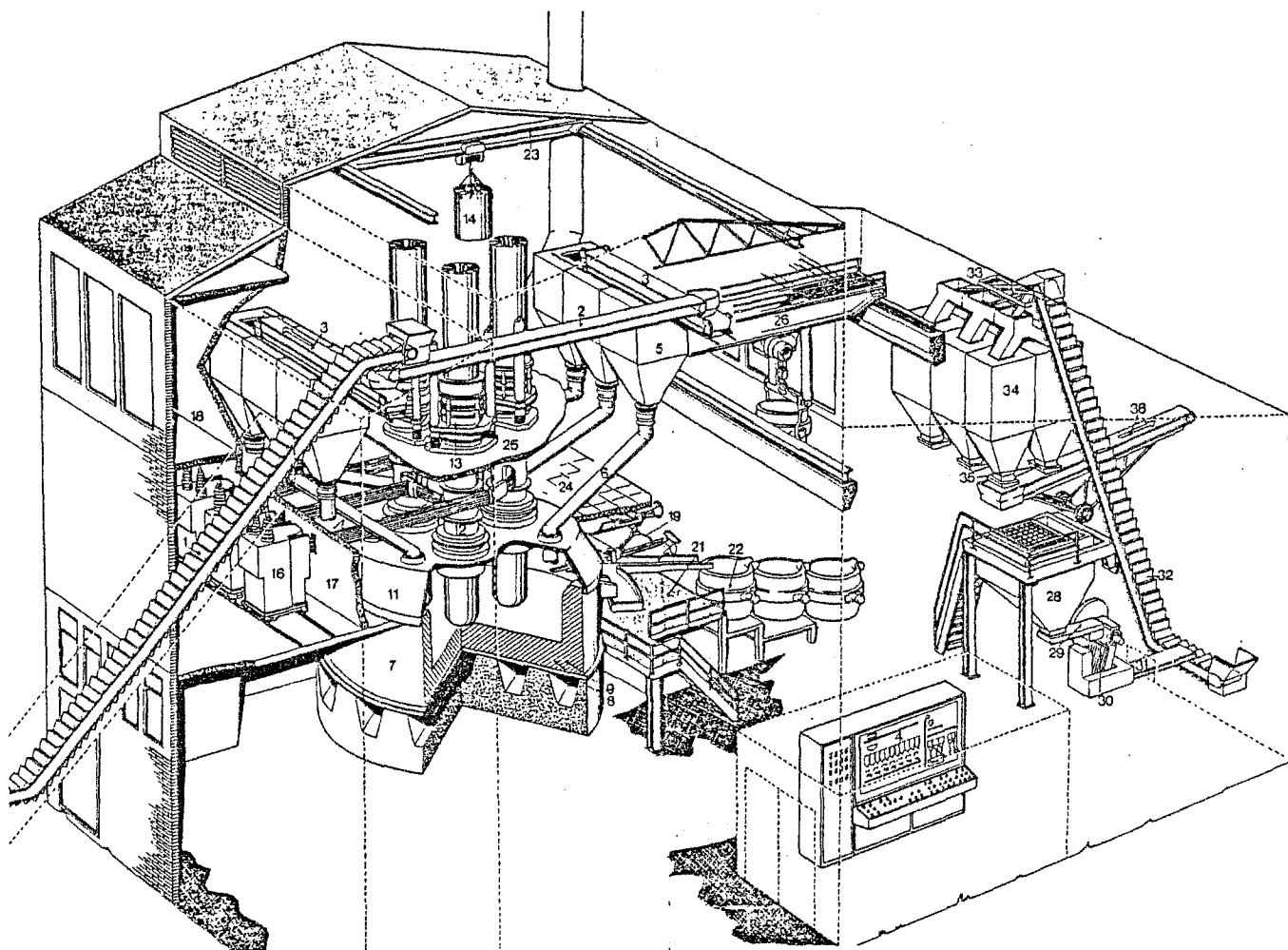
Conduzione forno (esempio di forno in figura 8): il caricamento dei forni avviene mediante mezzi meccanici; la costruzione degli elettrodi (continui tipo Soederberg) avviene mediante la saldatura delle camicie e il posizionamento della pasta elettrodica.

Colata: ogni 3 ore circa viene effettuato il bussaggio per la colata della frazione fusa attraverso un canale di colata; la separazione della scoria avviene tramite pozzetto sfioratore; successivamente il foro di bussaggio viene chiuso.

Frantumazione: mediante mulini, frantoi e granulatori il prodotto viene ridotto alla pezzatura commerciale richiesta.

Figura 8. Esempio di forno per la preparazione di ferroleghie: forno elettrico chiuso di riduzione a suola fissa (Demag).

- | | |
|---|--|
| 1 Pocket belt conveyor from weighing plant to furnace bins | 18 High-tension room |
| 2 Conveyor belt, reversible | 19 Tapping machine |
| 3 Conveyor belt, travelling | 20 Tapping launder |
| 4 Control cabinet with mimic diagram for weighing plant and burden transportation | 21 Tapping floor |
| 5 Furnace bins | 22 Tapping ladles |
| 6 Charging tubes | 23 Furnace house crane |
| 7 Furnace shell with tapping spouts | 24 Furnace platform |
| 8 Furnace shell lining | 25 Electrode slipping and regulating floor |
| 9 Set of beams | 26 Casting bay crane |
| 10 Furnace foundation | 27 Fragmentation grate for product |
| 11 Shell cover | 28 Feed bin |
| 12 Electrode assembly | 29 Bin discharge trough |
| 13 Electrode slipping device | 30 Crusher |
| 14 Jacket section for Söderberg electrode | 31 Vibration trough and conveyor belt |
| 15 High-current conductors | 32 Pocket belt conveyor |
| 16 Transformer | 33 Screening machine |
| 17 Transformer room | 34 Bins for the product |
| | 35 Bin discharge trough |
| | 36 Conveyor belt |



Rischi in ambiente di lavoro

Rumore: carrelli servizio forni, impianto di frantumazione.

Microclima: conduzione forni, saldatura camicie, addetti alla colata.

Silice: preparazione vasche di colata, caricamento forni.

Ossido di carbonio: emissione durante il processo (800 - 2300 Nm³/ t ferroleghe al silicio).

Metalli: cromo, manganese, ferro: rischio ubiquitario; piombo: saldatura camicie.

Impatto esterno

Emissione di fumi dal processo di riduzione termica.

Acque di scarico: utilizzate per la frantumazione della scoria della ferrolega.

Rifiuti solidi: nella tabella si riportano tipiche composizioni (% in peso) in corrispondenza alla produzione di differenti ferroleghe.

	FeSiMn	FeCr carburato	FeMn carburato
Mn (% in peso)	6-8	...	28-34
CaO	15-17	tracce	15-18
MgO	8-10	38-40	5-7
SiO ₂	38-42	40-43	18-22
Al ₂ O ₃	17-20	9-15	15-18

2.5. Produzione refrattari

Per soddisfare la domanda di refrattari principalmente per forni elettrici e per siviere vengono utilizzati refrattari tradizionali (silico-alluminosi, silicei, megnesiaci, ecc.) e refrattari legati con resine (le resine fenoliche sono le più impiegate).

Questi ultimi hanno avuto negli ultimi anni un notevole sviluppo industriale, soprattutto legato al diffondersi di una nuova categoria di prodotti a base di magnesia e di carbone con un'adeguata proporzione di resina.

I prodotti legati con resine hanno generalmente una maggiore durata rispetto ai prodotti tradizionali; presentano però una maggiore ossidazione del carbonio, che ha portato all'introduzione di vari accorgimenti come la scatolatura metallica.

In questo paragrafo si considera invece la fabbricazione di materiale refrattari tradizionali, realizzata in un settore manifatturiero satellite dell'industria siderurgica italiana.

La provincia di Brescia, polo dell'industria siderurgica elettrica, ospita una tra le poche aziende nazionali specializzate nel settore.

L'interesse dello studio di questa tipologia produttiva è determinato da diversi elementi tra cui:

- la rarità della lavorazione nel tessuto produttivo nazionale;
- la consistente produzione di manufatti per aziende;
- l'esistenza di un importante rischio da utilizzo di catrame e pece;
- il notevole impatto ambientale derivante dall'estrazione del materiale e dalla produzione di emissioni aerodisperse, nonché di rifiuti solidi e liquidi.

Ciclo produttivo, materie prime e input energetici

Nella figura 9 è possibile osservare il ciclo produttivo: negli ultimi anni si è consolidata una diversificazione del prodotto oggi realizzato anche in forma di mattone di diverse grandezze.

Una stima dei consumi medi dei materiali principali (dolomite, catrame, pece), nonché del consumo termico, consente di identificare l'ordine di grandezza dell'attività produttiva.

	consumi (kg):	dolomite	catrame	pece	olio comb.
doloblocco		2500	100	--	
mattone		11	--	0.4	1.0 (*) 3.5 (°)

(*) fase di sinterizzazione

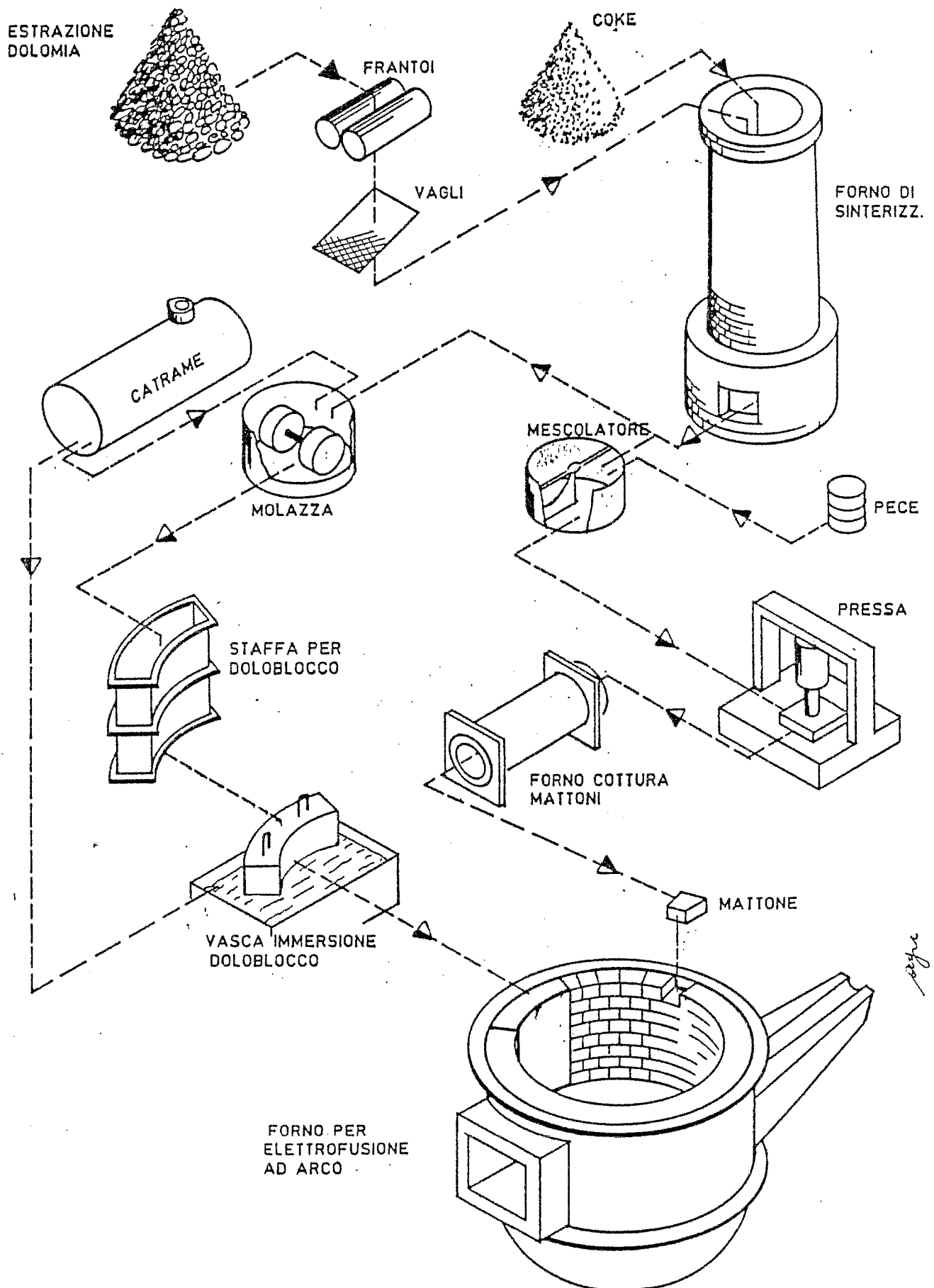
(°) fase di cottura

Rischi in ambiente di lavoro

Sono sintetizzati i possibili inquinanti di comune riscontro nella tipologia produttiva in argomento con riguardo a quelli considerati di maggiore rilevanza per diffusione ed entità del rischio.

inquinanti rilevabili	stima rischio	area di lavoro	danni di possibile riscontro
polvere mista ($\text{SiO}_2 > 1\%$)	+++	estrazione minerale frantumazione minerale	pneumoconiosi broncopneumopatie
polvere mista ($\text{SiO}_2 < 1\%$)	++	area forno (sinterizz.)	broncopneumopatie
rumore	+++ ++ +++	frantumazione dolomite cottura vibrazione manufatti	ipoacusie " "
idrocarburi aromatici pol.	+++	produzione manufatti	dermopatie da oli min. neoplasie
fumi metallici	++	manutenzione meccanica (saldatura)	abnorme assorbimento metalli

Figura 9. Schema di ciclo produttivo per la produzione di refrattari per forno elettrico.



Si osserva la possibile presenza di elevati livelli di inquinamento in ambienti caratterizzati da evidenti inadeguatezze o assenza di idonei provvedimenti di prevenzione primaria: situazioni lavorative dove sono spesso anche indispensabili adeguati mezzi protettivi individuali.

Le condizioni di lavoro di venti, trent'anni fa non possono d'altro conto immaginarsi migliori. Ciò, a nostro avviso, giustifica pienamente l'effettuazione di approfonditi programmi di sorveglianza sanitaria anche e soprattutto ai lavoratori con significativa anzianità, presenti e dimessi dalle aziende interessate.

Idrocarburi aromatici policiclici: inquinamento in ambiente di lavoro

Viene presentata una specifica indagine effettuata dal Servizio Medicina del Lavoro in collaborazione con la Clinica del Lavoro di Pavia (1985).

Trattasi di una preliminare indagine ambientale e biologica realizzata su un campione di lavoratori esposti a fumi e vapori di IAP durante le fasi di utilizzo del catrame (l'attenzione si è rivolta agli IAP di interesse per l'attività cancerogena: v. IARC 1983):

- determinazione IAP ambientali eseguite con campionamenti personali; analisi in cromatografia capillare/ spettrometro di massa;
- concentrazioni IAP urinarie su campioni estemporanei inizio-fine turno, secondo metodo proposto da G. Becher e A. Bjørseth; analisi estesa a gruppo di controllo (impiegati); confondente rilevato: fumo voluttuario (si-no).

I risultati sono sintetizzati in tabella 4 bis: i dati ambientali e biologici sembrano quantitativamente correlabili fra loro.

Pur con i limiti propri dell'indagine effettuata è stato possibile concludere per un evidente assorbimento di IAP nei lavoratori esposti a contatto cutaneo e inalazione dei fumi e vapori in misura proporzionale alla concentrazione ambientale. E' inoltre documentato un significativo incremento delle concentrazioni IAP urinarie a fine turno lavorativo. Tra gli idrocarburi escreti sono stati identificati benzo(a)pirene e benzo(a)antracene precedentemente dosati nella materia prima in concentrazione di 5 mg/g.

Impatto ambientale

Attività produttive come quella in argomento comportano un notevole impatto sull'ambiente circostante tanto per le prevedibili emissioni in atmosfera di inquinanti:

- polveri miste (basse concentrazioni di SiO_2) da operazioni di estrazione del minerale e sua lavorazione successiva;
- gas di combustione, con particolare riferimento all'anidride solforosa;
- idrocarburi aromatici policiclici.

Soprattutto nel caso tali inquinanti non siano convenientemente catturati e abbattuti, le quantità comunemente utilizzate in industrie di medie dimensioni possono comportare un serio problema.

Esperienze svolte in proposito hanno documentato emissioni di IAP da camini durante la fase di cattura dei mattoni impregnati di pece comprese fra 24 e 150 g/h.

Tabella 4 bis. Concentrazione degli IAP in aria e urina (UO TSLL, USSL n.36, Lombardia. Ottobre 1985).

Lavoratori	fumo voluttuario	idrocarburi policiclici aromatici		
		aria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	urina ($\mu\text{g}/\text{l}$)	
			inizio turno	fine turno
esposti	no	31.07	2.88	9.27
	no	3.43	--	2.47
	no	--	2.20	2.81
	no	--	1.51	2.70
	no	--	2.94	10.50
	no	--	3.55	7.90
	no	--	3.36	5.03
	no	--	9.57	27.18
	no	--	7.05	10.05
	si	5.13	8.32	9.58
	si	8.47	6.44	10.05
	si	36.14	--	33.92
	si	103.24	--	43.90
	si	4.79	--	5.59
	si	--	3.00	4.61
	si	--	1.93	2.31
	si	--	3.01	4.16
non esposti	no	--	--	2.15
	no	--	--	3.44
	no	--	--	1.86
	si	--	--	2.41
	si	--	--	2.72
	si	--	--	1.87

Concentrazioni urinarie IAP ($\mu\text{g}/\text{l}$):

professionalmente esposti: media = 9.25 ± 8.90 (range: 2.31 - 33.92);

controlli (impiegati): 2.40 ± 0.60 (range: 1.86 - 3.44).

Un ulteriore problema può derivare dall'improprio smaltimento di rifiuti o scarti di lavorazione, o ancora da incidenti e/o fughe di materiali.

Fra questi vi sono i prevedibili effetti sull'ambiente prodotti dalla dispersione in acqua o su suolo di sostanze altamente alcaline, derivanti dalla lavorazione della dolomia, nonché dei prodotti direttamente derivati dalla distillazione del carbon fossile in forma di catrame o peggio di pece.

2.6. Trattamento rifiuti speciali

I fumi captati durante la produzione di acciaio al forno elettrico costituiscono il rifiuto tossico e nocivo più consistente della siderurgia che utilizza rottame (circa 120.000 t in un anno).

All'atto del recupero dai filtri a secco questi fumi possono venire pellettizzati per consentire una più agevole manipolazione.

Piccoli quantitativi di polveri siderurgiche, provenienti però da altoforno e da convertitori a ossigeno, comprese quelle eventualmente disponibili derivanti da forno elettrico, possono venire riutilizzate introducendoli nella miscela per l'agglomerazione della carica d'altoforno.

Questa possibilità è comunque subordinata alla possibilità di estrarre zinco, piombo, alcali e ovviamente alla presenza di un ciclo integrale.

Diverso il problema per quanto concerne i fumi da forno elettrico: sono allo studio e alla fase di sperimentazione su scala industriale alcune soluzioni rivolte al recupero del ferro, oppure dello zinco e piombo, in alternativa al procedimento ora adottato.

Una pratica adottata è quella di ricaricare i fumi stessi in forno (fumi che dovrebbero essere preliminarmente pellettizzati), da 2 a 5 volte, per arricchire il contenuto di zinco e di piombo e consentire un conveniente recupero di tali metalli (il tenore di zinco e piombo sotto il quale non è attualmente conveniente effettuare il processo di riduzione e arricchimento è del 23%).

Allo stato attuale si può ritenere che in Italia una quota rilevante di questo rifiuto venga trattato e riciclato (si veda processo di riduzione e arricchimento successivamente descritto).

La restante quota viene prevalentemente "stoccata in modo temporaneo" all'interno del recinto dei diversi stabilimenti, con controlli insufficienti, o in discariche non autorizzate. Lo smaltimento in discarica controllata (discarica di tipo C) non risulta, allo stato attuale, riguardare una qualche quota consistente dei fumi.

Ciclo produttivo, materie prime (recupero zinco e piombo)

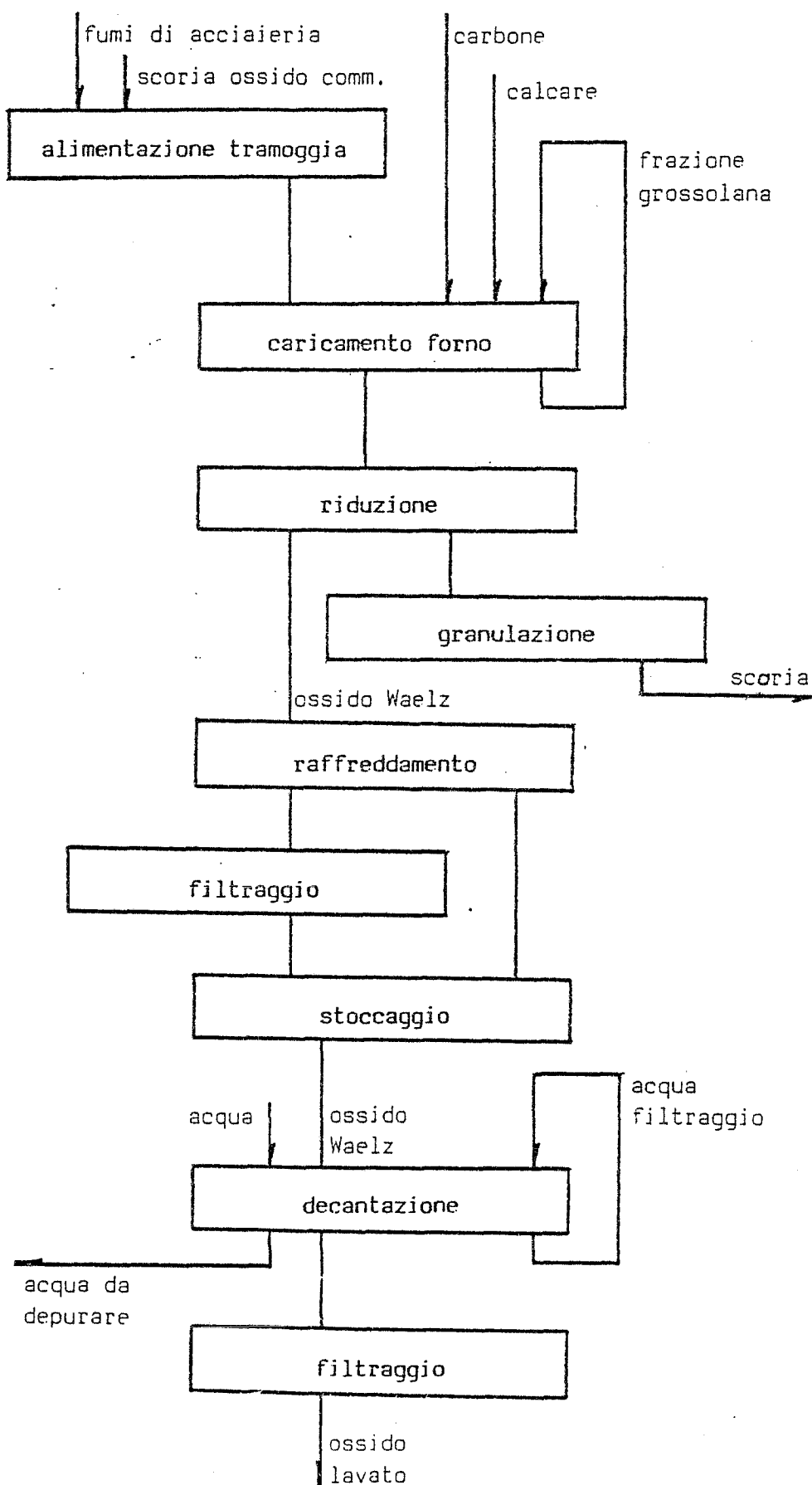
Gli ossidi di zinco e di piombo, presenti nei fumi di acciaieria, vengono trattati termicamente con lo scopo di arricchire il prodotto prima di passare al processo metallurgico di raffinazione (processo termico Waelz, elettrolisi): l'ossido ottenuto si caratterizza infatti con il 60-65% di zinco e il 6-9% di piombo (figura 9 bis).

I fumi di acciaieria, scaricati in fosse dagli autocarri, provenienti da impianti di filtraggio sia a secco che a umido, vengono alimentati ai nastri di caricamento forno (forno rotativo).

Una carica tipica prevede 12 t/h di fumi, 3 t/h di carbone con funzione termica e riducente, 2 t/h di calcare o altro fondente.

La carica, introdotta in testa al forno, avanza in controcorrente incontrando i gas caldi, che derivano dalla combustione del carbone, che trasportano gli ossidi dei metalli distillati.

Figura 9 bis. Fasi del processo e flusso dei materiali del processo Waelz.



La scoria che fuoriesce in coda al forno viene granulata, prelevata e avviata in discarica.

Rischi in ambiente di lavoro

La lavorazione dei fumi di acciaieria, rifiuto tossico e nocivo, comporta l'esposizione per gli addetti principalmente a inquinamento aerodisperso, caratterizzato dalla presenza di metalli.

Nel quadro sono sintetizzati i rischi riscontrabili.

Quadro riassuntivo dei rischi per gli addetti.

Rischio	Polvere	Zn	Pb	Cd
Capo turno	+	+	+(?)	+
Conduttore Waelz	+(?)	+	+(?)	+
Controllo linea Waelz	-	+	-	+
Addetto carico Waelz	--	-	--	-(?)
Gruista Waelz	-(?)	+	-(?)	+
Addetto filtraggio	-(?)	+(?)	-	+

+ = accettabile

+(?) = probabilmente accettabile

-(?) = probabilmente inaccettabile

- = inaccettabile

-- = il valore medio supera notevolmente lo standard

Riferimenti bibliografici (L'indotto siderurgico)

- (1) I. Boustead, G.F. Hancock, Handbook of Industrial Energy Analysis, Ellis Horwood Limited, 1979.
- (2) International Federation of Institutes for Advanced Studies, Energy Analysis and Economics, Resources of Energy, vol. 1, n. 2, October 1978.
- (3) A. Borroni, C.M. Joppolo, B. Mazza, G. Nano, D. Sinigaglia, Analisi energetica del processo produttivo delle acciaierie elettriche e applicazione a cinque impianti lombardi, La Metallurgia Italiana, n. 6, 1981.

3. LA FABBRICA VISTA DA VICINO

Per evidenziare con maggiore chiarezza come l'insediamento siderurgico interferisca con l'ambiente circostante si è scelto un insediamento tipo con le seguenti caratteristiche e sono stati quantificati input e output.

- Acciaieria elettrica con 1 forno fusorio (produttività 50 t/h), con eventuale forno di riserva, e 2 macchine di colata continua per billette, con capacità produttiva di 400.000 t/anno di acciaio grezzo;
- laminatoio a caldo con 1 forno a spinta per il riscaldamento e 1 treno di laminazione per la produzione di tondo per cemento armato, con capacità di laminare tutto l'acciaio proveniente dal reparto acciaieria.

Questa tipologia costituisce la cosiddetta mini acciaieria, rappresenta l'insediamento caratteristico dell'area lombarda: a tale esempio possono essere ricondotti con le dovute cautele e modifiche gran parte delle unità produttive della siderurgia elettrica.

Il bilancio materiale ed energetico è schematizzato in figura, individuando le voci più importanti e precisando le caratteristiche del loro impiego.

E' stato stimato che il 10-15 % dell'investimento totale per un nuovo insediamento siderurgico venga speso per il contenimento delle emissioni in aria e in acqua delle emissioni verso l'ambiente esterno (1), (2). In questa stima non sono compresi i costi di gestione dei rifiuti speciali.

In acciaieria il consumo elettrico per far funzionare gli impianti destinati al controllo dell'inquinamento di aria e acqua può superare i 100 kWh per ogni tonnellata di acciaio prodotto.

3.1. Insediamento tipo: effluenti e caratteristiche

Il settore metallurgico, e al suo interno quello siderurgico, costituisce la tipologia produttiva che dà origine alla quota più rilevante di rifiuti solidi industriali, sia dalla lavorazione che dagli impianti di trattamento acque (si veda tabella 7).

- (1) nota alle tabelle 5 e 6: i sistemi di raffreddamento sono a ciclo chiuso. Il consumo ipotizzato corrisponde alla quota di evaporazione, di dissipazione, di spurgo periodico (10% della quantità in circolo).
- (2) Per il forno elettrico viene previsto un sistema di captazione e di depolverazione a secco per i fumi primari e secondari, con rendimento di captazione del 98-99% e quindi in grado di garantire fra 1 e 25 mg/Nm³ all'emissione.
- (3) Per l'intero stabilimento è previsto un impianto centralizzato per il trattamento delle acque, con sedimentazione primaria, trattamento chimico-fisico di flocculazione, sedimentazione secondaria e riduzione del contenuto acquoso dei fanghi.

Per le frazioni grossolane trascinate dall'acqua di raffreddamento (scaglie di laminazione, ecc.) sono normalmente previsti anche fasi di decantazione a piede d'impianto.

Figura 10. Flusso di materiale e di energia per l'insediamento tipo (3).

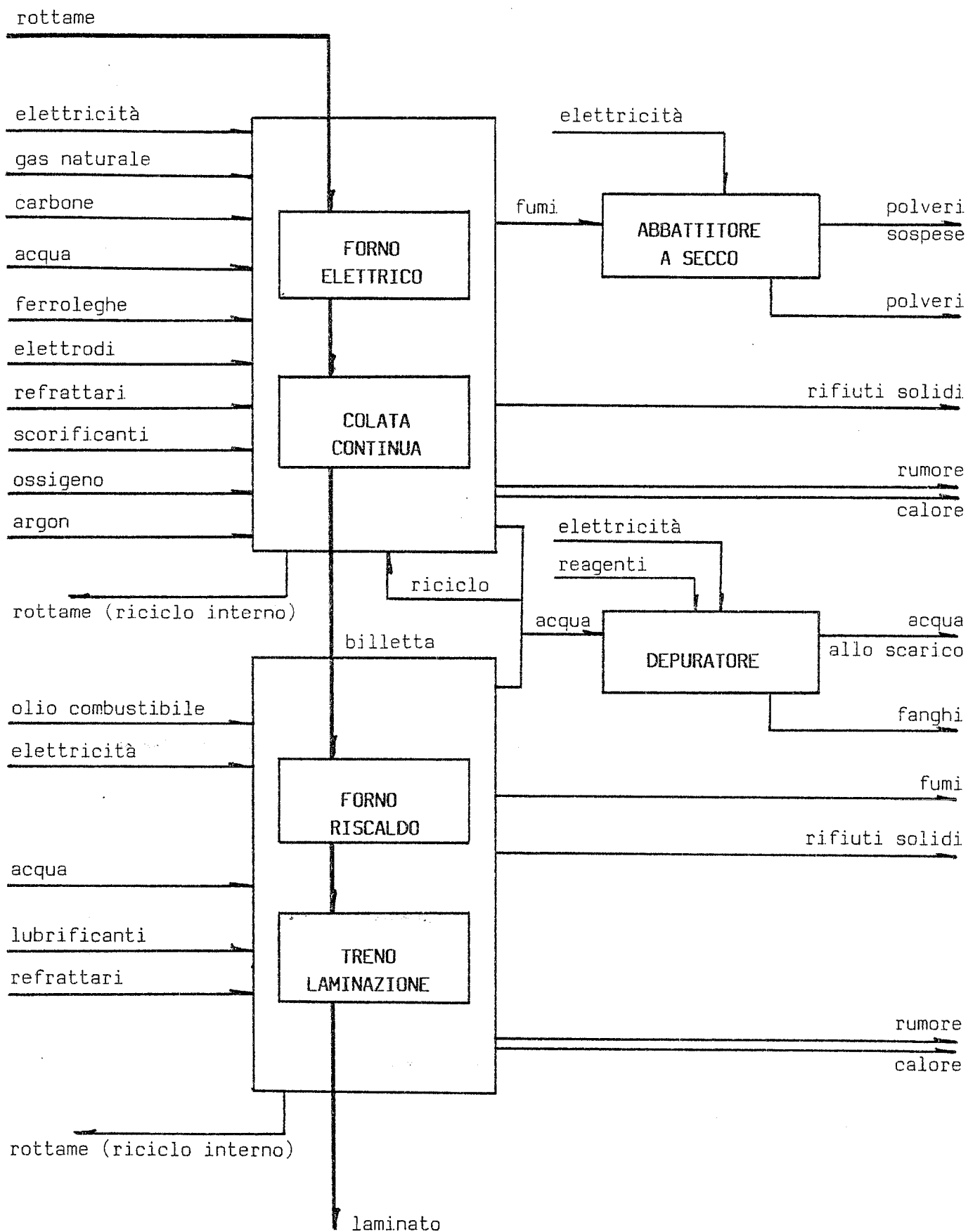


Tabella 5. Input e output dell'insediamento siderurgico elettrico: acciaieria.

	caratterizzazione	/ t semiprodotto totale insediamento
rottame	carica forno elettrico	1100 kg: 440.000 t/anno
elettricità	fusione carica	500 kWh } potenza 50 MW
	servizi acciaieria e c.c.	100 kWh } 200 milioni kWh
gas naturale	bruciatori forno elettrico	30 Nm³
carbone	ricarburante carica	6 kg
acqua (1)	servizi raffreddamento forno	} 4m³: prelievo 5000 m³/giorno
	servizi raffreddamento colata	
	servizi ausiliari	
ferroleghe	affinazione colata	} 20 kg
	aggiunte in lingottiera	
elettrodi	forno elettrico	5 kg: 2000 t/anno
refrattari	rivestimenti	} 50 kg
	massa da spruzzo	
	polveri di copertura	
calce, calcare	affinazione colata	40 kg
ossigeno	decarburazione	} 30 Nm³
	bruciatori forno elettrico	
argon	degasaggio colata	0.5 Nm³
rottame (riciclo)	da colata continua	30 kg
fumi primari e secondari	da forno elettrico	10 kg
elettricità (2)	impianto captaz. e abbatt.	50 kWh: potenza 1.5 MW
polveri sospese	effluente impianto abbattimento	1 - 25 mg/Nm³
fumi (2)	recupero da abbattimento	10 kg: 4000 t/anno
rifiuti solidi	scoria forno elettrico	100 kg } data-kind="parent" data-rs="3">} 80000 t/anno
	demolizione refrattari forno	
	demolizione refrattari paniera	
riciclo acqua	} vedi laminatoio (tabella 6)	
acqua alla depurazione		
reagenti		
elettricità		

Tabella 6. Input e output dell'insediamento siderurgico elettrico: laminatoio.

caratterizzazione		/ t laminato totale insediamento
olio combustibile	riscaldamento billette	25 kg: 10000 t/anno
elettricità	laminazione	120 kWh
	servizi laminatoio	30 kWh } 60 milioni kWh
acqua (1)	raffreddamento gabbie	} 2 m³ : prelievo 2500 m³/giorno
	servizi ausiliari	
lubrificanti	lubrificazione cilindri	1 kg
rottame (riciclo)	da laminazione	10 kg
oli e grassi (3)	affioramento depuratore	0.05 kg: 20 t grassi /anno
fanghi (3)	recupero da depuratore	8 kg: 3200 t/anno
elettricità (3)	servizi impianti depurazione	50 kWh
acqua allo scarico	effluente depuratore	qualità: tabella A/C
fumi	effluente forno di riscaldamento	800 t di SO ₂ (olio con S = 4%)
rifiuti solidi	scaglia pulizia forno	} 10 kg: 4000 t/anno (riciclo)
	scaglia laminazione	

Tabella 7. Origine dei rifiuti solidi industriali per settori (migliaia di tonnellate/anno) (Confindustria, 1977).

Settori manifatturieri	Origini Lavorazione	Uffici Spedizione e mensa	Impianti Trattamento Acque	Totale
Alimentari	1.541,19	105,74	697,82	2.344,76
Tessili	125,75	41,32	299,42	466,49
Vestuario	50,13	19,86	0,75	70,74
Calzature	58,63	6,14	—	64,77
Pelli e cuoio	215,72	5,31	388,07	609,09
Legno	732,00	4,16	0,60	736,76
Mobilio	411,66	37,33	63,68	512,66
Metallurgiche	13.804,64	77,45	3.420,24	17.302,33
Meccaniche	2.613,54	142,49	250,50	3.006,53
Mezzi trasporto	1.789,87	101,31	120,48	2.011,66
Materiali da costruzione	4.161,27	78,54	169,91	4.409,72
Chimiche e derivati	679,11	109,45	1.091,19	1.879,75
Gomma	104,99	8,93	1,78	115,70
Fibre chimiche	55,46	18,79	117,27	191,52
Carta e cartone	356,14	8,70	456,01	820,85
Poligrafiche ed editoriali	80,93	14,66	2,81	98,40
Fonografiche	1,06	0,21	—	1,27
Materie plastiche	223,03	16,29	3,85	243,17
Manifatture varie	11,06	2,43	4,11	17,60
Totale generale	27.016,18	799,12	7.088,48	34.903,78

Polveri da abbattimento fumi

Si tratta del particolato raccolto dall'impianto di abbattimento del forno elettrico.

Granulometria polveri: sia nel caso di impianto a secco o a umido le particelle captate sono estremamente fini. Circa il 90-95% di esse ha dimensione inferiore a $0.5 \mu\text{m}$, con massima frequenza delle particelle fra 0.1 e $0.2 \mu\text{m}$.

La composizione (intervallo % individuato con diverse analisi durante la lavorazione di acciai di base o di qualità, con tenori delle aggiunte di lega contenuti) di tali polveri è riportata in tabella 8.

Per produzioni di acciai inossidabili si hanno consistenti emissioni anche di nichel e cromo.

Durante la fusione delle cariche si riscontra un arricchimento in zinco e piombo; i tenori di calcio aumentano in corrispondenza alle aggiunte, effettuate al termine della fusione e in affinazione.

Per quanto concerne le emissioni gassose si possono riportare valori indicativi:

CO = 600 mg/Nm^3

SO₂ = 0.2 mg/Nm^3

NO_x = 30 mg/Nm^3

Tabella 8. Intervallo di composizione (% in peso) individuato mediante analisi per polveri abbattute a forno elettrico ad arco.

Fe	24 - 50
Mn	2.3 - 6.2
Zn	8 - 35
Pb	0.5 - 6.2
Cu	0.3
Ni	0.02 - 0.5
Cr	0.2 - 1.4
Cr vi	<0.01 - 0.4
Al	0.05 - 1.4
Cd	0.02 - 0.5
Hg	0.002 - 0.05
Ca	1.3 - 10.0
Si	0.6 - 1.9
Mg	0.3 - 2.7

tracce o tenori inferiori alla rilevabilità per: As, W, Sn, Mo, V , Ti.

Le polveri di abbattimento fumi presentano il problema, ai sensi del D.P.R. 915 e della Deliberazione del C.I. 22.7.84, di essere rifiuti tossici e nocivi in quanto sul tal quale presentano valori superiori ai limiti di legge per Pb, Cd, e in alcuni casi, per Cr vi e Hg.

In genere quando i tenori di piombo e cadmio rientrano nei limiti (rottame prevalentemente pulito) aumentano le percentuali del cromo esavalente (rottame per acciai legati).

I valori di concentrazione di questi metalli inoltre superano i limiti di legge anche negli eluati (metodica C.N.R. I.R.S.A.. all'acido acetico) e quindi la loro destinazione di smaltimento controllato è la discarica di tipo C (una delle più restrittive per i rifiuti di origine industriale) di cui a tutt'oggi non esistono realizzazioni in alta Italia.

Scoria da forno elettrico (e da demolizione refrattari di siviere e paniere)

Per tali scorie sono riportati in tabella 9 gli intervalli di concentrazione riscontrati durante la fabbricazione di acciai al carbonio.

La scoria proveniente da forno elettrico in alcune aziende viene granulata, con un consumo di acqua per evaporazione di 10-20 m³/t di scoria.

Dalle siviere demolite e dal ribaltamento delle paniere viene raccolto il refrattario, dopo eventuale recupero delle bave di acciaio (riciclo interno).

La Regione Lombardia definisce la scoria di acciaieria come "rifiuto a valorizzazione chiaramente individuata" (delibera n. 22248 del 16.11.82), purchè gli eluati ottenuti secondo il metodo di estrazione con acqua saturata con CO₂ rispettino la tabella allegata al Regolamento Regionale n. 3/1982.

Tabella 9. Intervallo di composizione (% in peso) individuato mediante analisi per scorie di forno elettrico durante la lavorazione di acciai al carbonio.

Fe	11.5 - 14.5	
MnO	3.5 - 12.7	
Al ₂ O ₃	3.5 - 7.9	
Ca O	38 - 58	
MgO	4.7 - 8.2	
SiO ₂	13.4 - 37.1	
S	0.1 - 0.2	
P ₂ O ₅	0.6 - 1.3	
Cr ₂ O ₃	0.4 - 1.1	
Pb	140 - 1000	(sul tal quale) mg/ kg
Cd	< 5 - 40	
Cu	30 - 3000	
Cr vi	< 1 - 2	

Quindi l'utilizzazione individuata (sottofondi stradali, riempimenti vari) è subordinata alla verifica richiesta dal Regolamento.

Si segnala la eventualità di superamento dei parametri accettabili per l'eluato in merito a certi metalli (Pb, Cu, Cd, As) soprattutto in concomitanza con lavorazioni particolari.

A parte alcune eccezioni non si tratta principalmente di un problema provocato dalla tossicità del rifiuto, quanto dal fatto che, in regime di controlli insufficienti, l'attuale destinazione per pavimentazione stradale e sottofondi vari non costituisce l'unica forma di smaltimento/riutilizzo. Sono frequenti smaltimenti precari in cave, letti di fiume, comunque al di fuori di qualsiasi dichiarazione e controllo.

Fanghi da depurazione acqua

Il fango che deriva da un abbattimento a umido dei fumi del forno elettrico ha le caratteristiche già descritte.

All'impianto depurazione di stabilimento affluiscono le acque provenienti dai vari impianti, ai piedi dei quali possono essere state già pretrattate.

Anche questi fanghi si possono caratterizzare per un cospicuo contenuto di metalli e di sostanze organiche, la cui concentrazione dipende fortemente dagli impianti produttivi presenti.

Composizione indicativa del fango:	As	2 - 70 mg/kg
Cu 0.5 - 20 mg/kg	Hg	0.2 - 200
Ni 100 - 700	Cd	0.5 - 80
fenolo 0.5 - 3	Cr vi	assente
oli minerali 20 - 50	Pb	50 - 8000

Alcuni di questi fanghi palabili, con contenuti di acqua dal 20 al 50%, possono essere tossici e nocivi per la concentrazione di metalli. I loro eluati generalmente consentono il loro smaltimento in discariche di seconda categoria di tipo B non particolarmente diffuse.

3.2. Emissioni di acciaieria elettrica in atmosfera

La captazione dei fumi prodotti dal forno elettrico può avvenire dal solo quarto foro oppure anche con la captazione delle emissioni secondarie che sono prodotte nelle fasi in cui l'aspirazione dal 4° foro non è attiva (caricamento ceste, spillaggio, riparazione tino). La captazione delle emissioni secondarie è più efficace se il forno è contenuto in un ambiente ristretto mentre richiede portate assai elevate se il forno non è confinato ed in particolare se è posizionato, come spesso accade, fra due campate per l'interferenza della via di corsa delle gru nel percorso dei fumi caldi.

Per l'abbattimento dei fumi derivanti dai forni elettrici sono utilizzate due tecnologie:

- abbattimento con filtri a maniche

- abbattimento con filtri ad umido ad alta efficienza

In Lombardia la tecnologia più diffusa è quella dell'abbattimento a secco con filtri a maniche che garantiscono una maggiore efficienza.

Dall'esame dei dati relativi alle polveri emesse da 12 impianti a secco installati in Lombardia si rileva che la quantità di polveri emesse è compresa fra 1 mg/Nmc e 46 mg/Nmc rispetto ad un valore limite stabilito dalla Regione di 25 mg/Nmc (10 mg/Nmc per la zona di Odolo). La media e la moda dei valori rilevati sono attorno ai 16 mg/Nmc.

Dall'esame dei dati relativi alle polveri emesse da 4 impianti ad umido installati in Lombardia si rileva che la quantità di polveri emesse è compresa fra 20 mg/Nmc e 38 mg/Nmc. La media dei valori rilevati è attorno a 60 mg/Nmc.

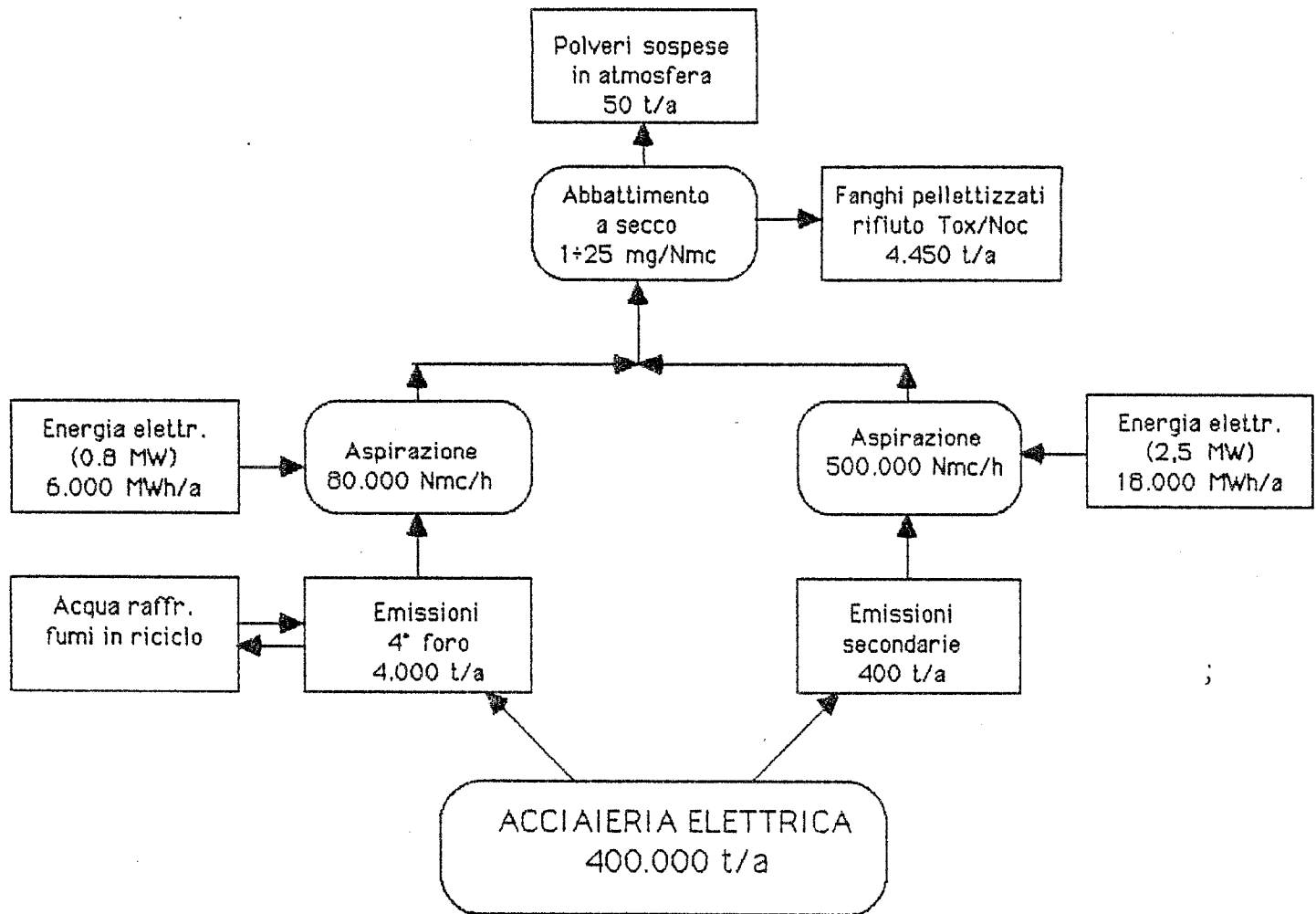
La portata degli impianti di aspirazione dal 4° foro si aggira per forni di caratteristiche medie (60 t) sui 50.000 Nmc/h per cui la quantità di polveri emesse da un impianto-tipo in condizioni di manutenzione accettabili si stima in 0,9 Kg/h per impianto a secco ed in 3 Kg/h per impianto ad umido. Occorre aggiungere alle quantità indicate quelle derivanti dalle emissioni secondarie non captate.

Le analisi effettuate sulle polveri emesse mettono in evidenza la prevalenza di Ossidi di Ferro(50%), Zinco(35%), Piombo(6%), Manganese(6%) e di quantità più modeste di Cromo, Rame, Cadmio e Nichel. I valori riportati possono variare anche sensibilmente in funzione della qualità del rottame.

3.3. Controllo delle immissioni nell'intorno delle acciaierie

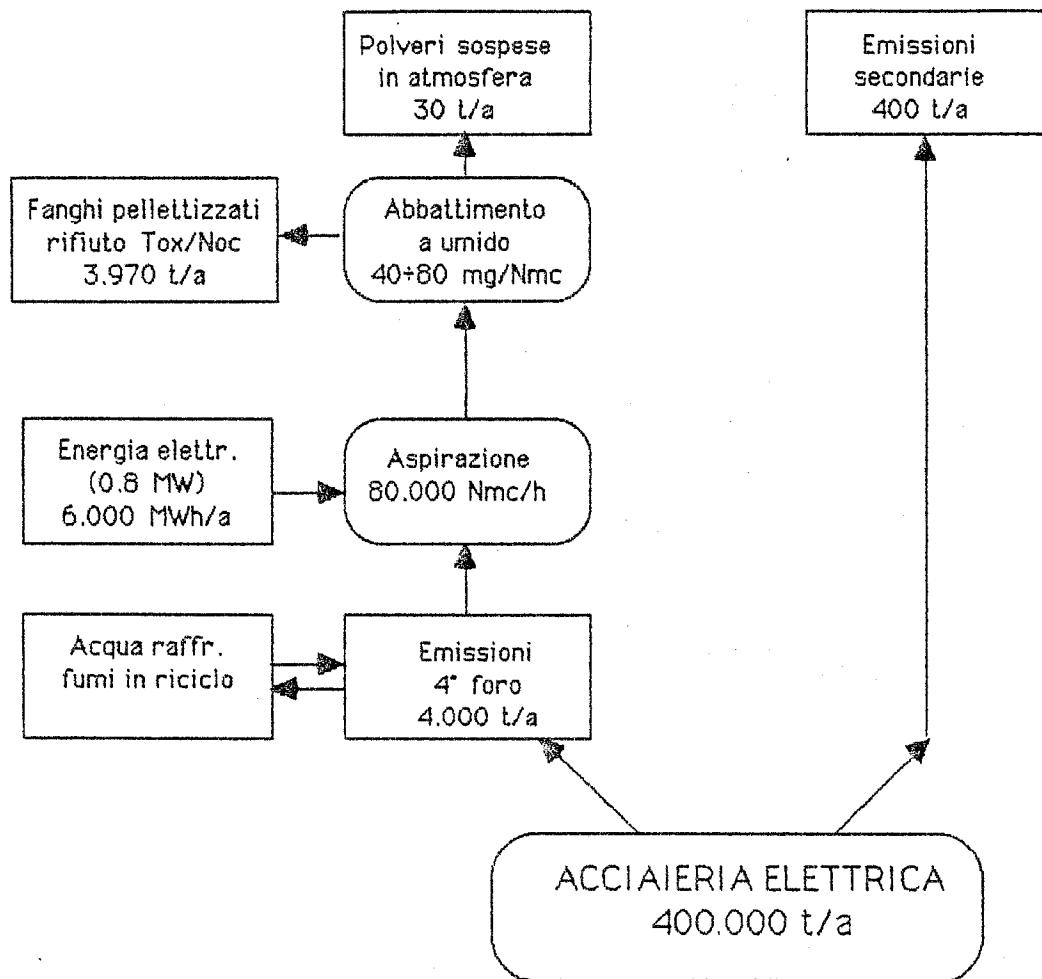
Sono stati analizzati gli esiti di controlli analitici effettuati in prossimità di tre impianti siderurgici a cura dei Presidi Multizonali delle rispettive USL. In tutte le situazioni è stata determinata la concentrazione dei quattro metalli presenti di regola in maggiore concentrazione nelle emissioni delle acciaierie e che come ossidi costituiscono almeno l'80% delle polveri emesse. La somma degli ossidi di tali metalli può quindi ben rappresentare il contributo alla concentrazione di polveri sospese dovuto all'acciaieria.

Figura 11. Emissioni di polveri da un'acciaieria elettrica, con aspirazione dal quarto foro e aspirazione secondaria



Lo schema riporta una stima delle emissioni di una acciaieria elettrica con una produzione annua di 400.000 t, con aspirazione dal 4° foro e con aspirazione delle emissioni secondarie. L'abbattimento è con filtro a secco in grado di garantire una emissione di polveri pari a 1 mg/Nmc se in perfette condizioni di manutenzione, ma mediamente 10÷15 mg/Nmc. Si rileva come l'80÷90% delle polveri emesse da un forno elettrico possono essere captate attraverso il 4° foro mentre la captazione delle emissioni secondarie permette di controllare anche il residuo 10÷20% delle emissioni. Il costo di investimento ed energetico di questo ulteriore abbattimento è assai rilevante.

Figura 12. Emissioni di polveri da un'acciaieria elettrica, con aspirazione solo dal quarto foro.



Lo schema riporta una stima delle emissioni di una acciaieria elettrica con una produzione di 400.000 t/anno, con la sola aspirazione dal 4° foro. L'abbattimento è con filtro a umido in grado di garantire una emissione di polveri pari a 40+80 mg/Nmc. Alle 30 t di polveri emesse annualmente attraverso il camino occorre sommare le 400+600 t annualmente emesse attraverso la volta dell'acciaieria. Nel bilancio ambientale è però da considerare anche il risparmio di 18.000 MWh/anno e l'inquinamento per la produzione di tale energia.

Tabella 10. Rilevazioni di metalli al suolo in prossimità di forni elettrici attrezzati con la sola aspirazione da quarto foro.

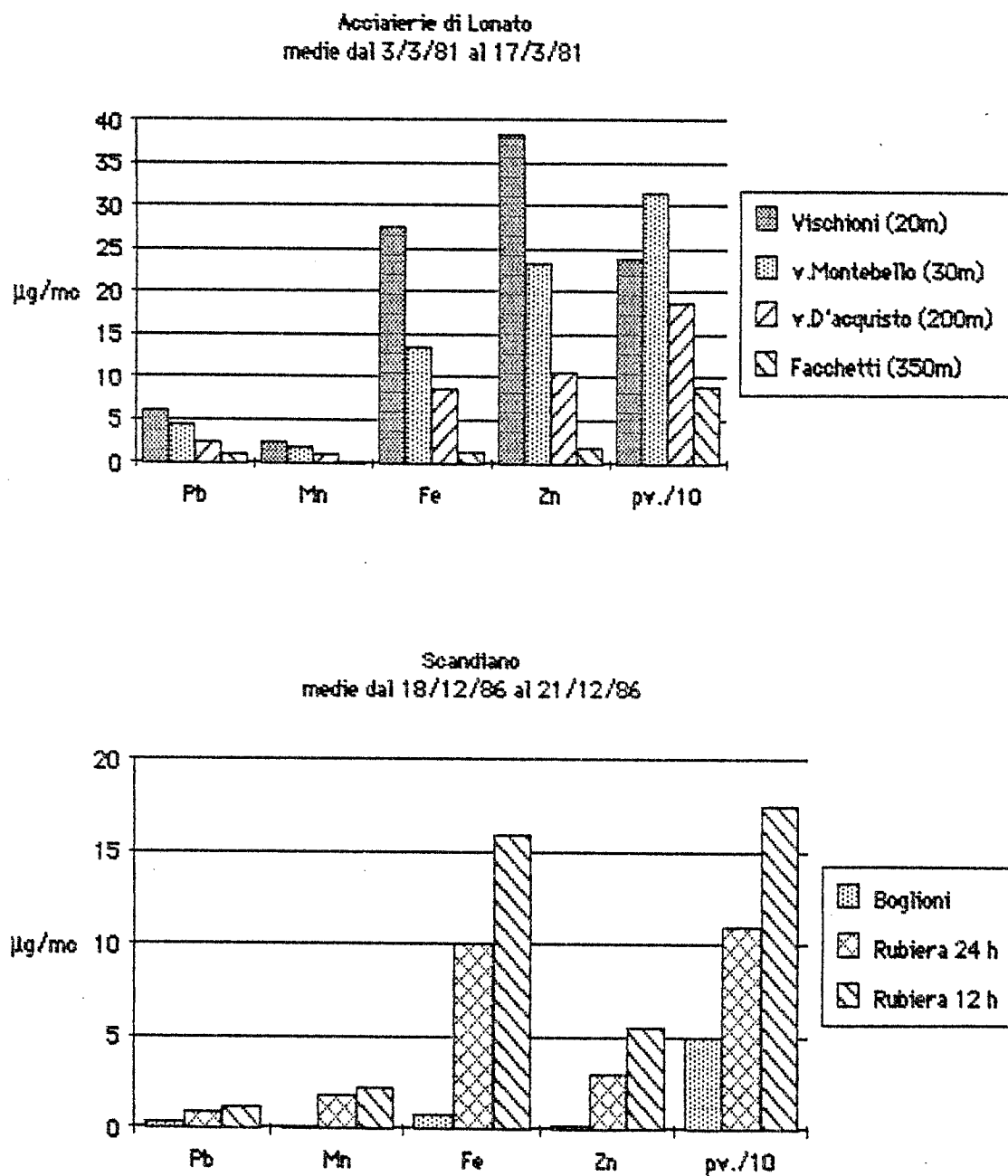
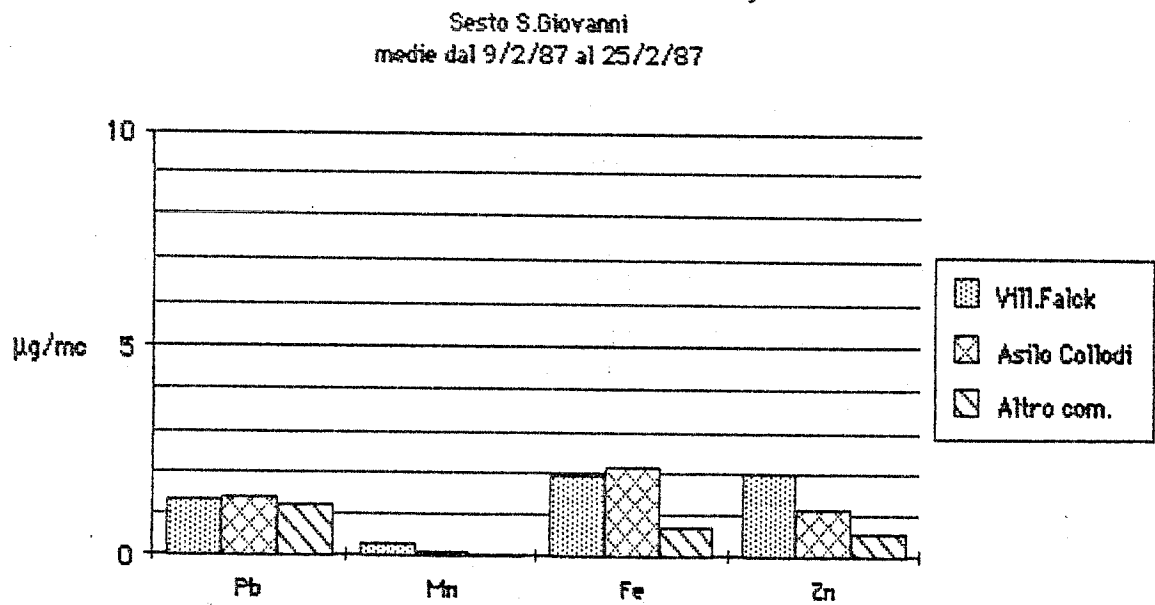
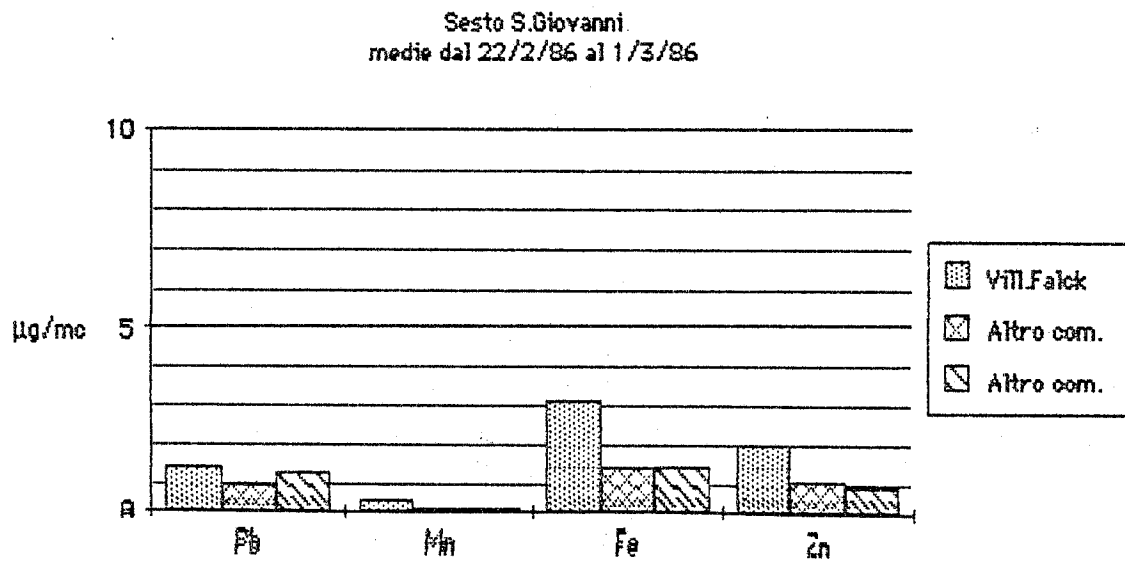


Tabella 11. Rilevazioni di metalli al suolo in prossimità di forni elettrici con e senza aspirazione secondaria.



I metalli cercati sono quindi Ferro, Zinco, Piombo, Manganese, mentre il Cromo, Rame, Calcio, Nichel e Cadmio sono stati cercati solo in due casi.

Dall'esame dei dati raccolti si può trarre:

1. In prossimità di forni elettrici attrezzati con la sola aspirazione dal 4° foro le concentrazioni di polveri totali possono superare il limite di 0,150 mg/mc previsto dal DPCM 28/3/83 solo in zone assai ristrette e site nelle immediate vicinanze degli impianti;
2. Le rilevazioni effettuate in zone site a poche centinaia di metri da forni elettrici non attrezzati con abbattimento delle emissioni secondarie hanno evidenziato la presenza di Fe, Zn, Pb, Mn per un totale di 0,010-0,015 mg/mc: il contributo delle emissioni dei forni elettrici non dovrebbe superare per le considerazioni fatte circa la composizione delle emissioni il doppio di tali valori;
3. In altre zone, a poche decine di metri dai forni elettrici, le concentrazioni dei metalli citati hanno raggiunto, in giorni sfavorevoli, anche 0,075 mg/mc: in tali situazioni anche il limite di 0,300 mg/mc per le polveri totali (massimo per 24 ore) risultava superato e la situazione non era accettabile;
4. Il piombo è l'unico elemento per il quale è stato fissato un limite igienico nell'aria, pari a 0,002 mg/mc (media annuale): a distanza di alcune centinaia di metri da una acciaieria elettrica attrezzata con una efficiente captazione dal 4° foro si ritrovano tenori di piombo non superiori al limite ammesso; il contributo dell'acciaieria all'inquinamento da piombo resta inferiore a quello dovuto al traffico;
5. Resta fermo il fatto che le acciaierie non devono essere costruite in zone abitate e che le abitazioni non devono essere costruite intorno alle acciaierie (sia per l'inquinamento atmosferico causato che soprattutto per i rumori prodotti).

Riferimenti bibliografici (La fabbrica vista da vicino)

- (1) J.A. Harrop, D.J. Smithson, Energy requirements for pollution control in the British iron and steel industry, Ironmaking and Steelmaking, 1980, n. 4, pag. 196-203.
- (2) A.P. Altganzer e altri, Electroheat as a means to solve ecology problems and save resources, 10th Congress of U.I.E., Stoccolma, 1984.
- (3) International Iron and Steel Institute, Energy and the Steel Industry, Brussels, 1982.

4. LA FABBRICA ALL'INTERNO

Si raggiunge una soddisfacente descrizione dei fenomeni di rischio con riferimento al **normale funzionamento degli impianti**, cioè alle abituali operazioni richieste dalla conduzione del processo produttivo. Risulta più difficile la caratterizzazione dei fenomeni occasionali, connessi con manutenzioni, malfunzionamenti, incidenti, ripristino degli impianti, che con la meccanizzazione e l'automazione sempre più estese, assumono maggiore rilievo e impegnano sempre più elevate quote di lavoro.

Infatti l'introduzione di apparecchiature e impianti automatizzati dirada la presenza di addetti in posizioni fisse di intervento o di controllo e aumenta la quota di addetti con mansioni di manutenzione che occupano posizioni di lavoro sempre differenti nel reparto, spesso durante il funzionamento degli impianti su cui intervengono o di impianti adiacenti.

Flusso dei materiali

Aree di lavorazione

Disposizione degli impianti

Sistemi e vie di movimentazione

In questi ultimi anni si è consolidata un'attenzione progettuale rivolta a razionalizzare questi aspetti: a fronte di maggiori costi fissi iniziali si ottiene una positiva ricaduta sui costi di esercizio, riducendo gli inconvenienti e realizzando una maggiore produttività.

Non si tratta di una progettazione che si pone come primo obiettivo il **contenimento delle fonti sistematiche di nocività**, ma di una razionalizzazione che comporta la separazione delle aree di lavoro, la presenza di specifiche vie di movimentazione, la disposizione ottimale degli impianti, cioè soluzioni che contribuiscono a ridurre le situazioni critiche e risolubili a posteriori con interventi spesso difficoltosi.

Evoluzione della produttività

Estensione della meccanizzazione e automazione

Si è in presenza di lavorazioni effettuate con impianti collocati in cascata: i tempi sono scanditi principalmente dalla capacità produttiva dell'impianto fusorio: fino a 5 anni fa la lavorazione al forno elettrico prevedeva, nella maggioranza dei casi, cicli compresi fra le 2 ore e mezza e le 4 ore. Ora risultano sempre più diffusi cicli di 1 - 1,5 ore: tempi superiori sono destinati a scomparire nel breve periodo.

Il normale funzionamento degli impianti prevede l'intervento in platea degli addetti durante le fasi di affinazione, spillaggio e ripristino, consentendo permanenza in cabina durante la fusione. Viene così evitata, per una quota di addetti, l'esposizione durante la fase maggiormente rumorosa; gli interventi da effettuare sono invece molto più ravvicinati.

La pratica di colate in sequenza comporta continuità per alcune mansioni e intensifica l'impegno durante le fasi maggiormente critiche (avvio colata, cambio sivera).

I recenti sviluppi dei laminatoi per prodotti lunghi hanno reso obsolete le strutture installate negli anni '70: con la sola ristrutturazione degli impianti esistenti si realizza fino al raddoppio della produttività.

Il settore siderurgico presenta una rassegna di rischi tradizionali (polvere, rumore, calore radiante, ecc.) in misura intensa, rischi quantificabili con misure più o meno precise e accurate.

Con l'indagine tradizionale si tenta la definizione di questi rischi, trascurando, spesso sottovalutando, gli aspetti determinati da altri fattori (impegno visivo, posture non adeguate, ecc.) oltre soprattutto alle condizioni lavorative imposte da un'organizzazione governata sempre più da una produttività in aumento.

Principali riferimenti per una mappa dei rischi nella siderurgia elettrica rimangono il fascicolo di Dibattito Sindacale (gennaio - aprile 1979) **"Fattori di rischio nell'industria siderurgica"** e il materiale pubblicato dalla Società Nazionale degli Operatori per la Prevenzione negli ambienti di lavoro in occasione del primo seminario **"Condizioni di lavoro nel comparto siderurgico: l'acciaieria elettrica"** (12 giugno 1985, Brescia).

4.1. Area preparazione e caricamento rottame

La copertura dei parchi rottame risulta generalizzata in quasi tutti gli stabilimenti, migliorando le condizioni microclimatiche per gli addetti e riducendo i rischi dovuti alla carica bagnata.

Le condizioni di microclima e di esposizione al rumore sono determinate principalmente dall'efficacia protettiva delle cabine: la maggioranza degli addetti di questa area interviene infatti manovrando gru a magnete e gru a ragno per la movimentazione del rottame e la preparazione delle ceste.

La presenza di operazioni di preparazione del rottame (cesoiatura, pressatura in cesta) introduce una nuova sorgente di rumore.

Tabella 4.1. Livelli di rumorosità individuati mediante dosimetrie.

Strumentazione: B. e K. mod. 4428, tempo di risposta 100 μ s.

Estensione della indagine: 5 acciaierie.

mansione	livello equivalente in dB(A)
addetto pressa	87.3
addetto frantumazione	87.0 - 94.0
classificatore a terra	87.6 - 98.5
gruista	85.7 - 89.0

In alcune unità produttive sono stati introdotti, o sono di imminente installazione, sistemi di preriscaldamento del rottame tramite recupero diretto o indiretto del calore dei fumi.

Non risultano disponibili misure in ambiente rivolte a valutare la rumorosità o la polverosità derivanti da tali impianti.

In termini generali si può prevedere un consistente contributo positivo per le condizioni ambientali della successiva area forno: vengono ridotti o eliminati i rischi dovuti all'introduzione di carica con acqua; inoltre sottraendo in questo impianto la maggioranza dei composti quali oli, rivestimenti, vernici, viene ridotta l'emissione aerodispersa soprattutto nelle fasi iniziali della fusione. In fine l'impiego di materiale preriscaldato può contribuire a limitare le interruzioni dell'arco elettrico nelle fasi di inizio fusione, comportando un'emissione sonora più regolare.

4.2. Area forno

Risulta difficile esprimere un giudizio rispetto all'esposizione complessiva degli addetti, se confrontata con quella precedente all'introduzione delle innovazioni tecnologiche e di processo. Infatti si è in presenza di aspetti contrastanti:

- l'aumento della produttività determina interventi più frequenti;
- si consolida la tendenza a definire una squadra di tre persone per gli interventi a terra;
- sussistono forti differenze fra l'esposizione di chi coordina, di chi effettua le manovre e di chi esegue gli interventi più esposti;
- l'aumento degli addetti preposti a interventi di manutenzione realizzati prevalentemente in condizioni più precarie ed esposte ai rischi rispetto agli interventi richiesti dal normale funzionamento degli impianti;
- le cabine risultano generalmente adeguate per quanto riguarda la insonorizzazione, in misura minore per quanto concerne la protezione dalle vibrazioni; i comandi e le manovre sono collocati internamente.

I sistemi di filtrazione installati risultano generalmente sufficienti a depurare l'aria dalle polveri di granulometria elevata, mentre numerose misure hanno evidenziato l'insufficienza di tale mezzo filtrante a proteggere rispetto ai fumi.

In questa area di lavoro soprattutto risulta decisiva l'**adeguatezza complessiva delle cabine** agli effetti di garantire un contenimento dei rischi. Inoltre in queste strutture deve essere prevista la possibilità per gli addetti di effettuare frequenti ricambi di vestiario.

In definitiva si riducono le operazioni di maggiore faticosità e che espongono maggiormente a elevato calore radiante: fra l'altro risulta difficile quantificare attraverso parametri ambientali la reale esposizione di punta che si configura nelle fasi di intervento (prelievo provino, misura temperatura, ripristino refrattario, spillaggio, ecc.), che coincidono anche con la massima esposizione a polvere e fumi.

4.2.1. Rumorosità del forno elettrico

L'adozione di trasformatori più potenti permette di raggiungere potenze specifiche fino a 0.7 - 1.0 MVA/t di capacità del forno con conseguente aumento del rumore e delle vibrazioni (1).

Il rumore generato dal forno elettrico si caratterizza con:

- elevatissima energia sonora nella fase iniziale di fusione del rottame: le frequenze predominanti sono medio-alte; sono presenti componeti impulsivi dovute alle scariche tra gli elettrodi e il rottame;
- elevata energia sonora nella fase di avanzata fusione con una diversa distribuzione dello spettro di frequenza: in queste fasi e nell'affinazione sono predominanti le frequenze medio-basse;
- nelle fasi in cui non c'è tensione agli elettrodi il rumore deriva in maniera continua dall'impianto di aspirazione fumi, oltre che da diverse sorgenti (scarichi aria compressa, movimentazioni, nastri, ecc.) specifiche di ogni impianto;
- i bruciatori ausiliari si configurano come sorgenti con elevati livelli sonori alle elevate frequenze;
- risulta particolarmente influente, ai fini dell'isolamento acustico, la condizione di porta sollevata al termine della fusione e durante alcune fasi dell'affinazione o la non completa discesa della volta, a causa di cariche eccessivamente alte.

Fra le numerose misure effettuate ne vengono proposte alcune rivolte a **caratteriz**zare la rumorosità in funzione delle fasi e delle posizioni di rilievo: si tratta di rilevazioni effettuate in reparti in cui il forno non è segregato (tab.4.2, 4.3).

La mancanza di una segregazione acustica del forno rende praticamente inattuabile il contenimento del rischio da rumore per gli addetti che operano nell'area di lavoro e anche per le aree adiacenti (tabelle 4.4 e 4.5).

Si evidenzia una situazione di palese rischio per l'apparato uditivo degli operatori: fra l'altro l'esposizione di questi addetti non è compatibile con qualunque criterio di accettabilità si intenda adottare. Occorre quindi prevedere, in forma tassativa, l'impiego di adeguate protezioni auricolari per gli interventi all'esterno della cabina di lavoro, anche per gli addetti che agiscono in forma non continuativa (manutentori, addetti controllo qualità e coordinamento produzione, capi turno e capi reparto, ecc.).

Le **soluzioni adottate per il contenimento della sorgente sonora** hanno anche la funzione di aspirare le **emissioni di fumi non captati dal quarto foro** (si vedano anche gli interventi descritti nella seconda relazione di questo Seminario).

- a. **Integrazione dell'aspirazione mediante quarto foro con sistemi per la capta**zione dei fumi secondari, emessi durante le fasi di apertura della volta o comunque non captati direttamente dall'atmosfera del forno.

Queste soluzioni vengono introdotte contestualmente a **tamponamenti che segre**gano l'area forno, delimitando il volume da controllare con l'aspirazione e interrompendo la trasmissione del rumore.

Tabella 4.2. Rilevazione di livello equivalente in platea forno.

Capacità forno: 70 t

Potenza elettrica: 36 MVA

Durata ciclo: 130 minuti

Posizione: 10 metri dal forno, campo aperto

	L eq dB(A)	L90	L50	L10
ciclo completo	97.6	82.3	90.8	100.3
ciclo completo	97.1	81.0	89.3	99.5
ciclo completo	95.5	80.0	92.5	99.0
prima cesta	98.5	85.3	96.3	101.5
seconda cesta	99.4	84.0	92.5	101.0
terza cesta	100.4	75.3	98.5	104.5
affinaz. + spillaggio				
ciclo completo	97.6	77.0	94.3	101.0
ciclo completo	93.0	75.0	89.8	97.0
prima cesta	95.9	75.8	90.5	100.0
seconda cesta	98.1	74.5	94.0	102.0
terza cesta	100.1	78.3	98.5	103.8
affinaz.+ spillaggio	93.0	75.0	89.8	97.0

Tabella 4.3. Rilevazione di livello equivalente nelle diverse aree.

Capacità forno: 35 t

Potenza elettrica: 12.5 MVA

Durata ciclo: 110 minuti

Posizioni: platea forno (PF): 10 m in campo aperto

colata continua (CC): 25 m in campata adiacente

fossa colata (FC): 50 m in campata adiacente

impianto affinazione (IA): 100 m in campata adiacente

fase di lavoro	durata (min)	L eq dB(A):	PF	CC	FC	IA
prima cesta	21		103.5	92.4	96.0	82.6
seconda cesta	24			93.0	94.4	81.4
terza cesta	28		100.9	90.6	90.8	81.1
affinazione	21		96.4	85.4	83.2	78.9
tutto il ciclo			100.9	91.1	92.8	81.3

Tabella 4.4. Esposizione degli addetti rilevata tramite osservazione della permanenza degli addetti nelle aree e determinazione del livello equivalente giornaliero.

Capacità forno: 70 t
Potenza elettrica: 30 MVA
Durata ciclo: 90-110 minuti

Caposquadra: mansioni di controllo; staziona prevalentemente in cabina
Primo al forno: mansioni di manovra del forno e della lancia a ossigeno
Aiutante: mansioni di supporto e di ripristino

Area cabina: tempo trascorso in tale area in maniera continuativa: $L_{eq} = 85.0 \text{ dB(A)}$
Area mista: tempo trascorso in tale area quello che l'operatore impiega spostandosi dall'area cabina a quella forno svolgendo in entrambe interventi di breve durata: $L_{eq} = 95.0 \text{ dB (A)}$
Area forno: tempo trascorso in tale area quello che l'operatore occupa continuamente svolgendo mansioni in tale zona: $L_{eq} = 102.5 \text{ dB (A)}$

Operatore	Area	tempo (minuti/ciclo)	tempo (minuti/turno)
Caposquadra	cabina	46	230
	mista	22	110
	forno	21	105
Primo al forno	cabina	27	135
	mista	26	130
	forno	37	185
Aiutante	cabina	27	135
	mista	31	155
	forno	32	160

Tabella 4.5. Livelli di esposizione a rumore degli addetti alle diverse mansioni rilevata attraverso dosimetrie.

Strumentazione: B. e K. mod.4428, tempo di risposta $100 \mu\text{s}$.

Capacità forno: 35 t
Potenza elettrica: 12.5 MVA
Durata ciclo: 110 minuti

Mansione	numero addetti	giornate campionate	TWA medio Leq dB(A)	Intervallo di confidenza al 95% dB(A)
Manovale al forno	6	5	100.1	98.1 - 102.1
Primo al forno	3	3	96.5	93.5 - 99.5
Fonditore ASEA	3	6	97.2	94.0 - 100.0
Colatore in fossa	21	8	95.4	93.1 - 97.7
Capo turno	3	3	95.6	93.6 - 97.6
Pulpitista	3	4	92.3	90.3 - 94.3
Gruista parco rottami	3	6	91.8	89.8 - 93.8
Gruista forno	3	5	92.2	89.3 - 95.1
Gruista fossa	6	11	93.6	90.7 - 96.5

L'inserimento delle pareti di tamponamento in strutture preesistenti prevede portelloni scorrevoli per il transito delle ceste, delle siviere e del tino, nel caso questo sia estraibile.

Questa soluzione è stata introdotta già da diversi anni (Acciaieria 2 di Dalmine, reparto T3 Falck Unione di S.S. Giovanni, ecc.): consente buoni risultati soprattutto per quanto riguarda la protezione dal rumore degli addetti delle aree circostanti (colata continua, rifacimenti, ecc.) e per l'ambiente esterno, sempre che venga predisposta un'integrale segregazione del reparto e che le strutture mobili vengano ripristinate dopo ogni apertura.

Allo stato attuale questa soluzione per il contenimento della sorgente sonora conta numerose realizzazioni, nonostante gli elevati costi per le strutture insonorizzanti e per l'aspirazione dei fumi secondari.

b. Chiusura con struttura collocata a ridosso del forno stesso, inferiormente alle vie di corsa del carro ponte: soluzioni tipo snuff-box, dog-house delle ditte Obenchain International, Demag, Danieli, Italimpianti, ecc. (2), (3), alcune delle quali illustrate nelle figure 4.1, 4.2, 4.3.

In queste strutture l'introduzione della cesta avviene attraverso l'apertura di portelloni apribili; può essere installata aspirazione tramite quarto foro meno potente; è necessaria la semplificazione della movimentazione di acciaio e di scoria, adottando carri porta siviera e paiola su rotaie.

La verifica strumentale effettuata in corrispondenza a un forno dotato di portelloni scorrevoli, pur in presenza di soluzioni non ancora ottimali (insufflazione ossigeno, aggiunte di ferroleghie) che necessitavano il perfezionamento delle strutture mobili, ha dato buoni risultati.

Si riscontrano quindi livelli equivalenti di rumore, nell'arco di un turno di lavoro, di 74.0 dB(A) rispetto ai precedenti 105.0 dB(A).

Si riferisce rispetto alle caratteristiche e alle rilevazioni in tabella 4.6. e in figura 4.4.

Tabella 4.6. Rilevazioni di rumorosità in platea forno prima e dopo l'introduzione di schermatura.

Posizione: platea forno.

Strumentazione: B. e K. mod. 2209.

Capacità forno: 50 t

Potenza elettrica: 25 MVA

Tempo di ciclo: 120 minuti.

Fase: innesco elettrodi	prima: 102-116 dB(A)	dopo: 78-94 dB(A)
fusione rottame	94-108	80-86
insufflazione ossigeno	100-112	78-88
colata in siviera	74-90	78-80

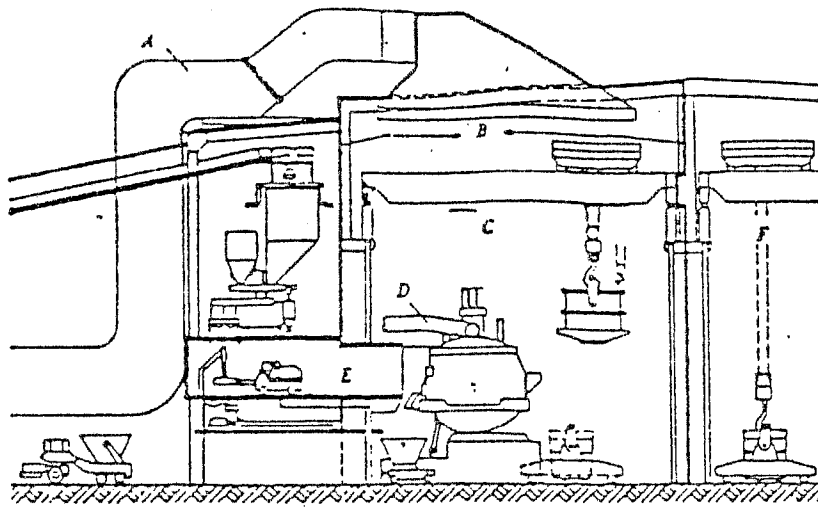


Figura 4.1. sezione di un'acciaiera elettrica secondo il sistema DEMAG che prevede la separazione della campata forno rispetto alla campata di colaggio e al piano di servizio. A = condotto di aspirazione con cappa; B = pareti di separazione insonorizzanti; C = campata forno; D = aspirazione tramite quarto foro; E = piano di lavoro; F = campata di colaggio .

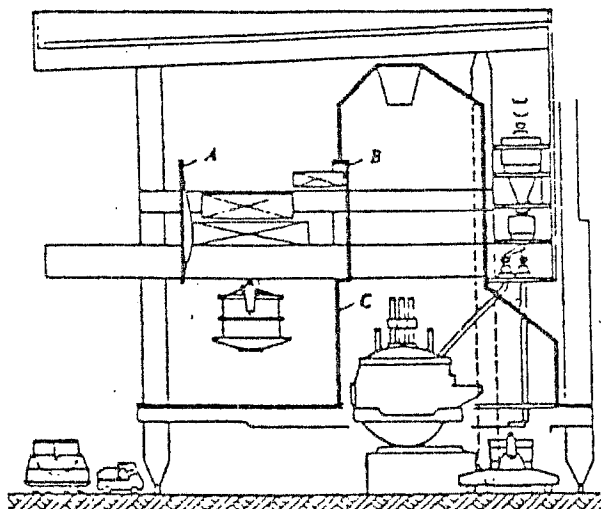


Figura 4.2 Sezione longitudinale di acciaiera elettrica con provvedimenti per l'insonorizzazione secondo il sistema Krupp.

A = gru con applicata parete che chiude l'apertura di transito nella posizione di caricamento;
B = parete per chiudere le pareti di transito della gru durante la fusione;
C = portone per il passaggio della cesta.

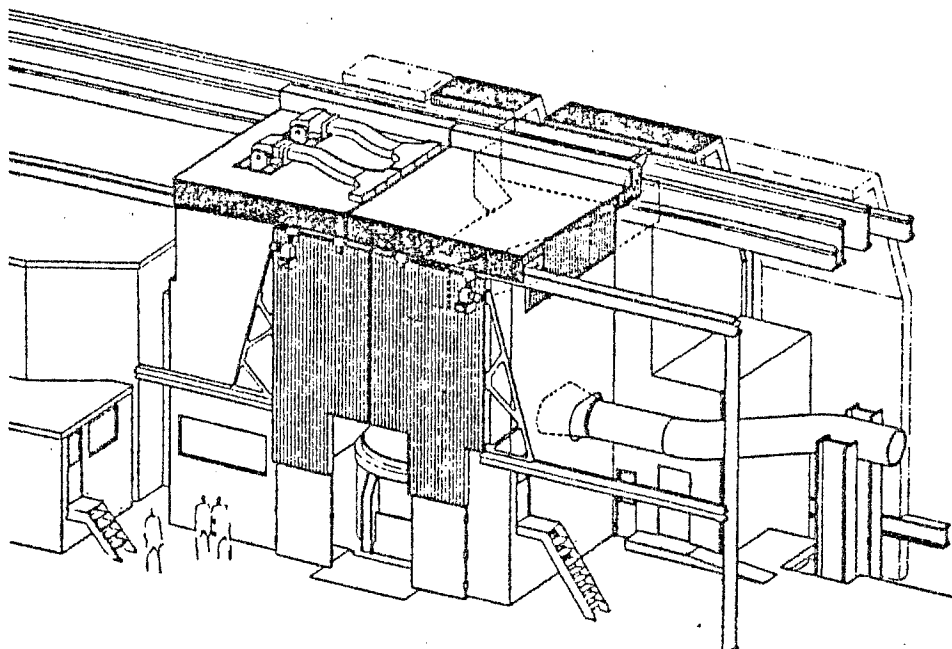


Figura 4.3 segregazione del forno per il controllo dei fumi secondari e del rumore, North Star Steel

Figura 4.4. Struttura di insonorizzazione del forno durante le normali condizioni di funzionamento (per esempio fusione).

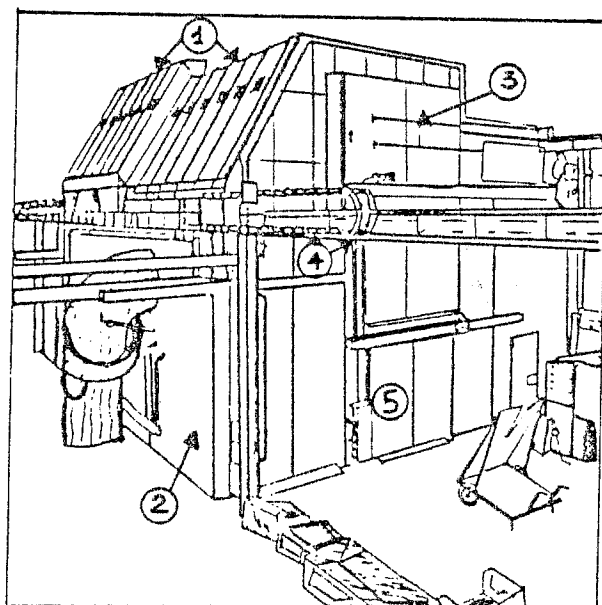
Strumentazione: B. e K. 2209, B. e K. 2306.

Capacità forno: 50 t

Potenza elettrica: 25 MVA

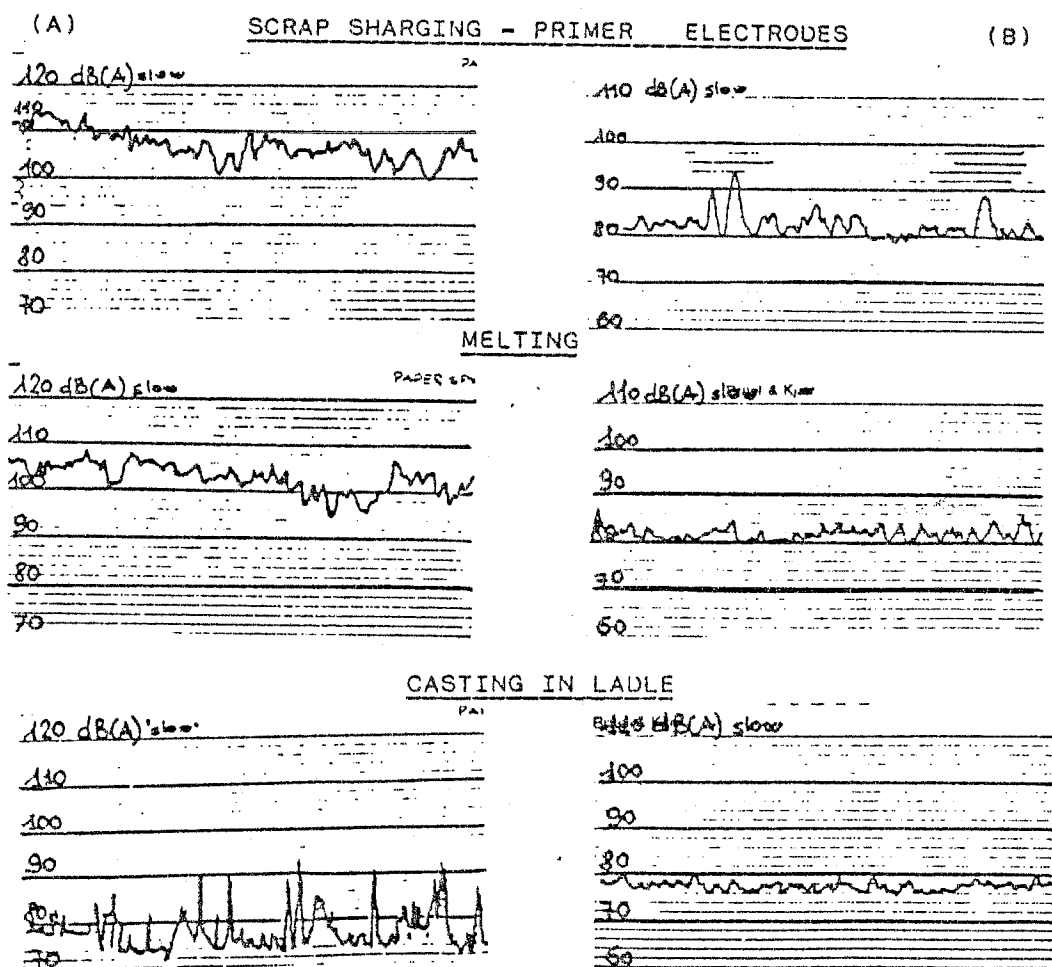
Durata media del ciclo: 120 minuti.

L. Coniglio, E. Moretti, G. Sebastiani, Sound dampening of the furnace in a second melting electric steel plant, International Congress on Industrial Hygiene, Roma, 5-9 ottobre 1986.



- 1- sliding roof.
- 2- fixed wall
(thickness 400 mm).
- 3- sliding wall
(thickness 150 mm).
- 4- crane track rail.
- 5- sliding door.

Total sound proof area:
1006 sq.m.



4.3. Area lavorazioni fuori forno

I rischi presenti sono analoghi a quelli individuati durante l'affinazione dell'acciaio condotta al forno.

La presenza di operatori, per effettuare insufflazione di gas inerte, aggiunta materiali di copertura, aggiunta di ferroleghe, controllo della temperatura e della composizione, è di durata limitata, ma esposta. Normalmente non sono previsti adeguati presidi (cabine, schermi, aspirazione localizzata) a protezione degli addetti, con gravi conseguenze trattandosi di operazioni effettuate in presenza di acciaio fuso e di notevoli emissioni dalla siviera.

4.4. Area colata continua

L'estensione nell'impiego di macchine curve di minore altezza e la generalizzazione della pratica di colate in sequenza comporta un peggioramento delle condizioni microclimatiche degli addetti sul palco di colata: l'irraggiamento determinato dai semiprodotte in raffreddamento provoca il riscaldamento dell'intera struttura e del pavimento, con minori possibilità di raffreddamento fra lo svuotamento di una siviera e della successiva.

Si segnala il fatto che il calore si trasmette anche con il meccanismo di conduzione attraverso gli strumenti metallici utilizzati per l'asportazione delle inclusioni non metalliche dalla lingottiera, oltre che dal pavimento della struttura.

In queste condizioni i parametri ambientali di misurazione del microclima sono inadeguati a esprimere le reali condizioni di stress calorico a cui gli addetti sono sottoposti. Fra l'altro il vestiario normalmente utilizzato favorisce rispetto all'irraggiamento e alla convezione, ma riduce la possibilità di un adeguato scambio termico e quindi di cedere calore tramite la sudorazione.

Con le colate in sequenza risultano meno numerosi gli interventi di svuotamento e di ripristino, riducendo i tempi di esposizione a microclima sfavorevole, l'esposizione a fatica fisica e gli infortuni.

Alle macchine di colata continua si è assistito a una notevole contrazione degli addetti in concomitanza all'introduzione di sistemi per la regolazione della velocità e di dispositivi per la protezione del getto. Per motivi metallurgici infatti si tende a limitare al massimo il contatto fra metallo liquido e atmosfera: ciò ha comportato l'allestimento di una catena formata da componenti in materiale refrattario, che possono provocare difficoltà di intervento per gli addetti (impiego di ferri e di lance a ossigeno) nei casi di scaricamento difettoso e che comportano condizioni meno gravose durante il normale funzionamento (riduzione delle proiezioni di materiale fuso, riduzione del calore radiante e degli abbagliamenti).

4.4.1. Rumorosità nell'area colata

L'esame delle misure effettuate nelle diverse posizioni di lavoro e delle dosimetrie degli addetti alle macchine di colata continua in corrispondenza a 10 impianti collocati in acciaierie differenti indica **valori estremamente dispersi per l'esposizione degli addetti** (85 - 103 db(A) equivalenti) e quindi la difficoltà a individuare un intervallo caratteristico per tali mansioni.

Infatti si è in presenza di:

- rumore proveniente dall'area di fusione: a tale proposito risulta fondamentale la coincidenza del ciclo del forno con quello della macchina di colata e la presenza o meno di dispositivi di separazione e di insonorizzazione fra le diverse aree, oppure anche solo l'interruzione del campo di propagazione del rumore dovuta alla struttura della macchina stessa;
- rumore continuo generato dalla macchina di colata (fluire dei getti di acciaio, pompe, spruzzaggio acqua, oscillazioni meccaniche, bruciatore preriscaldamento, ecc.) che determina un consistente rumore di fondo (84-87 dB (A)), oltre alla presenza di rumori impulsivi (taglio delle billette con cesoia, urti, ecc.).

In alcune configurazioni si evidenzia la rumorosità che aumenta a causa della pratica di protezione del getto mediante soffiaggio di gas inerte o che risulta schermata dall'impiego di scaricatori sommersi per il flusso di acciaio dalla paniera alla lingottiera.

Si segnala l'impiego non appropriato di getti d'aria utilizzati per allontanare i fumi dai colatori con la conseguente generazione di un elevato fischio continuo sulla piattaforma di colata.

In definitiva gli addetti alla colata continua, sia quando regolano o sorvegliano il deflusso dell'acciaio, sia quando stazionano nella piattaforma per le operazioni di preparazione, sono soggetti a una rumorosità che deriva principalmente dal funzionamento dei forni adiacenti.

4.5. Lavorazioni ausiliarie, ripristini, rifacimenti

L'adozione di componenti staccabili e trasferibili consente di destinare un'area specificatamente attrezzata per i rifacimenti refrattari (tini, volte, siviere) corredata con impianti per la demolizione, eventualmente con sistemi di aspirazione localizzata, evitando l'esposizione a fattori di rischio non specifici della lavorazione effettuata.

Le operazioni di ripristino dello scaricatore, del tappo poroso e della busetta delle siviere rimangono estremamente gravose, soprattutto a causa del calore radiante, delle polveri generate soprattutto nella fase di sfiammatura dell'acciaio residuo, delle vibrazioni provocate dall'uso di utensili pneumatici a percussione. A parte il calore radiante, questi fattori di rischio si riscontrano anche nella sostituzione degli scaricatori delle paniere.

Estensione dei sistemi di raffreddamento al forno: alle strutture convenzionalmente già raffreddate (strutture di sostegno della porta, corpo della porta, condotto dei fumi, anello della volta, componenti elettrici: trasformatore, cavi portacorrente, pinze portaelettrodi) si aggiungono i pannelli del tino e, meno diffusamente, della volta. Il forno in queste condizioni risulta fasciato d'acqua (centinaia di metri cubi per ora in circolazione).

Da una parte si possono determinare situazioni di pericolo se non vengono adottate opportune precauzioni, procedure nella costruzione dei pannelli e nell'impiego degli stessi in acciaieria; in particolare si prevede monitoraggio delle temperature e la definizione di procedure scritte da adottare in caso di perdita e per assicurare che l'acciaio fuso non vada mai a coprire i pannelli durante lo spillaggio.

D'altra parte si richiedono minori interventi di manutenzione direttamente sull'impianto caldo, effettuati principalmente mediante spruzzaggio di materiale refrattario. Tale operazione disperde elevata polvere, parzialmente contenuta dalla presenza di aspirazione secondaria.

La meccanizzazione nel trasferimento e caricamento dei materiali ausiliari (ferroleghe, calce, carbone, scorificanti) in forno e in siviera, imposta dall'evoluzione dell'impiantistica, va giudicata positivamente, in quanto limita i tempi di esposizione degli addetti alle movimentazioni e riduce soprattutto la fatica fisica connessa.

Si segnalano alcune caratteristiche ambientali determinate dall'uso del carro trasferitore durante lo spillaggio:

- la posizione del gruista non è più vincolata al sostegno della siviera durante lo spillaggio;
- la posizione della cabina non è più determinata dagli ingombri del forno e può essere collocata in posizione ottimale;
- è più agevole prevedere uno schermo acustico;
- diventa più fattibile la captazione dei fumi secondari (racchiusi in una sola campata).

L'evacuazione della scoria può essere effettuata tramite paiola, collocata in fossa o su carrello trasferitore, oppure riprendendola con pala meccanica dopo averla scaricata direttamente a terra.

La paiola da estrarre dalla fossa comporta condizioni pesanti (rumore, calore radiante, fatica fisica) in quanto effettuata durante la fase di fusione.

La ripresa della scoria con pala espone gli addetti a rischi intensi (polverosità, calore radiante) e di difficile contenimento.

L'adozione di tecniche di **spillaggio dal basso** riduce l'emissione di fumi, l'esposizione a calore radiante e la faticosità del rifacimento refrattario.

Uso di materiali refrattari meno convenzionali: l'adozione di materiali e di originali tecniche di installazione possono introdurre nuovi fattori di rischio, non convenzionali nell'industria siderurgica.

La tendenza a ridurre l'incidenza della mano d'opera sul costo dei rifacimenti ha favorito la diffusione di sistemi meccanizzati di ricostruzione dei rivestimenti e l'impiego di **materiali prefabbricati**: per il rifacimento usura delle siviere e delle paniere sono state introdotte **masse refrattarie** (allumina, ossido di zirconio) applicate con sistemi vibranti (tipo formatura in fonderia).

Si prospetta l'adozione, per il rivestimento dei forni, di **materiali in fibra o contenenti fibre** con lo scopo di migliorare l'isolamento termico.

Possibilità di utilizzare **masse plastiche** (materiali silico alluminosi aggregati con materiali leggeri, tipo vermiculite o perlite, legati con cemento fuso alluminoso) applicati a secco con un metodo di lancio, denominato **gunitatura**.

Questa tecnica, applicabile a suole, pareti e volte di forni (nochè forni di riscaldamento, ecc.), comporta l'impiego di attrezzature per il trasporto pneumatico della miscela e provoca un consistente rimbalzo (circa 20-30% del materiale) costringendo gli addetti a operare con scafandro.

Impiego di resine (principalmente fenoliche) come legante per prodotti refrattari, generalmente magnesite e grafite, in sostituzione di refrattari cromo-magnesiaci utilizzati in posizioni particolarmente sollecitate termicamente e chimicamente (zone calde nel forno, livello scoria in siviera, ecc.).

Si ricorda la presenza in tali resine di formaldeide liberata con la polimerizzazione e l'impiego di catalizzatori quali ammine (DMEA).

Si può invece ritenere positiva la sostituzione, con tali preparati, di prodotti impregnati con pece, applicazione effettuata a caldo.

Viene segnalata la possibilità di contaminazione radioattiva per gli addetti determinata dall'inalazione di polveri contenenti zirconio, a causa delle tracce di uranio e torio in questo materiale.

Con l'impiego di ossido di zirconio vengono predisposti scaricatori e piastre per i cassettei delle siviere, masse applicabili a pestello, cementi per siviere, ecc. Determinazioni analitiche sono state effettuate in alcune aziende siderurgiche; l'entità di tale rischio andrebbe quindi discussa e valutata.

4.6. Rumorosità in laminatoio

Nei laminatoi le sorgenti di rumore sono sia di tipo continuo (ventilatori, bruciatori, funzionamento macchinari, vie a rulli, aspi avvolgitori, ecc.), che discontinuo a carattere prevalentemente impulsivo (caduta semiprodotto e scorrimento sui rulli, tagli con cesoie o seghe a caldo e a freddo, urti nella formazione dei pacchi, caduta prodotto alla placca, ecc.).

I livelli di rumore variano ampiamente da uno stabilimento all'altro per molteplici cause: tipo di produzione, tipo di impianti e loro disposizione, livello di automazione, vicinanza di altri reparti rumorosi, effettuazione di manutenzione programmata (importanza della lubrificazione, ecc.).

Uno dei principali elementi di differenziazione per l'esposizione degli addetti è comunque l'organizzazione del lavoro, che determina la frequenza degli interventi nelle zone limitrofe alle sorgenti rumorose e il tempo consentito ai lavoratori di

operare in cabine.

Nelle tabelle 4.7 e 4.8 si riportano i dati di rumorosità rilevati in 16 laminatoi con dosimetri personali, per tempi rappresentativi dell'esposizione lavorativa, al fine di qualificare il **livello equivalente di area e di mansione**.

Infatti è necessario procedere alla misurazione del livello sonoro equivalente, in considerazione del fatto che numerose sono le operazioni che gli addetti devono compiere in posizioni differenti.

Numerosi sono gli interventi di attenuazione del rumore attuabili su installazioni e impianti (si veda relazione riguardo gli interventi di bonifica). Tuttavia per garantire una protezione acustica è necessario ricorrere a cabine insonorizzate sia ai posti di manovra e di controllo, sia in appropriate aree di attesa e di sosta.

Per gli interventi effettuati sugli impianti è inevitabile il ricorso all'uso di apparecchi personali di protezione dell'udito.

Tabella 4.7. Caratterizzazione della rumorosità per area e/o mansione in laminatoi per tondo e vergella (Leq dB(A): valori medi).

Area e/o Mansione	Azienda								
	n.1	n.2	n.3	n.4	n.5	n.6	n.7	n.8	n.9
Forno		86.5	96.5	91.0		88.3	90.5	92.5	95.0
carica e controllo	96.0	77.0	96.8		90.0	91.0	90.2	88.5	96.0
sforamento	82.0	aut.	aut.	98.0	88.3	91.0	89.8	90.0	97.2
Sbozzo	91.0	90.0	93.5	94.0		92.5	94.2	93.5	95.0
manovra in cabina	74.0	74.0			89.5		76.5	92.0	92.5
Gabbie	93.5	94.0	93.5	93.0	92.0	93.5	94.0	93.5	
manovra in cabina	79.0	74.0	71.6				76.5		
controllo gabbie	93.0		92.0		91.0		91.8	93.0	
Placca		92.0	93.5	98.0	94.0		95.4	92.5	92.0
tagli e confezione	99.0		90.5	95.0				95.5	95.5
legatura	89.0	77.0	87.7	85.0	92.8	87.5	91.5	93.2	94.0
Gruista carica forno			94.0						
Gruista laminatoio			91.0						
Gruista placca				92.2	90.5	90.0	90.0	87.0	

note:

sforamento: azienda n.1 lavoro in cabina; aziende n.2 e n.3 automatico;

Controllo gabbie: funzione svolta dal capotreno sul piano di lavoro;

Addetto legatura: aziende n.2 e n.3 posizione in cabina sotto il piano di raccolta.

Tabella 4.8. Caratterizzazione della rumorosità per area e/o per mansione in laminatoi per profilati mercantili (valori medi di Leq dB(A)).

Area e/o Mansione	Azienda							
	n. 1	n. 2	n. 3	n. 4	n. 5	n. 6	n. 7	n. 8
Forno		89.5	92.0		82.0			92.0
add. conduzione	88.5			91.0				
add. caricamento	91.5			89.0		87.5	87.5	
add. sfornamento	87.5			aut.		86.0	88.0	93.8
Sbozzo	89.0	92.5	92.5	89.6	95.5	89.0	92.0	94.0
Gabbie laminazione		92.5	92.5	98.0	97.0	89.0	92.5	96.0
add. manovra cabina	85.5			85.0				
laminatore a terra	102.0			96.0				103.0
Placca				100.0		93.5	97.5	93.0
add. cesoia	95.0	95.5	112.0	89.3				
add. raddrizzatrice	88.8			79.0	95.0	97.5	101.0	95.7
add. impacchettam.	93.0	100.5	113.0	72.7	93.0	99.5	99.5	93.0
add. fasciatura	92.8	90.5	113.0	87.5		99.5	99.5	
add. pesatore	101.0							
Gruista carica forno				86.0				
Gruista laminatoio	83.0			87.0		92.8	92.8	
Gruista magazzino	82.3					94.0	94.0	

note:

Azienda n. 7: è la n.6 precedentemente a alcune modifiche di insonorizzazione

Sfornamento: azienda n. 4 automatico

Addetto raddrizzatrice: azienda n. 4 quando opera fuori dalla cabina = 100 dB(A)

Gruista laminatoio: azienda 6 e 7 opera a terra

Gruista magazzino: azienda 6 e 7 opera a terra.

4.7.1. Inquinamento aerodisperso in acciaieria

La polverosità per gli addetti dell'area forno (e per i gruisti) è determinata da interventi di breve durata (trasporto ferroleghe, ripristino diga, estrazione paiola, caricamento additivi in forno e in siviera, spillaggio, rifacimento refrattario, ecc.) effettuati in posizioni scarsamente protette e non tanto dalla permanenza, per la quasi totalità del ciclo, in aree (cabina, platea) generalmente abbastanza pulite (figura 4.5.) (6).

Gli addetti sono quindi esposti a concentrazioni estremamente variabili in dipendenza delle operazioni effettuate (figura 4.6.) (6).

In presenza di reparto segregato, solo un'aspirazione secondaria efficace riesce a controllare le emissioni più massicce (soprattutto la fase di spillaggio), senza però riuscire a riprodurre le condizioni di un reparto tradizionale, praticamente aperto.

Figura 4.6. Intervallo di polverosità (mg/m^3) dei campionamenti personali per gli addetti alle diverse mansioni della squadra forno. Coefficiente di confidenza del 95% per definire l'intervallo dei valori di tendenza centrale.

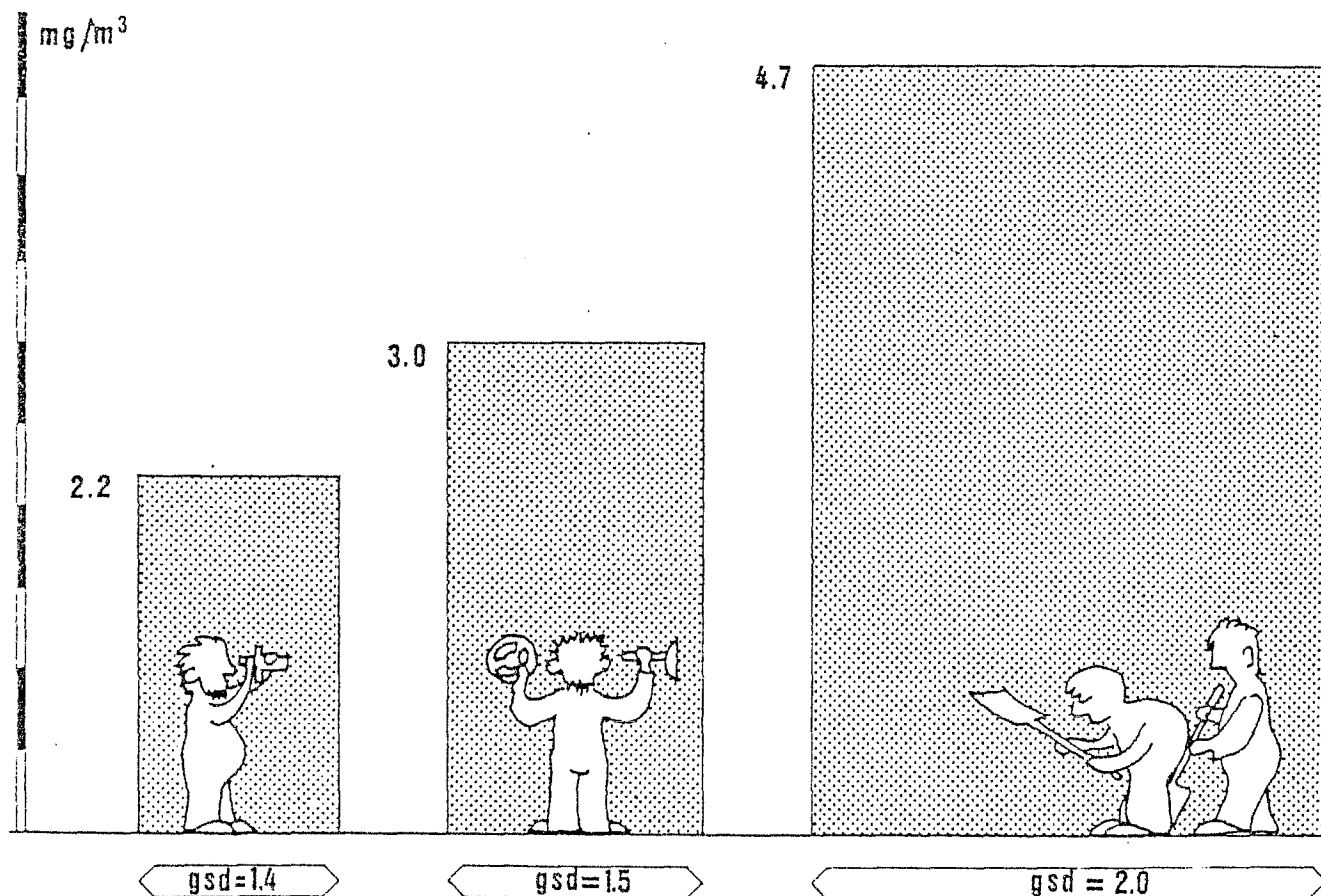
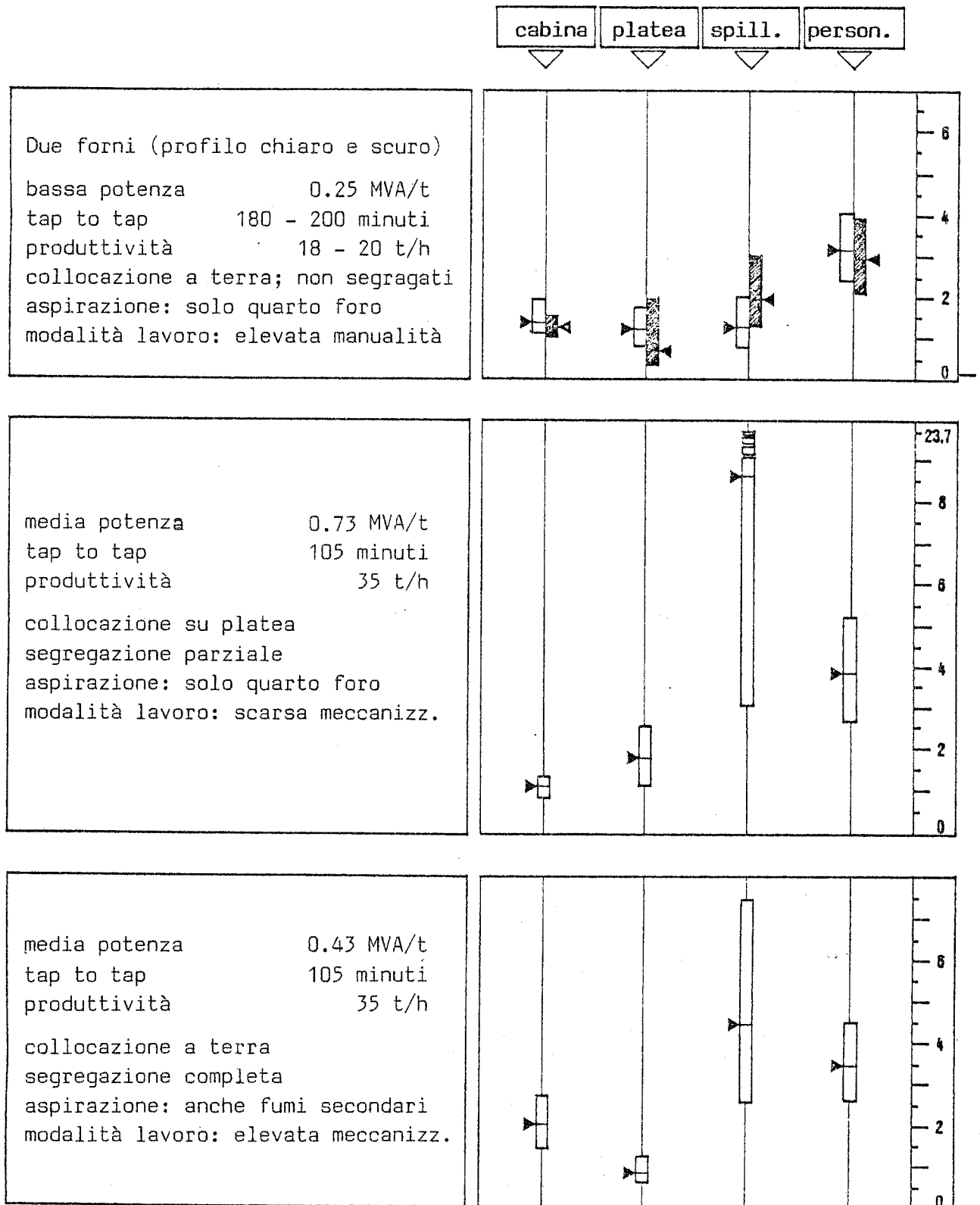


Figura 4.5. Confronto fra i profili spaziali e personali di polverosità (mg/m^3) determinata in corrispondenza a quattro forni realizzati secondo tre diverse tipologie costruttive e impiantistiche. Intervallo dei valori medi con il 95% di coefficiente di confidenza. Polverosità totale (mg/m^3).



Nell'area forno risulta generalizzato l'impiego di materiali refrattari esenti o a basso tenore di silice.

In una ventina di acciaierie è stato valutato il **rischio silicotigeno**. Nella maggioranza degli insediamenti si riscontra una bassa percentuale nella polvere respirabile (<1 - 4%), determinata probabilmente da inquinamento di fondo, dal sollevamento e dalla ricaduta delle polveri di provenienza anche esterna al reparto.

In tre reparti forno completamente segregati dalle altre aree si riscontrano sempre percentuali inferiori all' 1%.

In alcuni casi vengono invece dosate percentuali significative (fino all' 8%), da attribuire all'utilizzo di sabbia per rifacimenti effettuati in aree adiacenti (refrattari contenitori acciaio, predisposizione colata in fossa, ecc.).

A carico di **metalli tossici** (Ni, Cr, Mn) non si rilevano esposizioni elevate: tale considerazione viene formulata in corrispondenza a prelievi durante produzioni di acciai di base, di qualità e speciali basso legati.

Le concentrazioni di piombo risultano estremamente variabili, sono determinate principalmente dalla qualità del rottame caricato: si evidenziano infatti per gli addetti a terra e per i gruisti condizioni di esposizione significative (6), (7). Per valutazioni più approfondite e specifiche si veda anche il paragrafo 4.8.2.3.

La polverosità per gli **addetti alle demolizioni e ai rifacimenti refrattari** (forni, siviere, paniere), valutata in 12 unità produttive, indica sempre situazioni di rischio anche molto elevato.

Durante la fase di demolizione, in assenza di sistemi di aspirazione localizzata e di impiego di strumenti vibranti, si misurano concentrazioni elevatissime (fino a 105 mg/m³ di polvere totale nei prelievi personali); le concentrazioni si mantengono consistenti anche nelle fasi di ricostruzione dei rivestimenti (1.2 - 8.7 mg/m³ per la polvere totale): si è in presenza, fra l'altro, di tenori di silice libera cristallina elevati (5 - 22%).

I prelievi personali per gli addetti al rifacimento paniere di un insediamento indicano un tenore di quarzo 46 - 51%, mentre con materiali esenti (o a basso tenore) da silice si riproducono le basse percentuali riscontrate nell'area forno (2 - 3%).

E' stata valutata l'esposizione per gli **addetti alla colata in fossa** di 5 unità produttive. La fase di colaggio nelle lingottiere espone in misura inferiore (polvere totale 1.0 - 4.7 mg/m³ nei prelievi personali) rispetto alla fase di strippaggio, pulizia e preparazione placche (polvere totale 2.0 - 13.2 mg/m³).

L'esposizione a silice libera cristallina risulta sempre rilevabile (4 - 8% nella frazione respirabile).

Anche in questa area si osserva un'estrema variabilità delle concentrazioni rilevate in posizioni fisse, determinata dalle caratteristiche del reparto aperto rispetto all'esterno e alle altre aree di lavoro.

Queste concentrazioni (0.4 - 1.0 mg/m³ di polvere totale) sono inutilizzabili per esprimere un giudizio sulle condizioni di rischio degli addetti.

Osservando i prelievi di polverosità effettuati con campionamenti personali agli addetti macchine di colata continua per billette (tabella 4.9) si rileva la variabilità dei dati e una maggiore esposizione per gli addetti alla siviera. Questo impianto si configura quindi come una autonoma sorgente di rischio per fumi principalmente e per polveri; occorre fra l'altro verificare anche l'impiego di materiali con silice nelle polveri di copertura.

Tabella 4.9. Polverosità personale rilevata con modalità confrontabili presso i colatori di macchine per billette.
Estensione dell'indagine: 5 aziende.

Azienda	polvere totale (mg/m ³)	% SiO ₂	polvere respir. (mg/m ³)	% SiO ₂
A	0.7 - 3.9		0.3 - 1.9	<1 - 7
L	1.5 - 4.9		1.2 - 2.8	
F	0.5 - 2.6	assente		
B	0.6 - 1.4	<1 - 7		
S	2.8 - 3.2	4 - 8		

Un'indagine riferita a tutte le mansioni (tabella 4.10) consente il confronto fra i livelli di rischio e quindi anche di individuare le priorità per eventuali bonifiche impiantistiche o modifiche delle modalità di lavoro.

Tabella 4.10. Concentrazioni di polvere totale (TWA in mg/m³) misurate per le diverse mansioni in acciaieria elettrica.
GM (mg/m³) = valore di tendenza centrale delle concentrazioni di turno;
GSD = deviazione geometrica standard;
Intervallo di confidenza (90%) per i valori attesi.

Mansione	n° addetti	GM mg/m ³	GSD mg/m ³	Intervallo di confidenza	% SiO ₂
Muratore	4	6.37	1.60	3.7 - 11.1	2.0
Fonditore ASEA	3	7.10	1.56	4.2 - 12.0	4.9
Colatore Colata Continua	9	4.19	1.42	2.8 - 6.3	3.9
Meccanico Colata Continua	3	3.17	1.36	2.2 - 4.6	3.3
Fossista	12	2.24	1.10	2.0 - 2.5	4.5
Fornista	9	2.31	1.87	1.1 - 4.8	3.2
Gruista Forno	3	2.16	1.23	1.7 - 2.8	3.6
Gruista Fossa	6	1.42	1.31	1.0 - 2.0	5.5
Capo Turno	3	1.12	1.36	0.8 - 1.6	3.5

In definitiva, per quanto riguarda la polverosità, in acciaieria si osserva una elevata escursione fra le concentrazioni di breve periodo, ma anche una ripetibilità fra i successivi cicli lavorativi: di conseguenza una concentrazione mediata sull'intero turno lavorativo (TWA) risulta abbastanza ripetibile nei diversi giorni di prelievo.

Tali considerazioni dovrebbero quindi orientare la scelta di una corretta strategia di campionamento: necessità di prelievi personali per individuare il rischio lavorativo e durata dei campionamenti "omogenei" ai cicli lavorativi.

4.7.2. Inquinamento aerodisperso in laminatoio

I dati disponibili riguardanti l'inquinamento particolato nelle diverse aree del laminatoio a caldo (riscaldamento, laminazione, raccolta prodotto) non consentono un quadro sintetico e orientativo, a causa dell'estrema diversità nella conformazione degli impianti per diversi prodotti (tondo e vergella, profilati, tubi, lamiere, ecc.), della diversa conformazione (treni in linea, reversibili, ripiegati, ecc.) e delle modalità di intervento degli addetti, determinate principalmente dal livello di automazione.

Anche in questa area risultano comunque non utilizzabili i dati di inquinamento rilevati in posizioni fisse come indicatori del rischio per gli addetti; risulta invece fondamentale l'indagine rivolta alle cabine di lavoro a terra e dei carriponte, cabine occupate con continuità dagli operatori che presiedono al normale funzionamento degli impianti.

All'interno delle cabine di manovra caricamento forno, sfornamento, sbazzatura e manovra laminazione si sono spesso osservati valori di polverosità (polvere totale 0.8 - 6.3 mg/m³) più elevati rispetto alle zone esterne del reparto (polvere totale 0.8 - 2.6 mg/m³).

Il rischio lavorativo per gli addetti che operano all'esterno va invece stimato tramite campionamenti personali.

I componenti gassosi non vengono normalmente controllati in maniera sistematica nel corso delle indagini ambientali.

Si segnalano misurazioni di ossido di carbonio, di anidride solforosa e di ossidi di azoto con tenori anche superiori ai rispettivi TLV-TWA.

Tali concentrazioni sono con tutta probabilità determinate dal ristagno dei prodotti di combustione in determinate aree adiacenti ai forni di riscaldamento e in alcune cabine dei carriponte del laminatoio (per l'anidride solforosa solo nel caso di impiego di olio combustibile).

Anidride solforosa:	13 - 38 mg/m ³ 0.01 - 40 mg/m ³ .
Ossidi di azoto:	0.2 - 0.7 ppm.

4.8. Cancerogeni in acciaieria elettrica e laminatoio a caldo

Diversi studi epidemiologici hanno messo in evidenza l'esistenza di un'associazione fra il rischio di ammalarsi di tumore, in particolare del polmone, e l'esposizione all'ambiente di fonderia.

La stessa agenzia internazionale per la ricerca sul cancro di Lione, attraverso la pubblicazione della monografia n. 34 nel giugno 1984, ha stabilito che esiste una **limitata evidenza** che alcune esposizioni nelle fonderie di ghisa e di acciaio siano cancerogene per l'uomo, provocando un aumento di incidenza di carcinomi polmonari.

Non è stato possibile per ora stabilire quali siano le sostanze chimiche responsabili dell'effetto cancerogeno, ma è pur vero che un certo numero di sostanze con **sufficiente evidenza** di cancerogenicità sono state misurate ad alte concentrazioni in campioni di aria prelevati in aree di lavoro delle fonderie.

Per un'analisi dei possibili rischi cancerogeni presenti invece in acciaieria elettrica e laminatoio a caldo si veda l'articolo (8).

Il maggior numero di lavori pubblicati, in particolare quelli riguardanti indagini di igiene industriale, ma anche gli studi epidemiologici, riguardano invece fonderie di seconda fusione di ghisa e di acciaio, mentre minore attenzione è stata dedicata all'acciaieria.

Si può comunque tentare di estrapolare i risultati ottenuti nelle fonderie anche alle acciaierie, quanto meno per alcune aree omogenee o per alcune esposizioni comuni alle due realtà.

Dove disponibili, verranno affiancati anche i dati rilevati e misurati nel corso delle indagini ambientali effettuate dalle Unità Operative dei Servizi, soprattutto nell'area bresciana.

4.8.1. Cromo, nichel, piombo, cadmio e composti

La presenza di questi metalli, in particolare dei loro ossidi, nel particolato aerodisperso e sedimentato in acciaieria è un fenomeno noto, anche se la maggior parte dei dati raccolti e pubblicati riguarda, come detto, le fonderie di seconda fusione.

E' altresì ragionevole assimilare i risultati ottenuti per le fonderie alle acciaierie, almeno per le aree omogenee come l'area forno e l'area colata.

I dati più rilevanti derivano dal Finnish Foundry Project, un'indagine sull'intero settore di fonderie di ghisa e di acciaio, nonché un campione di fonderie di metalli non ferrosi, presenti in Finlandia (9).

I risultati relativi ai fumi metallici sono stati riportati in (10) e rielaborati in (11).

Il dato fondamentale riguarda la variabilità dei risultati: la composizione dei fumi varia non solo con il tipo di metallo che viene fuso (acciaio al carbonio, acciaio alto legato, ghisa), ma anche con la qualità del rottame utilizzato, nonché con il processo fusorio utilizzato.

Nella tabella 4.11 vengono riportati i dati riscontrati nelle aree forno e colata di fonderie di getti in acciaio finlandesi e all'area forno di acciaierie lombarde. Per queste ultime si veda anche la figura 4.7.

Tabella 4.11. Concentrazioni di metalli ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) riscontrati con prelievi personali:
- colonna 1: concentrazione media relativa a 22 prelievi in 3 fonderie di acciaio (aree forno e colata) (10);
- colonna 2: concentrazione geometrica,
- colonna 3: deviazione geometrica standard, relative a 76 prelievi in 4 acciaierie al forno elettrico (area forno) (13).

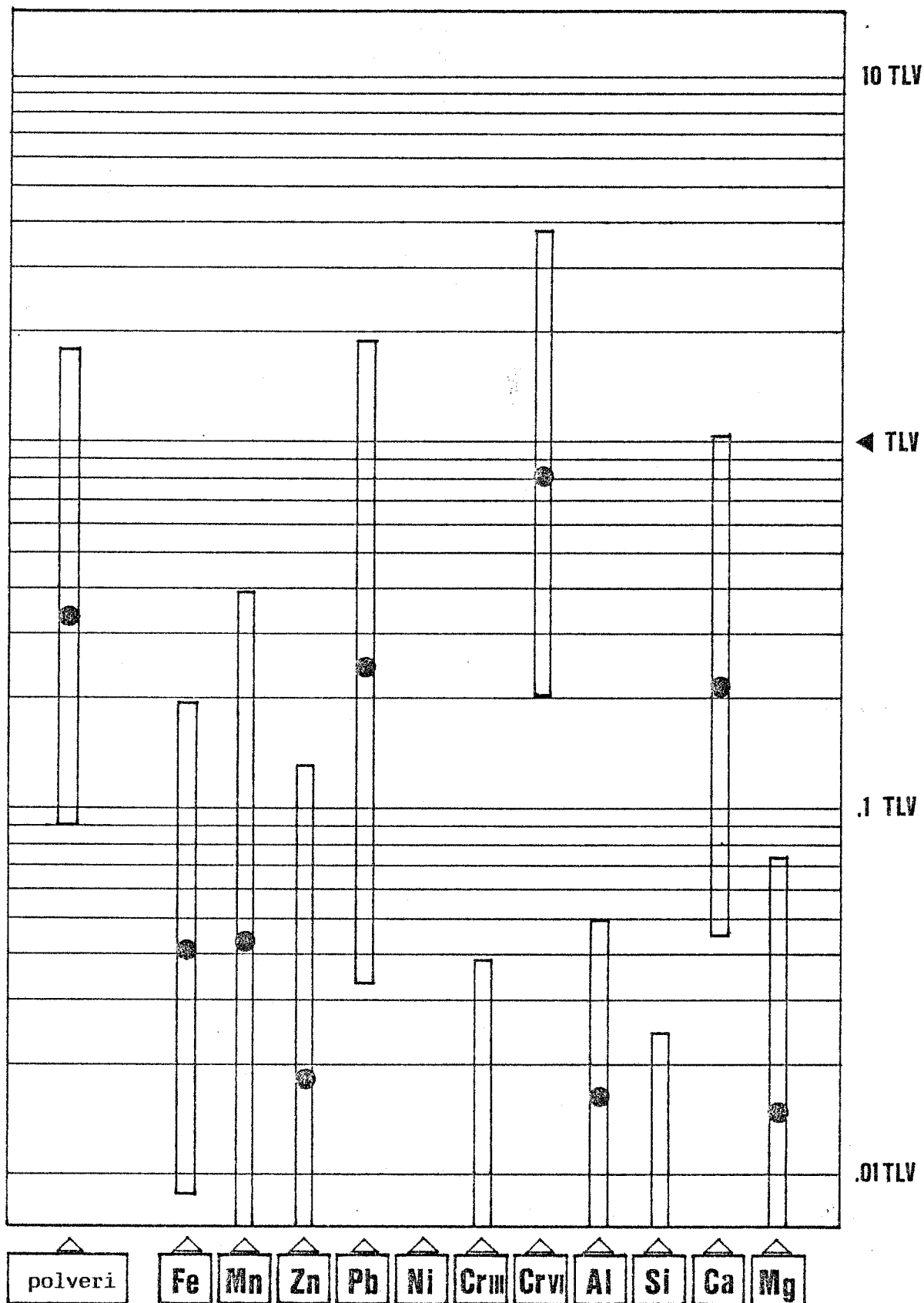
Elemento	conc. media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	GM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	GSD
polveri totali	6100	3300	1.90
Cd	< 2	< 5	--
Cr totale	6	4	2.21
Pb	49	36	2.85
Ni	2	1	2.74
Zn	220	90	2.44
Co	< 5	non determinato	
Ca	710	430	2.22
Cu	6	< 5	--
Fe	620	205	2.24
Mn	190	43	3.09

Nella tabella 4.12 sono riportati i dati trovati in area forno e colata di fonderie a basso tenore di cromo ;e nichel e i dati su 5 acciaierie lombarde riferiti a prelievi personali effettuati a operatori di macchine a colata continua.

Tabella 4.12. Concentrazioni di metalli ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) riscontrati con prelievi personali:
- colonna 1: intervallo di concentrazione agli operatori di c. c.;
- colonna 2: concentrazione media nell'area forno di fonderia;
- colonna 3: concentrazione media nell'area colata di fonderia.

Elemento	intervallo alle col.cont. acciaieria elettrica	area forno fonderie acciaio	area colata
Ni	0 - 3	1.6	2.1
Cr	0 - 11	7.1	5.4
Fe	13 - 561		
Mn	1 - 110		
Pb	1 - 41		
Zn	1 - 78		

Figura 4.7. Intervallo di concentrazione degli elementi riscontrati con 76 campionamenti personali per gli addetti dell'area forno in 4 acciaierie con forno elettrico ad arco (coeff. confidenza = 95%). (Rif. 13).



4.8.2. Idrocarburi aromatici policiclici

Gli idrocarburi aromatici policiclici (IAP) sono una classe di composti che si formano per decomposizione e pirolisi di varie classi di composti organici. La loro presenza è stata variamente determinata nelle fonderie di seconda fusione, ove si ritiene che l'origine principale avvenga nella decomposizione termica dei leganti organici utilizzati con la sabbia nelle forme e nelle anime, sia durante i processi termici di indurimento delle forme e delle anime stesse, sia durante la colata quando il metallo fuso viene a contatto con esse.

Gli idrocarburi aromatici policiclici vengono trovati in grandissima parte adsorbiti sul particolato aerodisperso o sedimentato.

In acciaieria le fonti principali di IAP possono essere identificate nelle seguenti:

- la combustione di combustibili fossili utilizzati per il riscaldamento in forni, bruciatori, cannelli ossitaglio, forni di riscaldamento, trattamenti fuori forno, ecc.;
- il carbone e il coke utilizzati come riducenti in fusione;
- gli oli minerali presenti nel rottame di carica;
- le peci e i catrami utilizzati nelle pigiate di rifacimento e nei refrattari di forni, canali di colata, lingottiere, fosse;
- gli oli minerali ed emulsionabili utilizzati nelle fasi di laminazione ed estrusione dei semilavorati, nonché nelle officine di ripristino degli utensili per la laminazione.

Le determinazioni di IAP effettuate durante indagini ambientali condotte in acciaierie sono meno numerose di quelle effettuate nelle fonderie di seconda fusione. Determinazioni effettuate in acciaierie, ritrovate in letteratura (14), hanno portato ai valori rielaborati nella tabella 4.13. Della pubblicazione citata sono stati considerati i valori relativi ad aree analoghe a quelle presenti nelle acciaierie elettriche.

Tabella 4.13. Concentrazioni di benzo (a) pirene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) rilevate in alcune posizioni in acciaierie (14).

Posizione	benzo(a)pirene nell'aerodisperso	benzo(a)pirene nel particolato sedimentato in 5h
Forno elettrico	0.43 - 0.57	0.79 - 1.20
Forno di normalizz./laminatoio	0.23 - 0.30	0.09 - 0.66
Fossa colata lingotti 1	0.16 - 0.19	0.40 - 0.82
Fossa colata lingotti 2	0.66 - 0.78	0.41 - 0.71
Forno continuo/laminatoio	0.07 - 0.13	0.14 - 0.71

La stessa fonte, riportando un confronto fra le concentrazioni di benzo (a) pirene ritrovate e quelle riscontrate in atmosfera urbana, adiacenta all'acciaieria, concludeva che si poteva valutare una differenza di concentrazione compresa fra 1 e 2 ordini di grandezza.

Un'altra rassegna di bibliografia (15) sulla contaminazione da IAP in ambiente di lavoro riporta i seguenti valori per il benzo (a) pirene in acciaieria con forno elettrico.

Tabella 4.14. Concentrazioni di benzo (a) pirene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) nel particolato aerodisperso rilevate in acciaieria al forno elettrico (15).

Posizione/addetto	Concentrazione ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Acciaieria al forno elettrico (senza specificazione di posizione)	0.44 - 2.4 (222 componenti)
Riparatore pareti del forno	0.10 - 4.9
Addetti lingottiere	2.6
Addetto forno elettrico (per ghisa) *	1.70 - 93
Addetto spruzzaggio prodotti contenenti catrame in lingottiera	90 - 126

* il benzo (a) pirene costituiva il 7%, mediamente, del totale di IAP presenti nel particolato.

In tabella 4.15 si riportano le concentrazioni misurate con 8 ore di campionamento personale per tutti gli addetti di un'acciaieria elettrica, dove sono effettuate sia colate in fossa che colate continue. Il rivestimento refrattario del forno è costituito da doloblocchi.

Riferendoci ad altre attività connesse con la preparazione di materiali di consumo dell'acciaieria elettrica, ad esempio la preparazione degli elettrodi per il forno, i valori riportati (2) per la concentrazione di benzo (a) pirene variano da 1.3 a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (reparto impregnazione).

Durante la fase di cottura di mattoni dolomitici impregnati con pece sono state misurate emissioni di IAP comprese fra 24 e 150 g/h, mentre in ambiente di lavoro si riscontrano valori variabili fra 34 e 103 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabella 4.15. Concentrazioni di IAP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) rilevate con campionamenti personali di 8 ore in acciaieria elettrica.

Mansione	Antracene	Fluorantene	benzo (a) Antracene	benzo (b) Fluorantene	benzo (k) Fluorantene	benzo (a) Pirene	benzo (g,h,i) Perilene	Indeno (1,2,3, c,d) Pirene
Gruista Forno	0,067	0,156	0,074	0,119	0,017	0,029	0,040	0,026
Gruista Fossa	/	0,010	0,470	/	0,030	0,002	0,023	/
Fornista	/	0,096	/	0,093	0,000	0,014	/	0,016
Meccanico Colata Continua	/	0,111	/	0,297	0,017	0,035	0,039	0,010
Capo Turno	/	0,075	/	0,128	0,010	0,017	0,013	0,005
Fonditore ASEA	0,019	0,070	/	0,070	0,009	0,015	0,021	0,006
Fossista	0,026	0,212	/	0,080	0,011	0,018	/	/
Colatore Colata Continua	/	0,048	/	0,053	0,007	0,013	0,013	/
Muratore	0,410	12,300	/	0,587	0,186	0,235	0,194	0,170

4.8.3. Asbesto

L'asbesto è prevalentemente presente nell'acciaieria come isolante termico a protezione d'impianti, tubazioni, cavi elettrici, intere zone di lavoro e negli indumenti protettivi utilizzati dagli operatori che intervengono nelle zone interessate da elevato calore radiante (addetti forno, colata continua, scricatura, rifacimenti, ecc.) e da elevata temperatura.

E' presente in trecce o tessuti che avvolgono tubazioni o in pannelli di protezione, nonché nei materiali refrattari che costituiscono le pareti del forno o dei contenitori destinati all'acciaio fuso.

Si osserva inoltre l'impiego improprio, l'esposizione indebita, in disparate e saltuarie operazioni effettuate da un numero imprecisato di addetti.

Non sono state ritrovate pubblicazioni atte a valutare la concentrazione di fibre di asbesto in ambienti di acciaieria. La scarsità di misure è probabilmente legata alle difficoltà, in fase analitica, di mettere in evidenza le fibre in matrici notevolmente inquinate dall'abbondante presenza di polvere.

L'ipotesi di una contaminazione da asbesto non è comunque azzardata, in quanto sono noti, in altri ambienti industriali, rilasci di fibre da coibentazioni di impianti a causa di urti meccanici o vibrazioni prodotte da impianti in attività (16).

Sono invece presenti in letteratura dati sul rilascio di fibre di amianto da parte degli indumenti protettivi utilizzati in acciaieria e della relativa esposizione da parte degli operatori: i dati sono rielaborati nella tabella 4.16.

Tabella 4.16. Concentrazione di fibre di asbesto rilevate in concomitanza a cessione da indumenti protettivi.

Addetto Posizione di lavoro	Concentrazione fibre ff/cc				Fonte
	media	range *			
		C.L. 95% **			
Piattaforma altoforno	1.0	0.9	- 1.6	**	18
Scriccatura lingotti in reparto	3.4	2.8	- 5.1	**	18
c.s. con indumenti in tessuto di amianto con rivestimento esterno di alluminio	2.0	1.7	- 3.9	**	18
Scriccatura lingotti in piazzale	1.9	1.6	- 3.0	**	18
Saldatura lamiere	0.6	0.5	- 0.9	**	18
Colatore altoforno	2.0	0.3	- 5.0	*	17 - 18
Colatore scorie forno per fosforo	14.1	9.9	- 26.2	*	17 - 18
Laboratorio biologia: utilizzo guanti in camera isolata		7.97	± 3.14		19
c.s.: in camera ben ventilata (lavoro normale)		0.40	± 0.09		19
c.s.: (lavoro intenso)		0.60	+ 0.12		19

Tali risultati sono confermati da prove di laboratorio effettuate su guanti in amianto (19) e riportate anch'esse in tabella.

Conferme degli effetti di tali esposizioni provengono anche da studi di casi clinici di asbestosi documentata in lavoratori addetti ai trattamenti termici dei metalli la cui sola esposizione ad asbesto è stata rappresentata dai guanti utilizzati (20).

4.8.3.1. Proposta di scheda per l'individuazione del rischio asbesto

L'esposizione ad amianto non è stata finora sufficientemente convalidata, lasciando, a differenza del rischio silice, ampi spazi franchi da qualsiasi tipo d'intervento.

L'impiego occasionale, l'esposizione indebita, in disparate e saltuarie operazioni da parte di un numero imprecisato di addetti, ha reso senza dubbio problematico l'approccio a una corretta stima di questo rischio.

Si ritiene quindi di formulare questa proposta (con esempio di compilazione relativo a miniacciaieria da 400.000 t/anno) per l'individuazione del rischio amianto.

SCHEDA PER LA RILEVAZIONE DELL'IMPIEGO DELL'AMIANTO NELLA MINIACCIAIERIA - 1 -

DITTA _____ ACC _____ LAM _____ ANNO _____

1. ADDETTI ALL'IMPIEGO DI MATERIALI CONTENENTI AMIANTO (nota 1)

mansione	reparto	numero	esposizione (n.2)
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

2. UTILIZZO DI MATERIALI SOSTITUTIVI DELL'AMIANTO

tipo	utilizzo	area
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

3. PRESENZA DI STRUTTURE MURARIE TERMOCOIBENTATE

tipo di rivestimento	area o impianto
_____	_____
_____	_____
_____	_____

4. MODALITA' SMALTIMENTO RIFIUTI

DITTA _____ ANNO _____ COMPILATORE _____

TIPO DI MATERIALE

CONSUMO ANNUO : kg

TIPO DI OPERAZIONE

AREA

FREQUENZA

MANSIONE / ADDETTO

--	--	--	--	--	--

SCHEDA PER LA RILEVAZIONE DELL'IMPIEGO DELL'AMIANTO NELLA MINIACCIAIERIA - 3 -

OBIETTIVI

- confermare l'ipotesi di rischio attraverso indicatori "grezzi" di esposizione
- individuare i soggetti esposti
- consentire l'applicazione del D.P.R. 1124/65 (sorveglianza sanitaria, registro esposti, ecc.)
- ricostruire le coorti di esposti a fini epidemiologici
- avviare procedure di sostituzione dell'amianto con altri materiali ed emanare disposizioni in proposito
- informare i lavoratori
- bonificare le strutture murarie e impiantistiche termocoibentate con asbesto (valutando i rischi e i benefici di questa operazione)

NOTE PER LA COMPILAZIONE

1. compresi gli addetti al magazzino che manipolano, tagliano, distribuiscono il materiale
2. + operazioni di carattere eccezionale sia di emergenza, che periodiche prestabilite (con una loro periodicità annuale)
 - ++ sostituzione di rivestimenti soggetti a una usura piuttosto frequente (circa settimanale)
 - +++ impiego abituale pressochè quotidiano per rivestimenti o guarnizioni soggetti a grande usura
3. fettuccia, calza, corda, pannello, telo, tubo prerivestito, guarnizioni, indumenti protettivi non alluminizzati (grembiuli, guanti, ecc.)
4. desumibile dalle bolle di carico-scarico rinvenibili presso il magazzino (trasformare le unità diverse -metri, rotoli, ecc.- in kg)

SCHEDA PER LA RILEVAZIONE DELL'IMPIEGO DELL'AMIANTO NELLA MINIACCIAIERIA - 1 -

DITTA _____ ACC ☒ LAM ☒ ANNO 1986

1. ADDETTI ALL'IMPIEGO DI MATERIALI CONTENENTI AMIANTO (nota 1)

mansione	reparto	numero	esposizione (n.2)
<u>colatori</u>	<u>colata continua</u>	<u>36</u>	<u>+</u>
<u>meccanici</u>	<u>manutenzione generale</u>	<u>18</u>	<u>++</u>
<u>elettricisti</u>	<u>" "</u>	<u>12</u>	<u>++</u>
<u>meccanici + elettricisti</u>	<u>acciaieria - laminatoio</u>	<u>24</u>	<u>+++</u>
<u>refrattaristi</u>	<u>refraccimenti refrattari</u>	<u>3</u>	<u>+</u>
<u>addetti al magazzino</u>	<u>magazzino</u>	<u>4</u>	<u>++</u>

2. UTILIZZO DI MATERIALI SOSTITUTIVI DELL'AMIANTO

tipo	utilizzo	area
<u>fibre di vetro</u>	<u>ind. protettivi (grembiuli)</u>	
<u>" "</u>	<u>teli, guaine, tubi prerivestiti</u>	<u>forno</u>
<u>materiali ceramici</u>	<u>pannelli di protezione</u>	<u>colata continua</u>

3. PRESENZA DI STRUTTURE MURARIE TERMOCOIBENTATE

tipo di rivestimento	area o impianto
<u>amianto spruzzato</u>	<u>placca di raffreddamento</u>
<u>" "</u>	<u>travi campata forni - parco billette</u>
<u>pannelli amianto</u>	<u>forno riscaldamento billette</u>

4. MODALITA' SMALTIMENTO RIFIUTI

nella discarica aziendale a cielo aperto

DITTA _____ ANNO 1986 COMPILATORE ed.

TIPO DI MATERIALE	CONSUMO ANNUO : kg	TIPO DI OPERAZIONE	AREA	FREQUENZA	MANSIONE / ADDETTO
corda	300	guarnizioni lingettiere testa falsa billetta	colata c.	pluriquotid. (10 x turno)	tutti i colatori (36)
fettuccia	700	rivestimento tubi d'io pistone cassetto bracci di sostegno scaricatore siviera-paviera sostituzione rivestimento tubi acqua	colata c. " " "	2-3/settimana 1/mese "	meccanici di turno (2) " " meccanico manutenzione (sig.)
fettuccia + calza	400	rivestimento tubi acqua raffreddamento pann. tubi oleodivamici tubi bruciatori cavi elettrici traino tubi argon	forni " " " " L.F.	settimanale " " " " "	meccanici ed elettricisti di turno " " "
filotto	200	guarnizioni sportelli impianto di abbattim. legante della fettuccia bandiere elettrodi	forni " " "	" " annuale "	meccanici manutenzione " " elettrocisti manutenzione "
pannelli	300	tra le intercapedini della struttura del forno di riscaldamento	laminatoio	1-2/anno (in caso di fermata)	addetti al forno (2)

4.9. Lavorazione degli acciai al piombo

La lavorazione degli acciai al piombo comporta l'introduzione di specifici presidi (comprese aspirazioni) in corrispondenza alle fasi di lavorazione fuori forno, colaggio e laminazione a caldo.

Di seguito vengono sintetizzati gli interventi realizzati in due diversi stabilimenti, confrontando l'inquinamento ambientale precedente e successivo alla bonifica.

4.9.1. Affinazione fuori forno e colaggio in continuo

In platea dove operano gli addetti al colaggio con presidio permanente i campionamenti in zona inalatoria (tabella 4.18) hanno dato risultati compresi nell'intervallo 23-110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ con GM (media geometrica) di 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valore introno al TLV dell' OSHA e 1/3 del TLV ACGIH e CEE.

Gli addetti utilizzano maschere idonee ai fumi di piombo e indumenti anticalore.

Cabine comando e sosta, dove operano e sostano gli addetti: si tratta di cabine condizionate, con presenza di piombo a basse dosi in quella di sosta, e a medie concentrazioni in quella di comando.

Le cabine non possono essere quindi considerate posizioni non contaminate, presumibilmente a causa dei seguenti motivi:

- non adeguata manutenzione dei filtri;
- non adeguata sovrappressione interna;
- superfici non pulite;
- introduzione in cabina di indumenti di lavoro contaminati.

Lavorazioni a valle della colata continua: dai prelievi effettuati emerge un quadro di non contaminazione da piombo del reparto a valle.

Cabina comando impianto VAD-LF: vengono riscontrate apprezzabili concentrazioni di piombo all'interno della cabina di piombo aerodisperso per le motivazioni espresse in merito alle cabine della colata continua.

Per le polveri sedimentate si hanno 7.0 mg/m^3 di piombo.

Esterno cabina comando impianto VAD-LF: si riscontrano contenute concentrazioni di piombo che evidenziano l'efficacia delle aspirazioni localizzate all'impianto LF.

All'esterno della cabina non staziona nessun operatore, poichè tutte le operazioni sono automatizzate.

Figura 4.8. Ciclo tecnologico di affinazione fuori forno e colata continua.

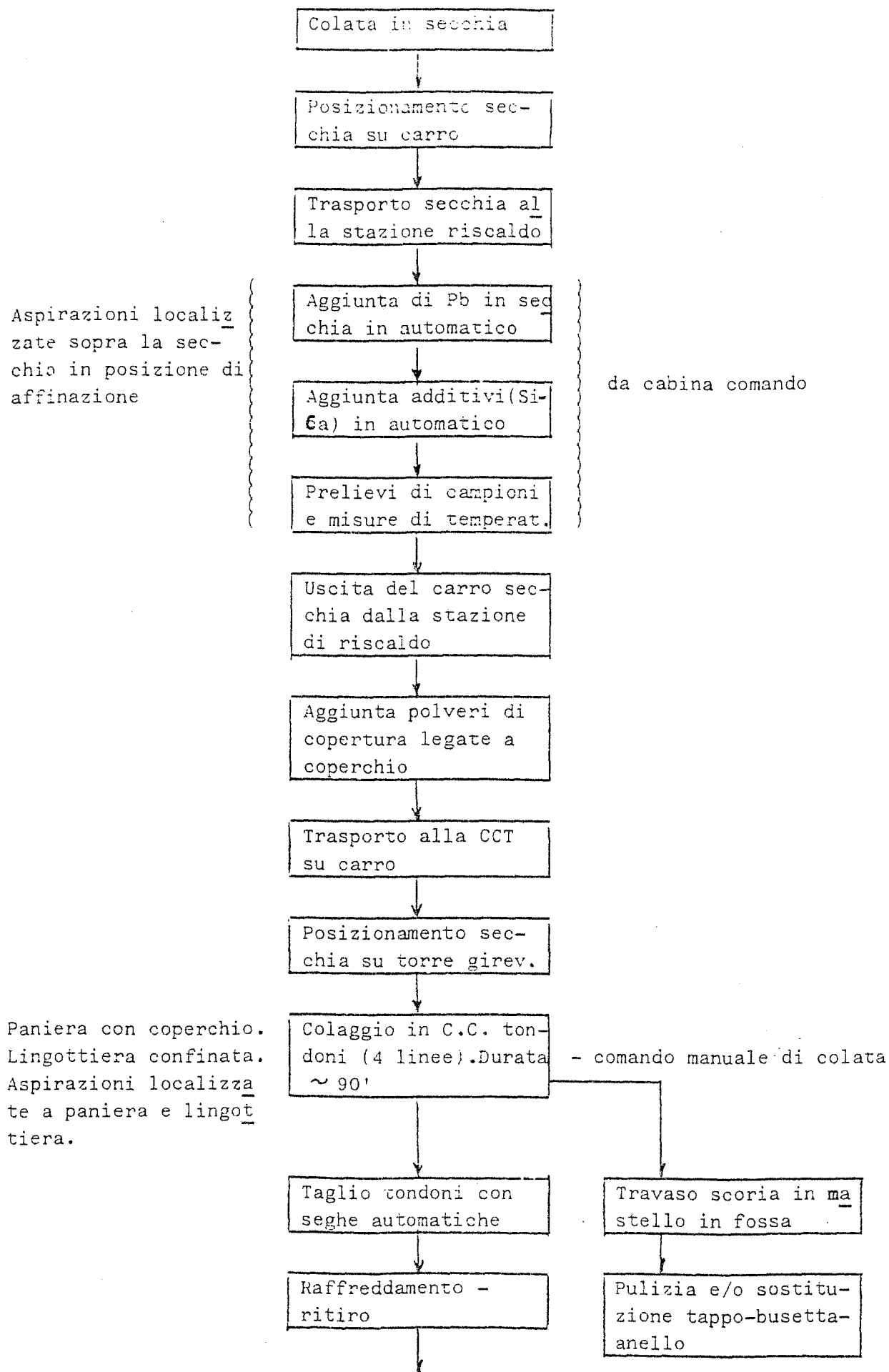


Tabella 4.17. Tenore di piombo nelle polveri sedimentate.

ZONA DI PRELIEVO	CONCENTRAZIONE (mg/g)
Piattaforma impianto riscaldamento	3,2÷7,8
Piattaforma impianto VAD	16,0
Zone limitrofe VAD-LF	4,9÷14,5
Interno cabina VAD-LF	7,0
Palco colatore secchia CCT	1,0
Platea CCT	1,1

Tabella 4.18. Concentrazioni di piombo (ug/m³) rilevate durante successive campagne di monitoraggio ambientale.
(*) prelievi con disservizi.

	1 10-1-85	2 30-1-85	3 8-2-85	4 21-2-85	5 21-3-85	6 12-4-85	7 2-5-85	8 2-5-85	9 14-10-85	10 18-11-85
CABINA COMANDO VAD-LF INTERNO	-	-	-	-	77	11	6	23	5	53
CABINA COM.VAD-LF-ESTERNO (con assenza di secchia)	-	29.070	1.078	6.940	4.520	41	100	73	47	29
CABINA COM.VAD -LF-ESTERNO (con secchia presente)	-	-	-	62	580	45	53	16	-	-
L.F. - Piano SiCa (con secchia presente)	-	14.000	577	3.220	2.890	231	210	285	21	35
L.F. Piano Sica (con assenza secchia)	-	-	53	-	326	51	57	14	-	-
PLATEA COLATORI CCT LINEA 1-2	67	*790	23	48	57	-	*182	*123	32	91
PLATEA COLATORI CCT LINA 4	110	*2.300	36	-	45	-	*80	*92	27	37
PALCO COLATORE SECCHIA CCT	210	614	54	61	335	-	*220	*270	34	460
PALCO COL.SEC. CCT INTERNO CABINA COM.	-	-	-	-	83	-	*160	*140	-	-
IN PROSSIMITA' SECCHIA CCT	50	54	25	-	51	-	-	-	107	41
PLATEA CCT -INTERNO CABINA RIPOSO	-	-	-	-	45	-	-	-	-	-
PLATEA CCT - INTERNO CABINA RIPOSO	-	-	-	-	-	-	15	17	-	-
CCT -QUOTA 14 m, sotto platea colata	140	380	26	-	100	-	-	-	-	-
CCT - CABINA COMANDO SEGHE ESTERNO	-	12	5	-	-	-	-	-	-	-
CCT CABINA ZONA RITIRO TONDI - ESTERNO	7	4	4	-	-	-	-	-	-	-
ROVESCIMENTO SECCHIA IN FOSSA	-	75	-	-	-	-	-	-	-	-

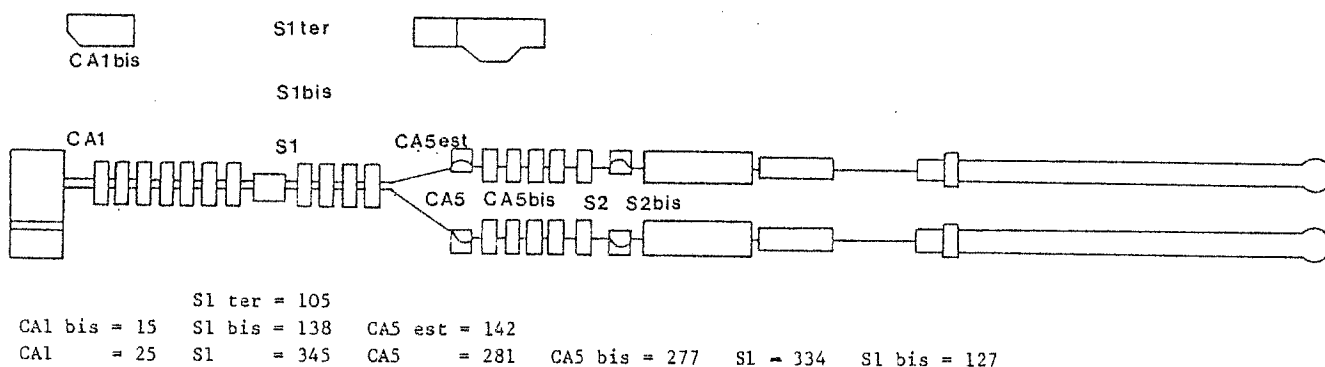
Pb direttamente all' L.F.

automatizzata ag
giunta Pb e SiCa

4.9.2. Laminazione

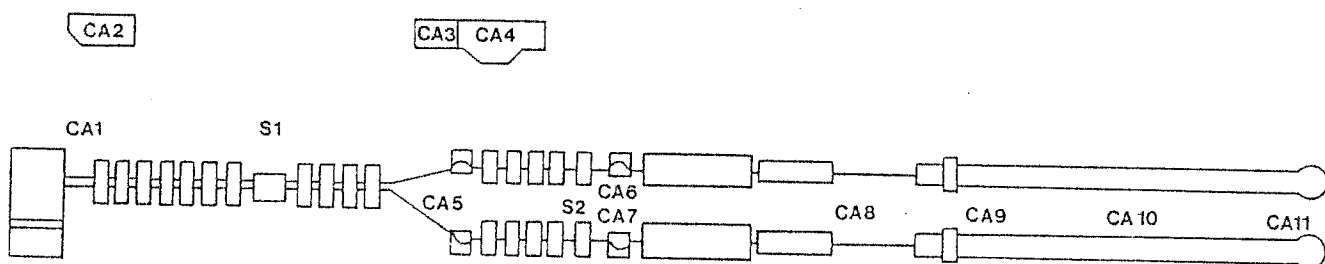
In figura 4.9 sono riportate le posizioni e i risultati delle misure effettuate per individuare le zone inquinate: è stato possibile individuare le zone di maggiore emissione e le distanze di ricaduta dell'inquinamento (S1, S2, CA5); la ricaduta del piombo avviene nelle immediate vicinanze del laminatoio.

Figura 4.9. Posizioni di misura e concentrazioni di piombo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) effettuate con lo scopo di individuare la zona inquinata.



In figura 4.10 sono riportati i risultati delle successive campagne: le misure, effettuate nelle posizioni ritenute significative ai fini del rischio, sono riferite ad analoghi periodi di prelievo, per consentirne il confronto.

Figura 4.10. Posizioni di misura e concentrazioni di piombo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) nelle successive campagne di monitoraggio ambientale.



CA2 = 13	CA3 = 15	CA4 = 39	CA6 = 202
CA1 = 23	S1 = 105	CA5 = 151	S2 = 225
			CA7 = 247
			CA8 = 87
			CA9 = 51
			CA10 = 1
			CA11 = 1

CA2 = 18	CA3 = 23	CA4 = 135	CA6 = 426
CA1 = 4	S1 = 222	CA5 = 231	S2 = 409
			CA7 = 428
			CA8 = 98
			CA9 = 25
			CA10 = 1
			CA11 = <1

CA2 = 13	CA3 = 12	CA4 = 17	CA6 = 326
CA1 = 15	S1 = 77	CA5 = 195	S2 = 308
			CA7 = 315
			CA8 = 187
			CA9 = 130
			CA10 = 76
			CA11 = 6

Si confermano le zone di maggiore inquinamento: la posizione di divaricazione, l'ingresso al finitore e la cesoia.

Per una valutazione delle modalità di generazione e propagazione dell'inquinante ai dati rilevati è stata affiancata la percentuale di funzionamento del laminatoio durante il periodo di misura: il 100% di funzionamento si ha quando entrambe le linee sono in funzione; durante la laminazione di billette senza piombo il laminatoio viene considerato allo 0%.

Pochi minuti dopo la fine della laminazione al piombo il livello di inquinamento scende pressochè a zero.

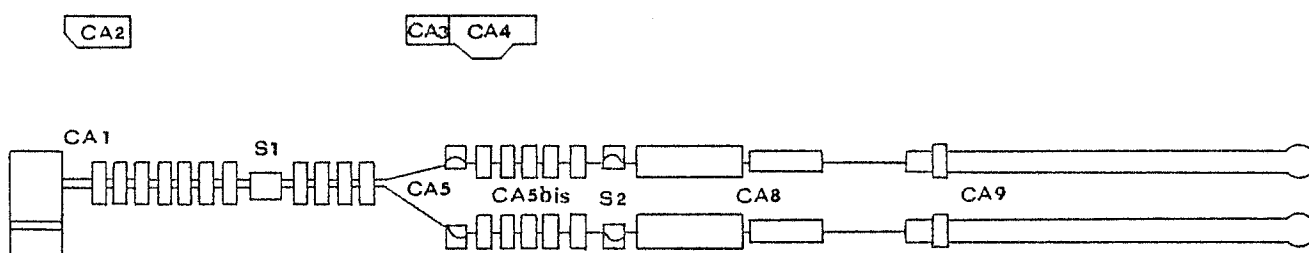
Più del 90% delle polveri raccolte hanno granulometria di circa $1\text{ }\mu\text{m}$, tipico delle polveri generate per evaporazione e successiva condensazione.

La bonifica è stata realizzata con l'introduzione di aspirazioni localizzate in corrispondenza alla cesoia, alle anse di ingresso gruppo finitore, al formaspire. Inoltre sono state introdotte delle chiusure lungo le canalitte fra le diverse gabbie.

La verifica delle condizioni ambientali è stata effettuata con misure fisse (CA) e sequenziali (S) nelle stesse posizioni delle precedenti campagne di misura. Sono state trascurate le posizioni che si erano rivelate poco interessate dall'inquinamento.

In figura 4.11 sono riportati i risultati delle misure effettuate durante la laminazione dei vari profili (i valori per ogni singolo profilo sono riferiti allo stesso periodo di misura).

Figura 4.11. Posizioni di misura e concentrazioni di piombo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) riscontrate successivamente alla bonifica.



CA2=12,1	CA3= 19	CA4 = 24,6	Profilo				
CA1=18,3	S1= 80	CA5=140	CA5bis=138	S2=104	CA8=118	CA9=55,7	11

CA2=12	CA3= 13,2	CA4 = 32,6	Profilo				
CA1=35,1	S1=136*	CA5=196	CA5bis=239	S2= 90,4*	CA8= 90,7	CA9=78,3	9

CA2=13,6	CA3= 18,9	CA4=30,3	Profilo				
CA1=13,5	S1=105	CA5=210	CA5bis=212	S2=143	CA8=101	CA9=35,2	7

CA2=15,3	CA3=13,1	CA4 = 25,5	Profilo				
CA1=50,2	S1=112,4	CA5=133	CA5bis=169	S2=102,7	CA8= 51	CA9=14,4	5,5

* Non utilizzato perché non confrontabile in quanto prelevato su un periodo di 40 minuti.

Rispetto alle misure effettuate prima dell'intervento di bonifica risulta meno correlato l'andamento dell'inquinamento ambientale con la percentuale di funzionamento; ciò per la presenza delle aspirazioni che tendono a livellare i valori all'interno di un certo campo.

In tabella 4.19 sono confrontati i valori di GM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) e GSD prima e dopo gli interventi di bonifica nelle singole posizioni.: in tutte le posizioni si nota un miglioramento di GM e GSD indice di un complessivo buon funzionamento degli impianti installati. Mentre le posizioni S1 e S2 migliorano notevolmente, la posizione CA5 resta pressochè analoga a prima e la posizione CA9 ha un GSD che, seppure migliorato, è ancora alto rispetto agli altri, a indicazione di un cattivo controllo delle emissioni di punta.

Tabella 4.19. Valutazione delle aspirazioni nelle diverse posizioni prima (A) e dopo (B) gli interventi di bonifica.
GM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) = media geometrica.

Posizione	GM		GSD	
	A	B	A	B
S1	121	98	1,72	1,2
CA5	189	166	1,23	1,26
S2	305	115	1,34	1,21
CA9	55	40	2,29	1,96

In tabella 4.20 vengono confrontati GM e GSD nelle varie zone operative prima e dopo gli interventi di bonifica. Anche in questo caso il miglioramento dei due indici è notevole; in particolare il miglioramento del GSD sta a indicare un migliorato controllo dell'emissione.

Tabella 4.20. Valutazione dell'ambiente nelle varie zone operative prima (A) e dopo (B) gli interventi di bonifica.

Posizione	GM		GSD	
	A	B	A	B
S2 +CA5	240	142	1,42	1,32
S2 +CA5, 8	189	118	1,65	1,47
S1, 2+CA5, 8	169	114	1,69	1,43
S1, 2+CA1, 5, 8	98	82	3,57	2,12

Dai confronti effettuati si deduce che l'ambiente di lavoro nel suo complesso risulta molto migliorato: in particolare nella tabella 4.20 si rileva il miglioramento delle zone di intervento degli operatori, mentre l'analisi delle singole posizioni (tabella 4.19) fa risaltare l'ancora insufficiente aspirazione per i punti CA5 e CA9, dove è possibile effettuare maggiori chiusure. Le condizioni delle cabine possono essere migliorate evitando la ripresa di aria dal reparto. Comunque è necessario che le operazioni di disincaglio vengano fatte con aspiratori portatili in condizioni di buona efficienza.

Riferimenti bibliografici (La fabbrica all'interno)

- (1) J. Antoine, J. Michelet, M. Bojic, G. Engler, J. Raguin, Le bruit des fours à arc en sidérurgie. Situation présent et perspectives d'avenir, Revue de Metallurgie, 75, 433, 1978.
- (2) J. Antoine, P. Le Louer, Le bruit et l'insonorisation industrielle. Application au cas des aciéries électriques, Revue de Metallurgie CIT, aout septembre 1984.
- (3) P. Bianchi, G. Parodi, P. Rossi, M. Ziveri, Optimisation de la technologie et de l'environnement du four UHP de l'usine de Campi de la Nuova Italsider, Revue de Métallurgie - CIT, aout-septembre 1985.
- (4) L. Zuccolotto, Refrattari basici resin-bonded, Giornata di Studio A.I.M., Milano 1983.
- (5) G. Castello, A.M. Beccaria, G. Tealdo, G. Poggi, Radioattività in ambienti di lavoro dovuta all'uso di materiali zirconiferi, La Chimica e l'Industria, vol. 65, 4, aprile 1983.
- (6) A. Borroni, B. Mazza, G. Nano, F. Ferrario Caratterizzazione dell'inquinamento aerodisperso nell'area forno, 2° Congresso Europeo sull'acciaio elettrico, Firenze 1986.
- (7) P. Apostoli, M. Dal Farra, G. Marenelli, Rischio da piombo e altri materiali nelle acciaierie elettriche di seconda fusione, Lavoro Umano, 31, 20, 1983.
- (8) Berrino e altri, Esposizione professionale a cancerogeni respiratori: l'industria siderurgica, Epidemiologia e Prevenzione, n. 25, 1985, pag. 36-42.
- (9) Hemberg S., The Finish foundry project. Background and general methodology, Scand. J. Work Environ. & Health, 2 (1976), suppl. 1, 8-12.
- (10) A. Tossavamen, Metal fumes in foundries, Scand. J. Work Environ. & Health, 2 (1976), Suppl. 1, 42-49.
- (11) International Agency for Research on Cancer, IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans, vol. 34 IARC, Lyon, 1984.
- (12) G.E. Mosher, Nichel and Chromium exposition in foundries melting alloys containing low or trace levels of nickel or chrome, Am. Foundrymen's Soc. Trans., 1980, 88, 515-518.
- (13) A. Borroni, F. Ferrario, B. Mazza, G. Nano, Caratterizzazione dell'inquinamento aerodisperso nell'area forno, 2° Congresso sull'acciaio elettrico, Firenze 1986, vol. 2, p. 5.7.
- (14) M. Tanimura, Benzo(a)pyrene in an iron and steel works, Arch. Environ. Health 1968, 17, pag. 172-177.
- (15) G. Linstedt, J. Sollenberg, Polycyclic aromatic hydrocarbons in the occupational environment, Scand. J. Work Environ. Health, 1982, 8, pag. 1-19.
- (16) G.L. Lee, D.J. Smith, Steelwork insulated with sprayed crocidolite asbestos: controlling a potential hazard, Am. Occup. Hyg., 17, pag. 49-52, 1974.

- (17) G.W. Gibbs, Fibre release from asbestos garments, Am. Occup. Hyg., 18, pag. 143-149, 1975.
- (18) M.P. Lardeux, Degagement de fibre d'amiante provenant des vêtements de protection contre la chaleur, Chaier de Notes Documentaires, note n. 1035-85-76.
- (19) B.S. Samini, A.M. Williams, Occupational exposures to asbestos fibers resulting from use of asbestos glove, Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 42, 12, pp. 870-875, 1981.
- (20) Ch. Sors, Ch. Heintz, B. Cabasson, Pathologie de l'amiante et vêtements de protection, Arch. Mal. Prof., 1979, 40, 11, pag. 987-995.

Seminario "Acciaieria elettrica e laminazione a caldo"
Brescia, 12 giugno 1987



SOCIETÀ NAZIONALE
OPERATORI DELLA PREVENZIONE
NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

SORVEGLIANZA SANITARIA NEL SETTORE SIDERURGICO ELETTRICO

GRUPPO RELATORE:

Gino Barbieri	USSL 36 - Iseo (BS)
Laura Bodini	USSL 65 - Sesto S. Giovanni (MI)
Antonio Candela	USSL 41 - Brescia
Albertina Domenighini	USSL 41 - Brescia
Francesco Franchi	USSL 40 - Salò (BS)

Seminario "Acciaieria elettrica e laminazione a caldo"
Brescia, 12 giugno 1987

INTRODUZIONE

Negli ultimi anni, dopo la Riforma Sanitaria (1978) e con l'attribuzione delle funzioni ex-Ispettorato del Lavoro alle U.S.S.L. (1982-83), si sono estese le indagini e di conseguenza la vigilanza sulla sorveglianza sanitaria anche nel settore siderurgico.

Nel periodo precedente la Riforma gli interventi erano limitati a poche realtà territoriali: (es. Sesto S.Giovanni, Trieste). Le esperienze di quegli anni avevano coinvolto molte aree della ricerca: Politecnico, Cliniche del Lavoro (Milano, Siena, Trieste....). E' di questo periodo pre-Riforma la pubblicazione del libro della F.L.M. Milanese "Fattori di rischio nell'industria siderurgica".

Si arrivò nel 1977 al Convegno di Milano sul settore siderurgico, indetto dalla Società Italiana di Igiene industriale di medicina del lavoro.

Ci furono altre iniziative promosse dal GESI (Gruppo Ergonomia Siderurgia Italiana) riguardanti soprattutto le aree di Taranto e Genova.

Ma possiamo affermare che è solo negli ultimi anni, dopo la Riforma Sanitaria e l'estensione (ancora insufficiente) della rete dei servizi territoriali, che le aziende siderurgiche sono state oggetto di analisi ed interventi da parte di molti servizi territoriali di prevenzione per citarne alcuni: Brescia e provincia, Sesto S.Giovanni, Lecco, Novi Ligure, Piombino, Vicenza, Terni, Saronno, Genova, Rho, Trieste, Bergamo....

Non certamente secondario l'apporto della SNOP che ha sostenuto con numerose iniziative un coordinamento degli interventi, e promosso già due Convegni (giugno '85 e giugno '87).

Decisivo da sempre soprattutto per i servizi del Nord l'apporto del Dipartimento di Chimica-Fisica Applicata del Politecnico di Milano.

Prima di avanzare delle proposte o fare dei bilanci e prima ancora di tracciare un breve aggiornamento dei rischi ancora largamente presenti in questo settore, vogliamo fornire alcune note metodologiche sul tema della sorveglianza sanitaria.

Note metodologiche per la sorveglianza sanitaria

A rischio di sembrare pedanti va ricordato che si parla di "effettiva sorveglianza sanitaria" non solo quando vengono genericamente e burocraticamente effettuate le visite periodiche di legge ma vengono garantiti i seguenti aspetti:

- 1) una conoscenza approfondita, dettagliata ed aggiornata dei rischi della mansione, di "tutti" i rischi non solo di quelli "tabellati e assicurati". I rischi devono essere segnalati sia a livello individuale (cartella sanitaria - libretto) che nella relazione periodica dei risultati e del bilancio dell'attività del servizio che effettua la sorveglianza sanitaria.

E' quindi da bandire la logica di impostare-trasformare il servizio sanitario aziendale in un "visitificio", avulso dalle conoscenze di cambiamenti tecnologici, di mansione, di materie prime, a cui arrivano solo, disposizioni dai servizi territoriali dell'U.S.S.L., notizie frammentarie da capi reparto impreparati, motivate lamenti dai lavoratori.

A questo riguardo dalle nostre indagini sulla sorveglianza sanitaria su 44 aziende siderurgiche, è emersa la sostituzione in molte situazioni del medico di fabbrica con centri privati esterni, supplendo alla polverizzazione di una miriade di riferimenti aziendali, scarsamente qualificati, con una maggiore omogeneità degli interventi e autonomia dalle direzioni aziendali.

- 2) La raccolta accurata dell'anamnesi professionale, (per l'attribuzione o meno, ad esempio, di patologie presenti a esposizioni precedenti), di quella familiare (essenziale per evidenziare ad esempio fattori di rischio coronarico, diatesi allergica...) e personale (per la valutazione del peso, dell'abitudine al fumo, del tipo di alimentazione, situazione socio-economica, del consumo di alcool sul determinismo di molte alterazioni). Queste notizie sono essenziali per un giudizio ponderato di idoneità.

Spesso si parla di patologia "specificata", largamente presente anche tra i lavoratori siderurgici (reumatoartropatie, digestopatie, ansia...) "aspecifica" come se ci fosse una rinuncia "a priori" a definirne maggiormente cause e provvedimenti specifici.

Questo atteggiamento di distrazione sui rischi meno noti tende a fare arretrare le conoscenze scientifiche nel nostro campo.

I rischi saranno sempre più "aspecifici" fino a che non riusciremo a farli rientrare in un piano di studio. Si tenga inoltre presente che queste alterazioni sono le più presenti nella popolazione lavorativa ed anche in quella siderurgica. A questo riguardo è essenziale impostare dei programmi di informazione sanitaria anche in azienda ponendoci in un ottica di medicina di comunità.

- 3) L'uso sistematico di questionari e schemi di raccolta dati mirati sia per la rilevazione di disturbi precoci, di sintomatologie sfumate, del peso dei fattori di rischio individuali che per una confrontabilità dei dati.

Citiamo i più standardizzati e validati:

- * questionario audiologico anamnestico
- * " " CECA (per la diagnosi di bronchite cronica semplice)
- * " " sui disturbi neuro/psicologici nell'esposizione a solventi
- * schema di raccolta dati per patologia cutanea in esposti a olii minerali e fluidi di refrigerazione
- * schema di raccolta dati per patologie da strumenti vibranti
- * schema di raccolta dati per operatori ai videoterminali
- * schemi di punteggi di rischio coronarico...
- (*) schema di raccolta dati per i disturbi visivi
- (*) schema sull'esposizione ad amianto.

- 4) Attendibilità degli esami strumentali

E' di frequente riscontro l'esecuzione di numerosi esami strumentali che non sottostanno, in tutto o in parte, ai requisiti di buona tecnica da tempo consolidati nella letteratura scientifica in materia ovvero da accreditati Enti, Istituti, ecc. Ciò comporta inevitabilmente distorsioni dell'informazione (e delle diagnosi) con incremento dei falsi positivi e perdita dei casi realmente patologici. E' indispensabile un rinnovato impegno ad utilizzare la qualità dei tests strumentali relativamente a sensibilità e specificità della prova. Una stretta adesione (pratica oltrechè ideale) ai protocolli predisposti può efficacemente evitare simili storture.

(*) allegati agli atti

Su questo problema nelle "zone siderurgiche" deve essere fino in fondo utilizzato il patrimonio di numerosi centri di riferimento di secondo livello (Unità Operativa Ospedaliera di Sesto S. Giovanni, Brescia ecc..) Cliniche Universitarie (ad es. Milano, Trieste, Padova, Verona, Genova, Siena...). Nel campo degli esami strumentali, nella proposta di protocollo allegata, abbiamo dato indicazioni per alcune situazioni dell'esecuzione di ECG di base, lasciando al giudizio del medico competente la scelta di esami integrativi ulteriori (ECG da sforzo, Holter, ecc..) a seconda dei fattori di rischio individuali (età, fumo, dislipidemia, anamnesi familiare positiva per cardiopatie, ...), dei risultati della visita clinica e delle valutazioni del rischio di mansione.

5) Monitoraggio biologico mirato

Il monitoraggio biologico dei metalli si pone oggi con sempre maggiore attenzione sia per l'accresciuta produzione di acciai legati che per una maggiore attenzione al problema da parte soprattutto dei servizi territoriali.

Dopo 2 anni di verifiche sui dati rilevati riteniamo non abbia senso la proposta di generalizzare in modo indiscriminato gli esami, ma piuttosto di mirarli alle reali situazioni di rischio operative. Abbiamo quindi lasciato nel protocollo allegato una particolare elasticità sull'opportunità e sulla periodicità dell'effettuazione del monitoraggio biologico. (v. oltre le note sui principali rischi.

A questo proposito si richiama il problema dell'attendibilità e del significato degli esami di laboratorio: dalla correttezza della raccolta del campione, alle metodiche di analisi, ai riferimenti usati.

Attualmente purtroppo la scarsità di mezzi nei laboratori pubblici (PMIP, UO OML, laboratori USL....) fa in modo che il monitoraggio biologico sia per lo più effettuato da centri privati, che raramente partecipano ai controlli di qualità. Come già detto per gli esami strumentali è essenziale che vi sia un deciso controllo da parte delle strutture pubbliche qualificate su questi temi, ed un richiamo alle Regioni perchè si facciano promotrici di normative rigorose sui controlli di qualità nel campo della tossicologia industriale.

Note sui principali rischi

- 1) Polveri, fumi (silicati, calcari, ossidi di ferro...) e gas broncoirritanti (anidride solforosa, acido fluoridrico...).

La scarsa attendibilità degli esami strumentali di cui si può disporre nella sorveglianza sanitaria corrente: qualità delle radiografie del torace, prove di funzionalità respiratoria e la carenza di indagini epidemiologiche recenti rende problematico il contributo a questa sessione su queste patologie. Ci riferiamo per queste brevi note ai dati di letteratura e alle indagini ambientali condotte dai servizi.

Sarà importante quindi una stadardizzazione degli esami strumentali in collaborazione con il secondo livello (Unità Ospedaliera di Medicina del Lavoro, Università ...) e l'avvio di ricerche epidemiologiche sulle patologie respiratorie.

- * l'esposizione a silice libera cristallina è sicuramente diminuita nel tempo per il cambiamento dei materiali usati (additivi, refrattari).

Il tenore di silice libera cristallina si attesta intorno all'1-5% nelle aree fusione, colata, laminazione.

Può essere di molto superiore: 10-30% nelle aree di lavorazione con refrattari silicei. In questi casi, il mancato confinamento di queste ultime aree rende elevato il livello (5-10%) di SiO_2 anche nelle aree limitrofe (es. fusione).

- * rischio da polveri miste: silicati, calce, calcari (bentonite dolomite), grafite. A questo proposito è essenziale la qualità degli esami strumentali (prove di funzionalità respiratoria, radiografia del torace) per la ricerca/esclusione di pneumoconiosi da polveri miste.
- * Ancora presente e da rivalutare per la gravità il rischio di esposizione ad amianto usato dagli addetti alla manutenzione muraria, edilizia, elettricisti, meccanici, soprattutto nelle coibentazioni, protezioni, guarnizioni di tenuta, ecc.
- * Occorre inoltre tenere in considerazione il fenomeno di adsorbimento sulle polveri tipiche dell'acciaieria (es.ossidi di ferro) degli IAP (idrocarburi policiclici aromatici) derivanti da craking termico degli olii e in generale delle sostanze organiche presenti nei rottami, negli elettrodi di

grafite, nei prodotti contenenti catrame ed olii minerali usati per i rivestimenti refrattari o per le operazioni di colata, negli olii usati come lubrificanti. Ciò può comportare un aumentato rischio di neoplasia dell'apparato respiratorio come già ampiamente noto per le aree ad elevato inquinamento atmosferico o per particolari aree lavorative ad elevata esposizione a IAP (ad esempio produzione di coke e gas coke, produzione elettrolitica di carbone - grafite...).

A questo riguardo molto interessanti le ricerche di V. Cocheo e P. Apostoli (Padova) sulla presenza di IAP nei fumi di acciaieria che hanno evidenziato la presenza (anche se contenuta) a Benzo(a)pirene confermando quindi il rischio cancerogenetico.

Fermo restando le scadenze previste dagli articoli 140 e seguenti del D.P.R. 1124/65 si ritiene opportuno riconfermare l'esecuzione biennale del protocollo broncoirritanti proposto nel giugno '85 ad eccezione dell'esame radiografico.

L'esperienza maturata negli ultimi anni suggerisce l'inopportunità di proseguire tale controllo anche in riferimento alle recenti acquisizioni in materia. Pertanto si suggerisce l'esecuzione dell'esame radiografico di preassunzione seguito da accertamenti con cadenza superiore ai 2 anni, fatte salve situazioni particolari e in relazione a situazioni specifiche di rischio o individuali.

- 2) Metalli: (ferro, piombo, zinco, cromo, nichel, selenio, manganese, alluminio, cobalto, cadmio,...)

Per valutare l'esposizione a questi metalli occorre tener conto della variabilità delle fonti quali: impurezze del rottame, di elementi di ferroleghe, dei refrattari, degli elettrodi, degli additivi, aggiunte specifiche per la produzione di acciai legati e il grado di esposizione dovuto alla tecnologia adottata, allo stato di manutenzione degli impianti, alla presenza o meno di aspirazioni, all'esecuzione di particolari interventi di manutenzione. Si impone quindi sia il monitoraggio ambientale che quello biologico mirato alla definizione/quantificazione preliminare del problema in ogni singola azienda (impianti, mansioni a rischio, entità, fonti specifiche...).

Non è quindi possibile definire a priori oggi una periodicità degli esami di monitoraggio biologico ancorchè quelli più validati (PbB, Zpp, CrU, NiU...) se non a partire dalla situazione delle singole aziende.

Nel protocollo proposto quindi su questo punto è dato un ampio margine.

* Cromo - nichel cobalto - selenio (il monitoraggio per questi metalli va legato strettamente al tipo di produzione. E' utile allargarlo (almeno in prima istanza) per una serie di lavorazioni a valle degli acciai legati (taglio, saldature...) e a categorie di lavoratori che operano saltuariamente ma in condizioni meno protette (es. manutenzione).

* Piombo. I dati presentati negli allegati e i dati di letteratura dimostrano molte contraddizioni.

Pur rimanendo in entrambi i casi all'interno della 1^a e 2^a classe di esposizione si rilevano valori più elevati tra i lavoratori di acciaieria (acciaio al carbonio) per la presenza di impurezze di Pb del rottame, che in alcune indagini su lavoratori di aziende siderurgiche che producono o lavorano direttamente acciaio al piombo (es. Sesto S. Giovanni, Piombino).

Va previsto anche in questo caso un controllo preliminare.

* ~~Manganese.~~ ~~Dati ancora troppo contraddittori, in assenza di valori di riferimento validati e di uno studio sulle fonti, si propone di non generalizzare la ricerca ma di procedere ad un approfondimento di tipo sperimentale.~~

In questo Convegno vengono presentati i risultati di alcune ricerche recenti. Altre ricerche ad esempio quelle di Piombino sul monitoraggio del piombo non si sono rese disponibili alla pubblicazione ma comunque confermano che dati alcuni presupposti (aspirazioni, monitoraggio) l'assorbimento dei metalli è piuttosto contenuto. Interessante sul problema dell'esposizione a metalli anche come valore storico (v. Medicina dei Lavoratori) la documentazione della

metà degli anni '70 del C.d.F. della Cogne (Deltasider) di Aosta sull'andamento dell'esposizione al selenio in acciaieria durante le campagne di produzione di acciaio legato (a vario tenore di metallo). Prima dell'adozione di impianti di aspirazione e abbattimento (1978) alcune postazioni di lavoro avevano infatti una notevole esposizione (ad es. il gruista aveva una esposizione = 10 volte il TLV del selenio).

Nel valutare l'esposizione a questi metalli occorre comunque tenere presente che alcuni di essi (es. cromo, nichel...) sono potenzialmente allergizzanti e vi è un sospetto di cancerogenicità. Indispensabile quindi la ricerca epidemiologica anche sulla popolazione esposta. I primi dati di una recente indagine sulle patologie respiratorie tra la popolazione infantile di una zona siderurgica indicano una maggiore incidenza di forme asmatiche. Altre ricerche evidenziano un aumento dell'incidenza di tumori dell'apparato respiratorio tra la popolazione residente in zone dove vengono prodotti acciai legati (v. bibliografia).

3) Rumore

Per quanto riguarda questo rischio così diffuso è da notare innanzitutto la grave inadeguatezza dell'elenco delle malattie tabellate (assente il settore siderurgico nel D.P.R. 303/56, presente con una sola voce nel D.P.R. 482/75) dal quale sono escluse intere aree altamente rumorose quali laminatoi, finiture. Il che ha aperto in questi anni un notevole contenzioso tra Patronati, USL, Aziende, INAIL.

Nelle recenti proposte della Società Italiana di Igiene e Medicina del Lavoro (v. la Medicina del Lavoro gennaio '87) per una "nuova tabella delle malattie professionali" vengono proposte, per l'industria siderurgica, oltre alle voci "conduzione dei forni elettrici ad arco" già citata nella 482/75 altre due serie di lavorazioni rumorose :

- la produzione di lamiere, profilati e tubi metallici
- l'affinazione dell'acciaio con ossigeno e altri gas compressi.

Come abbiamo già espresso nel nostro precedente Convegno (Brescia giugno '85) è indispensabile, per valutare l'esposizione a rumore, seguire un protocollo standardizzato vale a dire: l'adozione del questionario audiologico, l'effettuazione delle audiometrie in modo tecnicamente corretto, l'uso per la loro

classificazione di quella già ampiamente codificata (Merluzzi, Clinica del Lavoro), la rilevazione degli effetti extra uditivi (sul sistema neurovegetativo, sul sistema endocrino, sull'apparato digerente e cardiocircolatorio) anche per i problemi di idoneità specifica (gravi ipertensioni, ulcere...), la segnalazione delle ipoacusie professionali sia per le lavorazioni tabellate che per quelle non tabellate.

La frequenza dell'esame audiometrico dovrà essere variata in funzione della età, dell'esposizione (livello equivalente), della tipologia del rumore (es. impulsivo), della suscettibilità individuale, ecc. Ci sentiamo però di proporre per la variabilità e l'intensità delle esposizioni una periodicità biennale generalizzata e nelle nuove assunzioni l'esecuzione di un esame audiometrico con criteri di massima affidabilità (cabina silente, riposo acustico, soglie uditive ripetute...).

Nelle schede allegate vengono presentate:

- * un'indagine significativa di condizioni di esposizione pregressa (1975)
- * una sintesi dei risultati delle audiometrie su n° 18 aziende siderurgiche della provincia di Brescia (1987).

4) Microclima sfavorevole (sbalzi termici, calore radiante)

L'esposizione a sbalzi termici è una tipica concausa di patologia respiratoria anche alle vie superiori (es. sinusiti, laringiti) e reumoarticolare (spondilo-artropatie, tendiniti...).

Con l'incremento dell'automazione, alcune operazioni (es. controllo conduzione del forno, controllo colata...) è diminuita negli ultimi anni l'esposizione a elevati valori di calore radiante. Persistono i problemi legati all'esposizione a sbalzi termici (lavoro in cabina e uscite in ambiente semiaperto o per operazioni che espongono a calore radiante) dovute alle alte velocità dell'aria esaltate dal gradiente termico generato dai corpi caldi.

L'esposizione a calore radiante va tenuta però sempre presente come fattore di sovraccarico cardiocircolatorio nel giudizio di idoneità specifica.

In queste brevi note non abbiamo voluto riprendere la questione della patologia cardiocircolatoria in siderurgia, cui abbiamo accennato nel Convegno precedente. Crediamo che la questione vada affrontata su due direttrici di studio e

7) Rischio di tipo allergico

Ipotizzabile tra gli analisti di laboratorio di controllo qualità, gli addetti alla manutenzione muraria, elettricisti, meccanici, anche per la presenza di metalli potenzialmente allergizzanti (cromo, nichel, cobalto...), per il contatto con fibre minerali (es. lana di roccia, lana di vetro) e con olii.

8) Ossido di carbonio

Per quanto riguarda i rischi di esposizione a CO possiamo affermare che questo problema si pone in misura considerevole solo per gli addetti ai forni di ricottura ad atmosfera controllata, allorquando nella miscela vi sia questo gas. Nel protocollo allegato abbiamo tolto l'effettuazione della COHb in quanto poco significativa.

9) Patologia visiva

L'esperienza raccolta su circa 200 visite oculistiche in esposti a radiazioni infrarosse, effettuate in base a prescrizioni al protocollo di sorveglianza sanitaria del 1985, ha evidenziato l'inadeguatezza della visita oculistica di tipo clinico. A questo scopo si ribadisce la tassatività di una valutazione er goftalmologica che si rimanda al contributo riportato nelle schede allegate.

10) Turni

E' inutile richiamare in questa sede l'importanza di questo fattore ampiamente esaminato in letteratura nelle sue implicazioni sulla vita sociopsicologica del soggetto (insonnia, ~~ansia, difficoltà nella vita di relazione~~) e per gli effetti psicosomatici es. sull'apparato digerente.

Importante tenere presente questo fattore di rischio nei portatori di diabete, disendocrinie, ulcera....

- 11) Non tipico dell'industria siderurgica ma comunque da tenere presente l'uso dei videoterminali (impiegati, conduttori di processo). Nel protocollo proposto al legato si tiene presente anche di questo aspetto proponendo un controllo mirato all'assunzione e periodico.

Siderurgia elettrica sorveglianza sanitaria: proposte di protocollo tipo

Area	Rischi ipotizzabili	Normativa			Visita mirata a) (apparati e/o funzioni)	Accertamenti sanitari mirati (periodicità)	Ulteriori accertamenti a giudizio del medico (esem)
		DPR 303 voce	DPR 482 voce	T.U. 1124 art.			
1) Parco rottami e ferroleghe - gruisti - addetti con- trollo cariche	- polveri broncoirritanti (calcare, silicati, dolomite e bentonite) - fumi e polveri metalliche (da vicina acciaieria) se non vi è confinamento - microclima sfavorevole (sbalzi termici...) - rumori (discontinui) - posture - turni	50	47 44(m)		visus-vigilanza (gruisti) respiratorio osteocarticolare	- visita oculistica (gruisti) - questionario CECA spirometria rx torace protocollo audio logico audiometria triennale	ECG-EEG (gruisti)
2) Forno - gruisti - addetti forno - addetti colata - addetti secchie	- inquinanti (broncoirritanti fumi (NO _x -SO ₂) fumi metallici (Fe, Pb, Cr, Ni, Mn, Cd, Se) pneumoconiosi (silice, amianto) ossido di carbonio (CO) oli (IAP) - rumore - microclima (calore radiante, sbalzi termici) - radiazioni infrarosse - strumenti vibranti (es. addetti secchie) - posture	11(b)-50 47 48	47 12 - 13 1,5,7,9,10 26 41 44m 45	157(A)	visus-vigilanza (gruisti) oculare cardiocircolatorio (v. nota n° 3) respiratorio osteocarticolare vascolare periferico	visita oculistica (gruisti) questionario CECA spirometria rx torace se vi è esposizione a silice o asbesto protocollo audiologico audiometria monitoraggio biologico per metalli (Pb, Cr, Ni) a seconda del tipo di rottame usato e della produzione (v. nota 2) protocollo strumenti vibranti termometria cutanea bienn. annuale	visita cardiologica ECG (a riposo sforzo Holter in reparto) - visita ORL - visita oculistica periodicità monitoraggio metalli - fotopletismografia o altri accertamenti
3) Laminazione - forni di riscaldamento - laminazione - controllo rientro produzione imbragatura stoccaggio - forni di ricottura	inquinanti (polveri fumi metallici (Fe...) CO, CH ₄ , SO ₂ , oli (> laminazione) amianto - microclima (calore radiante, sbalzi termici) - rumore - abbagliamenti, radiazioni infrarosse - controllo rientro produzione imbragatura stoccaggio - forni di ricottura - microclima (calore radiante, sbalzi termici) - posture - rumore - se viene usato CO - radiazioni infrarosse	50-11d 25 47	44 n 45 47 40 44m, n 45	157 se CO (COHb) ECG basi le (v. nota 4)	cardiocircolatorio respiratorio oculare osteocarticolare respiratorio cardiocircolatorio	questionario CECA spirometria rx torace protocollo audio logico audiometria monitoraggio biologico per metalli (Pb, Cr, Ni) se vengono laminati acciai legati (v. nota 2) v. sopra bienn. biennale	visita cardiologica con ECG (riposo sforzo Holter (reparto)) visita oculistica - periodicità monitoraggio biologico metalli v. sopra
4) Manutenzione elettrica e meccanica	- inquinamento dell'area forno (v. sopra) fumi di saldatura NO _x , ossidi di metallici fibre da materiale di coibentazione (amianto, lana di vetro, lana di roccia) oli minerali benzine (di pulizia) microclima sfavorevole rumore posture turni affaticamento	19 25 47 30	1,5,7,9,10,12,13 47 4 4m	157	respiratorio osteocarticolare cutaneo	questionario CECA spirometria rx torace protocollo audio logico audiometria monitoraggio biologico per metalli (Pb, Cr, Ni) (v. nota 2) bienn. biennale	visita dermatologica - visita ORL esame espettorato (corpuscoli amato) periodicità monitoraggio metalli

Area addetti	Rischi ipotizzabili	Normativa			visita mirata a apparati-funzioni	accertamenti sanitari mirati (periodicità)	Ulteriori accertamenti giudizio del medico (esempi)
		DPR 303 voce	DPR 482 voce	T.U. 1124 art.			
5) <u>Rifacimento</u> paniere e siviere	inquinanti { polveri pneumoconio broncoirritanti rumore strumenti vibranti microclima (sbalzi termici) posture	48	47 441 42	157	cardiocircolatorio respiratorio osteoarticolare vascolare periferico	questionario CECA spirometria rx torace protocollo audiologico audiometria protocollo strumenti vibranti termometria	- fotopletiografia
6) <u>Sfiammatura</u>	inquinanti { polveri fumi metallici NO _x , SO ₂ , - microclima (calore radiante) - rumore - sforzi fisici, posture - amianto	50 19	12-13 45 441		cardiocircolatorio respiratorio osteoarticolare	questionario CECA spirometria rx torace protocollo audiologico audiometria monitoraggio biologico metalli se si sfiammano acciai legati (v. nota 2)	visita cardiologica e ECG { a riposo da sforzo (Holter in reparto visita oculistica)
7) <u>Torneria</u> cilindri di laminazione	- oli minerali - rumore - polveri	47	44n,u		cute respiratorio ORL	- spirometria - audiometria	visita dermatologica
8) <u>Videotermini</u>	- affaticamento visivo e psichico - posture	-	obbligo di denuncia INAIL	-	oculare	- esame completo funzione visiva	periodicità visite ocustiche

Note: 1) importante disporre del profilo metabolico dei lavoratori (glicemia, lipidogramma, azotemia..)

2) il monitoraggio biologico dei metalli va sempre mirato nel tipo e periodicità al reale livello di esposizioni ambientali (impurezze del rottame, tipo di ferro leghe, aggiunte per la produzione di acciai legati..).

3) per quanto riguarda l'apparato cardiocircolatorio, gli approfondimenti ulteriori (ECG di base, da sforzo, Holter, ecocardiografia) va lasciato alla competenza del medico dimostrabile con una ricerca accurata dei fattori di rischio cardiovascolare, una conoscenza dei rischi, dell'anzianità anagrafica e di mansione, una visita mirata.

4) si propone l'effettuazione della COHB solo nei non fumatori per evitare fattori di confondimento nella valutazione del rischio ambientale e solo per aree a rischio (es. forni di ricottura ad atmosfera controllata di CO). Si raccomanda comunque la raccolta anamnestica dell'abitudine al fumo.

CONCLUSIONI

In questo Convegno abbiamo riproposto un protocollo operativo di sorveglianza sanitaria lievemente modificato rispetto alle proposte precedenti (Convegno di Brescia giugno '85).

Le modifiche sono suggerite dai risultati ottenuti in questi ultimi anni e dalla diffusa sperimentazione sul campo.

Si tratta di un'altra tappa, non certo definitiva, ma che può rappresentare una linea di orientamento per la sorveglianza sanitaria futura.

Possiamo parlare di reale sorveglianza sanitaria che arrivi cioè ad un giudizio ponderato di idoneità sul singolo lavoratore e sulle condizioni operative, solo tenendo presente i punti metodologici precedenti che consideriamo fondamentali.

Dal punto di vista operativo si tratta quindi di diradare la frequenza delle visite e degli esami strumentali puntando maggiormente sulla qualità della sorveglianza, che si basa sulla competenza-ruolo del medico (specializzazione, tempo dedicato alla raccolta anamnestica, visita, richiesta mirata di esami integrativi, formulazione di diagnosi precise...), sull'attendibilità degli esami strumentali di laboratorio, sull'adozione di strumenti informativi idonei all'interno del presidio aziendale e nell'U.O. T.S.L.L., nei confronti del lavoratore e del curante, nei rapporti con le UU.SS.LL., e sulla dotazione di personale adeguatamente dimensionato alla realtà aziendale (v. indicazioni sugli standards proposti dalla OIL).

Grande attenzione va posta all'uso di strumenti informativi idonei : il libretto-cartella sanitaria individuale e di rischio, la sintesi periodica per gruppi di esposti dei risultati della sorveglianza sanitaria (registro dati biostatistici), le denunce di malattia professionale (articolo 139 legge 1124), le segnalazioni all'Ispettorato del Lavoro, alle UU.SS.LL., all'INAIL, alla Pretura di malattie e di alterazioni non tabellate ma attribuibili a condizioni di lavoro.

Elemento quest'ultimo essenziale per far avanzare le conoscenze in medicina del lavoro affinché la sorveglianza sanitaria non sia un adempimento burocratico ma un momento di valorizzazione della professionalità del medico e della struttura sanitaria, un momento di informazione e prevenzione per il lavoratore, di ricerca e proposizione di intervento migliorativo delle condizioni di lavoro.

In quest'ottica occorre procedere al recupero della sorveglianza sanitaria di quelle categorie collaterali quali ad esempio: la manutenzione (elettrica, meccanica, muraria) e gli appalti, aree sicuramente oggi maggiormente esposte a fattori di rischio "tradizionali" quali amianto e fibre minerali in genere, prodotti di decomposizione termica, fumi di saldatura e taglio fiamma, elevati livelli sonori, posture incongrue e pericolose, sbalzi termici, ecc. Sono categorie esposte a condizioni di lavoro spesso poco tutelate in operazioni condotte su impianti a pieno regime (es. rifacimento e ripristino refrattari, manutenzione tubi e impianti di condizionamento, pulizia, palatura scorie....).

Occorre inoltre verificare che alcune categorie contrattualmente equiparate ad impiegati quali ad esempio i maestri forni o i conduttori di impianti (tra l'altro frequentemente operatori con anzianità di mansione elevata e quindi potenzialmente più a rischio) non vengano penalizzate da questa loro collocazione per così dire "privilegiata" e di conseguenza siano esclusi dalla sorveglianza sanitaria.

Da ultimo occorre tener presente che, se il fenomeno del prepensionamento ha in parte ridimensionato e ridotto il "peggioramento progressivo delle condizioni di salute tra i 50 e 60 anni tipico del lavoratore siderurgico", d'altro canto ha escluso - per la carenza di accertamenti integrativi mirati mai praticati in passato - molti lavoratori dal riconoscimento di malattia professionale. Il recupero dei lavoratori prepensionati è un problema etico che Impresa, Sindacato, Medici di azienda e operatori delle UU.SS.LL. devono porsi perchè venga resa giustizia almeno sul piano assicurativo.

Infine ci sembra importante proporre almeno sperimentalmente studi epidemiologici di mortalità nel settore siderurgico in alcune aree (ad iniziare da quelle bresciane). Citiamo in letteratura l'analisi della mortalità fra i lavoratori dell'acciaieria di Bolzano, condotta a fine anni '70 da Saia e Marcer dell'Università di Padova, proposta al Convegno del '77 a Milano, indagine dove veniva evidenziato un aumento significativo di mortalità per malattie cardiovascolari in una età relativamente precoce rispetto ai valori attesi nella popolazione generale ed elevata mortalità per tumori in particolare dell'apparato respiratorio e delle prime vie dello apparato digerente, nei lavoratori siderurgici al di sopra dei 50 anni di età e quindi presumibilmente con una lunga durata di esposizione professionale .

Un piccolo primo passo a livello locale potrebbe essere la segnalazione di "tumori sentinella" coinvolgendo in questa prospettiva i medici di base.

Ma sul tema della cancerogenesi professionale, delle denunce dei tumori da lavoro e delle indagini epidemiologiche torneremo a fine anno con una iniziativa specifica della nostra Società.

Sul tema dell'esposizione specifica a cancerogeni nell'industria siderurgica abbiamo allegato agli atti una piccola nota.

BIBLIOGRAFIA

- 1) - Atti del 40° Congresso della Società Italiana Medicina del Lavoro ed Igiene Industriale (Milano 27-29 ottobre 1977) giornata su: "Condizioni di lavoro e di salute nel settore siderurgico nelle fonderie di ghisa e di acciaio. Orientamenti preventivi".
- 2) - Atti del Convegno SNOP (Brescia 14 giugno 1985) "Condizioni di lavoro nel comparto siderurgico. L'acciaieria elettrica".
- 3) - Bollettini di informazione della CECA - Azione Comunitaria Ergonomica.
- 4) - Atti degli incontri di studio del 3° e 4° Programma CECA di Ergonomia (Milano 1983 e Taranto 1986).
- 5) - Indagini varie condotte a livello nazionale dai servizi territoriali di Igiene e Medicina del Lavoro (anni 1973 - 1987).
- 6) - F.Berrino - D. Continenza - F.Ferrario - A.Baldasseroni - A.Borroni - L.Bodini.
"Esposizione professionale a cancerogeni respiratori: l'industria siderurgica"
in Epidemiologia e prevenzione n.25 - 1985.
- 7) - L.Bodini - A.Borroni - B.Mazza - G.Nano - D.Sinigaglia -
Fattori di rischio nell'industria siderurgica, Dibattito sindacale
N.1 - 2, Milano 1979.
- 8) - ASSIDER
La sicurezza nelle acciaierie con forni elettrici - marzo 1981.
- 9) - A.M.Loi - P.L.Paggiaro - N.Serretti - F.Franco - G.Viegi - E.Begliomini.
Asbestos fibres released from thermic cloths: a true occupational hazard
Giornale Italiano di Medicina del Lavoro n.4 - 1982.
- 10) - E.S.Gibson - M.D. R.H. Martin - M.D. and J.N. Lockington - P.Eng.
Lung Cancer Mortality in a Steel Foundry
Journal of Occupational Medicine vol.19, No. 12 December 1977.

- 11) - O.Ll. Lloyd
Respiratory - Cancer Clustering Associated With Localised Industrial air Pollution
The Lancet, february 11, 1978.
- 12) - C.Calearo - R.Fior - G.Pestalozza
"La sordità professionale nell'industria dell'acciaio "
Medicina del Lavoro vol.50 pagg. 458-480 n. 6-7 (1959).
- 13) - I.A.R.C. Monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans
vol.1 - 32, Lyon I.A.R.C. WHO 1972 - 1983.
- 14) - I.A.R.C. Monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans
vol.1 to 29. Supplement IV. Chemicals, Industrial Processes and Industries associated with cancer in humans. Lyon I.A.R.C. WHO, 1982.
- 15) - P. Cole - F.Merletti - Chemical agents and occupational cancer
Journal of Environmental Pathology and Toxicology 3, pagg.399-417, 1980.
- 16) - Ufficio Studi F.L.M. Brescia: Atti dei Convegni sulla siderurgia minore.
Analisi di comparto . Brescia 1981 e 1987.
- 17) - AAVV - Documento della CEE.
Il rumore nei laminatoi - da Rassegna di Medicina dei Lavoratori n.1(1986).
- 18) - Dipartimento di Chimica Fisica Applicata del Politecnico di Milano - Università di Siena - Istituto di Medicina del Lavoro.
Laminatoio per vergella al Pb : analisi dei risultati delle misure da inquinamento da Pb - esposizione ambientale e relativi indicatori biologici
(in corso di stampa).
- 19) - L.Failla - I.Ghezzi
Il rischio nucleare nell'industria siderurgica. I misuratori di livello.
da Inquinamento n.4 - aprile 1982.
- 20) - AAVV - Polycyclic aromatic hydrocarbons in Ontario foundry enviroments
(1982)
- 21) - Atti del Congresso di Taranto 1980 : Le Malattie professionali in siderurgia.



SOCIETÀ NAZIONALE
OPERATORI DELLA PREVENZIONE
NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

2° Seminario: Acciaieria elettrica e lami-
nazione a caldo: condizioni di lavoro e
impatto ambientale. Brescia 12 giugno 1987

MONITORAGGIO BIOLOGICO PER ESPOSIZIONE
A METALLI (cromo-nichel-piombo-mangane
se)

Premessa

La popolazione esaminata nel corso delle esperienze di seguito descritte lavora in alcune acciaierie elettriche della provincia di Brescia che producono acciai di base ed, in minor misura, acciai di qualità o speciali basso legati.

Cromo-Nichel

Le tabelle I e II sintetizzano la distribuzione in classi dei valori delle cromurie e delle nichelurie rilevati in G.O.O. presenti in sette acciaierie elettriche della USSL 41.

I metalli sono stati cercati in campioni di urine estemporanei di fine turno fine settimana lavorativa; le analisi sono state eseguite presso laboratori facenti parte di strutture pubbliche.

Dai dati emersi appare una esposizione a cromo nel complesso modesta ed una esposizione a nichel tendenzialmente assente. Tuttavia, considerata l'intrinseca tossicità dei due metalli e la variabilità dell'esposizione legata a caratteristiche impiantistiche ed a modalità di lavoro, si ritiene opportuno suggerire che la frequenza degli accertamenti analitici in questione venga definita dalle singole Unità Operative solamente dopo aver preso visione dei risultati di una serie di due-tre monitoraggi biologici specifici.

Piombo

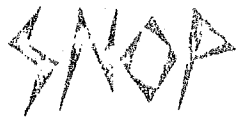
Nelle tabelle III-IV-V-vengono sintetizzati i dati emersi da alcune esperienze relative al monitoraggio biologico per il rischio piombo effettuate da due Unità Operative TSLL.

Le classi di esposizione sono quelle proposte dal 41° Congresso della Società Italiana di Medicina del lavoro ed Igiene industriale.

La tabella III che si riferisce ad una acciaieria laminatoio della USSL 40 mette in evidenza, tra l'altro, la presenza di non trascurabili percentuali di soggetti con piombemia uguale o superiore a 40 mcg/100ml tra gli addetti al forno, i colatori di CC, i colatori di siviera, approntatori di CC e tra i meccanici. Sembra opportuno sottolineare anche il fatto che l'inserimento in classe II e III è risultato essere quasi sempre dovuto ai soli valori di ZPP spesso poco superiori a 40 mcg/100ml.

La tabella IV che si riferisce ad una acciaieria sempre dell'USSL 40 mostra una sostanziale omogeneità di rischio, non elevato, tra le varie aree nei due anni indagati e messi a confronto.

La tabella V e V bis riassume i dati inerenti a sette acciaierie della USSL 41.



SOCIETA NAZIONALE
OPERATORI DELLA PREVENZIONE
NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

In sintesi, da una valutazione complessiva dei dati presentati sembra emergere una esposizione a piombo inorganico inseribile nella maggior parte dei casi nelle classi I e II e quindi nel complesso contenuta. Ciò non significa che la guardia possa essere abbassata quanto invece che è necessario che, in termini ancora più vincolanti che per l'esposizione a cromo e nichel, le singole Unità Operative definiscano la frequenza degli accertamenti analitici sulla base dei risultati del monitoraggio biologico.

Manganese

Nelle tabelle VI e VII vengono sintetizzati i risultati del monitoraggio biologico del manganese effettuato in una acciaieria elettrica dell'USSL 36 ed in una dell'USSL 41. Le due acciaierie sono omogenee per il tipo di prodotti; le analisi sono state effettuate, per l'USSL 36 dal Laboratorio della Clinica del Lavoro di Pavia e da laboratori facenti parte di strutture della stessa USSL, su campioni estemporanei di urine raccolte a fine turno e verso la fine della settimana lavorativa. Il confronto tra le colonne 1 e 2 della tabella VI (le uniche confrontabili) fa risaltare ampie oscillazioni interindividuali ed intraindividuali nell'ambito delle stesse mansioni la cui spiegazione è al momento poco chiara (contaminazione del campione?, esposizioni extralavorative di tipo alimentare?). La tabella VII mette viceversa in evidenza valori più omogenei e meno contraddittori.

In conclusione, le due esperienze proposte suggeriscono l'opportunità di non effettuare, in attività lavorative simili a quelle indagate, un monitoraggio biologico routinario del manganese; resta fermo il fatto che è necessario un maggior approfondimento che non può non riguardare anche le metodiche analitiche.

dott. Gino Barbieri USSL36 (Iseo)
dott. Antonio Candela USSL41 (BS)
dott. Francesco Franchi USSL40 (Salò)

TAB I

Mansioni	CROMURIE			
	N°	Classe		
		I	II	III
Addetti Forno	31	31 100%		
Gruisti carica forno	9	8 89%	1 11%	
Colatori Siviera	7	7 100%		
Colatori C C	32	29 91%	3 9%	
Gruisti Colata Continua	10	10 100%		
TOTALE	89	85 95,5%	4 4,5%	

TAB II

NICHELURIE				
N°	Non dosab.	Classe		
		I	II	III
30	25 83%	5 17%		
9	6 67%	3 33%		
7	6 86%	1 14%		
31	25 81%	6 19%		
10	8 80%	2 20%		
87	70 80%	17 20%		

CLASSI DI ESPOSIZIONE

	I°	II°	III°
CROMO URIN. μ /g CREATININA URINARIA DIFFERENZA (Δ) INIZIO - FINE ESPOSIZIONE	< 5	$5 \div 15$ $\Delta < 5$	> 15 $\Delta > 5$
NICHEL URIN. μ /g CREATININA URIN.	< 10	$10 \div 20$	> 20
GIUDIZIO SULL'ESPOSIZIONE ATTUALE GIUDIZIO SULL'ESPOSIZIONE PREGR.	TRASCURABILE TRASCURABILE	ACCETTABILE MODESTA	ECESSIVA RILEVANTE
PROVVEDIMENTI INDIVIDUALI PROVVEDIMENTI COLLETTIVI	CONTROLLO TRIM. degli INDICATORI di ESPOSIZIONE NESSUNO	CONTR. TRIM. degli INDICATORI di ESPOSIZIONE CONTROLLO AMBIENTE LAVORO	ALLONTANAMENTO TEMP. DAL RISCHIO (Denun- cia INAIL) NECESS. BONIFICA AMBIENTALE

Tah. 3

G.O.O.	N° sogg.	Anz.Lav.	Pbemia	ZPP	N°Pbemie > 40	Classe			
						I	II	III	IV
Addetti Forno	40	5 ± 4 (1-12,5)	30 ± 12 (13 - 56)	52 ± 16 (31 -115)	7 (17.5%)	10 25%	29 72%	1 3%	
Colatori C C	23	7.5 ± 5 (1-17)	32 ± 10 (19 - 62)	65 ± 32 (30-161)	3 13%	3 13%	18 78%	2 9%	
Evacuatori CC	3	14 ± 1 (1-15)	27 ± 4 (24.5-32)	55 ± 23 (41-81)			3 100%		
Approntatore CC	9	14 ± 1 (12-16)	35 ± 9 (22-45)	69 ± 22 (38-105)	4 44%	1 11%	8 89%		
Colatori di Siviera	8	8 ± 5 (2-16)	37 ± 9 (26-51)	55 ± 19,5 (35-95)	3 37,5%	1 12,5%	7 87,5%		
Jolly Acciaieria	3	4 ± 5	31 ± 4	50 ± 4.5			3 100%		
Meccanici Acc.	8	9 ± 5 (1 -17)	28 ± 15 (15-50)	43 ± 25 (15-79)	2 25%	3 37,5%	5 62,5%		
Gruisti rottame	4	12,5 ± 4 (7- 17)	24 ± 8 (14-33)	29 ± 15 (11-45)		3 75%	1 25%		
Gruisti Forni	7	11 ± 3 (5- 14)	23 ± 7,5 (16-37)	48 ± 13 (34-72,5)		3 43%	4 57%		
Gruisti C C	8	14 ± 3 (9- 17)	26 ± 4 (22-34)	47,5 ± 11 (39-70,5)		1 12,5%	7 87,5%		
Laminatoio 1	12		16 ± 8	30 ± 14		83%	17%		
Laminatoio 2	11		14 ± 10	23 ± 11		82%	18%		

Tab.4
1

AREA	Anno	N° esami	Anz. Lav.	Pbemia	ZPP	Classe				N° Piombemie > 40
						I	II	III	IV	
FORNO	86	12	12 ± 7 (1-22)	28 ± 5 (19-36)	34 ± 3 (29-38)	12 100%				0
	87	13	9 ± 7 (1-23)	29 ± 3 (25-35)	32.5 ± 3 (28-36)	13 100%				0
COLATA C.	86	18	10 ± 7 (1-21)	27 ± 5 (19-35)	31 ± 2 (28-37)	18 100%				0
	87	18	9 ± 7 (1-22)	28 ± 3.5 (24-35)	34 ± 3 (29-39)	18 100%				0
GRUISTI	86	19	11 ± 8 (0-23)	28.5 ± 4 (23-37)	32 ± 5 (25-41)	18 95%	1 5%			0
	87	15	10 ± 7 (1-23)	28 ± 3 (23-34)	34 ± 3 (29-36)	15 100%				0
Meccanici Elettrici=	86	14	8 ± 5 (2-17)	28 ± 4 (22-33)	31 ± 6 (25-50)	13 93%	1 7%			0
	87	14	8 ± 4 (4-18)	29 ± 3.5 (25-33)	33 ± 2 (29-37)	14 100%				0

TAB V

PIOMBEMIE

AZIENDA	ADDETTI FORNO		GRUISTI CARICO FORNO		COLATORI SIVIERA		ADDETTI C.C.		GRUISTI C.C.	
	N°	Media D.S.	N°	Media D.S.	N°	Media D.S.	N°	Media D.S.	N°	Media D.S.
A	3	41 ± 18 (27-61)	6	21 ± 6 (15-30)			6	33 ± 14 (12-51)	7	$26,5 \pm 13$ (10-41)
B	29	$27,5 \pm 8$ (17-45)	8	$26,5 \pm 9,5$ (17-47)	14	24 ± 7 (12-42,5)				
C	10	39 ± 10 (29-59)	2	44 ± 21 (29-59)						
D	8	34 ± 10 (22-52)	4	33 ± 15 (22-55)					33	$19 \pm 17,5$ (14-28)
E	2	26 ± 12 (17,5-35)	2	28 ± 7 (23-33)						
F	8	31 ± 9 (16-44)	2	29 ± 1 (28-30)	6	$32,5 \pm 12$ (18-47)			3	23 ± 6 (16-27)
G	16	40 ± 10 (16-54)	4	45 ± 9 (38-59)					3	41 ± 10 (33-52)

TAB V bis

Z P P

AZIENDA	ADDETTI FORNO		GRUISTI CARICA FORNO		COLATORI SIVIERA		ADDETTI C.C.		GRUISTI C.C.	
	N°	Media D.S.	N°	Media D.S.	N°	Media D.S.	N°	Media D.S.	N°	Media D.S.
A	3	33 ± 6 (27-39)	6	35 ± 8 (27-47)			6	32 ± 11 (20-49)	7	42 ± 28 (26-104)
B	29	47 ± 13 (31-76)	8	51 ± 27 (24-113)	14	$36,5 \pm 10$ (19-51)				
C	10	31 ± 9 (22-50)	2	37 ± 7 (32-42)						
D	8	$36 \pm 8,5$ (27-54)	4	43 ± 15 (29-63)					3	44 ± 2 (42-46)
E	2	32 ± 1 (31-33)	2	37 ± 20 (23-51)						
F	8	$26,5 \pm 9$ (16-40)	2	$17,5 \pm 2$ (16-19)	6	37 ± 27 (18-88)			3	37 ± 14 (26-52)
G	16	41 ± 21 (20-104)	4	50 ± 19 (36-78)					3	51 ± 29 (34-85)

MONITORAGGIO BIOLOGICO IN ACCIAIERIA ELETTRICA

TAB. VI Determinazione di Manganese Urinario (MnU) in 3 successivi controlli presso una acciaieria - U.S.S.L. n.36

N°	Mansione	N.C.	MnU- /l giu. '84	MnU- /l Nov. '84	Lav.	MnU- /l Sett. '85
1	Gruista-rottame	C.F.	13	10	B	7.4
2	" "	L.A.	8	22	B	7.4
3	" "	F.F.	2.2	12	P	3.7
4	" -forno	M.I.	15.	8	Z	5.1
5	Forno	G.V.	20	32	G	5.3
6	"	B.L.	5.5	10	S	12.7
7	"	B.A.	14.	6	B	5.1
8	"	G.G.	10	11	C	6.3
9	"	G.M.	5	10	M	3.9
10	"	S.P.	7	15	C	20
11	"	B.T.	44	10	Z	11.7
12	"	F.A.	---	10	Z	5.8
13	"	A.P.	6.5	15	O	10
14	Colatore-Siviera	F.M.	---	14	G	4.2
15	" "	A.G.	4.2	5	R	6.9
16	" "	G.D.	2.5	16	T	9
17	Colata continua	P.A.	8	28	M	7.4
18	" "	M.E.	---	16	S	11
19	" "	G.G.	13	4	Z	6.9
20	" "	B.B.	---	14	R	2.4
21	" "	S.G.	1.5	27	D	7.9
22	" "	G.G.	3.7	9	F	7.4
23	" "	B.F.	---	12	G	7.4
24	" "	M.R.	5.2	19	P	12
25	Laminatoio	T.S.	10	9	P	5.3
26	"	Z.D.	3.5	2	B	7.4
27	"	B.G.	12	9	Z	6.9
28	"	B.L.	6	14	B	9
29	"	M.M.	2.7	8	Z	7.7
30	carrop.lam.	R.A.	2	7	Z	7.7
31	Manu.Mecc.	G.C.	7	6	B	5.3
32	Officina	Z.M.	4	20		
33	Analista	R.N.	5.7	17		
34	Portineria	B.L.	2.5	9.		
MnU media			8.4	12.8		7.6
S.D.			8.2	6.8		3.3
Val. min. e max.			1.5-44	2-32		2.4-20

* Ultimo controllo con personale largamente rinnovato (mansione non rilevata dal medico di fabbrica; nome del lavoratore non trascritto dal Laboratorio Analisi)

TAB. VII

MONITORAGGIO BIOLOGICO MANGANESE URINARIO
PRESSO UNA ACCIAIERIA - U.S.S.L. N. 41

MANSIONE E/O AREA	N° LAV.	MEDIA	D.S.	RANGE
COLATORI C.C.	53	0,9	$\pm 0,8$	0,2 - 3,5
AREA FORNO (colatori siviera addetti forno colatori fossa)	70	1,16	$\pm 1,1$	0,2 - 6,4
GRUISTI ACCIAIERIA	48	0,85	$\pm 0,9$	0,2 - 4
MANUTENZIONE ELETTRICA ACCIAIERIA	16	1,4	$\pm 2,4$	0,3 - 10,4
MANUTENZIONE MECCANICA ACCIAIERIA	15	0,69	$\pm 0,3$	0,3 - 1,3
LAMINATOIO	11	1,6	$\pm 2,4$	0,3 - 8,7
RIFACIMENTO REFRATTARI	3	1,26	$\pm 0,7$	0,6 - 2,1

Relazione sul confronto dei dati statistici 1984/86 delle audiometrie eseguite
negli operai della Ditta SAFAU di Cargnacco.

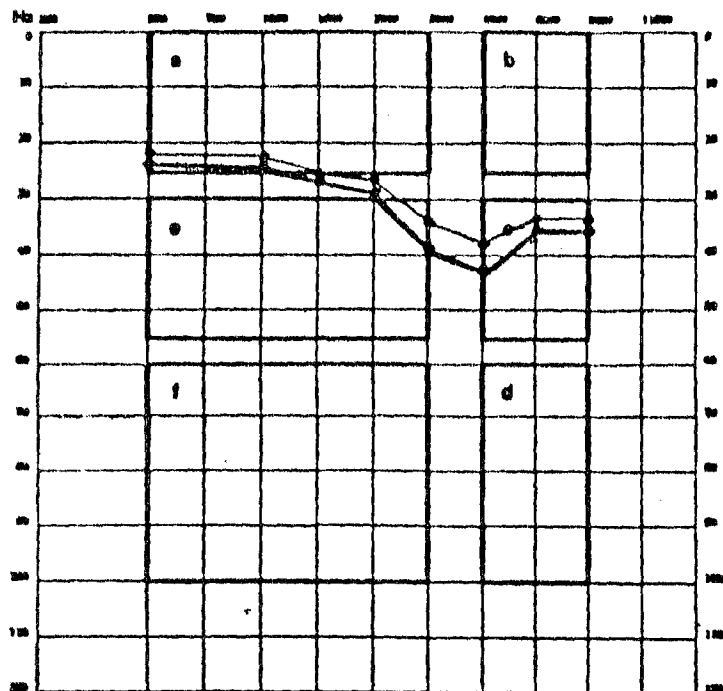
L'ordine di gravità relativa del diagramma medio per i vari reparti
e secondo la classificazione Merluzzi 1979, è la seguente:

Manutenzione edile	grado 3°
Condizionamento molatori	" 3°
Manutenzione meccanica	" 3°
Acciaieria	" 2°
Acciaieria gruisti	" 2°
Condizionamento e altri	" 2°
Blooming	" 2°
Servizi vari	" 2°
Manutenzione elettrica	" 1°

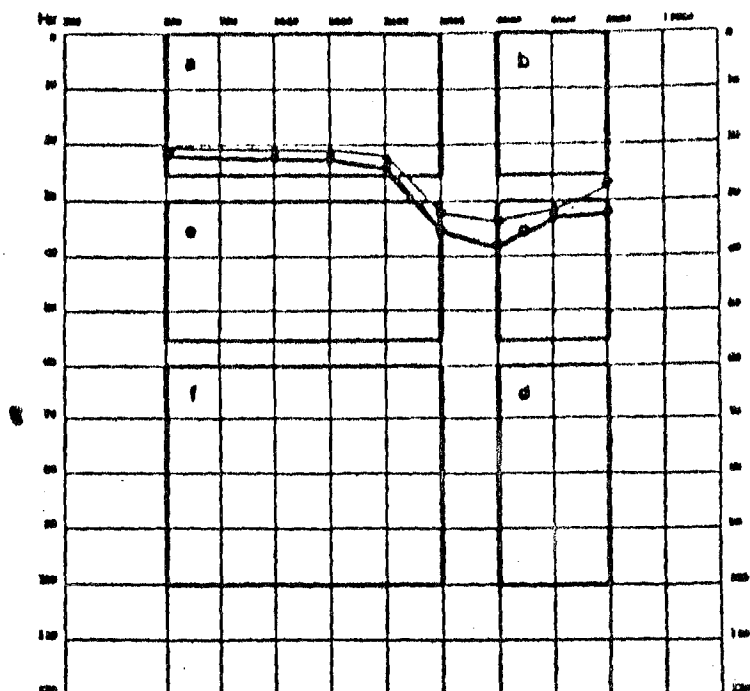
Nessuna delle differenze tra i diagrammi medi del 1984 e quelli del
1980 risulta statisticamente significativa in quanto la varianza alle varie fre-
quenze copre il peggioramento relativo.

Prescindendo dal dato statistico si apprezza ad occhio che la maggior
esposizione a rumore si ha nei reparti condizionamento molatori, manutenzione e-
dile ed acciaieria, dove evidentemente si dovrà insistere sui presidi di preven-
zione individuale o collettiva dove possibile.

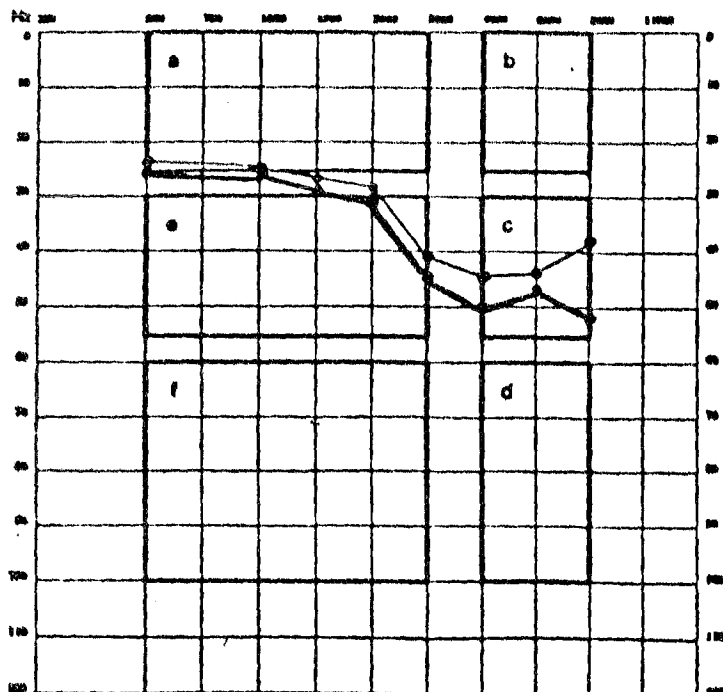
ACCIAIERIA



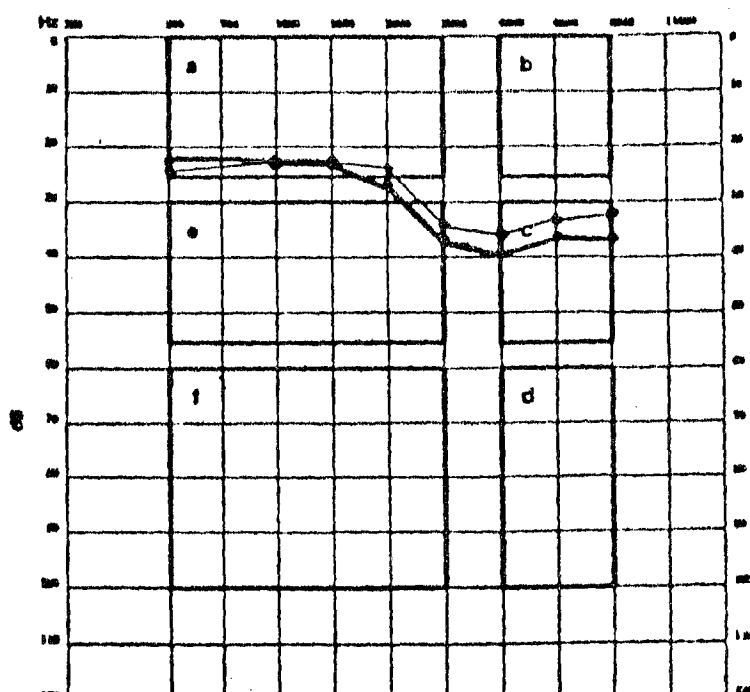
ACCIAIERIA GRUISTI



CONDIZIONAMENTO MOLATORI



CONDIZIONAMENTO ALTRI

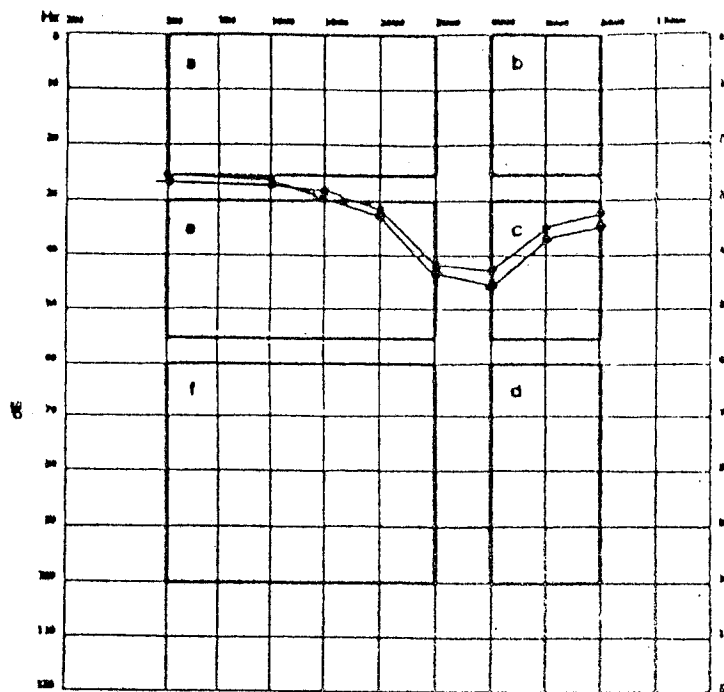
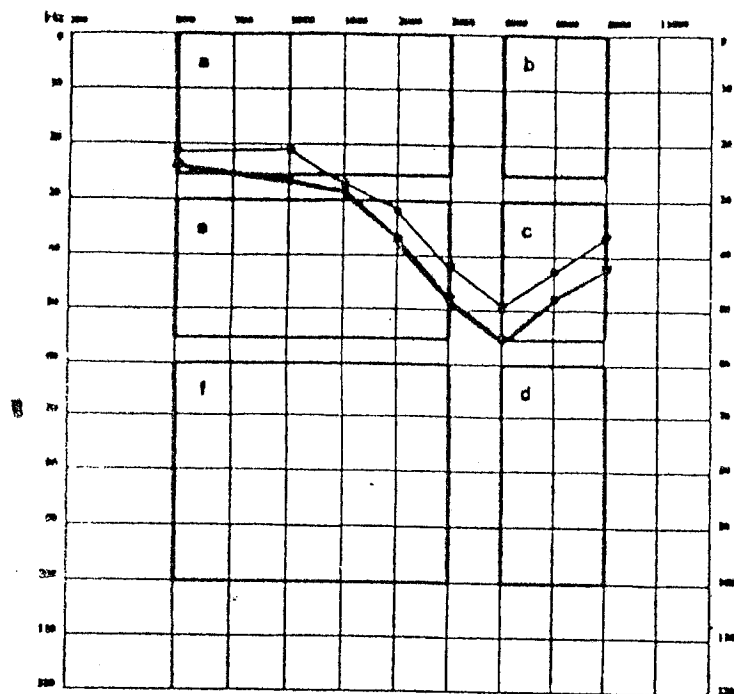


1984 —

1986 - -

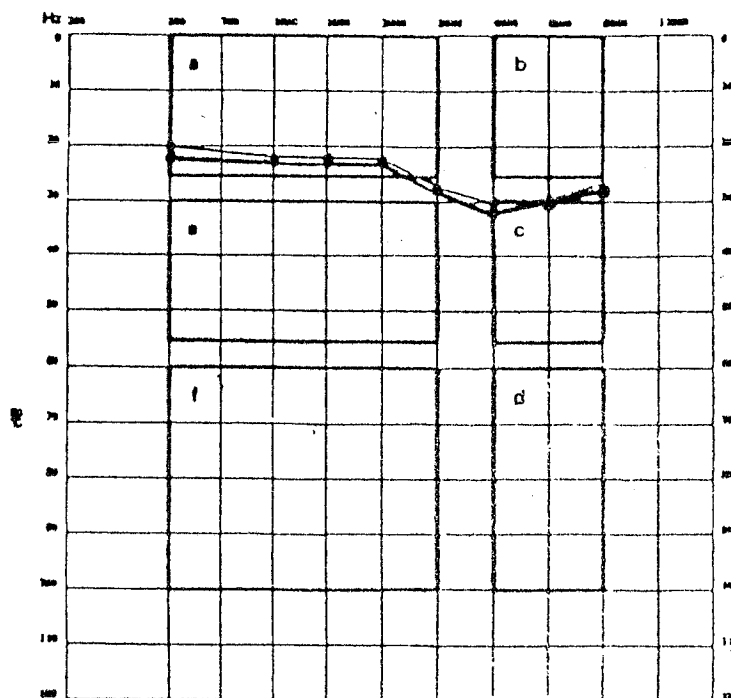
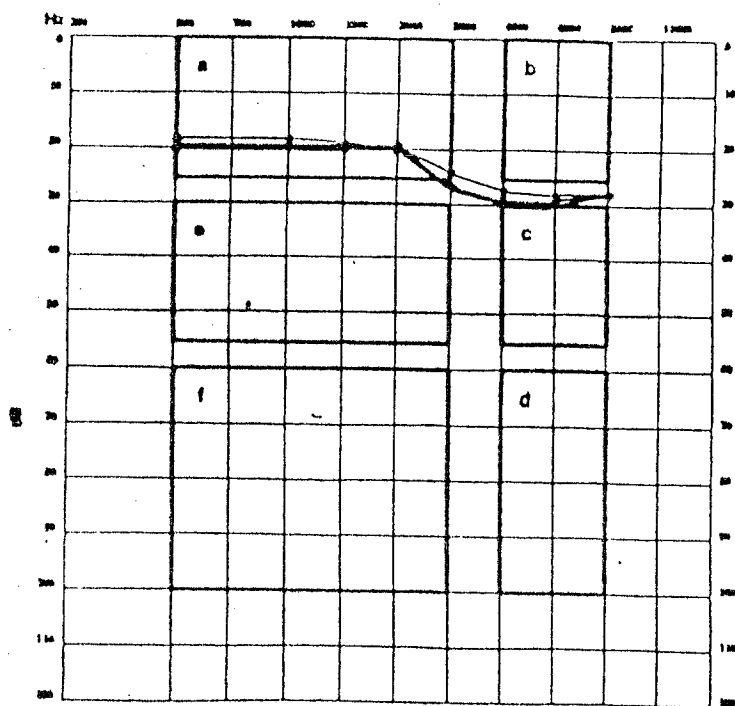
MANUTENZIONE EDILE

MANUTENZIONE MECCANICA



MANUTENZIONE ELETTRICA

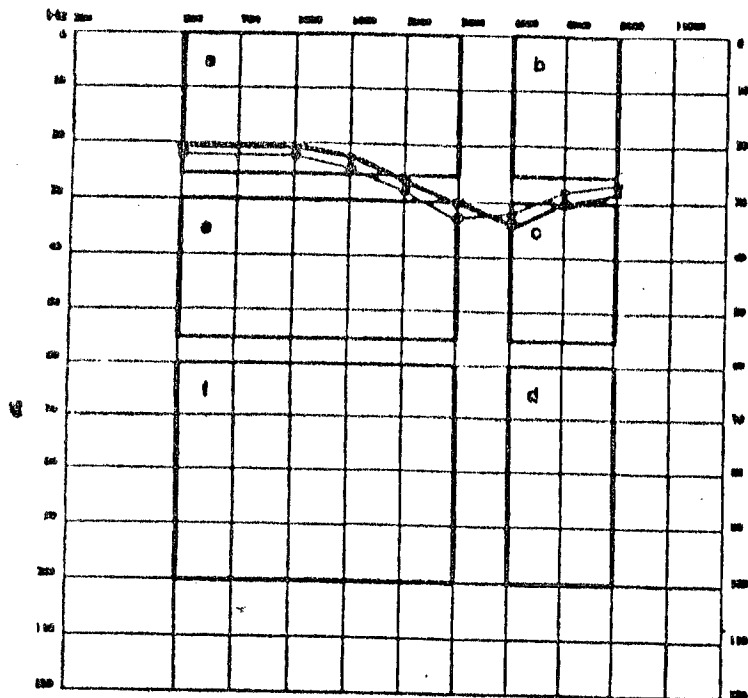
SERVIZI VARI



1984 -

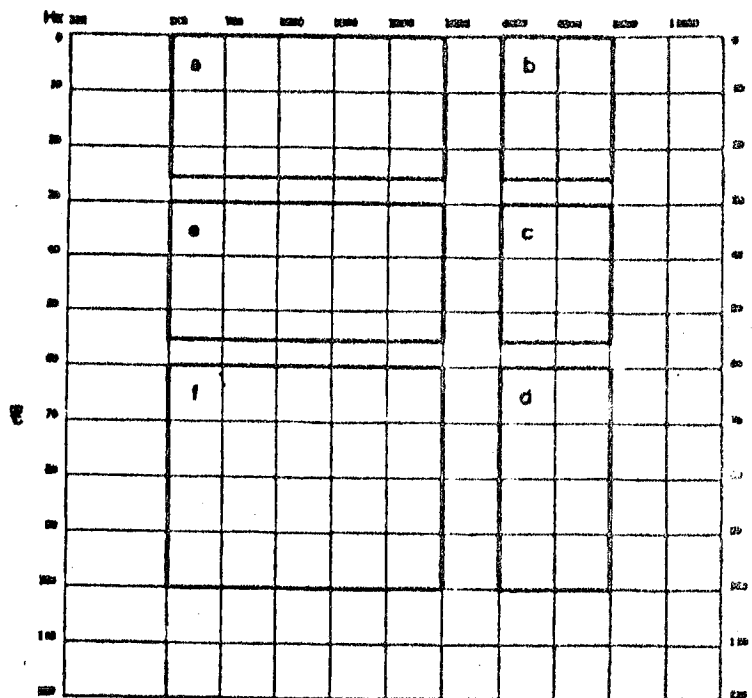
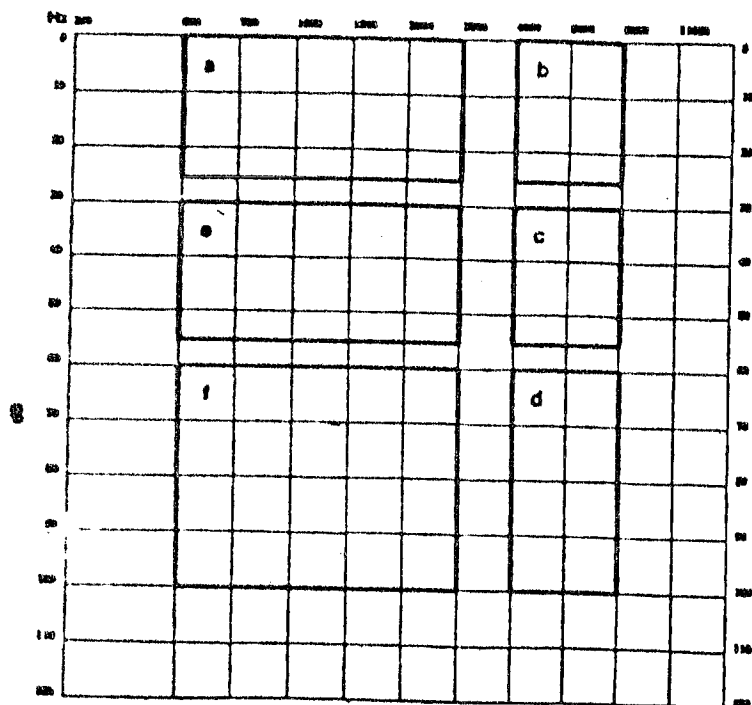
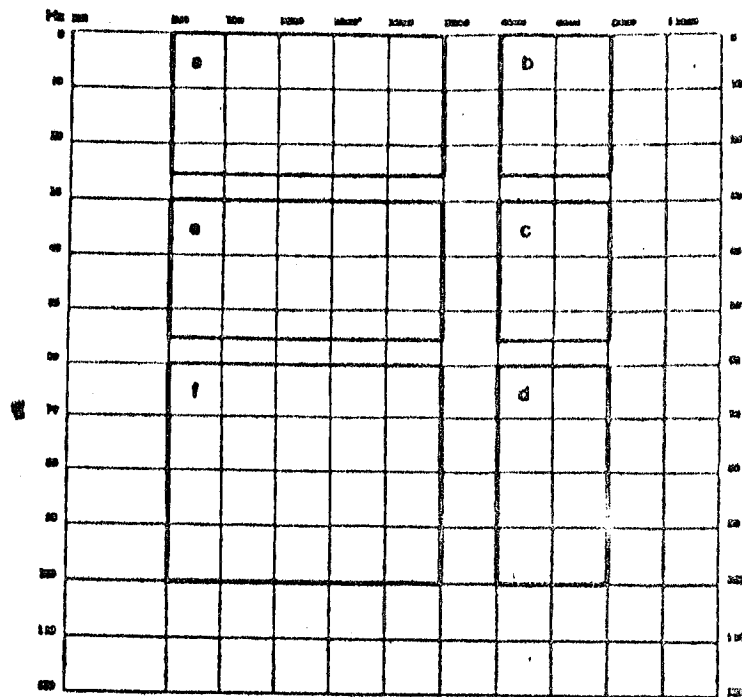
1986 -

BLOOMING



1984 —

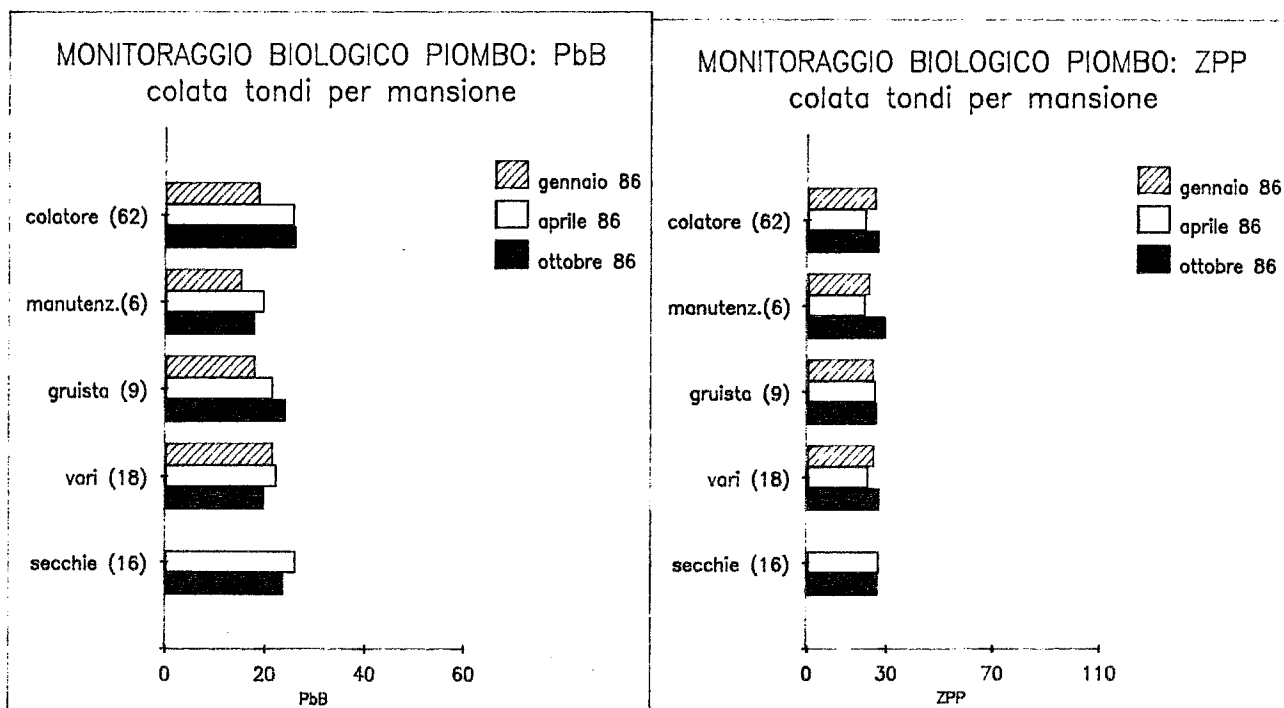
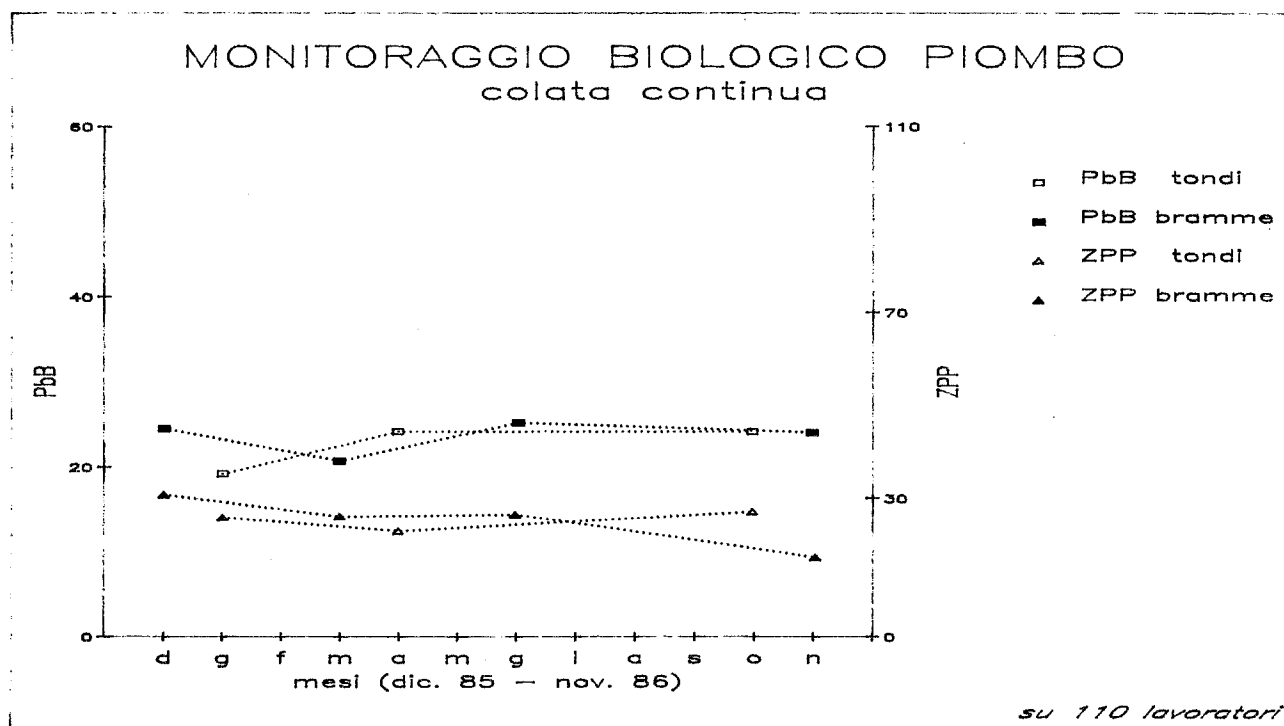
1986 —



FALCK UNIONE - MONITORAGGIO BIOLOGICO DEL PIOMBO (USATO NELL' ACCIAIO ALTOLEGATO) NELL' AREA COLATA TONDI E BRAMME (1984-1986) (USSL 65 SESTO SAN GIOVANNI - UOTSLL).

L' Azienda, su nostra richiesta, ha eseguito tramite due Centri privati il monitoraggio ambientale e biologico per l' esposizione a piombo.

I dati di monitoraggio ambientale hanno dimostrato una riduzione dell'esposizione dopo una serie di provvedimenti ambientali: ottimizzazione delle aspirazioni in colata e in affinazione, automazione delle cariche di silicio di Ca, Pb e di polveri di copertura, migliori norme igieniche personali e pulizia delle aree. Tutti gli addetti (circa 230: colatori paniera, secchia, fossa, manovratori forni, ritiro produzione, manutenzione, gru) eseguono trimestralmente piombemia e ZPP. I tabulati nominali con i risultati ci vengono trasmessi dal Servizio Sanitario Aziendale. I dati che emergono confermano una situazione ampiamente accettabile, che andrà comunque tenuta sotto controllo.



ACCIAIERIA FALCK CONCORDIA - INDAGINE CONDOTTA NEL 1975 DAL SERVIZIO DI MEDICINA DEL LAVORO (S.M.A.L.) DI SESTO SAN GIOVANNI IN COLLABORAZIONE CON IL CPA DI MILANO.

Indagine sanitaria sull'incidenza delle broncopneumopatie, cardiopatie e ipoacusie da rumore tra i lavoratori dell'acciaieria (circa 480) a seguito dell'indagine ambientale (già pubblicata nel 1979 su libro della F.L.M.).

Punti dell'indagine:

- esame obbiettivo
- questionario CECA
- spirometria (CV - VEMS - VR)
- schermografia del torace
- questionario per cardiopatie
- ECG a riposo, dopo e durante un minuto di iperventilazione e da sforzo
- audiometria e questionario otologico

Abbiamo scelto questa indagine per la completezza delle informazioni e sostanzialmente per la ripetitività dei risultati in quelle susseguenti. Riportiamo nelle tabelle di sintesi i risultati relativi alle funzioni uditive e all'apparato respiratorio.

DIAGNOSI AUDIOLOGICA PER MANSIONE

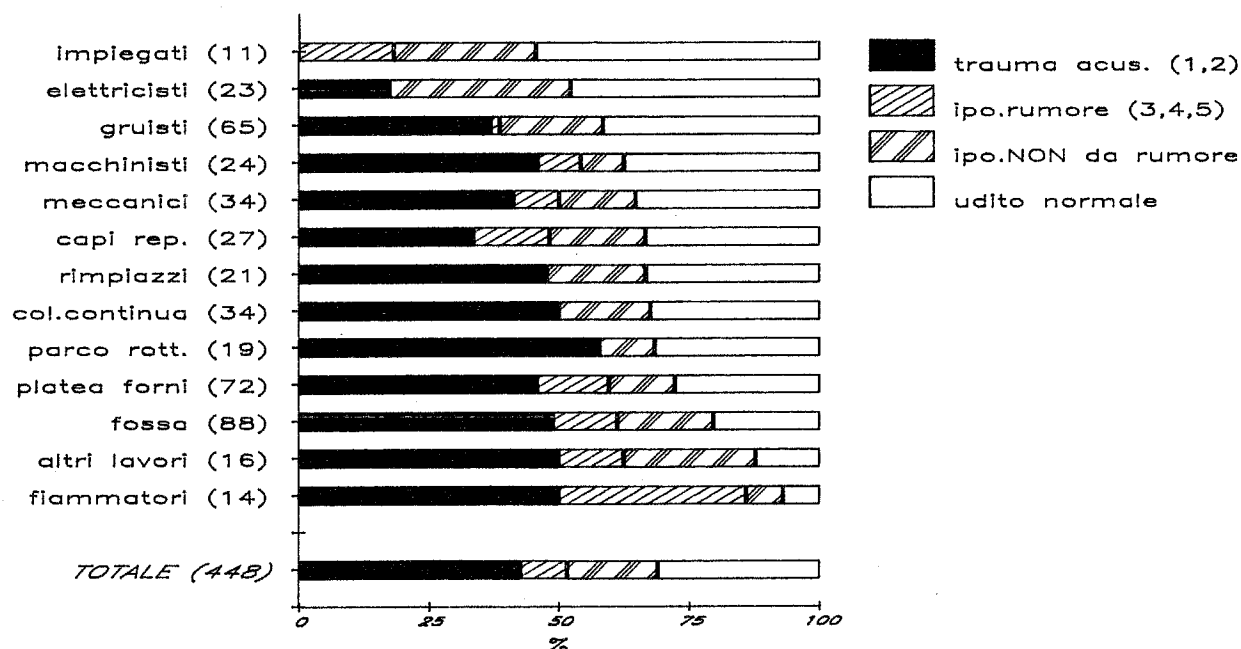


tabella 1

DIAGNOSI AUDIOLOGICA ED ANNI DI ESPOSIZIONE AL RUMORE

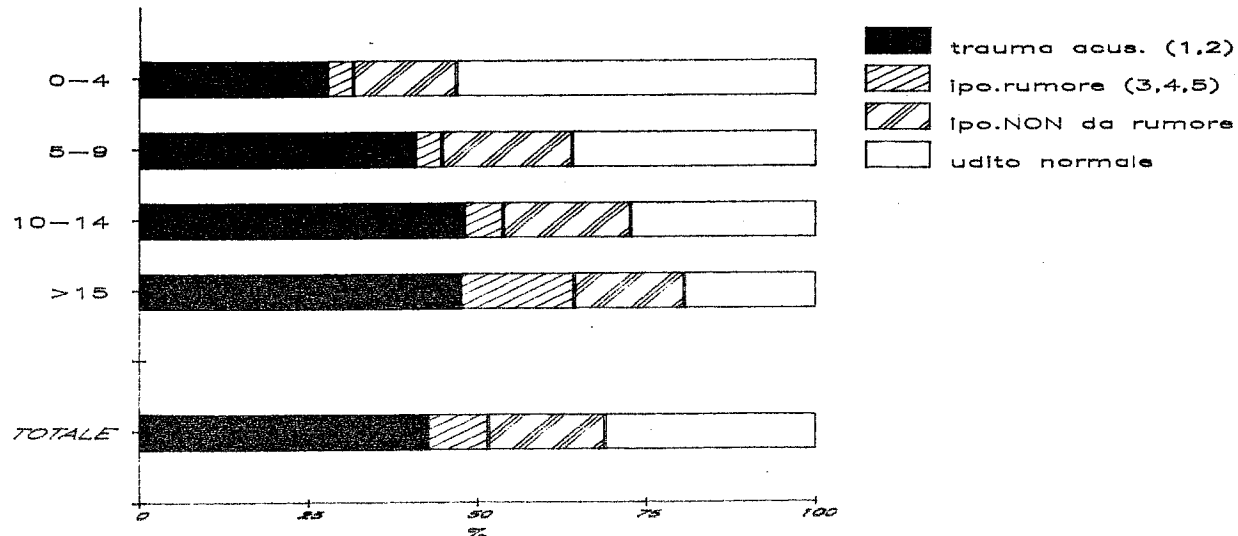
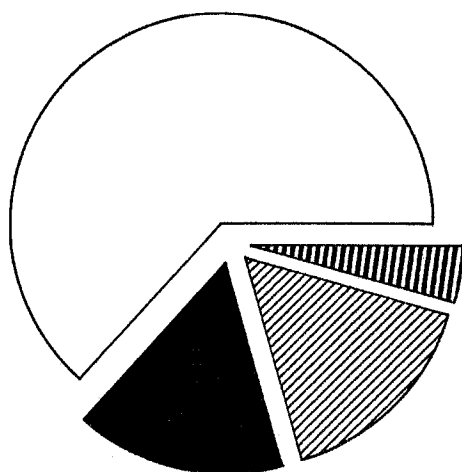


tabella 2

RISULTATI COMPLESSIVI DELL'INDAGINE SULL'APPARATO RESPIRATORIO



- ▽ indenni da AR (305) 63.4%
- ▲ BC con alterazioni (77) 16%
- ▨ BC semplice (78) 18.2%
- ▤ altra patologia (21) 4.4%

AR=affezioni respiratorie BC=bronchite cronica

tabella 3

CONFRONTO TRA PORTATORI E NON PORTATORI DI BRONCHITE CRONICA IN RAPPORTO ALL' ANZIANITA' LAVORATIVA TOTALE

	10	10-19	>19	TOT
NORMALE	156 72,6%	78 56,9%	41 42,7%	275
BR.CRONICA	50 23,3%	54 39,4%	48 50,0%	152
SILICOSI	1 0,4%	1 0,7%	-	2
ALTRE	8 3,7%	4 2,9%	7 7,3%	19
TOTALE	215	137	96	448

tabella 4

CONFRONTO TRA PORTATORI E NON PORTATORI DI BRONCHITE CRONICA IN RAPPORTO AL FUMO

	NO	< 15	>15	TOT
NORMALE	65 85,5%	89 68,5%	121 50,0%	275 61,4%
BR.CRONICA	8 10,6%	36 27,6%	108 44,6%	152 34,0%
SILICOSI	-	1 0,8%	1 0,4%	2 0,4%
ALTRE	3 3,9%	4 3,1%	12 4,0%	19 4,2%
TOTALE	76	130	242	448

tabella 5

CONFRONTO TRA PORTATORI E NON PORTATORI DI BRONCHITE CRONICA IN RAPPORTO ALLA ESPOSIZIONE A POLVERI

	NO	+	++	+++	TOT
NORMALE	30 90,9%	96 68,6%	115 58,9%	64 56,6%	305
BR.CRONICA	3 9,1%	39 27,9%	69 35,5%	44 39,0%	155
SILICOSI	-	-	2 1,0%	-	2
ALTRE	-	5 3,5%	9 4,6%	5 4,4%	19
TOTALE	33	140	195	113	481

tabella 6

Distribuzione di frequenza dei danni uditivi rilevati in 21 Aziende Siderurgiche di
Brescia e Provincia

AZIENDE SIDERURGICHE	Anno di Rilev.	N° addetti	N° lavorat. esamin.	CLASSIFICAZIONE ES. AUDIOMETRICI (Merluzzi e coll. - 1981)								Denunce Malatt. Profes.
				0	1	2	3	4	5	6	7	
ALFA, Brescia (AL)	1986	436	395	221	65	36	17	5	12	12	27	33
BISIDER, Brescia (AL)	1985	285	241	119	52	33	9	1	16	7	4	34
ORI MARTIN, BS (AL)	1984	335	280	94	53	40	11	1	3	23	55	
PIETRA, Brescia (AT)	1987	460	421	63	71	76	26	7	19	88	71	70
BUSSENI, Nave (AL)	1984	130	127	54	17	26	12	1	1	—	16	
AFIM, Nave (AL)	1985	175	164	54	40	24	11	3	10	7	15	
LUCCHINI, Sarezzo (L)	1986	288	243	132	32	34	4	—	11	13	17	
FERALPI, Lonato (L)	1986	453	358	146	55	48	25	1	42	17	24	68 (85-87)
OLS, Pisogne (AL)	1983	256	256	93	35	41	12	10	11	39	15	23
STEFANA Fli, Nave (AL)	1983		602	220	57	143	57	7	—	—	118	
STEFANA, Ospitalet (A)	1986	254	125	40	33	15	4	19	—	—	—	
ASO, Ospitaletto (A)	1985	63	54	8	1	14	6	1	—	7	17	21
PROFIL.NAVE, Montirone (A)	1985	138	121	72	19	18	7	1	3	1	—	14
ACC.LONATO, Lonato (A)	1987	70	60	30	11	19	—	—	—	—	—	
SETA, S.Zeno (A)	1986	210	152	81	15	23	8	1	6	14	4	25
ALFER, Pisogne (L)	1983	114	97	25	22	21	9	2	3	6	9	13
NUOVA FERROSIDER Montirone (L)	1986	99	83	43	22	10	1	—	—	3	4	
METALGOI, Brescia (L)	1984	40	39	11	5	11	4	—	4	2	2	8
PROFIL NAVE, Nave (L)	1983	130	127	41	20	21	7	3	1	—	34	
SOLAFER, Nave (L)	1986	21	21	2	5	8	4	—	—	1	1	
SETA, Roncadelle (T)	1986	292	253	149	28	34	10	1	9	13	9	30
		4249	4219	1698	658	695	244	64	151	253	442	339

A = Acciaierie

L = Laminatoi

T = Tubifici



SOCIETÀ NAZIONALE
OPERATORI DELLA PREVENZIONE
NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

Brescia, 12 Giugno 1987

INDUSTRIA SIDERURGICA
2° SEMINARIO

DANNI UDITIVI DA RUMORE NELL'INDUSTRIA SIDERURGICA (Studio di prevalenza)

L'inquinamento acustico in siderurgia, a più riprese documentato, comporta una probabilità di contrarre lesioni permanenti, spesso gravemente invalidanti.

I servizi di Medicina del Lavoro delle USSL di Brescia e Provincia hanno raccolto ed elaborato i risultati di screening audiologici eseguiti in 21 Aziende siderurgiche di tipologie affini nel periodo 1983-1986.

I controlli audiometrici sono stati realizzati in parte direttamente dalle USSL ed in parte dai Centri privati e/o P.S.A.; in ogni caso le procedure utilizzate si riferiscono al protocollo Merluzzi et coll. 1981 - Regione Lombardia.

Per ognuna delle 21 Aziende esaminate si è scelto il più recente controllo disponibile riferito ad un singolo anno; sono stati così esaminati 4219 esami audiometrici, frutto della prima estesa indagine eseguita a tappeto in numerose Aziende locali.

I risultati sono di seguito esposti secondo la classificazione proposta da Merluzzi et coll.

Lavoratori esaminati	Ipoacusie di grado					Ipoacusie Miste
	Normali	Lieve (1 cl.)	Medio (2,3 cl.)	Grave (4,5 cl.)		
4219	1698	658	939	215		253
%	40.2	15.6	22.2	5.1		5.9

Circa il 50% dei lavoratori esaminati ha contratto una ipoacusia professionale; in circa il 30% di casi trattasi di un danno di entità medio-grave.

Il reclutamento, inedito nel nostro caso, di oltre 4.000 referti ci consente di confermare e sottolineare quanto già largamente noto, riferendolo tuttavia alla realtà produttiva bresciana.

Realtà in cui, come altrove, molta parte della popolazione siderurgica "storica" aveva già abbandonato la fabbrica nell'ultimo triennio in conseguenza della ormai famosa crisi del settore.

Nel complesso 339 le malattie professionali denunciate all'INAIL in corso di singole indagini con esclusivo riferimento ai casi di entità medio-grave relativi a 11 Aziende su 21.

Il materiale raccolto in questa occasione è disponibile per una trattazione più approfondita ed estesa dell'argomento qui solamente accennato.

La possibilità della prosecuzione del lavoro qui iniziato potrà offrire ulteriori utili contributi alla ricerca.

Altrettanto ci auspichiamo sul piano della prevenzione primaria, aspetto ancora oggi largamente ignorato.

RISCHI NELLA PRODUZIONE DI FERRO-LEGHE

Dott.ssa S. Garattini

U.O. T.S.L.L. U.S.S.L. 37 Breno

T.I. F.Martello.

INTRODUZIONE

Nel territorio dove operiamo sono presenti due industrie che producono ferro-leghe; una terza che produceva ferro-silicio è stata di recente chiusa. Le ferro-leghe prodotte sono:ferro-silico-manganese ferro -manganese -carburato, ferro-cromo-carburato. La produzione del ferro-cromo è stata introdotta da pochi mesi e pertanto è stata oggetto di una ampia indagine.

Note sul ciclo produttivo.

Elenchiamo di seguito le materie prime impiegate:

Ferro-silico-manganese: minerale di manganese, carbone coke, quarzo, dolomite scaglia di ferro.

Ferro-manganese-carburato: minerale di manganese, carbone coke, dolomite, scaglia di ferro.

Ferro-cromo-carburato: minerale di cromo, carbone coke, quarzo.

Le materie prime, contenute in silos aperti vengono pesate e miscelate secondo proporzioni predeterminate. La carica dei forni avviene mediante mezzi meccanici, (pale gommate).

I forni sono ad arco resistenza con elettrodi continui.

Ogni tre ore circa viene effettuata la colata con le seguenti operazioni: perforazione del busaggio, evacuazione delle parti fuse attraverso un canale di colata, separazione del prodotto dalle scorie mediante un sistema a pozzetto sfioratore, tappatura del busaggio. L'ultima fase del ciclo consiste nella frantumazione del prodotto mediante mulino granulatore

I rischi principali.

Si tratta di una lavorazione dove i rischi tradizionali di tipo fisico e di tipo chimico sono ancora presenti in maniera determinante.

Riportiamo di seguito alcuni dati tra i più significativi rilevati in una fabbrica dove vengono prodotti due tipi di ferro-leghe:ferro-silico-manganese e ferro-cromo-carburato.

TABELLA N°1

MICROCLIMA:

posizione di misura	WBGT C°	Esposiz. consent. %	HSI	Esposiz. consent. min.
piano carica forni	31	27	208	9
saldatura camicie	31,8	12	452	8
platea di colata	33	0	262	7

RUMORE:

posizione di misura	Le q
piano carica forni	86 - 84
guida carrelli servizio forno	92 - 84
piano camicie	80
platea di colata	81
guida martello frantumatore	103

POLVERI:

posizione di prelievo	totale mg/m ³	% Si O ₂	respirabile mg/m ³	% Si O ₂
addetto preparazione vasche di colata	4,9	40	4,0	33
carico forni presso silos	1,8	15	0,8	6,5
carico forni presso forni	3,6	2,5	2,4	2

METALLI

TABELLA N°2

Posizione di prelievo		Cromo 6 + mg/m ³	mg/m ³			
			Cromo	Ferro	Manganese	Piombo
4	C.A Piattaforma Ferro - Cromo	—	0,03	0,07	0,1	0,08
5	P.S. Carrellista addetto al caricamento dei forni	—	0,01	0,15	0,08	0,05
6/13	P.S. operatore addetto alla "saldatura camicie" Forno n°2	—	0,01	0,20	0,3	0,1
10	P.S. operatore addetto alla "saldatura camicie" Forno n°1	—	0,01	0,4	1,6	0,3
11	P.S. operatore addetto alla frantumazione del prodotto finito (Fe - Cr)	—	0,01	0,07	0,04	0,02
8	Piano forni C.A. tra i 2 forni	0,005	0,01	0,02	0,06	0,03
15	Piano forni C.A. tra i 2 forni	—	0,03	0,08	0,2	0,07
12	C.A. frantumazione prodotto finito	—	0,01	0,02	0,02	0,003

C.A. = Centro Ambiente

P.S. = Personal Sampler (Campionatore Personale)

Monitoraggio biologico esposti a Cromo.

Non appena iniziata la produzione del ferro-cromo-carburato si è effettuata la misura del cromo urinario con campionamenti all'inizio e alla fine del turno di lavoro, nel primo e ultimo giorno della settimana lavorativa.

Queste determinazioni sono servite quale punto zero, ovvero sono servite quale rilevazione della situazione in una popolazione teoricamente non esposta a cromo o quantomeno in cui la recente esposizione non poteva aver determinato fenomeni di accumulo.

I risultati hanno confermato l'ipotesi iniziale .

Tutti i valori sono risultati paragonabili a quelli di una popolazione non esposta senza differenza tra le mansioni. I successivi controlli serviranno a valutare l'andamento nel tempo della esposizione.

Conclusioni

Un rapido esame dei dati relativi alla indagine ambientale è sufficiente per capire come, in questo tipo di industria, la determinazione dei parametri igienistici serve per quantizzare una situazione di rischio che si caratterizza per un impatto soggettivo violento.

Del resto avendo visitato diverse fabbriche, anche fuori dal territorio della nostra USSL, si può senz'altro affermare che nonostante il ciclo produttivo sia sostanzialmente simile, è possibile abbattere i rischi attraverso buoni impianti di abbattimento dei fumi, l'impiego di idonei mezzi meccanici climatizzati, l'ideazione di una fossa di colata dove l'intervento manuale sia ridotto al minimo.

Le mansioni senz'altro più impegnative per gli operatori sono quelle

della saldatura camicie, dove l'esposizione a fumi di combustione e di metalli è più massiccia, e la perforazione del busaggio, mansione che accanto alla cospicua esposizione a fumi e vapori di metalli associa un discreto rischio di infortuni, anche molto gravi.

Un discorso a parte merita senz'altro il cromo.

La letteratura scientifica ha detto molto sul rischio cancerogeno nella esposizione a cromo, sotto forma di cromati, nelle lavorazioni galvaniche, nella produzione di pigmenti, nella concia delle pelli.

Per quanto riguarda la fusione del minerale dicromite esistono alcune segnalazioni di autori norvegesi e svedesi che hanno trovato un aumento dei tumori polmonari in operai di fabbriche di ferro-leghe.

Spesso inoltre la discussione si è incentrata sulle capacità cancerogene del Cromo III e del Cromo VI. Nel caso della produzione di ferro leghe tutto il Cromo rilevato è Cromo III, mentre il Cromo VI è presente solo in tracce.

Del resto i test in vitro hanno dimostrato che la diversa potenzialità genotossica è legata alla diversa diffusione attraverso le membrane biologiche: buona per il Cromo VI, estremamente complessa per il Cromo III. Tuttavia l'interazione tra DNA e Cromo avviene nella forma trivalente, prodotto di processi di alta riduzione intracellulare del Cromo VI.

Pertanto rimane indispensabile una attenta sorveglianza della popolazione esposta attraverso il monitoraggio biologico e lo studio dell'apparato respiratorio comprese le prime vie.

BIGLIOGRAFIA

- ANGELO GINO LERIS "Mutagenesi ambientale : I test a breve termine con riferimento ai composti del Cromo".
Centro Regionale Cancerogenesi ambientale della regione Veneto.
- AXELSSON E COLL "Mortality and incidence of Tumors among ferrochromium workers". B.J.I.M. 1980; 37: 128-132
- LANGARD "A survey of respiratory Symptoms and lung function in ferrochromium and ferrosilicon workers"
Int.Arch.Occup.Environ.Health 1980; 46: 1-9
- TANTON E COLL."Comparative Toxicity of Trivalent and Hexavalent Chromium"
Enviromental Research 1978. 15 : 90 - 99
- LANGARD E COLL."Incidence of Cancer among Ferrochromium and Ferrosilicon Workers." B.J.I.M. 1980; 37; 114-120
- YUTAK OHSAKI E COLL. "Lung Cancer in Japanese Chromate Workers."
THORAX 1978; 33: 372 - 374
- LEVIS "Cytotoxic Effects of Nexavalent and Trivalent Chromium of Mammalian Cells in Vitro". Br.J. Cancer 1978 .37
- MINOIA E COLL. "Definizione dei valori di riferimento di 30 elementi in tracce nei liquidi biologici" Atti 48° Congresso S.I.M.L. Monduzzi Editore
- VILLA E COLL. " Rapporto tra indicatori di esposizione, di dose e di effetto in una fonderia di ferro- cromo". Regione Lombardia 1981.

RISCHI NELLA FABBRICAZIONE DI ELETTRODI

Dott.ssa S.Garattini

T.I. F.Martello.

Introduzione:

Scopo di questa relazione è di mettere in luce alcuni rischi specifici della fabbricazione degli elettrodi. Tralasciando di trattare i rischi tradizionalmente conosciuti quali il rumore, il microclima, le polveri, per altro ancora importanti in questo tipo di industrie, tratteremo nello specifico il problema dell'inquinamento da idrocarburi aromatici policiclici dovuto all'impiego di pece come materia prima.

Note sul ciclo produttivo.

La materia prima principale, coke di petrolio calcinato, viene miscelata a caldo con vari agglomerati: pece, ossido di ferro, acido stearico, olio minerale.

L'impasto ottenuto viene sottoposto ad estrusione con formazione dell'elettrodo. Quindi fa seguito la cottura mediante riscaldamento in forni ad olio combustibile. L'ultima fase consiste nella grafitazione in forni elettrici dove avviene la formazione della struttura della grafite .

Le principali lavorazioni accessorie sono: l'impregnazione con pece in autoclave per rendere più resistenti gli elettrodi di giunzione; il trattamento superficiale con acido fosforico per modificare le caratteristiche tecniche della grafite.

Cenni generali sui rischi.

- **Polveri** : maggiormente presenti in stoccaggio materie prime, miscelazione, operazioni di scarico forni nella grafitazione.
- **Rumore** : lavorazioni meccaniche (torneria) e officina manutenzione.
- **Microclima** : conduzione forni di cottura, conduzione forni di grafitazione.
- **Ossido di carbonio** : conduzione forni di grafitazione.
- **Idrogeno solforato** : lavorazione con acido fosforico.
- **Idrocarburi aromatici policiclici** : ubiquitario.

Forniamo di seguito alcuni dati più significativi delle rilevazioni ambientali effettuate dal Laboratorio di Igiene Industriale dell'Università di Pavia forniteci dal C.d.F. dello stabilimento presente nel nostro territorio.

Polverosità totale rilevata con campionatori personali espressa in mg/m^3 :campioni più indicativi per reparto e per mansione .

<u>Materie prime</u>	2 - 5,71
<u>Trafila :</u>	
addetto carico pece	6,90
altre postazioni	0,51 - 0,80
<u>Cottura :</u>	
carico elettrodi	4,61
imbottitura	27,3
estrazione elettrodi	11,5
pulizia fondo forno	32,5
centro ambiente forno in cottura	1 - 3,8
<u>Grafitazione tradizionale :</u>	
preparazione forno grafitazione	5,64
posizionamento elettrodi	6,96
riempimento pareti con graniglia	9,6 - 17,87
centro ambiente tra i forni	0,79
apertura forno	3,09
scarico elettrodi	114,00
<u>Grafitazione nuova :</u>	
carico forno	10,03 - 47,15
operatore carro ponte	0,85
<u>Impregnazione :</u>	
conduttore impianto in marcia normale	1,23
carico e scarico autoclave	1,62 - 1,90
<u>Lavorazioni meccaniche :</u>	0,94 - 9,23

Idrocarburi aromatici policiclici

Si tratta di inquinanti ubiquitari originati dalla lavorazione della pece, catrame, bitume, olii minerali.

Dal punto di vista chimico sono composti organici con più anelli aromatici condensati. Gli I.P.A. individuati come dotati di sufficienti indizi di cancerogenicità in sistemi sperimentali sono:

- Benzo (a) antracene - 7-H-Dibenzo (c,g) carbazolo
- Benzo (b) fluorantrene - Dibenzo (a,e) pirene
- Benzo (b) pirene - Dibenzo (a,h) pirene
- Dibenzo (a,h) acridina - Dibenzo (a,i) pirene
- Dibenzo (a,j) acridina - Indeno (1,2,3 - c,d) pirene
- Dibenzo (a,h) antracene

Gli I.P.A. dotati di limitati indizi di cancerogenicità in sistemi sperimentali sono:

- Benzo (c) acridina - Benzo (e) pirene
- Benzo (j) fluorantene - Dibenzo (h,r,s,t) pentafene
- Crisene - Dibenzo (a,l) pirene

I limiti igienistici proposti per gli I.P.A. espressi in microgr./m^3 sono i seguenti:

TLV	ACGIH	200	(CTPV benzene)
TLV	OSHA	150	(COKE OVEN EMISS)
TLV	NIOSH	100	(frazione estraibile cicloesano)
TLV	NORVEGIA	40	(IPA totali)
TLV	SVEZIA	5	(solo per benzo(a)pirene)
TLV	URSS	0,15	(solo per benzo(a)pirene)

Nella fabbrica di elettrodi oggetto di studio sono state ricercate le frazioni di idrocarburi aromatici policiclici di seguito riportate:

Ferrantrene, Antiacene, Fluorantene, Pizene, Benzo(a)antracene, Crisene, Trigenilene; Benzo(a)pirene, Benzo(e)pirene, Perilene.

Per brevità tratteremo solo dei valori ritrovati per il **Benzo(a)pirene** unico per il quale sono stati individuati limiti igienistici.

<u>Materie prime</u>	0,47 - 1,0
----------------------	------------

<u>Trafila</u> - addetto carico-pece	6,68
--------------------------------------	------

Cottura

centro ambiente forni in marcia	0,02
---------------------------------	------

estrazione elettrodi	0,19
----------------------	------

Grafitazione tradizionale

preparazione forno	0,06
--------------------	------

apertura forno	0,08
----------------	------

pulizia testate	4,4
-----------------	-----

Grafitazione nuova

carico forni	0,36
--------------	------

testa forno	0,01
-------------	------

Impregnazione

conduttore impianto marcia normale	0,63
------------------------------------	------

scarico e carico autoclave	2,43
----------------------------	------

Al di là di una valutazione solamente quantitativa di riferimento ad un limite igienistico, operazione non certo consolidata nel campo dei cancerogeni e che non trova un riscontro ed un conforto scientifico sufficiente, quale per gli altri inquinanti fisici e chimici tradizionalmente campionati, questi pochi dati illustrati ci forniscono alcune indicazioni.

Innanzitutto abbiamo potuto verificare come l'inquinamento da IPA sia effettivamente ubiquitario e presente in tutti i reparti.

Inoltre è stato possibile individuare le fasi più critiche della lavorazione: carico e scarico forni, pulizia testate, apertura autoclave.

L'indagine ha inoltre confermato la gravità del rischio della lavorazione di impregnazione con pece in autoclave.

Per completezza segnaliamo alcuni interventi di bonifica attuati dopo l'indagine: condizionamento con captazione dall'esterno dell'aria, per tutte le cabine dei carro-ponte; cappa di aspirazione sulla betoniera della mescola materie prime; miglioramento delle captazioni localizzate nel reparto lavorazioni meccaniche.

Attualmente è in corso un'indagine, all'interno di un progetto di ricerca finalizzata, finanziato dalla Regione Lombardia, consistente nella determinazione del contenuto di IPA nell'aria e nelle urine.

Oggetto di studio è un campione lavoratori significativi per alcune mansioni: conduttori impianto di impregnazione, addetti grafitazione, manutentori.

Scopo dell'indagine è di individuare la correlazione tra contenuti di IPA dell'aria ambiente e nei liquidi biologici per cercare di definire l'assorbimento di tali sostanze

BIBLIOGRAFIA

- NIOSH: "Criteria for a Recommended Standard-Occupational Exposures
to Coal Tar Products.
DHEW (NIOSH) Pub. N° 78 - 107 (1977)
- CROVATO e Coll.: "Il monitoraggio biologico della esposizione profes-
sionale agli idrocarburi aromatici policiclici."
Atti 48° Congresso Nazionale S.I.M.L.
Ed. Monduzzi 1985
- COCCEO e Coll.: "Esposizione ad idrocarburi aromatici polinucleari
nelle acciaierie di seconda fusione"
- REGIONE PIEMONTE: "Primo manuale per il riconoscimento di rischi di
cancerogenicità chimica nell'ambiente di lavoro."
Anno 1981
- GIBSON: "Lung Cancer Mortality in a Steel Foundry."
J.O.M. 1977 Vol.19 N°12.



SOCIETÀ NAZIONALE
OPERATORI DELLA PREVENZIONE
NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

LAVORO IN SIDERURGIA E APPARATO VISIVO

R. Bellucci

Divisione Oculistica dell'Ospedale di Desenzano

(Primario: Dott. P.A. Gelmi)

Il lavoro in siderurgia presenta dei rischi per l'organo della vista, alcuni dei quali dipendono da incidenti di natura meccanica, chimica, termica, mentre altri sono legati all'assorbimento di energia radiante, specie infrarossa ma anche ultravioletta.

EFFETTO DELLE RADIAZIONI INFRAROSSE

Le radiazioni infrarosse hanno effetto patologico sull'occhio a dosi che non provocano anomalie significative nel resto del corpo. Esposizioni croniche a quantità modeste provocano una infiammazione palpebro congiuntivale, o blefarite iperemica, che si manifesta con bruciore, senso di sabbia, fastidio e arrossamento del bordo palpebrale. Non vi è riduzione della capacità visiva, ma solo del benessere oculare; l'importanza clinica è quindi scarsa, e non vi è inabilità lavorativa.

Le radiazioni infrarosse che riescono a penetrare all'interno dell'occhio vengono assorbite dall'iride. Il calore si accumula nel tessuto, specie nel foglietto posteriore più scuro, e viene trasmesso al cristallino. Nel cristallino il calore non può essere smaltito, perchè mancano i vasi, e determina delle opacità dapprima nella corticale anteriore e poi nella corticale posteriore, con disposizione ad anello in corrispondenza dell'iride, lasciando a lungo trasparente il centro. Da qui la necessità di esaminare il cristallino dei lavoratori dopo aver dilatato la pupilla, per una diagnosi precoce della cataratta da raggi infrarossi. L'incidenza di questo tipo di cataratta si è notevolmente ridotta in tempi recenti per l'automazione

di molte lavorazioni e per le misure protettive adottate, tuttavia molti casi sfuggono agli accertamenti perchè non ricercati, o confuso con altri tipi di cataratta, o per la mancanza di contatti tra medico del lavoro e oftalmologo.

Una modesta quantità di radiazioni infrarosse a bassa lunghezza d'onda penetra fino alla retina. L'energia che ne risulta viene assorbita e dispersa dallo strato coriocalpillare della coroide, che è ricco di vasi, e solo in condizioni eccezionali si verificano dei danni.

EFFETTO DELLE RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE

Assorbimento di radiazioni ultraviolette si può verificare durante la saldatura elettrica o ossiacetilenica. Le conseguenze per l'apparato visivo consistono soprattutto nella cheratoconjuntivite attinica, con le sue note manifestazioni cliniche. Si tratta di una forma acuta, che di solito guarisce senza esiti. Le radiazioni UV si sono però dimostrate tossiche anche per il cristallino e per la retina, ed oggi ad esempio si ritiene che molte cataratte presenili e senili nei lavoratori esposti al sole per lunghi periodi (come i pastori sardi) siano legate a questo meccanismo. L'importanza di queste considerazioni in rapporto al lavoro in siderurgia sembra modesta.

LA PREVENZIONE DEI DANNI

A fini preventivi occorre ridurre l'esposizione alle energie infrarossa e ultravioletta, mediante l'automazione delle lavorazioni o l'uso di occhiali protettivi adeguati, che assorbano o riflettano le radiazioni nocive.

Non sempre però l'uso pratico di tali occhiali è possibile o agevole, per cui possiamo ritenere che la prevenzione non venga quasi mai eseguita completamente.

La diagnosi precoce può avvenire tramite il monitoraggio dell'apparato oculare dei lavoratori, per i rischi considerati, ad esempio mediante la scheda ergoftalmologica allegata. L'esame deve essere condotto da uno specialista, che semplicemente compilando la scheda potrà fornire risposte che abbiano una utilità pratica per il medico del lavoro. Nei casi di cataratta incipiente sarà opportuna una accurata descrizione delle opacità, ed una loro eventuale fotografia. Controlli specialistici possono essere programmati dopo due anni per i soggetti che non presentano anomalie, dopo un anno per chi ha alterazioni modeste, dopo sei mesi per i più gravi o ingravescenti. In caso di patologie acute i pazienti andrebbero indirizzati alle strutture specialistiche dell'USSL.

I PROVVEDIMENTI TERAPEUTICI

Il trattamento delle alterazioni oculari riscontrate è di competenza del medico di fabbrica per quanto riguarda le forme di blefarocongiuntivite cronica, da curare con colliri astringenti e (saltuariamente) con antibiotico-cortisonici. Il miglioramento che segue la terapia viene però a ridursi una volta sospesa, perdurando l'esposizione.

I soggetti con cataratta o con lesioni del fondo oculare andranno invece seguiti dall'oculista.

I provvedimenti di restrizione della attività lavorativa andrebbero presi solo per i soggetti che presentino lesioni del cristallino o del fondo simili a quelle tipiche da energia raggiante, specie se appaiono ingravescenti all'esame semestrale. Da notare però che la moderna microchirurgia della cataratta è in grado di ripristinare quasi del tutto la capacità visiva preesistente, mediante l'impianto dei cristallini artificiali. Queste protesi, che consentono una vita del tutto normale, vengono costruite in materiale UV assorbente ed hanno eliminato in via definitiva l'inabilità conseguente alla cataratta da raggi.

'SCHEDA ERGOFTALMOLOGICA PER LAVORATORI DELLA SIDERURGIA

Data

Azienda Reparto

Cognome Nome Età

ANAMNESI OCULARE

Malattie pregresse ☐ Blefarite ☐ Congiuntivite

☐ Cheratite ☐ Corpi estranei corneali

☐ Cataratta

☐ Altro

Disturbi oculari ☐ Bruciore ☐ Secrezione

☐ Lacrimazione ☐ Senso di sabbia ☐ Visione annebbiata

☐ Altro

ESAME OBIETTIVO

Palpebre

Congiuntive

Cristallino (in midriasi)

.....

.....

.....

Retina

.....

DIAGNOSI

☐ Blefarocongiuntivite

☐ Opacità del cristallino

Presumibile da radiazioni IR: ☐ Si ☐ No

CONSIGLI

.....

.....

Prossimo controllo: ☐ Due anni ☐ Un anno ☐ Sei mesi

L'OCULISTA

BIBLIOGRAFIA

AA. VV.:

INDUSTRIAL AND OCCUPATIONAL OPHTHALMOLOGY
Mosby, St. Louis, 1964.

Fox L.:

INDUSTRIAL AND OCCUPATIONAL OPHTHALMOLOGY
Thomas, Springfield, 1973.

de' Gennaro G.:-

ERGOFTALMOLOGIA
Florio, Napoli, 1982.

National Safety Council:

A VISION CONSERVATION PROGRAM

Nat. Saf. News, 115/1, 70-74, 1977.

- FATTORI DI RISCHIO E PATOLOGIA RISCONTRATA IN ADDETTI AL RIFACIMENTO DELLE PANIERE -

Gervasio A., Lucini D., Radice E., Valioni V. - U.O.T.S.L.L. USSL N°9.

In una acciaieria sita nel territorio dell'USSL n°9 (circa 250 addetti, produzione di billette) è stata condotta nel 1986-87 un'indagine ambientale e sanitaria per valutare la presenza e l'intensità dei fattori di rischio durante la lavorazione "demolizione e rifacimento panieriere".

L'indagine sanitaria ha preceduto la campagna di misurazioni ed ha avuto origine dalla segnalazione di disturbi e patologie ricorrenti da parte degli addetti alla lavorazione.

Il gruppo omogeneo, nel 1986, era costituito da 14 persone su 2 turni di lavoro, la cui mansione consisteva unicamente nelle operazioni di demolizione e rifacimento panieriere, con interventi sporadici in altre fasi di lavorazione (per lo più rifacimento siviere).

La fig.1 e la tab.1 evidenziano le modalità con le quali viene eseguita l'operazione.

La tab.2 riporta la composizione dei materiali e i risultati delle misurazioni ambientali eseguite da Azienda e USSL.

Il dato più rilevante è l'elevata contaminazione in quarzo delle sabbie utilizzate come riempimento tra i pannelli e l'armatura metallica delle panieriere.

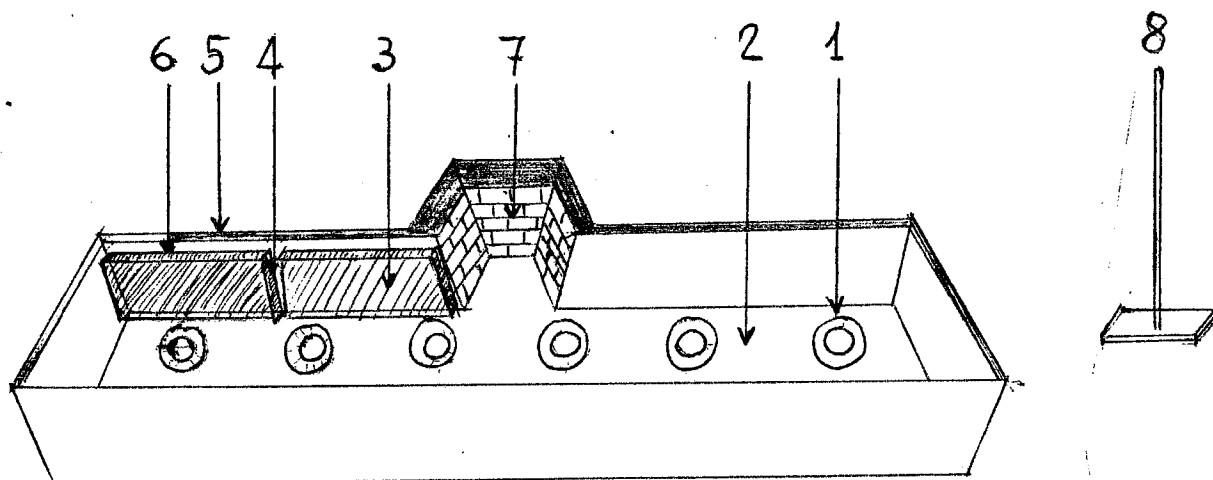
Dal punto di vista sanitario va segnalata l'elevata prevalenza di sintomi e segni di tipo irritativo a carico delle mucose (tab.3), delle alterazioni neurologiche riscontrate all'esame obiettivo, alla misurazione della VdC e all'elettromiografia e delle alterazioni fotopletiografiche (tab.4) nei lavoratori che è stato possibile sottoporre ad accertamento. La ditta produttrice dei pannelli e dei cementi refrattari nega la presenza nei propri prodotti di altri leganti diversi da quelli denunciati, cui potrebbe eventualmente essere addebitata la responsabilità della patologia riscontrata; va tuttavia segnalato l'uso di procedere al rifacimento delle panieriere a caldo, nonostante da parte dell'USSL si sia più volte ricorsi a prescrizioni e rapporti dell'Autorità Giudiziaria in merito: resta il sospetto che tra i prodotti di decomposizione dei materiali presenti nei fumi vi siano sostanze fortemente irritanti e/o neurotossiche.

Un'altra possibile ipotesi etiopatogenetica, per quanto riguarda le alterazioni del trofismo muscolare e della conduzione sensitivo-motoria, postula che la responsabilità sia da addebitarsi all'uso ripetuto del pestello manuale che richiede l'impugnatura bilaterale, l'esercizio di una

forte pressione verso il basso, il mantenimento di una posizione innaturale facendo fulcro sulle ginocchia appoggiate alla parete della paniera. In tal senso deporrebbero anche i risultati della fotopletismografia. Mentre da parte degli operatori della USSL sono in corso approfondimenti di tipo tecnologico -impiantistico per la trasformazione dell'intera fase della lavorazione al fine di contenere al massimo il rischio di esposizione a polveri (a silice in particolare), a fumi, a sforzo fisico, si sottopone la presente segnalazione all'attenzione delle U.O. interessate a lavorazioni analoghe e alla comunità scientifica affinché gli elementi da noi rilevati vengano attentamente valutati e verificati.

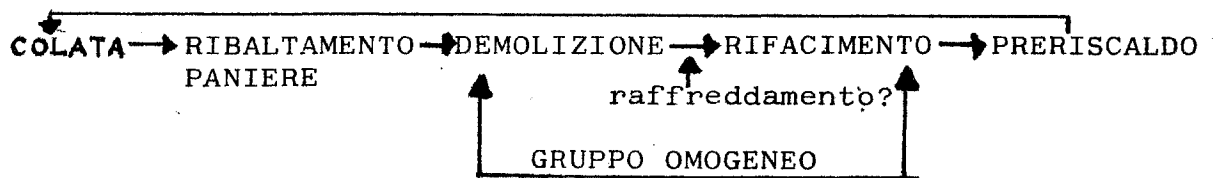
FIG. 1

RIEMPIMENTO PANIERE - MATERIALI :



- 1 Busetta
- 2 Pigliata
- 3 Pannelli
- 4 Legante
- 5 Cemento alluminoso
- 6 Sabbia di riempimento
- 7 Cassetto in mattoni refrattari
- 8 Pestello

Tab. 1 - LAVORAZIONE RIFACIMENTO PANIERE



DEMOLIZIONE: - martello e scalpello

- sporadico uso di martello pneumatico

RIFACIMENTO: - eventuale rifacimento pareti paniera con cemento
(vd. fig.1) alluminoso (6)

- preparazione cassetto (7) con mattoni refrattari

- posizionamento busette (1)

- compattamento pigiata (2) con pestello manuale (8)

- imbottitura fondo paniera con sabbia (6) con uso di pala

- eventuale taglio pannelli (3) con seghetto

- posizionamento pannelli

- unione pannelli con legante (4)

- riempimento intercapedini delle pareti con sabbia (6)

FATTORI DI RISCHIO EVIDENZIATI:

* POLVERE

* SILICE

* FUMI DI DECOMPOSIZIONE DEI LEGANTI PRESENTI IN PANNELLI E CEMENTI

* SFORZO FISICO

* USO DI STRUMENTI VIBRANTI (sporadico)

* USO DI UTENSILI MANUALI :PESTELLO

* POSIZIONI DI LAVORO DISAGEVOLI

Tab.2- COMPOSIZIONE DEI MATERIALI E MISURAZIONI AMBIENTALI

COMPOSIZIONE DENUNCIATA		MISURAZIONI AMBIENTALI			
		MISURAZIONI AZIENDALI		MISURAZIONI U.S.S.L.	
pannelli:SiO₂ 92 % (3) Al₂O₃ } Fe₂O₃ } Mg O } 1.5% Ti O₂ } non amianto leganti: -soluzione di polisac- caride carbossimetilato -ligfinsolfonato di calcio -resina fenolica novo- lacca -monofosfato di allu- mina cemento refrattario: (2) quarzo grafite silicato di Na amido acqua leganti:come i pannelli cemento refrattario: (4) quarzo silicato di Na inchiostro acqua leganti:come i pannelli sabbia di riempimento: (6) 90 % SiO₂ granulometria: 1-3 mm. busetta: (1) ossido di zir- conio		< 0.01 mg/m ³		<u>preriscaldamento</u>	
		< 0.01 mg/m ³		fenolo	
				formaldeide	
				0.1 mg/m ³	
				0.04 mg/m ³	
				<u>rifacimento</u>	
		< 0.01 mg/m ³		fenolo	
		< 0.01 mg/m ³		formaldeide	
				0.2 mg/m ³	
				0.04 mg/m ³	
				<u>polveri</u>	
		0.4 mg/m ³ tot.		preriscaldamento	
		non deter. inal.		0.6 mg/m ³ tot.	
		non deter. la %		0.4 mg/m ³ inalabili	
		in quarzo		4% quarzo tot.	
				1% quarzo inal.	
		0.8 mg/m ³ tot		rifacimento	
		non deter. inal		0.6-1 mg/m ³ tot.	
		non deter. la %		0.7-0.9 mg/m ³ inalabili	
		in quarzo		1-3% quarzo tot.	
				5-12% quarzo inal.	
		non determinato		<u>campionatori personali:</u>	
				1.3-9.3 mg/m ³ inalabili	
				46-51% quarzo	

Tab.3 - GRUPPO OMOGENEO : RISULTATI DELLA VISITA MEDICA

n° totale addetti	1986			1987	
	sottoposti a visita	visita neurologica	esami	usciti	nuovi entrati
14	10	8	7	7	4

Dei 10 lavoratori visitati:

ANZIANITA' MEDIA DI FABBRICA : 16.3 anni RANGE: 6-28

ANZIANITA' MEDIA DI MANSIONE : 6.6 anni RANGE: 3-13

RISULTATI DELLA VISITA :

SINTOMATOLOGIA:

bruciore in gola 8
 raucedine 8
 bruciore agli occhi 2
 epistassi 4
 tosse 5
 dispnea 2
 irritazioni cutanee 2
 ipostenia arti 6
 parestesie arti 3
 dolori crampiformi
 agli arti inferiori 2
 formicolii alle
 estremità 2

OBIETTIVITA'

faringite 4
 faringite ipertrofica 3
 congiuntivite 4
 obiettivita' toracica
 alterata 5

visite e terapie specialistiche per:

faringolaringite cronica:2

polipi nasali:1

neuropatia ndd:1

fibrosi polmonare:1

Tab. 4 - RISULTATI DELLE VISITE E DEGLI ESAMI NEUROLOGICI

RISULTATI DELLA
FOTOPLETISMOGRAFIA

LAV.	ANZIANITA'	ANZIANITA'	ALTERAZ.	IPOTROFIA	IPOSTENIA	IPOESTESIA	ALTERAZIONI	ALTERAZIONI	ALTERAZIONI	
	FABBRICA	MANSIONE	RIFLESSI	MUSCOLARE			VEL.di COND.	EMG		
			ARTI SUPERIORI	ARTI INFERIORI	ARTI SUPERIORI	ARTI INFERIORI	SCIATICO MEDIANO ULNARE POPL.EST.	U.M. POLIFASICHE OPONENTE POLLICE TIBIALE ANTERIORE ABDUTTORE V DITO PEDIDIO		A TEMP.AMBIENTE
1	28	4	X				NON ESEGUITO	NON ESEGUITO	DOPO PROVA DA FREDDO	X
2	25	6	X	X		X X	XX	X		X
3	6	3				X X	XX	X X		X
4	25	12	X	X	X	X	X	X		X
5	13	5	X	X		X			X	
6	7	3			X	X	XX	X	X	
7	15	13	X	X	X	X X	XX	X X		X
8	17	11				X	XXX	X	X	

CONCLUSIONI DIAGNOSTICHE:

Neuropatia grado moderato ai 4 arti: 2 - 5

Neuropatia grado moderato arti superiori: 3 - 4 - 6 - 8

Polineurite sensitivo-motoria ai 4 arti: 7

Microangiopatia iniziale : 1 - 5 - 6 - 8

Microangiopatia : 2 - 3 - 4 - 7



SOCIETÀ NAZIONALE
OPERATORI DELLA PREVENZIONE
NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

ANALISI DEL FENOMENO INFORTUNISTICO E PROPOSTE PER LA PREVENZIONE

GRUPPO RELATORE:

Graziano Arpini	USSL 39 - Vestone (BS)
Paolo Bisio	USL 73 - Novi Ligure (AL)
Angelo Borroni	Politecnico di Milano
Albertina Domenighini	USSL 41 - Brescia
Celestino Panizza	USSL 38 - Gardone Val Trompia (BS)

Seminario "Acciaieria elettrica e laminazione a caldo"
Brescia, 12 giugno 1987

1. Il fenomeno infortunistico in siderurgia

1.1. Dati disponibili

1.2. Analisi critica del materiale esistente

1.2.1. Livello d'informazione relativo agli infortuni

1.2.2. Livello di complessità della lavorazione siderurgica e trasformazione

2. Caratterizzazione del comparto siderurgico elettrico

2.1. Estensione dell'indagine

2.2. Sintesi dei dati di frequenza e di gravità degli infortuni

2.3. Analisi per lavorazione e per gruppi di aziende

3. Analisi degli infortuni in laminatoio

3.1. Metodologia di raccolta dati

3.2. Taratura della scheda

3.3. Analisi degli infortuni in otto laminatoi a caldo

1. Il fenomeno infortunistico in siderurgia

Periodicamente si propongono indagini rivolte a individuare i settori produttivi più a rischio, le cause più ricorrenti e soprattutto la possibilità di prevedere e quindi prevenire i fenomeni infortunistici.

Ogni volta però ci si imbatte con un sistema di informazioni inadeguato, con dati non omogenei e quindi non confrontabili.

1.1. Dati disponibili

I.N.A.I.L.

I dati infortunistici relativi al settore siderurgico (ciclo da minerale, ciclo da rottame, lavorazioni successive) sono aggregati al "settore metallurgico".

Non esistono informazioni relative alla gravità degli infortuni.

I dati pubblicati sui Notiziari Statistici sono poco aggiornati, essendo finora disponibili informazioni fino al 1983.

A termine di confronto si riportano gli indici di frequenza (IF = numero infortuni > 3 gg. $\times 10^6$ / ore lavorate) che considerano l'intero comparto metallurgico:

Italia:	anno 1979	IF = 88,	anno 1980	IF = 86;
Lombardia:		IF = 82,		IF = 79.

CECA

La Comunità Europea Carbone Acciaio rileva i dati infortunistici distinti per area di lavorazione (cokeria, produzione ghisa, produzione acciaio, laminazione, ecc.) e per classe di dimensione dell'unità produttiva.

L'indice di frequenza (IF) relativo alle aziende siderurgiche italiane con numero di dipendenti compreso fra 500 e 999 (quindi solo parzialmente rappresentative della siderurgia elettrica) risulta:

1977	IF	=	135
1978			134
1979			122
1980			124.

ASSIDER

L'associazione delle aziende siderurgiche effettua una raccolta dati rispetto ai propri associati (si ricorda che una quota rilevante delle aziende bresciane non ricade in tale rilevazione).

Per l'anno 1985 i dati infortunistici, relativi agli infortuni superiori ai 3 giorni, riguardanti circa 75.000 addetti e quindi comprendendo la siderurgia integrale, indicano:

IF = 60
IG = 1.35.

UNITA' OPERATIVE DELLE U.S.S.L.

La scheda di autonotifica dei rischi in ambiente di lavoro (per es. Regione Lombardia, 1982) conteneva la richiesta di informazioni relative ai dati trasmessi all' INAIL dalle singole aziende per il triennio 1979-81.

In molte U.O. la raccolta dati è proseguita soprattutto con lo scopo di individuare i settori più a rischio, in cui privilegiare l'intervento di prevenzione.

A tale proposito si vedano i numerosi lavori di sintesi prodotti dalle diverse U.S.S.L. Per quanto riguarda il settore siderurgico elettrico la U.O. TSL del la U.S.S.L. 41 (Brescia) ha già pubblicato alcuni dati che caratterizzano il fenomeno infortunistico (Congresso Nazionale S.N.O.P., Arezzo 1986, Convegno sulla Siderurgia Bresciana, FIOM, Brescia 1987).

Il fenomeno infortunistico viene caratterizzato con:

- indice di frequenza;
- indice di gravità;
- durata media degli infortuni;

inoltre l'analisi viene normalmente effettuata con riferimento a:

- area produttiva (acciaieria, laminatoio, servizi generali, ecc.);
- classi di durata;
- natura delle lesioni;
- sede delle lesioni.

Quindi, in pratica, ben poco di questo lavoro viene sistematizzato e utilizzato.

Un recente lavoro (L. Coniglio, A. Domenighini, Gli infortuni mortali sul lavoro nella provincia di Brescia) è stato effettuato con riferimento agli infortuni mortali, indicando fra l'altro la prevedibilità degli infortuni.

Nel periodo gennaio 1981 - maggio 1987 si contano 13 infortuni mortali, per cui è stata individuata una dinamica, nel settore siderurgico in provincia di Brescia.

- 1981 ditta: Busseni (Nave). Colpito da grave ...
Nuova Italsider (Darfo). caduto ...
Tassara (Breno). Caduto da un vagone ferroviario durante la pulizia.
Lucchini (Casto). Folgorato da c. e. mentre installava una pompa.
- 1982 S.E.I.I. (Cerveno). Travolto da tondi mentre su una catasta slegava un fascio.
Lucchini (Casto). Folgorato urtando dei cavi in tensione con una barra.
Tubi Italia (Brescia). Schiacciato da una bobinatrice.
- 1983 Nuova Sidercamuna (...). Apparecchio di sollevamento ...
- 1984 Alfa Acciai (Brescia). Colpito dal gancio di servizio staccatosi dalla gru a ponte.
- 1986 Nuova Sidercamuna (Sellero). Folgorato da c. e. nella cabina di alimentazione laminatoio.
SETA (S. Zeno). Investito dall'acciaio fuso fuoriuscito dalla siviera.
- 1987 Bredina (Odolo). Colpito dalla pinza del carro ponte mentre svolgeva operazioni di aggancio catasta billette in laminatoio.
AFIM (Nave). Caduto nella vasca di trattamento acqua abbattitore forno.

Si può osservare come, anche nel caso di eventi rilevanti, non sempre è possibile raccogliere anche solo le informazioni sommarie, a indicazione della qualità dei dati disponibili presso le varie fonti.

Si è tentato di individuare un indicatore di rischio per gli infortuni mortali, sempre con riferimento all'ambito territoriale della provincia considerata. Come indicatore dell'esposizione si è utilizzato il numero di addetti censiti dal l' ISTAT nel 1981. Gli infortuni sono quelli per cui si è individuata dinamica.

Tabella 1.1. Stima dell'indice di incidenza (II) dell'infortunio mortale nella provincia di Brescia (II = infortuni mortali x 10^4 / num. addetti).

Settore	Addetti	Infortuni mortali gen 81 - mag 87:	I.I.	
Agricolo	1553	40	258	
Estrattivo	1425	7	49	
Lav. mat. non metalliferi	4871	6	12	
Prod. e prima trasf. metalli	16491	13	9	
Edilizia	32170	62	19	
Metalmeccanico	88809	30	3	
Altre manifatturiere	68506	17	2	
Non attribuibile		6		

Pur con le notevoli approssimazioni e semplificazioni si ricava un'indice di incidenza dell'infortunio mortale che colloca la produzione e prima trasformazione dei metalli (ferrosi e non ferrosi) rispetto agli altri settori.

1.2. Analisi critica del materiale esistente

Gli operatori addetti alla prevenzione utilizzano la documentazione relativa al fenomeno infortunistico soprattutto con l'obiettivo di comprendere se è possibile rimuovere le cause che hanno comportato l'evento e quali misure tecniche e organizzative vadano attuate.

1.2.1. Livello d'informazione relativo agli infortuni

Il primo ostacolo con cui ci si scontra è la forte incertezza delle informazioni contenute nei registri e l'alta astrazione che l'operatore deve fare per interpretare quanto scritto.

Primo obiettivo è quindi ottenere un'adeguata compilazione del registro o, meglio ancora, chiedere che sia data risposta da parte delle aziende, **in maniera univoca e completa**, a precise domande relative all'infortunio stesso.

A questo proposito viene formulato, per ora limitato al reparto laminazione a caldo, materiale operativo e presentato, dopo una prima sperimentazione, nel successivo capitolo 3 di questa relazione.

Per ogni infortunio vanno identificati:

- giorni di infortunio;
- sede della lesione;
- natura della lesione;
- **fase di lavorazione;**
- **modalità di accadimento;**
- fattore di rischio massimo;
- livello di complessità.

Un'indagine specifica, di questo tipo, è stata effettuata dalla UO TSLL della U.S.S.L. 70 (Legnano) rispetto alle fonderie di ghisa e di acciaio di seconda fusione.

Solo un'indagine mirata a un settore, a **precise** fasi di lavorazione e **specifiche** modalità di accadimento, è in grado di dare risultati utilizzabili in fase di prevenzione, ottimizzando le risorse che si impiegano nell'analisi del fenomeno infortunistico, in quanto i risultati si applicano all'intero settore, oppure solo in concomitanza ad alcune tecnologie, ecc.

1.2.2. Livello di complessità della lavorazione siderurgica e ipotesi di trasformazione

Gli infortuni vanno raccolti in modo tale da consentirne una registrazione comune per tutto il settore siderurgico elettrico.

Questo approccio, e la successiva elaborazione, consente di individuare la specificità degli infortuni nel comparto (o addirittura nel singolo reparto o nel

la lavorazione), nonché di correlare gli infortuni con alcune variabili di tecnologia, di impianto, di conduzione.

Viene a questo proposito formalizzata la **scheda per la raccolta dati infortunistici, impiantistici e di conduzione dell' insediamento siderurgico elettrico.**

Gli obiettivi sono riassumibili in:

- organizzare una raccolta dati omogenea;
- caratterizzare il fenomeno infortunistico nella siderurgia elettrica;
- controllare l'evoluzione del fenomeno nel tempo e l'efficacia di eventuali interventi di bonifica;
- correlare gli infortuni con variabili tecnologiche, impiantistiche e organizzative.

Questo lavoro è stato già avviato: le prime indicazioni che emergono sono riportate nel successivo capitolo 2.

2. Caratterizzazione del comparto siderurgico elettrico

2.1. Estensione dell'indagine

L'analisi infortunistica effettuata rispetto a un periodo di 8 anni risulta estesa a 44 unità produttive con 14.750 addetti (dato riferito al 1986, che esclude una quota di addetti non esposti e quindi non assicurati), di cui 37 unità della regione Lombardia.

Sono stati raccolti i dati relativi a 9.670 addetti esposti del settore siderurgico lombardo, rispetto ai 27.000 occupati censiti nel 1985 dalla Regione.

Questa indagine risulta quindi estremamente significativa, soprattutto per le 31 unità produttive, comprendendo tutte le principali, escludendo due stabilimenti per ferroleghie, localizzate in provincia di Brescia: riguarda 6.850 addetti, quasi il 90% della provincia (tabella 2.1.).

Tabella 2.1. Campione delle aziende siderurgiche bresciane per cui sono stati raccolti i dati infortunistici.

Brescia e Val Trompia	acc. con lam.	8	indagate	8
	solo acciaierie	4		4
	solo laminatoio	9		6
Val Camonica	acc. con lam.	1		1
	solo acciaieria	-		
	solo laminatoio	8		6
Val Sabbia	acc. con lam.	4		3
	solo acciaieria	2		-
	solo laminatoio	10		1
Garda e Bassa Bresciana	acc. con lam.	1		1
	solo acciaieria	3		1
	solo laminatoio	3		-

SCHEDA PER LA RACCOLTA DATI INFORTUNISTICI

AZIENDA Anno rilevazione dati _____

Ubicazione _____ Anno ultima ristrutturazione _____

ACCIAIERIA: capacità produttiva (1000 t/anno) _____ addetti _____ turni _____
numero forni e capacità (t) _____ potenza elettrica (MVA) _____
tempo tap to tap (minuti) _____ imp. fuori forno _____
numero macchine colata continua e linee _____
sezione semiprodotto (mm x mm) _____
colata in fossa _____ capacità produttiva (1000 t/anno) _____

LAMINATOIO: capacità produttiva (1000 t/anno) _____ addetti _____ turni _____
numero treni _____ disposizione _____
placca _____ raccolta prodotto _____
prodotto finale _____

ALTRI REPARTI: addetti _____

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
add. assicurati							
ore lavorate							
ore anno/addetto							
infortuni (>3 gg)							
giorni infortunio							
decessi							
DM							
IF							
IG 1							
gradi invalidità							
IG 2							

DM = durata media: giorni infortunio / numero infortuni (> 3 gg)

IF = indice di frequenza: numero infortuni x 10^6 / ore lavorate

IG 1 = indice di gravità: giorni infortunio x 10^3 / ore lavorate

IG 2 = (giorni infortunio + gradi invalidità x 75) x 10^3 / ore lavorate

compilatore _____ ente _____ data _____

2.2. Sintesi dei dati di frequenza e di gravità degli infortuni

La sintesi dei dati raccolti viene riportata nella tabella 2.1 e nella figura 2.1 con riferimento all'indice di frequenza ($IF = \text{numero infortuni} > 3 \text{ gg.} \times 10^6 / \text{ore lavorate}$) e all'indice di gravità ($IG = \text{gg. infortunio} \times 10^3 / \text{ore lavorate}$), prescindendo dai gradi di invalidità permanente.

Per evidenziare la tendenza del fenomeno infortunistico si riportano in tabella 2.2 e in figura 2.2 gli andamenti dell'indice di frequenza IF , calcolato come valore medio riferito agli ultimi tre anni (media scorrevole).

Considerando tutte le 44 unità produttive si ottengono i seguenti dati medi (media delle aziende, cioè di diverse realtà):

$$IF = 143 \pm 43$$

$$IG = 3.52 \pm 1.24$$

$$DM = 24.6 \text{ giorni}$$

La retta riportata in figura 2.1 indica questo legame fra la frequenza e la gravità degli infortuni di tutte le unità produttive.

1. Dal confronto con i dati disponibili (INAIL, CECA, ASSIDER) si evidenzia per il comparto siderurgico elettrico una frequenza degli infortuni più elevata soprattutto se confrontata alla rilevazione riguardante praticamente l'intera siderurgia italiana: infatti il dato ASSIDER indica un valore di $IF = 60$ per 75.000 addetti.
2. La frequenza e gravità del fenomeno infortunistico è estremamente differente nelle diverse aziende.
IF oscilla fra il valore di 33 riscontrato alla Falck Concordia nel periodo 79-86 e il valore di 233 riscontrato alla Ferriera S. Carlo, riferito al periodo 80-86: quindi una frequenza più di 7 volte maggiore.
Ancora più disperso il dato della gravità: si osserva IG pari a 0.72 alla Falck Concordia, sempre valore medio riferito al periodo 79-86, e pari a 9.83 alla Alpifer, mediato negli anni 80-86.
Quindi si è in presenza ancora di situazioni nelle quali le assenze per infortunio raggiungono il 20-25% del tempo di lavoro.
3. Osservando la **tendenza degli infortuni** nelle aziende con più di 100 addetti in questi ultimi 8 anni (figura 2.2) si riscontra un progressivo contenimento del fenomeno. Il valore medio per tutte le aziende di questo indicatore risulta:

1981	$IF = 149$
1982	143
1983	138
1984	130
1985	121
1986	115

Tabella 2.1. Sintesi degli indici di frequenza (IF) e di gravità (IG) degli infortuni nelle aziende siderurgiche (media $\pm$ scarto quadratico medio).

Azienda, Comune	Prov.	Addetti			Acc. Fossa Lam.	Periodo	I F	I G
		<100	100-500	>500				
Deltasider, Aosta	AO		*	*	*	79-86	154 $\pm$ 26	3.18 $\pm$ 0.41
Acciaierie Valbruna, Vicenza	VI		*	*	*	80-85	122 $\pm$ 12	2.15 $\pm$ 0.34
A.F.V. Beltrame, Vicenza	VI	*		*	*	80-84	113 $\pm$ 25	2.36 $\pm$ 0.59
Off. Fond. Galtarossa, Verona	VE		*	*	*	82-86	163 $\pm$ 33	3.01 $\pm$ 0.75
S.A.F.A.U., Udine	UD	*		*	*	79-86	94 $\pm$ 30	1.84 $\pm$ 0.68
Acc. di Rubiera, Casalgrande	RE	*		*	*	81-86	174 $\pm$ 52	4.48 $\pm$ 1.66
Moccia Irme, Pomezia	LA	*		*	*	79-85	212 $\pm$ 42	3.90 $\pm$ 0.73
Falck Unione, Sesto San G.	MI		*	*	*	79-86	45 $\pm$ 8	1.00 $\pm$ 0.14
Falck Concordia, Sesto San G.	MI		*	*	*	79-86	33 $\pm$ 6	0.72 $\pm$ 0.14
Acciaierie Montello, Montello	BG	*		*	*	79-86	172 $\pm$ 42	3.93 $\pm$ 0.70
Acc. Ferr. Caronno, Caronno P.VA		*		*		79-86	67 $\pm$ 27	1.52 $\pm$ 0.37
Metalgoi, Brescia	BS	*			*	82-86	78 $\pm$ 60	2.09 $\pm$ 1.71
Stefana, Ospitaletto	BS		*		*	81-86	88 $\pm$ 16	1.93 $\pm$ 0.59
ASO, Ospitaletto	BS	*			*	81-85	135 $\pm$ 45	3.10 $\pm$ 1.47
Nuova Ferrosider, Ospitaletto	BS		*		*	81-86	201 $\pm$ 49	4.49 $\pm$ 1.06
SETA, S. Zeno	BS		*		*	81-85	165 $\pm$ 26	3.44 $\pm$ 0.56
SETA, Ronadelle	BS		*		*	81-85	166 $\pm$ 56	3.44 $\pm$ 1.13
Pietra, Brescia	BS		*		*	81-86	98 $\pm$ 28	2.82 $\pm$ 0.61
Ori Martin, Brescia	BS		*		*	80-86	90 $\pm$ 24	3.04 $\pm$ 1.13
Bisider, Brescia	BS		*		*	81-86	165 $\pm$ 19	4.82 $\pm$ 0.64
Alfa Acciai, Brescia	BS		*		*	79-86	194 $\pm$ 23	4.24 $\pm$ 1.09
Profilati Nave, Mortirone	BS		*		*	81-85	111 $\pm$ 18	3.64 $\pm$ 1.59
Profilati Nave, Nave	BS		*		*	79-86	142 $\pm$ 33	4.12 $\pm$ 1.56
Busseni, Nave	BS	(*)		*	*	79-84	178 $\pm$ 37	6.05 $\pm$ 3.20
Stefana Fratelli, Nave	BS		*	(*)	*	79-86	106 $\pm$ 48	2.59 $\pm$ 1.20
AFIM, Nave	BS		*	*	*	79-86	136 $\pm$ 29	3.57 $\pm$ 1.04
SOLAFER, Nave	BS	*			*	79-86	91 $\pm$ 15	2.97 $\pm$ 1.91
Ferriere S. Carlo, Nave	BS	*			*	80-86	233 $\pm$ 58	7.13 $\pm$ 3.18
Lucchini, Sarezzo	BS		*		*	79-86	212 $\pm$ 56	4.78 $\pm$ 1.18
Acciaieria di Lonato, Lonato	BS	*		*	*	80-84	89 $\pm$ 14	1.61 $\pm$ 0.79
Feralpi, Lonato	BS		*		*	80-86	108 $\pm$ 18	2.22 $\pm$ 0.39
Ferriera Valsabbia, Odolo	BS		*		*	80-86	103 $\pm$ 17	2.77 $\pm$ 0.95
Ferriera di Barghe, Barghe	BS	*			*	80-86	128 $\pm$ 79	4.80 $\pm$ 3.58
ILFO, Odolo	BS		*		*	80-86	177 $\pm$ 31	4.24 $\pm$ 1.43
Acciaieria Ferr. Leali, Odolo	BS		*		*	80-86	86 $\pm$ 21	2.20 $\pm$ 0.95
ALFER, Pisogne	BS	*			*	79-86	188 $\pm$ 43	4.12 $\pm$ 1.19
OLS, Pisogne	BS		*		*	79-86	114 $\pm$ 16	2.44 $\pm$ 0.42
Acciaieria di Darfo, Darfo	BS	*		(*)	*	80-86	141 $\pm$ 49	3.88 $\pm$ 2.11
Fucinati, Selloero	BS	*				80-86	144 $\pm$ 27	5.21 $\pm$ 3.11
Tassara, Breno	BS		*	*	*	80-86	83 $\pm$ 27	2.21 $\pm$ 0.85
Nuova Sidercamuna, Berzo Inf.	BS		*		*	81-86	118 $\pm$ 28	3.83 $\pm$ 0.52
Nuova Sidercamuna, Selloero	BS		*		*	81-86	133 $\pm$ 27	4.25 $\pm$ 0.76
Alpifer,	BS	*			*	81-86	177 $\pm$ 116	9.83 $\pm$ 9.27
Ferriera Irevalli, Berzo Inf.	BS	*			*	80-86	83 $\pm$ 12	3.27 $\pm$ 1.13

Deltasider, Acc. Valbruna: anche laminatoio a freddo.

Off. Fond. Galtarossa: dati relativi ai soli reparti acciaieria e laminatoio.

Busseni: chiusa nel 1986. Stefana Fratelli: dal 1984 solo laminatoio. Acc. di Darfo: acciaieria fermata nell'agosto 1981. Fucinati, Tassara: anche produzione ferroleghie.

Figura 2.1. Le aziende sono collocate in base al valore medio di IF e IG regi-
strato nell'intero periodo.

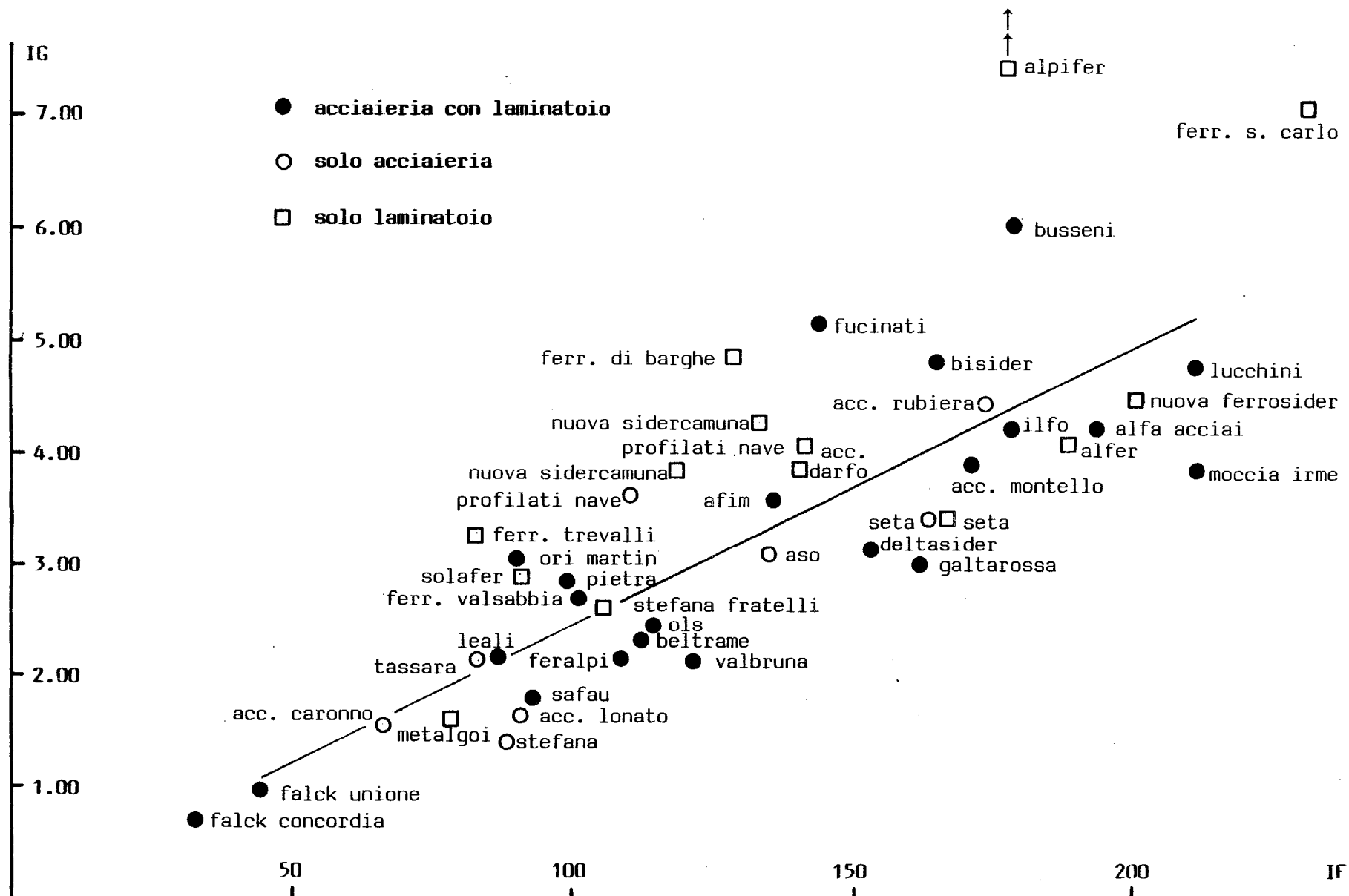
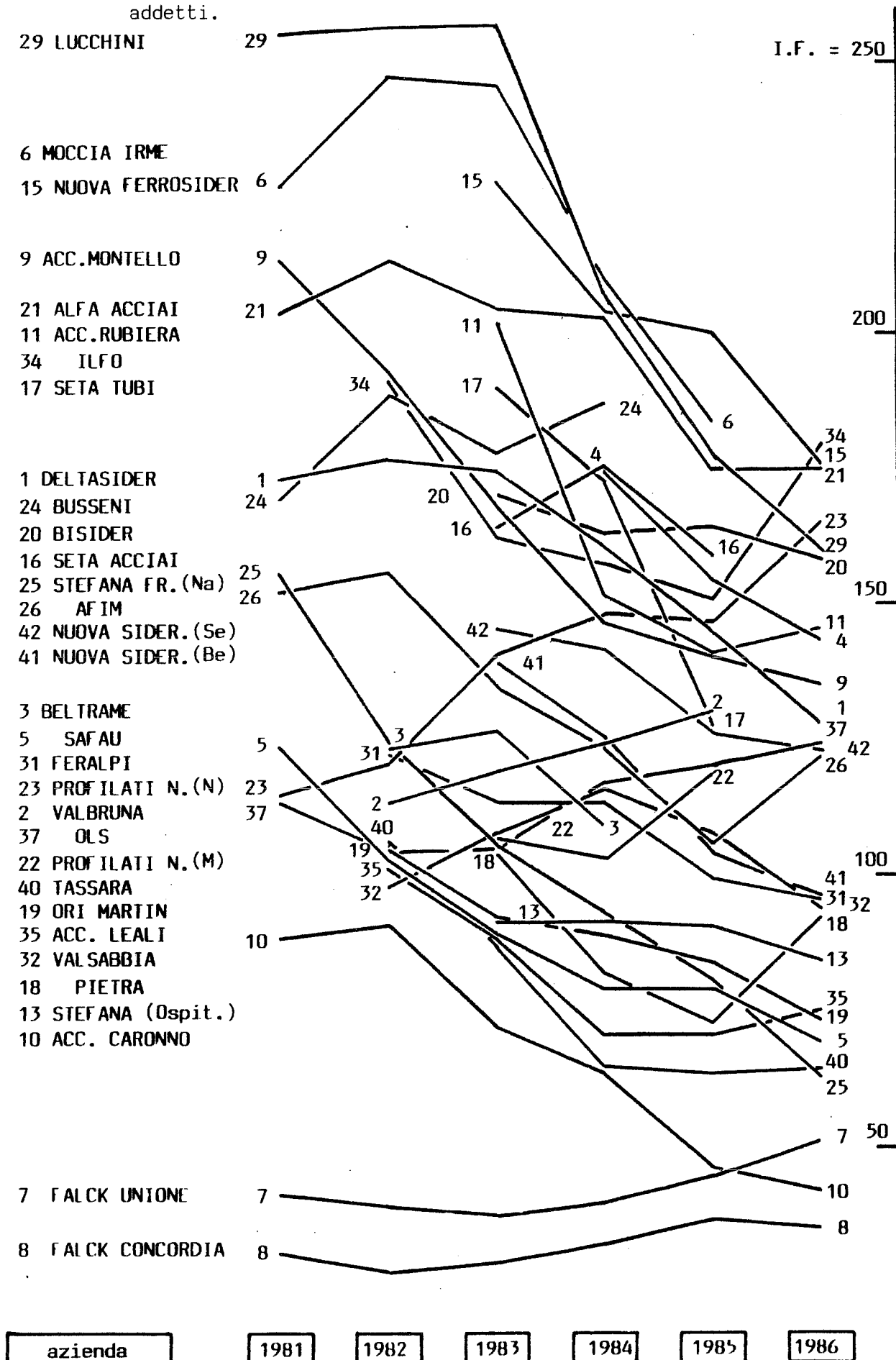


Tabella 2.2. Tendenza degli infortuni individuata tramite media scorrevole dell'indice di frequenza (IF) riferita agli ultimi tre anni.

Azienda, Comune	Prov.	Addetti			Acc. Fossa Lam.	IF (media scorrevole ultimi tre anni)					
		<100	100-500	>500		1981	1982	1983	1984	1985	1986
Deltasider, Aosta	AO		*	*	*	172	177	174	161	144	128
Acciaierie Valbruna, Vicenza	VI		*	*	*		113	119	124	130	
A.F.V. Beltrame, Vicenza	VI	*		*	*		123	127	109		
Off. Fond. Galtarossa, Verona	VE		*	*	*				174	155	143
S.A.F.A.U., Udine	UD	*		*	*	123	103	89	79	79	69
Acc. di Rubiera, Casalgrande	RE	*		*	*			202	152	140	146
Moccia Irme, Pomezia	LA	*		*	*	227	247	246	210	183	
Falck Unione, Sesto San G.	MI		*	*	*	42	39	38	40	45	51
Falck Concordia, Sesto San G.	MI		*	*	*	31	27	29	32	37	36
Acciaierie Montello, Montello	BG	*		*	*	213	193	168	147	140	136
Acc. Ferr. Caronno, Caronno P.VA		*		*		88	91	72	64	47	42
Metalgoi, Brescia	BS	*			*				58	64	75
Stefana, Ospitaletto	BS		*	*				92	92	91	85
ASO, Ospitaletto	BS	*		*	*			149	142	144	
Nuova Ferrosider, Ospitaletto	BS		*		*			228	204	200	175
SETA, S. Zeno	BS		*	*				164	176	159	
SETA, Ronadelle	BS		*		*			190	173	128	
Pietra, Brescia	BS		*	*	*			104	82	73	92
Ori Martin, Brescia	BS		*	*	*		105	92	89	84	73
Bisider, Brescia	BS		*	*	*			170	163	164	159
Alfa Acciai, Brescia	BS		*	*	*	203	213	204	202	175	175
Profilati Nave, Mortirone	BS		*	*				107	104	119	
Profilati Nave, Nave	BS		*		*	114	121	141	148	147	165
Busseni, Nave	BS		(*)	*	*	169	188	178	187		
Stefana Fratelli, Nave	BS		*	(*)	*	156	124	107	93	81	63
AFIM, Nave	BS		*	*	*	152	156	135	124	106	122
SOLAFER, Nave	BS	*			*	96	96	86	85	91	101
Ferriere S. Carlo, Nave	BS	*			*		266	237	231	199	201
Lucchini, Sarezzo	BS		*	*	*	256	257	257	206	177	159
Acciaieria di Lonato, Lonato	BS	*		*			88	86	95		
Feralpi, Lonato	BS		*	*	*		122	114	114	99	96
Ferriera Valsabbia, Odolo	BS		*	*	*		98	107	116	108	94
Ferriera di Barghe, Barghe	BS	*			*		199	132	111	85	83
ILFO, Odolo	BS		*	*	*		193	163	158	151	178
Acciaieria Ferr. Leali, Odolo	BS		*	*	*		102	91	71	71	76
ALFER, Pisogne	BS	*		*	*	223	226	202	181	157	145
OLS, Pisogne	BS		*	*	*	114	104	105	115	120	124
Acciaieria di Darfo, Darfo	BS	*		(*)	*		184	178	136	107	92
Fucinati, Sellero	BS	*					155	153	147	146	127
Tassara, Breno	BS		*	*	*		106	91	65	64	64
Nuova Sidercamuna, Berzo Inf.	BS		*		*			140	126	105	96
Nuova Sidercamuna, Sellero	BS		*		*			145	142	127	122
Alpifer,	BS	*			*			104	186	251	249
Ferriera Irevalli, Berzo Inf.	BS	*			*		85	93	86	79	77

Figura 2.2. Andamento delle medie scorrevoli dell'indice di frequenza (IF) degli infortuni per individuarne la tendenza nelle aziende con più di 100 addetti.



In particolare si è in presenza di una maggiore riduzione di IF nelle unità produttive dove il fenomeno era più grave e un assestamento del valore di frequenza in due fasce abbastanza distinte: fra 40 e 100 si assesta l'indice di frequenza di 20 aziende e fra 120 e 180 la frequenza delle altre 24.

Mentre fino al 1985 in quasi tutte le unità produttive (34 su 43) si aveva una diminuzione degli infortuni, dal 1985 si osserva una contro tendenza che indica un aumento degli infortuni per 11 aziende su 32 fra quelle che superano i 100 addetti e per 4 su 11 fra quelle con meno di 100 dipendenti.

Dal 1985 quindi nel 34% delle aziende considerate gli infortuni tendono a essere più numerosi e non sempre dopo un ridimensionamento del fenomeno.

	fra 81-82	fra 82-83	fra 83-84	fra 84-85	fra 85-86
aziende che aumentano IF	59 %	25 %	26 %	27 %	34 %
aziende che riducono IF	41 %	75 %	74 %	73 %	66 %

2.3. Analisi per lavorazione e per gruppi di aziende

Sono stati raccolti i dati infortunistici distinguendo acciaierie e laminatoi a caldo per verificare se vi sia una differenza significativa fra il rischio connesso alle due lavorazioni.

Sono state aggregate 7 aziende con sola acciaieria e 7 reparti acciaieria di aziende anche con altre lavorazioni, per cui erano disponibili dati disaggregati.

Analogamente sono state estratte le 14 aziende con solo laminatoio e 7 reparti di laminazione a caldo.

Questo procedimento porta a commettere degli errori rispetto all'esposizione a rischio degli addetti: l'unità produttiva comprende, fra gli assicurati, personale variamente esposto (addetti ai servizi, manutentori, addetti ai trasporti interni, ecc.). Gli assicurati di reparto normalmente non comprendono personale addetto a queste mansioni.

I risultati di tale analisi sono riportati nelle figure 2.3 e 2.4 indicando la variazione rispetto all'unità produttiva per i reparti specifici (freccette delle figure). Di seguito si indicano i valori medi per gruppi omogenei di lavorazione.

tutte le aziende	numero 44	IF = 143	IG = 3.52	DM = 24.6
21 acc con lam				
8 solo acciaieria				
14 solo laminatoio				
acciaierie	numero 14	IF = 140	IG = 3.17	DM = 22.6
7 solo acciaieria				
7 rep. acciaieria				
laminatoi	numero 21	IF = 143	IG = 4.00	DM = 28.0
14 solo laminatoio				
7 rep. laminazione				
(*) numero 19		IF = 137	IG = 3.53	DM = 25.8
(*) escludendo 2 laminatoi				

Figura 2.3. Analisi degli indici medi (dell'intero periodo) IF e IG solo per le acciaierie e i reparti acciaieria, indicando lo scostamento dalle specifiche unità produttive.

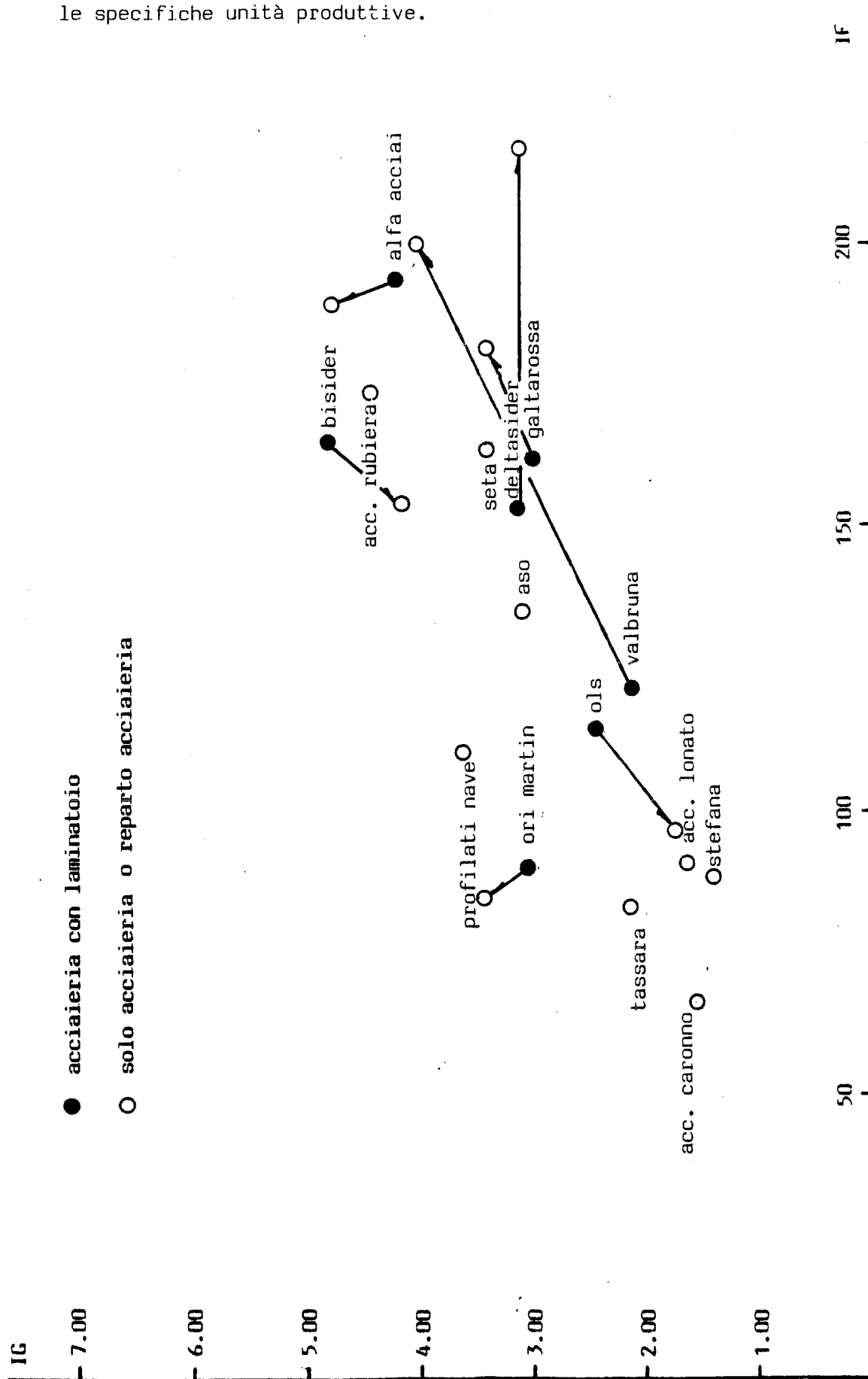
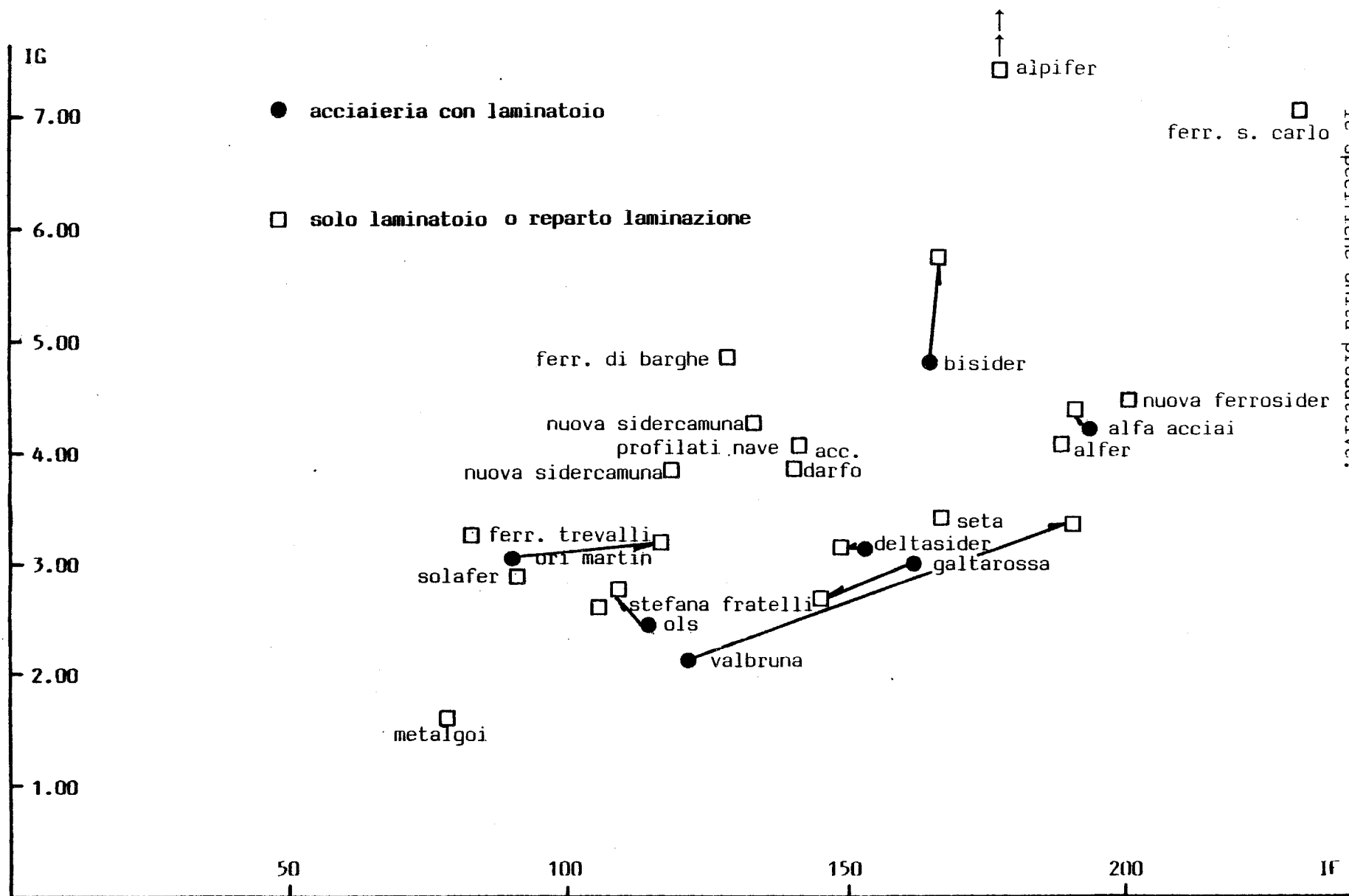


Figura 2.4. Analisi degli indici medi (dell'intero periodo) IF e IG solo per i laminatoi e i reparti di laminazione, indicando lo scostamento dalle specifiche unità produttive.



La frequenza degli infortuni rimane praticamente identica nelle diverse lavorazioni; gli infortuni in acciaieria risultano notevolmente meno gravi, mentre in laminatoio si osserva una gravità maggiore.

Trascurando due laminatoi (Ferriera S. Carlo, Alpifer) con pochissimi addetti, ma con indici elevati particolarmente pesanti nel campione, la gravità media rimane più elevata ma in misura più contenuta.

Si è voluto indagare se nella stessa unità produttiva i reparti acciaieria e di laminazione a caldo si differenzino in misura uniforme (le frecce delle figure 2.3 e 2.4).

Il confronto è particolarmente interessante perchè si può ritenere analoga l'organizzazione della prevenzione nella stessa azienda e la cultura lavorativa degli addetti, cioè i fattori che differenziano in misura elevatissima gli infortuni nelle aziende, oltre ovviamente alle variabili impiantistiche e tecnologiche.

- Per i **reparti acciaieria** si osservano rilevanti differenze solo in aziende di medie dimensioni, dove sono numerosi gli addetti di reparti presumibilmente a minore rischio (lavorazioni di finitura, trattamenti termici, magazzino, servizi vari, ecc.). In questi reparti di fusione vengono raggiunti indici fra i più alti riscontrati in tutto il campione.

Per le 4 aziende bresciane considerate si rileva invece sempre una minore frequenza degli infortuni nel reparto rispetto all'unità produttiva.

- Per i **reparti di laminazione a caldo** si osservano scostamenti di scarsa rilevanza e di natura diversa. Fa eccezione il reparto di laminazione dell'Acc. Valbruna caratterizzato dalla presenza di interventi degli addetti attrappori e sbozzatori sul piano di lavoro.

Fra tutte le 44 unità produttive sono stati esaminati in modo specifico due gruppi di aziende.

Unità produttive di medie dimensioni (400 - 2800 addetti nel 1986), con acciaieria, laminazione a caldo e anche altre lavorazioni successive, con produzione rivolta prevalentemente ad acciai di qualità e speciali.

Sono tutte aziende insediate fuori dalla provincia di Brescia.

Nella figura 2.5 sono indicati i campi di variabilità degli indici infortunistici delle aziende, comprendendo in pratica l'intera gamma dei valori assunti in tutto il periodo esaminato.

Si osservano situazioni di rischio estremamente diversificate: le aziende dell'area milanese si avvantaggiano rispetto a quelle dell'area veneta.

Per tutte queste aziende (a esclusione della Acc. Valbruna) si osserva una riduzione degli infortuni negli anni: per S.A.F.A.U. e Acc. di Caronno si evidenzia un rapido contenimento degli indici e un assestamento verso i valori più bassi osservati per l'intero campione (e questo spiega l'area ampia della zona rappresentativa). Le altre aziende con situazioni di rischio rimangono ancora a valori di frequenza due o tre volte più elevati sia per frequenza che per gravità.

Figura 2.5. Campi di variabilità degli indici infortunistici di unità produttive di medie dimensioni.

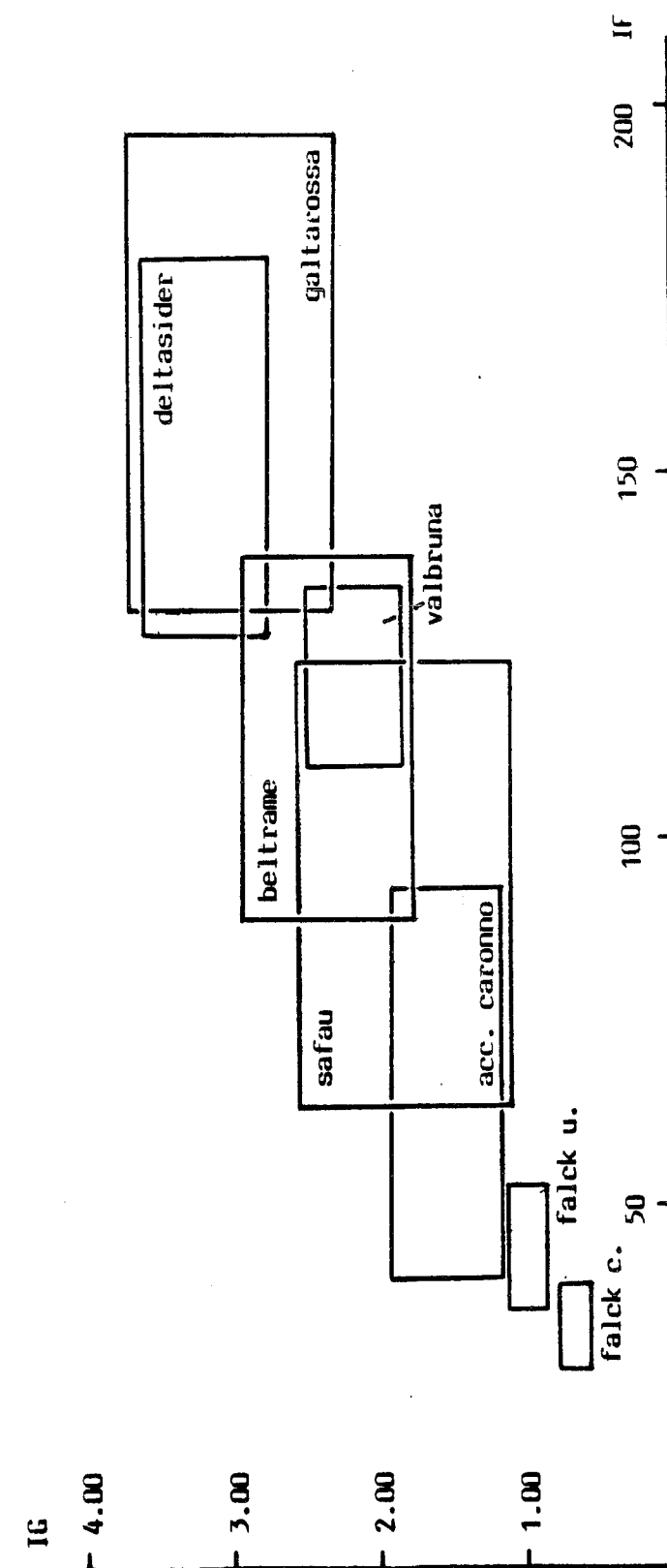
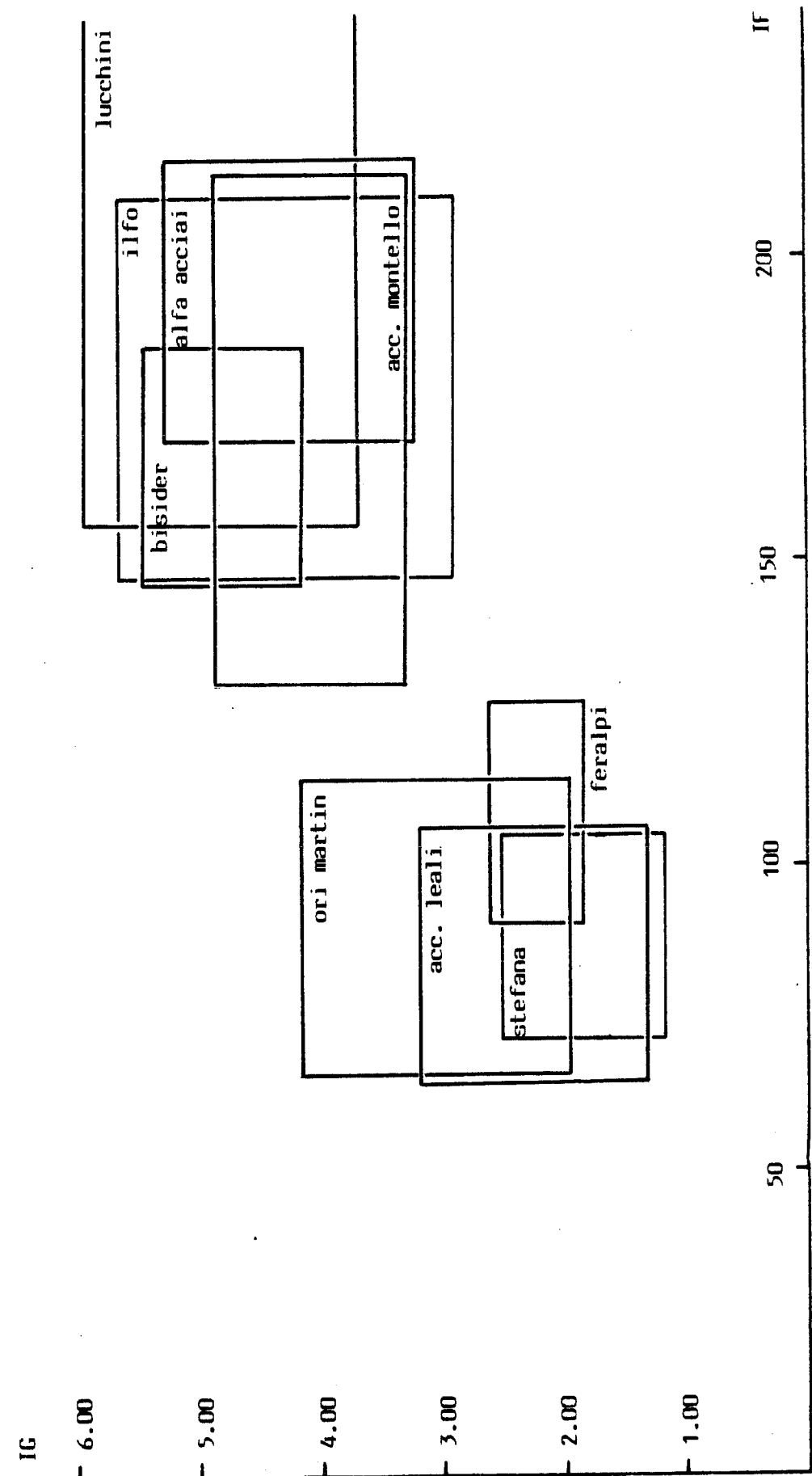


Figura 2.6. Campi di variabilità degli indici infortunistici delle principali aziende "bresciane".



"Aziende bresciane" con forno elettrico (acciaieria, acciaieria con laminatoio per prodotti lunghi) recentemente ristrutturata e quindi caratterizzata da elevata produttività (> 50 t/h per forno).

Capacità produttiva da 250.000 a 500.000 t/anno di acciai di base e di qualità: la configurazione dell'unità produttiva su cui si stanno assestando le aziende trainanti per i prodotti di largo impiego.

In questo campione è rappresentato tutto l'oligopolio della siderurgia "bresciana" (le virgolette caratterizzano un carattere industriale, più che geografico).

gruppo Lucchini	Lucchini di Sarezzo (acc + lam) Bisider di Brescia (acc + lam)
gruppo Leali	Acc. Ferriera Leali di Odolo (acc + lam)
gruppo Pasini	ILFO di Odolo (acc + lam)
gruppo Feralpi	Feralpi di Lonato (acc + lam)
gruppo Stefana	Stefana di Ospitaletto (acc)
gruppo Ori	Ori Martin di Brescia (acc + lam)
gruppo Alfa	Alfa Acciai di Brescia (acc + lam)
gruppo Sancinelli	Acc. di Montello di Montello (acc + lam)

Osservando i campi di variabilità degli indici infortunistici (figura 2.6) si rilevano per alcune aziende valori medi con una costante tendenza all'ulteriore contenimento (a eccezione della Acc. Ferriera Leali); già negli anni 1979-80 queste unità produttive risultavano nel gruppo che presentava infortuni meno frequenti.

Le altre aziende esaminate provengono da un recente passato in cui la frequenza degli infortuni era superiore a 200: il ridimensionamento del fenomeno (a eccezione della ILFO che non migliora) le relega ancora nel gruppo delle aziende più a rischio.

Queste aziende, confrontate con quelle ad analogo indice di frequenza (si veda la precedente figura 2.5) localizzate fuori provincia, presentano infortuni una volta e mezza più gravi.

Si è quindi ben lontani, in alcune situazioni, dal garantire le condizioni di contenimento degli infortuni, compatibili con il rischio intrinseco della lavorazione siderurgica e con soluzioni tecnologiche e organizzative attuate anche nell'ambito della stessa provincia o regione.

ANALISI DEGLI INFORTUNI IN LAMINATOIO

Questo studio rappresenta il tentativo di costruire un'immagine degli eventi infortunistici nei laminatoi siderurgici per individuare, a fini preventivi, gli elementi impiantistici, organizzativi e tecnologici che contribuiscono a determinarli.

Si tratta di un'operazione complessa, che indubbiamente non trova una definita conclusione in questo lavoro ma è il passo necessario per "riempire con modelli interpretativi congrui lo spazio intercorrente tra verifica del rispetto della normativa vigente (spesso unico elemento adottato di analisi del rischio) ed il conteggio degli eventi".

Questo lavoro -che presentiamo come studio preliminare per la relativamente limitata estensione dei dati esaminati- può essere utile punto di partenza per successivi ulteriori approfondimenti ed anche per un più appropriato utilizzo del registro infortuni mediante una più esauriente e sistematica registrazione delle variabili necessarie per la valutazione del fenomeno.

Per l'analisi degli infortuni ai fini della prevenzione sono insufficienti le descrizioni più comunemente utilizzate riferite a variabili quali la sede e la natura della lesione, il tempo di accadimento dell'infortunio, mentre particolarmente interessante è il metodo proposto dall'U.O.T.S.L.L. di Legnano (U.S.S.L. 70) utilizzato per l'analisi degli infortuni in fonderia di ghisa ed acciaio di seconda fusione, metodo che si basa essenzialmente sulla caratterizzazione degli eventi rispetto alla fase ed alla modalità di accadimento.

MATERIALI E METODI

Lo studio è basato sulla lettura del registro infortuni di 8 laminatoi siderurgici dei quali gli operatori di 4 U.S.S.L. della provincia di Brescia hanno una certa conoscenza diretta per sopralluoghi eseguiti.

La tabella 3.1. riassume le caratteristiche degli impianti esaminati e dei rispettivi periodi presi in considerazione.

TABELLA 3.1.: CARATTERISTICHE DEI LAMINATOI ESAMINATI E DEI PERIODI PRESI IN CONSIDERAZIONE.

codice	u.s.s.l.	periodo	n° infortuni	prodotto	tipo di impianto
1.1.	38	79-86	226	profilato	in linea
1.2.	38	83-86	157	a)profilato b)vergella	in continuo (reversibile) compatto ripiegato
1.3	38	86	26	tondo, vergella	in linea ripiegato
2.1.	39	86	14	tondo	con doppiatori ripiegato
2.2.	39	86	18	tondo	con doppiatori ripiegato
2.3.	39	86	10	tondo	con doppiatori ripiegato
3.1.	41	85	24	vergella	in linea
4.1.	40	85-86	43	tondo	in linea

In totale sono stati esaminati 518 infortuni di durata superiore a 3 giorni. Sono stati però inclusi anche 3 infortuni di cui non erano specificati i giorni e pertanto non sono presi in considerazione in alcune fasi dell'analisi.

Ogni infortunio è stato classificato in base alle seguenti variabili:

- 1- codice dell'azienda
- 2- anno di accadimento
- 3- numero progressivo nell'anno
- 4- giorni persi per invalidità temporanea
- 5- sede della lesione secondo la seguente classificazione

Tabella 3.2.: CLASSIFICAZIONE DELLA SEDE DELLA LESIONE

CODICE	SEDE
1.1.	capo
1.2.	faccia
1.3.	occhi
2.1.	torace e sterno
2.2.	addome e bacino
2.3.	dorso
3.1.	braccia e spalle
3.2.	gomiti
3.3.	avambraccio
3.4.	polsi
3.5.	mani
4.1.	anche cosce
4.2.	ginocchia
4.3.	gambe
4.4.	caviglie
4.5.	piede dorso
4.6.	piede pianta
4.7.	dita piede
5.1.	sedi multiple

- 5- natura della lesione secondo la seguente classificazione

Tabella 3.3.: CLASSIFICAZIONE DELLA NATURA DELLA LESIONE

CODICE	LESIONE
1.0.	contusione
2.1.	distorsione e lussazione articolare
2.2.	
3.0.	frattura ed infrazione ossea
4.1.	ferita da taglio
4.2.	ferita da punta
4.3.	ferita lacero-contusa
5.0.	corpo estraneo
6.1.	ustione da calore

(segue)

7.1.	soffocamento asfissia
7.2.	intossicazione chimica
8.1.	lesione da corrente elettrica
9.1.	amputazione
0.0.	lesioni varie

6- fase lavorativa nella quale si è verificato l'infortunio:

il ciclo tecnologico del laminatoio è stato scomposto in 6 aree di lavoro, assimilando a queste le operazioni di movimentazione ed i trasferimenti delle persone. All'interno delle aree sono state individuate in totale 26 fasi lavorative come riportato in tabella 3.4. alla pagina seguente.

7- modalità di accadimento

A partire dalla descrizione degli infortuni nei registri, si è costruita una lista della modalità di accadimento via via messe in luce. Si è poi proceduto per approssimazioni successive per giungere all'elenco definitivo delle modalità così come riportato in tabella 3.5. della pagina seguente.

8- fattore di rischio.

Si è denominato (presunto) fattore di rischio infortunistico, qualunque circostanza (tecnologica, organizzativa, impiantistica ecc.) che si ipotizza abbia avuto la maggior importanza nella determinazione dell'infortunio.

In realtà la attribuzione del fattore di rischio all'infortunio è risultata decisamente difficoltosa a causa della inadeguatezza della fonte informativa, dell'esperienza e della "soggettiva" valutazione dell'operatore. Si ritiene però opportuno proporre, come ipotesi di lavoro, un elenco (molto semplificato rispetto a quello originariamente utilizzato) di grandi gruppi di cause che, in tabella, sono elencati in un ordine decrescente di complessità. (tab. 3.6.)

Tabella 3.6.: GRANDI GRUPPI DI CAUSE IN ORDINE DI COMPLESSITA' DECRESCENTE

CODICE	DESCRIZIONE
1.0.	complessiva inadeguatezza della tecnologia in uso
2.0.	problemi legati a macchine o impianti
2.1.	coibentazione inadeguata o assente
2.2.	protezione degli organi in movimento inadeguata o assente
2.3.	scale di accesso agli impianti pericolose
2.4.	mancaza di schermi contro la proiezione di schegge
2.5.	posizione di comandi inadeguata
2.6.	parti in tensione degli impianti elettrici non completamente schermate
2.7.	assenza di adeguati dispositivi per il fissaggio dei pezzi in lavorazione
3.0.	attrezzature inadeguate
3.1.	per dimensione
3.2.	per numero
3.3.	mancaza di dispositivi contro il ritorno di fiamma
3.4.	mancaza di dotazione/uso di scale-scalini
3.5.	mancaza di presidi antisdrucciolo alle scale
3.6.	mancaza/inadeguatezza di ponteggi per lavori in quota

- 4.0. problemi legati alla movimentazione meccanica
 - 4.1. modalità di aggancio non sicura
 - 4.2. imbragaggio difficoltoso (inadeguata dotazione funi, catene; insufficienti punti di appiglio)
 - 4.3. mezzi di trasporto non idonei
 - 4.4. insufficiente dotazione di mezzi di movimentazione meccanica
 - 4.5. carrelli a mano eccessivamente caricati
 - 4.6. carrelli non dotati di dispositivo di blocco contro gli investimenti

 - 5.0. spazi ed arredi inadeguati
 - 5.1. spazio disponibile insufficiente
 - 5.2. spazi insufficientemente delimitati
 - 5.3. presenza di ingombri
 - 5.4. modalità incongrue di accatastamento/impilamento di materiali
 - 5.5. pavimentazione sconnessa
 - 5.6. insufficiente pulizia del pavimento
 - 5.7. ostacoli fissi sulle vie di transito
 - 5.8. mezzi di riscaldamento pericolosi

 - 6.0. presidi o protezioni ambientali inadeguati o assenti (schermi, ripari)
 - 6.1. schermature
 - 6.2. protezione di buche fosse o cunicoli

 - 7.0. problemi legati a procedure organizzative
 - 7.1. mancanza di segnalazioni elettroacustiche di allarme
 - 7.2. uso incongruo delle macchine
 - 7.3. interventi di manutenzione effettuati da personale non qualificato
 - 7.4. interventi di manutenzione effettuati con macchine in movimento
 - 7.5. distanza di sicurezza non rispettata
 - 7.6. operazioni su impianti elettrici in tensione

 - 8.0. problemi legati alla manutenzione
 - 8.1. pezzi usurati sostituiti con insufficiente frequenza
 - 8.2. insufficiente manutenzione preventiva periodica

 - 9.0. mezzi di protezione personale inadeguati o assenti
 - 9.1. occhiali contro le schegge
 - 9.2. maschera/occhiali anti abbaglianti
 - 9.3. grembiule
 - 9.4. guanti
 - 9.5. scarpe antinfortunistiche
 - 9.6. ghette
 - 9.7. visiera

 - 0.0. fattore di rischio non identificato.
-

9- livello di complessità

Rappresenta un tentativo empirico di esprimere un giudizio sulla dinamica degli eventi.

La maggiore o minore complessità dipende, in pratica, dal tipo di fattori di rischio che l'operatore implicitamente individua e dalla maggiore o minore complessità che attribuisce alla loro eliminazione (tab 3.7.).

MODALITA' DI ACCADIMENTO

00 Dinamica non comprensibile

- 10 materiali sostanze radiazioni
- 11 proiezione di schegge e frammenti
- 12 riverbero calore radiante
- 13 contatto con materiali caldi
- 14 contatto con materiali pungenti o taglienti
- 15 contatto con fiamme libere o ritorni di fiamma
- 16 contatto, investimento liquidi caldi
- 17 cadute oggetti vari (non altrimenti specific.)
- 18 contatto con corrente elettrica

20 da impianti e macchine

- 21 investimento, schiacciamento da materiale in lavorazione
- 22 intrappolamento, schiacciamento fra organi in movimento e organi fissi
- 23 rottura (e proiezione) da materiale in lavorazione
- 24 rottura di utensili, di macchine, attrezzature
- 25 contatto con utensili di macchine in movimento

30 da attrezzature

- 31 uso di attrezzi manuali (chiave, martello, mazza ecc.)
- 32 contraccolpo nell'uso di attrezzi manuali
- 33 uso di utensili elettrici o pneumatici
- 40 cadute ed urti
- 41 caduta evitando prodotto in lavorazione
- 42 caduta sugli impianti (placche, vie a rulli, tappeti...)
- 43 urti contro sporgenze (pavimenti, attrezzi ecc.)
- 44 caduta su/da caatste di prodotto
- 45 cadute in fosse o buche
- 46 salita/discesa scale (scavalamento treni impianti ecc.)
- 47 urto/caduta lontano da posizioni di lavoro

50 movimentazioni

- 51 urto schiacciamento durante movimentazioni manuali
- 52 urto/schiacc. contro catene ganci pezzi (imbrago messa in tito, disimbrago)
- 53 urto/schiacc. contro pezzi, catene, ganci durante trasporto pozion.
- 54 sganciamento pezzi durante il trasporto
- 55 manovre con carrello elevatore (investimenti, cadute carico)

60 eventi partic. descritti chiaram. non altrimenti indicati

FASE DI LAVORO

00 non attribuibile

- 10 riscaldamento semoprodotto
- 11. intervento di preparazione carica
- 12 condizionamento semiprodotto
- 13 interventi controllo e regolazione
- 14 carico forno
- 15 sfornamento
- 16 rifacimenti e ripristini

20 laminazione

- 21 interventi di controllo e regolazione
- 22 conduzione laminazione (anche manuale)
- 23 interventi di attrezzamento
- 24 disincagli

30 raccolta prodotta

- 31 interventi faciat., piegat., raddrizz. ecc.
- 32 ispezione e rimozione difetti
- 33 controllo qualitativo
- 34 trasporto prodotto a magazzino
- 35 spedizione prodotto
- 36 interv. di disincaglio sugli impianti

40 lavori ausiliari e manutenzione

- 41 ripristino attrezzature (cilindri ecc.)
- 42 lavorazioni con macchine utensili
- 43 pulizia, raccolta scarti
- 44 approvvig. materiali ausiliari
- 45 manutenzioni non altrimenti specificate

50 movimentazioni non attribuibili a fasi precedenti

- 51 movimentazioni manuali
- 52 con macchinari
- 53 con carroponete

60 trasferimenti

- 61 a terra in reparto
- 62 salita e discesa da carroponete

Tabella 3.7.: LIVELLO DI COMPLESSITA'

CODICE	DESCRIZIONE
0	Le informazioni disponibili non bastano ad attribuire il livello di complessità all'infortunio.
1	Le ipotesi di trasformazione per l'eliminazione del fattore di rischio infortunistico esistono e sono di attuazione semplice, oppure sembra possibile un richiamo a corrette modalità operative.
2	Le ipotesi di trasformazione attengono alla normativa vigente o a norme di buona tecnica, e comportano, per la loro attuazione, la risoluzione di problemi tecnici, organizzativi, economici più complessi del livello 1.
3	L'informazione disponibile consente di formulare ipotesi di trasformazione generiche ma comunque complesse, in quanto coinvolgono sempre variabili o impiantistiche o organizzative o tecnologiche. Una migliore e sistematica descrizione dell'infortunio è essenziale per una adeguata comprensione della dinamica e per la individuazione specifica dei fattori di rischio concorrenti.

RISULTATI

Da prima si procederà ad analizzare la distribuzione di frequenza delle variabile considerate. In seguito si prenderanno in esame le coppie "fase lavorativa-modalità" di accadimento degli infortuni. Infine si porranno a confronto le caratteristiche del fenomeno infortunistico in due diversi laminatoi.

DISTRIBUZIONE DI FREQUENZA DELLE VARIABILI PRESE IN ESAME

Giorni di infortunio

I 515 infortuni hanno una durata media di 27.28 giorni. La tabella 3.8. ne illustra la distribuzione per classi:

Tabella 3.8.: DISTRIBUZIONE GIORNI DI INFORTUNIO PER CLASSI

GIORNI	NUMERO	%
3-15	256	49.8
16-30	144	27.8
31-40	37	7.1
41-60	42	8.1
61-120	25	4.8
120-OLTRE	12	2.3

sede della lesione

Le sedi più frequentemente colpite sono le dita delle mani, seguite dalle gambe, dalle mani e dalle caviglie (tab. 3.9.).

Tab.9: DISTRIBUZIONE SEDE DELLA LESIONE

SEDE	NUMERO	%
dita mani	67	17
gambe	54	10
mani	50	10
caviglie	38	7
occhi	34	7
piede	30	6
capo	29	6
avambraccio	28	5
ginocchia	24	5
anche, cosce	22	5
braccia, spalle	21	4
faccia, collo	17	3
altro	58	11

Natura della lesione

Il 53% delle lesioni è rappresentato da contusioni e ferite lacero-contuse, il 15.1% da ustioni, ed il 19.6% da distorsioni e fratture (tab. 3.10).

Tabella 3.10.: DISTRIBUZIONE "NATURA DELLA LESIONE"

NATURA	N°	%
contusione	160	30.9
f.l.c.	113	21.9
ustione	78	15.1
distorsione lussazione	60	11.6
frattura	42	8.1
corpo estraneo	22	4.2
altro	43	8.3

Fase lavorativa

Nel 12,2% dei casi la fase lavorativa non è stata attribuita.

La distribuzione degli infortuni rispecchia sostanzialmente la concentrazione degli addetti sugli impianti.

Tabella 3.11.: DISTRIBUZIONE DEGLI INFORTUNI PER FASE LAVORATIVA

FASE	N°	%
non attribuibile	63	12.3
riscaldamento semiprodotto	21	4.0
laminazione	138	26.6
raccolta semiprodotto	117	22.6
lavori ausiliari e manutenzioni	67	12.8
movimentazioni non attr.fasi prec.	26	5.0
trasferimenti	66	12.7

Modalità

Dei 518 infortuni considerati per il 14.7% non è stata individuata la modalità di accadimento. La tabella 3.12. riassume le modalità degli infortuni per grandi gruppi.

Tabella 3.12.: DISTRIBUZIONE DELLE MODALITA' DI ACCADIMENTO DEGLI INFORTUNI PER GRANDI GRUPPI

MODALITA	N^	%
non attribuibile	76	14.7
da materiali sostanze radiazioni	82	15.8
da impianti o macchine	91	17.6
da attrezzature	63	12.2
cadute o urti	98	18.9
movimentazioni	76	14.7
modalità particolari	44	8.5

La sottoclasse di modalità più frequente è l'"investimento, schiacciamento da materiale in lavorazione" (15% degli eventi), seguita dall'"uso di attrezzi manuali" (10% degli eventi) e dalle "movimentazioni manuali" (7.7%).

livello di complessità

Nel 19.3% dei casi non è stato attribuito alcun livello di complessità (livello 0) per insufficienza dell'informazione disponibile.

tabella 3.13.: DISTRIBUZIONE DEGLI INFORTUNI SECONDO IL LIVELLO DI COMPLESSITA'

LIVELLO COMPLESSITA'	N°INF.	%	DURATA MEDIA	DUR. MAX.	%GG INFORTUNIO
0	100	19.3	29.1	588	20.6
1	290	56.0	22.2	241	45.8
2	76	14.7	29.1	422	15.8
3	52	10.0	47.8	446	17.7

Dalla tabella qui riportata si può dedurre che il 57% dei giorni di invalidità temporanea sono dovuti ad infortuni ai quali è stato attribuito il più basso livello di complessità, il 20% dei giorni è conseguenza di infortuni giudicati prevenibili con interventi riconducibili a soluzioni di bonifica che attengono alla normativa antiinfortunistica o a norme di buona tecnica già sulla sola base della lettura del registro infortuni. Riteniamo questo dato significativo anche se certamente viziato dall'empirismo del metodo di analisi adottato.

ANALISI DELLE COPPIE "FASE LAVORATIVA-DINAMICA"

928 sono le coppie potenziali "fase lavorativa-dinamica" (32 fasi X 29 dinamiche).

A 394 infortuni è stato possibile attribuire sia la fase lavorativa che la dinamica (pari al 76.5% degli infortuni) i quali individuano 146 coppie valide con almeno 1 infortunio pari al 15.7% delle coppie potenziali.

Il 50% degli infortuni è individuato da 23 coppie (2.5%) ed il 50% delle giornate perse per infortuni è concentrato in 20 coppie.

La tabella n° 3.18., allegata alla relazione, riassume TUTTE le coppie fase lavorativa-dinamica

degli infortuni esaminati: in essa sono riportati, per ogni coppia, il numero di infortuni e la loro durata media.

Per una migliore lettura e valutazione globale, la tabella 3.13., alla pagina seguente, riporta tutte le coppie (n° 40) valide con almeno 3 infortuni, ordinate in modo decrescente in base al numero di infortuni in esse contenute. Per ogni coppia sono anche riportate: a) il totale dei giorni di invalidità temporanea; b) la durata media degli infortuni, c) le percentuali sia del numero di infortuni che dei giorni, d) le rispettive percentuali cumulative.

Le coppie di maggiore importanza sono le seguenti:

- a- interventi fasciatura, legatura, raddrizzatura/investimento, schiacciamento da prodotto in lavorazione.
Questa coppia raggruppa infortuni principalmente dovuti ad operazioni su macchine raddrizzatrici manuali che sono ancora in uso nel laminatoio per il quale sono stati classificati il maggior numero di infortuni (1.1.).
- b- interventi di attrezzamento/uso di attrezzi manuali.
Sono principalmente gli infortuni che accadono durante gli interventi di attrezzamento dei treni di laminazione e potrebbero essere ricondotti a problemi legati a modalità operative e ad inadeguata formazione professionale.
- c- lavori su macchine utensili/proiezione di schegge.
Sono infortuni poco gravi ma frequenti, riconducibili ad insufficiente protezione delle macchine e/o inadeguata formazione professionale.
- d- trasferimenti/urto, caduta lontano da postazioni di lavoro.
Sono infortuni di una certa gravità, riconducibili, almeno in parte, a problemi legati all'organizzazione dei percorsi, alla dislocazione di materiali (scarti, materiali fuori uso, ecc.).
- e- interventi di attrezzamento/ investimento da materiali in lavorazione.
Sono infortuni gravi riconducibili ad insufficienza di dispositivi di sicurezza e/o di segnalazione o comunque a scorrette modalità operative.
- f- cadute in reparto su scale.
Infortuni frequenti riconducibili anche alla organizzazione dei passaggi ed a modalità costruttive delle scale.
- g- Si segnalano 5 infortuni della durata media di 35 giorni, avvenuti per intrappolamento fra organi in moto durante fasi di laminazione.
- h- Numerosi sono gli infortuni che accadono in fase di attrezzamento degli impianti per movimentazioni manuali e durante le operazioni di messa in tiro-trasporto di materiali.

CONFRONTO FRA DUE LAMINatoi

Gli stabilimenti confrontati in questo capitolo sono quelli contraddistinti con i codici 1.1. e 1.2..

Sono laminatoi diversi dal punto di vista tecnologico ed impiantistico (tabella 3.1.) ed anche dal punto di vista delle condizioni generali di sicurezza come stanno ad indicare i diversi valori degli indici infortunistici (laminatoio 1.1. Indice frequenza = 163 (84,85,86); laminatoio 1.2. I.F. = 51 (85,86)).

Le differenze impiantistiche determinano una diversità di distribuzione degli infortuni sia secondo la fase lavorativa che secondo la modalità di accadimento (tab. 3.15., 3.16. riportate in allegato).

Le maggiori differenze si determinano per le fasi legatura-fasciatura-raddrizzatura, conduzione della laminazione, disincagli, lavori su macchine utensili, trasporto prodotto a magazzino (laminatoio 1.1.)1.2.); solo per gli interventi di attrezzamento il numero percentuale degli infortuni è maggiore nel laminatoio 1.2. rispetto al laminatoio 1.1..

Rispetto alla modalità si determinano maggiori differenze per gli interventi di controllo e regolazione (laminatoio 1.1.>1.2.) e per l'uso di attrezzi manuali (laminatoio 1.2.>1.1.).

Differenze significative sono rilevabili anche al confronto delle coppie "fase lavorativa-dinamica". La tabella n° 3.14., riportata alla pag. seguente, elenca le coppie fase-dinamica dei due stabilimenti in ordine decrescente in base al numero di infortuni individuati nel laminatoio 1.1. (tab. 1.17.A) ed in ordine decrescente per n° di infortuni individuati nello stabilimento 1.2. (tab. 1.17.B).

Si nota che le 4.5.-3.1. (manutenzioni/uso di attrezzi manuali), 6.0.-4.6. (cadute su scale), 4.5.-5.1. (urto, schiacciamento durante operazioni di movimentazione) sono abbastanza concordanti nei due impianti.

Per altre coppie, invece, non si determina alcuna concordanza.

Per esempio nel laminatoio 1.1. sono più frequenti le cadute su impianti ed anche lontano da posizioni di lavoro. Ciò può dipendere da una peggiore organizzazione complessiva degli spazi. Stesso discorso vale per gli infortuni che si verificano durante la conduzione della laminazione per investimento da materiali, oppure durante le operazioni di disincaglio. Infine, nella fase di raddrizzatura-fasciatura del prodotto, si sono evidenziate differenze per contatto, investimento-intrappolamento da materiale in lavorazione.

CONCLUSIONI

Dal lavoro svolto si può schematicamente concludere quanto segue:

- 1- Il metodo proposto è apparso utile per la individuazione della rilevanza delle fasi lavorative e delle dinamiche degli infortuni nel laminatoio siderurgico.
Ne consegue l'opportunità di una più estesa applicazione al fine di produrre "immagini" complete e dettagliate del fenomeno infortunistico nel laminatoio siderurgico per trarre elementi di valutazione delle di sicurezza che caratterizzano i singoli impianti e dalle quali orientare gli interventi di bonifica.
Un primo passo può essere quello di far sì che la descrizione degli infortuni riportata dai registri, contenga chiaramente, quanto meno, le informazioni precise relative alle variabili qui considerate (fase, modalità, fattore di rischio).
- 2- Già dai dati esaminati si è potuto rilevare che la maggior parte degli infortuni, accadono in un numero limitato di coppie "fase lavorativa/modalità" e che in queste stesse si concentrano anche gli infortuni più gravi.
- 3- Le differenze tecnologiche, determinano alcune omogeneità ma anche differenze nel fenomeno degli infortuni che dipendono da aspetti organizzativi ed impiantistici ben individuabili legati alle singole situazioni.

TABELLA DELLE COPPIE FASE-MODALITA' CON PIU' DI 3 INFORTUNI

N°PROPR.	FASE	MODALITA'	N° INF	% N°	%CUMULAT.	GG INF	D.MEDIA	%GG INF	%CUMULAT.	GG INF
1 31	21	30	7.61	7.61	1344	44.80	12.65	12.65		
2 23	31	16	4.06	11.68	515	32.19	4.85	17.49		
3 42	11	11	2.79	14.47	107	9.73	1.01	18.50		
4 61	47	11	2.79	17.26	256	23.27	2.41	20.91		
5 22	21	10	2.54	19.80	717	71.70	6.75	27.66		
6 45	31	10	2.54	22.34	179	17.90	1.68	29.34		
7 61	46	10	2.54	24.87	267	26.70	2.51	31.86		
8 23	51	8	2.03	26.90	144	18.00	1.36	33.21		
9 24	21	8	2.03	28.93	168	21.00	1.58	34.79		
10 31	13	8	2.03	30.96	167	20.88	1.57	36.36		
11 31	51	7	1.78	32.74	153	21.86	1.44	37.80		
12 40	51	7	1.78	34.52	215	30.71	2.02	39.83		
13 60	46	7	1.78	36.29	170	24.29	1.60	41.43		
14 61	43	7	1.78	38.07	190	27.14	1.79	43.21		
15 61	42	7	1.78	39.85	250	35.71	2.35	45.57		
16 31	14	6	1.52	41.37	61	10.17	0.57	46.14		
17 45	60	6	1.52	42.89	88	14.67	0.83	46.97		
18 20	21	5	1.27	44.16	101	20.20	0.95	47.92		
19 23	42	5	1.27	45.43	159	31.80	1.50	49.42		
20 31	60	5	1.27	46.70	73	14.60	0.69	50.10		
21 34	44	5	1.27	47.97	105	21.00	0.99	51.09		
22 53	52	5	1.27	49.24	217	43.40	2.04	53.13		
23 61	60	5	1.27	50.51	100	20.00	0.94	54.07		
24 22	31	4	1.02	51.52	71	17.75	0.67	54.74		
25 24	13	4	1.02	52.54	81	20.25	0.76	55.51		
26 40	15	4	1.02	53.55	95	23.75	0.89	56.40		
27 40	60	4	1.02	54.57	40	10.00	0.38	56.78		
28 51	51	4	1.02	55.58	48	12.00	0.45	57.23		
29 53	53	4	1.02	56.60	81	20.25	0.76	57.99		
30 14	52	3	0.76	57.36	69	23.00	0.65	58.64		
31 20	43	3	0.76	58.12	58	19.33	0.55	59.19		
32 21	31	3	0.76	58.88	44	14.67	0.41	59.60		
32 21	22	3	0.76	59.64	302	100.67	2.84	62.44		
34 22	51	3	0.76	60.41	64	21.33	0.60	63.04		
35 22	42	3	0.76	61.17	70	23.33	0.66	63.70		
36 23	45	3	0.76	61.93	41	13.67	0.39	64.09		
37 24	31	3	0.75	62.65	130	43.33	1.22	65.31		
38 21	32	3	0.76	63.45	23	7.67	0.22	65.53		
39 53	54	3	0.76	64.21	59	19.67	0.56	66.08		
40 62	46	3	0.76	64.97	69	23.00	0.65	66.73		

TABELLA 3.14.:CONFRONTO FRA LAMINATOIO 1.1. E LAMINATOIO 1.2.: FASI LAVORATIVE

LAMINATOIO 1.1.			LAMINATOIO 2.2.		
codice	numero	%	numero	%	M _{12m} 1.1.-M _{12m} 1.2.
00	18	7.96	25	18.47	-10.51
10	1	0.44	0	0.00	0.44
12	1	0.44	1	0.64	-0.19
14	6	2.65	4	2.55	0.11
16	1	0.44	1	0.64	-0.19
20	6	2.65	3	1.91	0.74
21	3	1.33	6	3.82	-2.49
22	20	8.85	8	5.10	3.75
23	23	10.18	29	18.47	-8.25
24	12	5.31	2	1.27	4.04
30	2	0.88	3	3.82	-2.94
31	44	19.47	12	7.64	11.83
32	0	0.00	2	1.27	-1.27
33	1	0.44	2	1.27	-0.83
34	11	4.87	3	1.91	2.96
36	0	0	1	0.64	-0.64
40	8	3.54	10	6.37	-2.83
42	14	6.19	4	2.55	3.65
43	2	0.88	1	0.64	0.25
45	12	5.31	10	6.37	-1.06
50	2	0.88	0	0.00	0.88
51	6	2.65	0	0.00	2.65
52	0	0.00	2	1.27	-1.27
53	4	1.77	6	3.82	-2.05
60	6	2.65	3	1.91	0.74
61	22	9.73	11	7.01	2.73
62	1	0.44	1	0.64	-0.19
totale	226	100.00	157	100.00	

TABELLA 3.15.:CONFRONTO FRA LAMINATOIO 1.1. E LAMINATOIO 1.2.: DINAMICHE

LAMINATOIO 1.1.			LAMINATOIO 2.2.		
codice	numero	%	numero	%	M _{12m} 1.1.-M _{12m} 1.2.
00	27	11.95	40	25.48	-13.53
11	19	8.41	4	2.55	5.86
13	14	6.19	4	2.55	3.65
14	9	3.98	2	1.27	2.71
15	3	1.33	4	2.55	-1.22
17	3	1.33	0	0.00	1.33
21	39	17.26	6	3.82	13.43
22	4	1.77	1	0.64	1.13
25	1	0.44	0	0.00	0.44
31	11	4.87	31	19.75	-14.88
42	19	8.41	6	3.82	4.59
43	2	0.88	6	3.82	-2.94
44	5	2.21	0	0.00	2.21
45	5	2.21	0	0.00	2.21
46	8	3.54	7	4.46	-0.92
47	8	3.54	0	0.00	3.54
51	20	8.85	13	8.28	0.57
52	7	3.10	5	3.18	-0.09
53	3	1.33	4	2.55	-1.22
54	3	1.33	1	0.64	0.69
55	1	0.44	2	1.27	-0.83
60	15	6.66	21	13.38	-6.74
	226	100.00	157	100.00	

TAB. 17A

TABELLA CONFRONTO FRA COPPIE MODALTA'/DINAMICA DI DUE LAMINATOI											
LAMINATOIO 1.1.						LAMINATOIO 1.2.					
N. - FASE-MODALITA'-N° INF - % N°-GG INF - D.MEDIA-%GG-INF						N -FASE-MODALITA'-N° INF - % N°-GG INF - D.MEDIA-%GG INF -					
1 31 21	19	8.68	941	49.53	14.22	1 31 21	5	3.23	170	34	4.50
2 42 11	8	3.65	66	8.25	1.00	2 42 11	2	1.29	27	14	0.71
3 61 47	8	3.65	173	21.63	2.61	3 61 47	0	0.00	0		0.00
4 31 51	7	3.20	153	21.86	2.31	4 31 51	0	0.00	0		0.00
5 31 13	7	3.20	93	13.29	1.41	5 31 13	0	0.00	0		0.00
6 22 21	6	2.74	191	31.83	2.89	6 22 21	1	0.65	14	14	0.37
7 31 14	5	2.28	61	12.20	0.92	7 31 14	0	0.00	0		0.00
8 61 42	5	2.28	225	45.00	3.40	8 61 42	0	0.00	0		0.00
9 24 13	4	1.83	81	20.25	1.22	9 24 13	0	0.00	0		0.00
10 34 44	4	1.83	91	22.75	1.38	10 34 44	0	0.00	0		0.00
11 45 31	4	1.83	51	12.75	0.77	11 45 31	3	1.94	50	17	1.32
12 51 51	4	1.83	48	12.00	0.73	12 51 51	0	0.00	0		0.00
13 60 46	4	1.83	74	18.50	1.12	13 60 46	3	1.94	96	32	2.54
14 14 52	3	1.37	63	21.00	0.95	14 14 52	0	0.00	0		0.00
15 22 42	3	1.37	70	23.33	1.06	15 22 42	0	0.00	0		0.00
16 23 42	3	1.37	58	19.33	0.88	16 23 42	1	0.65	85	85	2.25
17 23 45	3	1.37	41	13.67	0.62	17 23 45	0	0.00	0		0.00
18 24 21	3	1.37	91	30.33	1.38	18 24 21	0	0.00	0		0.00
19 33 11	3	1.37	59	19.67	0.89	19 33 11	0	0.00	0		0.00
20 40 51	3	1.37	36	12.00	0.54	20 40 51	3	1.94	169	56	4.47
21 61 46	3	1.37	79	26.33	1.19	21 61 46	2	1.29	39	20	1.03
22 23 51	2	0.91	31	15.50	0.47	22 23 51	5	3.23	107	21	2.83
23 31 60	2	0.91	29	14.50	0.44	23 31 60	2	1.29	29	15	0.77
24 40 15	2	0.91	62	31.00	0.94	24 40 15	2	1.29	33	17	0.87
25 61 60	2	0.91	51	25.50	0.77	25 61 60	3	1.94	49	16	1.30

TAB 17B

TABELLA CONFRONTO FRA COPPIE MODALTA'/DINAMICA DI DUE LAMINATOI											
LAMINATOIO 1.2.						LAMINATOIO 1.1.					
-N-FASE-MODALITA'-N° INF - % N°-GG INF - D.MEDIA-%GG-INF-						N. -FASE-MODALITA'-N° INF - % N°-GG INF -D.MEDIA-%GG INF -					
1 23 31	11	7.10	429	39	11.35	1 23 31	0	0.00	0		0.00
2 23 51	5	3.23	107	21	2.83	2 23 51	2	0.91	31	15.50	0.47
3 31 21	5	3.23	170	34	4.50	3 31 21	19	8.68	941	49.53	14.22
4 21 31	3	1.94	44	15	1.16	4 21 31	0	0.00	0		0.00
5 40 51	3	1.94	169	56	4.47	5 40 51	3	1.37	36	12.00	0.54
6 45 31	3	1.94	50	17	1.32	6 45 31	4	1.83	51	12.75	0.77
7 53 53	3	1.94	66	22	1.75	7 53 53	0	0.00	0		0.00
8 60 46	3	1.94	96	32	2.54	8 60 46	4	1.83	74	18.50	1.12
9 61 60	3	1.94	49	16	1.30	9 61 60	2	0.91	51	25.50	0.77
10 22 31	2	1.29	42	21	1.11	10 22 31	1	0.46	17		0.26
11 23 52	2	1.29	26	13	0.69	11 23 52	0	0.00	0		0.00
12 23 60	2	1.29	16	8	0.42	12 23 60	0	0.00	0		0.00
13 31 60	2	1.29	29	15	0.77	13 31 60	2	0.91	29	14.50	0.44
14 40 15	2	1.29	33	17	0.87	14 40 15	2	0.91	62	31.00	0.94
15 42 11	2	1.29	27	14	0.71	15 42 11	8	3.65	66	8.25	1.00
16 45 13	2	1.29	33	17	0.87	16 45 13	0	0.00	0		0.00
17 53 52	2	1.29	31	16	0.82	17 53 52	1	0.46	155	155.00	2.34
18 61 43	2	1.29	52	26	1.38	18 61 43	1	0.46	11	11.00	0.17
19 61 46	2	1.29	39	20	1.03	19 61 46	3	1.37	79	26.33	1.19

QUADRO RIASSUNTIVO DI 515 INFORTUNI ACCADUTI IN 8 LAMINATOI SIDERURGICI

Nº infortuni

Durata media

[illegible]

Tabella 3 — Matrice professioni/esposizioni acciaieria elettrica

	1*	2	3	4	5	6	7	8
Asbesto	+	-	+	+	+	+	++	++
Arsenico e composti	-	-	-	-	-	-	-	-
Cromo e composti	+ ^{a,b}	-	+ ^a	+ ^a	+ ^a	+ ^a	+ ^a	+ ^a
Nichel e composti	+ ^{a,b}	-	+ ^a	+ ^a	+ ^a	+ ^a	-	+ ^a
Cadmio e composti	+ ^{a,b}	-	+ ^a	+ ^a	+ ^a	+ ^a	-	+ ^a
Piombo e composti	+ ^{a,b}	-	+ ^a	+ ^a	+ ^a	+ ^a	-	+ ^a
Catrame, nerofumo, oli minerali e prodotti di pirolisi	+	-	++	++	++	+	+	++
Berillio e composti	-	-	+ ^a	+ ^a	+ ^a	+ ^a	-	-
Radiazioni ionizzanti	-	-	-	-	+ ^d	-	-	+ ^d
Fibre minerali	+	-	+	+	+	+	++	++

Note
 * 1) area preparazione rottame; 2) area movimentazione rottame; 3) area forno; 4) area servizi forno; 5) area colata continua; 6) area colata in fossa; 7) area rifacimenti; 8) area manutenzione.

** a) nel caso di produzione di acciai legati con il metallo indicato; b) come impurezze nel rottame; c) nel caso di utilizzo di refrattari cromo-magneziaci; d) nel caso di utilizzo di controlli a radiazioni.

Tabella 4 — Matrice professioni/esposizioni laminatoio

	1*	2	3	4	5	6	7	8
Asbesto	+	-	+	+	-	++	++	-
Arsenico e composti	-	-	-	-	-	-	-	-
Cromo e composti	+ ^a	-	+ ^a	+ ^a	-	+ ^c	+ ^a	-
Nichel e composti	+ ^a	-	+ ^a	+ ^a	-	-	+	-
Cadmio e composti	-	-	-	-	-	-	-	-
Piombo e composti	+ ^a	-	+ ^a	+ ^a	-	-	+ ^a	-
Catrame, nerofumo, oli minerali e prodotti di pirolisi	+	-	+	++	+	-	++	++
Berillio e composti	-	-	-	-	-	-	-	-
Radiazioni ionizzanti	-	-	-	+ ^d	+ ^d	-	-	-
Fibre minerali	+	-	+	+	-	++	++	-

Note
 * 1) area condizionamento; 2) area magazzino; 3) area forni di riscaldamento; 4) area laminazione e forniture a caldo; 5) area finitura a freddo; 6) area rifacimenti; 7) area manutenzione; 8) rettificatori.

** a) nel caso di produzione di acciai legati con il metallo indicato; b) come impurezze nel rottame; c) nel caso di utilizzo di refrattari cromo-magneziaci; d) nel caso di utilizzo di controlli a radiazioni.

Tabella 5 — Sostanze considerate e rischio cancerogeno [23, 24]

Sostanza	Uomo organo	evidenza	specie	Animale organo/tumore	evidenza
Asbesto	polmone, pleura laringe colon, retto	sufficiente limitata limitata	ratto, topo, coniglio hamster	polmone, pleura	sufficiente
Arsenico e As composti	polmone, cute fegato sist. emopoietico	sufficiente limitata inadeguata	ratto topo	polmone sist. linfatico	inadeguata inadeguata
Cromo e Cr composti	polmone cavità e seni nasali, laringe	sufficiente limitata	ratto	sarcomi	sufficiente
Nichel e Ni composti	polmone, seni nasali	limitata	ratto ratto, topo, coniglio, hamster	polmone sarcomi	sufficiente sufficiente
Cadmio e Cd composti	prostata, rene, polmone	limitata	ratto	sarcomi	sufficiente
Piombo e Pb composti	app. respiratorio, rene	inadeguata	ratto, topo ratto	rene cervello cute	sufficiente sufficiente sufficiente
Catrame, nerofumo, oli minerali e prodotti di pirolisi	cute, polmone, scroto, vescica	sufficiente			
Berillio e Be composti	polmone	limitata	ratto, scimmia coniglio	polmone osteosarcomi	sufficiente sufficiente

Esposizione professionale a cancerogeni respiratori: l'industria siderurgica

Franco Berrino
 Dario Continenza
 Filippo Ferrario
 Alberto Baldasseroni

Servizio di epidemiologia
 Istituto nazionale per lo studio e la cura dei tumori, Milano

Angelo Borroni
 Dipartimento di chimica fisica applicata
 Politecnico di Milano

Laura Bodini
 Servizio Medicina del Lavoro USL 65,
 Sesto S. Giovanni (MI)

Bibliografia

1. HOAR S.K., MORRISON A.S., COLE P., SILVERMAN D.T. (1980), An occupation and exposure linkage system for the study of occupational carcinogenesis. "J. Occup. Med." 22, pp. 722-726.
2. HOAR S.K. (1981), Epidemiology and occupational classification systems, "Bambury Report 9": Quantification of occupational cancer, Cold Spring Harbor Laboratory, pp. 455-470.



SOCIETÀ NAZIONALE
OPERATORI DELLA PREVENZIONE
NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

2° Seminario: ACCIAIERIA ELETTRICA E LAMINAZIONE A CALDO. CONDIZIONI DI LAVORO
IMPATTO AMBIENTALE (Brescia 12 giugno 1987)

RISCHIO DA OSSIDO DI CARBONIO: VALIDAZIONE DELL'INDICATORE BIOLOGICO UTILIZZATO (%COHb)

La realizzazione di un piano programmato sui PSA nel settore siderurgico della U.S.S.L. 41 ha offerto l'opportunità di verificare l'ipotesi di rischio da ossicarbonismo cronico negli addetti dell'area fusoria dell'acciaieria elettrica. I crescenti livelli di innovazione tecnologica, mutando spesso le condizioni di esposizione, impongono un aggiornamento costante dello stato delle conoscenze sui rischi, non solo di quelli più noti e più gravi (o di recente introduzione) ma anche di quelli che si caratterizzano per le basse esposizioni e per gli effetti sub-clinici sui quali vi è una notevole discordanza, non disponendo di attendibili tests di effetto.

Di non secondaria importanza è la ricaduta che i risultati di questa verifica possono avere sull'opportunità di mantenere un monitoraggio biologico periodico, di continuare a prescriverlo o di sospenderlo.

L'indagine si riferisce ad una determinazione estemporanea della COHb% su 164 soggetti appartenenti a cinque categorie lavorative dell'area fusoria di 8 aziende siderurgiche.

La notevole varietà di soluzioni tecniche-impiantistiche e di automazione delle operazioni presenti in questo campione, sopportate da diversi modelli operativi e organizzativi, appaiono sufficientemente rappresentativi di un'ampia latitudine di esposizione, compresa, in funzione dei tempi di permanenza richiesti in platea, tra un minimo di 150' ed un massimo di circa il doppio in quelle situazioni del tutto prive di adeguate cabine di comando e di riposo.

Il campione è stato suddiviso in fumatori e non fumatori sulla base della raccolta dei dati sull'abitudine al fumo al momento del prelievo venoso eseguito a fine turno lavorativo.

I dati presentati in Tabella, pur non ancora trattati statisticamente, permettono comunque le seguenti considerazioni:

- a) tutti i valori della COHb% dei soggetti non fumatori sono nettamente inferiori ai limiti biologici proposti dall'OMS e dal NIOSH sia per individui sani (0.5%) che ad alto rischio (3%);
- b) non esiste alcuna differenza di esposizione a rischio tra le diverse figure professionali del gruppo dei non fumatori nelle stesse acciaierie;
- c) non esiste alcuna differenza di esposizione tra le stesse categorie professionali delle varie acciaierie;
- d) si conferma la pesante interferenza dell'abitudine al fumo di tabacco;
- e) la COHb% si è dimostrata un sensibile indicatore del rischio professionale.

Alla luce di questi risultati, pur con i limiti indicati, ci sembra di poter preliminarmente concludere che il rischio da ossido di carbonio nelle situazioni da noi indagate è piuttosto limitato e che si possa escludere dalla visita periodica semestrale l'integrazione del monitoraggio biologico (COHb%).

Tabella 1 - Valori medi di CARBOSSIEMOGLOBINA (%) in soggetti esposti a rischio ossicarbonico di 8 aziende siderurgiche dell'U.S.S.L. 41

Mansioni Aziende	capo forno		add. forno		gruisti carica forno		gruisti di colata		varie		n° lav. esamin.
	non F.	F.	non F.	F.	non F.	F.	non F.	F.	non F.	F.	
1 $\bar{X}$ (n°)	0.6 (2)	4.4 (2)	0.6 (5)	6.0 (7)	1.7 (1)	2.8 (3)	2.9 (1)	3.7 (2)	0.8 (2)	7.3 (2)	27
2	1.2 (5)	6.0 (4)	0.4 (11)	4.0 (8)	1.0 (3)	4.0 (5)			0.4 (3)	4.0 (10)	49
3		6.5 (2)	0.7 (4)	3.6 (4)	1.0 (2)		0.8 (2)	6.9 (1)	0.9 (2)	4.3 (4)	21
4			0.4 (6)		1.0 (2)	1.6 (2)		4.7 (2)	0.5 (2)	1.9 (2)	16
5	0.8 (2)		0.5 (3)	4.4 (1)	0.9 (1)	1.9 (1)			1.2 (1)	5.8 (2)	11
6	0.3 (1)			5.9 (1)	1.4 (3)	4.1 (2)	1.4 (4)	3.4 (1)	1.8 (5)	5.5 (10)	27
7			1.7 (1)			3.1 (1)		4.1 (1)	1.2 (6)	3.6 (3)	12
8		7.5 (1)	1.7 (1)	6.9 (1)	2.1 (1)			9.1 (1)	0.6 (1)	6.4 (1)	7
Totale $\bar{X}$ (n°)	0.9 (10)	5.9 (9)	0.6 (31)	4.8 (22)	1.2 (13)	3.2 (14)	1.4 (7)	5.5 (8)	1.1 (22)	4.7 (34)	170



SOCIETA NAZIONALE
OPERATORI DELLA PREVENZIONE
NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

Risultati del questionario sulla sorveglianza sanitaria nel settore Siderurgico
Elettrico (1987)

Al questionario hanno risposto 14 servizi territoriali di Medicina del Lavoro
(v.nota 1) per un totale di 44 aziende siderurgiche con circa 18000 addetti.

La sorveglianza sanitaria in queste aziende è effettuata da:

centro privato	22	aziende	
medico d'azienda	15	"	
serv.san.aziendale	4	"	(con un n° di addetti ~ 1000)
medico convenz.USL	3		

In 20 di queste aziende vi è stata una prescrizione ex artt.33-34 D.P.R.303/56
da parte dei servizi delle UU.SS.LL. negli ultimi due anni. Questi provvedimenti-pilota hanno quasi certamente segnato l'avvio di un processo di generalizzazione ed omogeneizzazione delle procedure di sorveglianza mirata in questo settore, a cui è seguita, in occasione del Seminario sull'Acciaieria Elettrica (Brescia 1985) la presentazione di una prima proposta organica spontaneamente recepita, almeno nelle linee essenziali, dalla maggior parte delle strutture sanitarie aziendali.

In tutte le aziende, per le quali si sono raccolte informazioni, vengono effettuate le visite di legge, in quasi tutte (43) vengono praticati accertamenti integrativi mirati (spirometria, radiografia del torace e audiometria), in circa metà (19) il monitoraggio biologico di alcuni metalli e in poche (7) la visita oculistica.

Per quanto riguarda gli "strumenti informativi" in 2 aziende non viene adottato nè il libretto nè la cartella o scheda sanitaria individuale e di rischio, 14 non inviano alle UU.SS.LL. notizie riassuntive, 13 non adempiono all'obbligo delle denunce di malattie professionali (ex art.139 D.P.R. 1124/65).

Purtroppo la mancata acquisizione di alcuni dati per limiti intrinseci del que
stionario, ci consente solo una valutazione sommaria degli adempimenti formali,
privandoci della possibilità di entrare nel merito sia della qualità degli accer
tamenti integrativi che del corretto uso degli strumenti informativi.

Per colmare tali carenze la SNOP si propone, a breve scadenza, di avviare una se
conda e più completa rilevazione.

nota 1) Servizi che hanno collaborato:

U.S.L. 36-37-38-39-40-41 (Brescia e provincia)

"	65	(Sesto S. Giovanni)
"	73	(Novi Ligure)
"	1	(Aosta)
"	8	(Vicenza)
"	12	(Scandiano)
"	33	(Pomezia)
"	di Verona	

UN'ACCIAIERIA DEL CENTRO-SUD: STORIA AMBIENTALE

Abbiamo voluto seguire storicamente l'evoluzione delle condizioni igienico-ambientali di un'acciaieria elettrica unica rappresentante del comparto siderurgico nel Comprensorio della USL RM/33, nella regione Lazio.

La lavorazione consiste nella fusione di rottami ferrosi con il sistema del forno elettrico ad arco, colaggio dell'acciaio liquido con il sistema della colata continua, fabbricazione di billette e produzione finale di ferro tondo ad aderenza migliorata per cemento armato mediante laminazione.

Le caratteristiche principali sono le seguenti:

Capacità produttiva: 100.000 tonnellate/anno

Numero forni e capacità: n°1 da 45 tonnellate

Numero di addetti: 188 di cui 168 operai.

Abbiamo letto la sequenza storica delle rilevazioni ambientali come un "Registro dei dati ambientali" e, in questo senso, abbiamo apprezzato il tentativo da parte dell'Azienda, di confrontare e verificare nel tempo sia la situazione ambientale (in un rozzo tentativo di tenerla sotto controllo), sia l'efficacia degli interventi di bonifica.

Certamente è mancato a questo sperimentale "registro dei dati ambientali", una reale gestibilità nel tempo, per i seguenti motivi:

- 1) le misurazioni e i rispettivi risultati sono avulsi da un programma di individuazione dei rischi prioritari e di bonifica;
- 2) è mancato il momento collettivo di informazione e gestione dei risultati nonchè il confronto dei dati e la loro integrazione con l'organizzazione del lavoro e con l'esperienza soggettiva.

° / °

* Medici del Lavoro presso la USL RM/33

DATI AMBIENTALI

POLVERI

Dal 1980 in poi, sono stati rilevati i dati per i seguenti fattori di rischio: polveri, rumore e microclima.

Per quanto riguarda la polverosità possiamo osservare che pure se i rilievi sono stati effettuati con una certa periodicità (annuale) risultano differenti le modalità di prelievo, le postazioni e la completezza dei dati. Nel 1980 manca l'indicazione della fase del ciclo lavorativo relativo al prelievo e sono state utilizzate solo postazioni fisse per i campinamenti. L'indagine del 1981, ci sembra più corretta dal punto di vista metodologico in quanto esamina i dati in rapporto alle varie fasi della lavorazione. E' chiaro che la diluizione e la dispersione degli inquinanti all'interno e all'esterno dello stabilimento sono influenzate dalle condizioni atmosferiche (sono sfavorevoli le situazioni di bassa pressione e di inversione termica).

Nel 1983 i dati acquistano una maggiore completezza per la presenza di informazioni sull'organizzazione del lavoro e sui tempi di esposizione: da essi emerge che la lavorazione a maggior rischio è costituita dalla demolizione delle sivie re, in cui si riscontra un superamento del TLV. Tale rilevazione, però, non è stata più ripetuta negli anni successivi perchè questa lavorazione è stata data in appalto esterno pur continuando a svolgersi nello stabilimento.

In questa occasione sono stati effettuati anche prelievi con campionatori personali e analisi del contenuto percentuale di silice cristallina. I dati relativi al 1985 e 1986 sono di difficile valutazione per l'esiguità delle posizioni di prelievo e la carenza delle rilevazioni in corrispondenza delle postazioni nelle aree risultate più polverose negli anni precedenti.

L'analisi del contenuto in silice cristallina, quando effettuata, è sempre risultata inferiore all'1% nel campione ambientale, pur essendo elevato in alcuni materiali impiegati.

RUMORE

La zona risultata più rumorosa è l'esterno della cabina forno durante la fusione con un valore di 100 dBA Leq nell'anno 1985; la cabina non costituisce un efficace sistema di protezione in quanto scarsamente utilizzata dagli addetti.

Comunque i valori registrati all'interno si aggirano intorno agli 85 dBA.

In tutte le rilevazioni effettuate manca la valutazione dei tempi di esposizione, carenza che rende difficile ponderare il rischio reale, in particolar modo in quelle aree dove i valori riscontrati all'interno delle cabine risultano notevolmente inferiori agli 85 dBA Leq, mentre all'esterno tale valore è largamente superato (vedi placche della zona laminatoio). Le stesse considerazioni valgono per la zona colata continua.

MICROCLIMA

Si è ritenuto di classificare il lavoro in acciaieria come "lavoro moderato", ipotizzando durante ciascun turno, pause che non superano il 25%.

Secondo le tabelle dell'ACGIH a tale condizione corrisponde un valore limite accettabile di 28°C WBGT.

Dall'analisi dei dati microclimatici rilevati negli anni 1984 e 1986, in periodo estivo, tale valore risulta superato nei seguenti posti di lavoro:

- a) cabuna forno - manca il riferimento alla fase lavorativa-
- b) ballatoio colata continua - durante la fase di colaggio -
- c) cabine carroporti .

Mancano completamente le rilevazioni nell'area forno , in corrispondenza dei posti di lavoro realmente occupati durante la fase di fusione e di colaggio in siviera.

CONSIDERAZIONI

Dall'esame complessivo delle indagini effettuate, emergono le seguenti considerazioni:

1. quasi sempre manca il dato relativo ai tempi di esposizione e all'organizzazione del lavoro
2. la confrontabilità dei dati è resa difficoltosa dalla non corrispondenza esatta e la precisa individuazione dei punti di prelievo nei diversi anni: è consigliabile che vengano definite una volta per tutte, le postazioni per le rilevazioni annuali dei dati ambientali
3. sarebbe opportuno l'uso di campionatori personali .

Infine i dati ambientali debbono essere letti e interpretati secondo criteri di priorità dei rischi e di pianificazione degli interventi di bonifica.

Dal 1978 ad oggi, nell'azienda esaminata, sono stati apportati numerosi interventi migliorativi delle condizioni di lavoro (cabine, placche etc.); a fronte di ciò si è avuto un incremento della produttività e una contemporanea riduzione degli addetti.

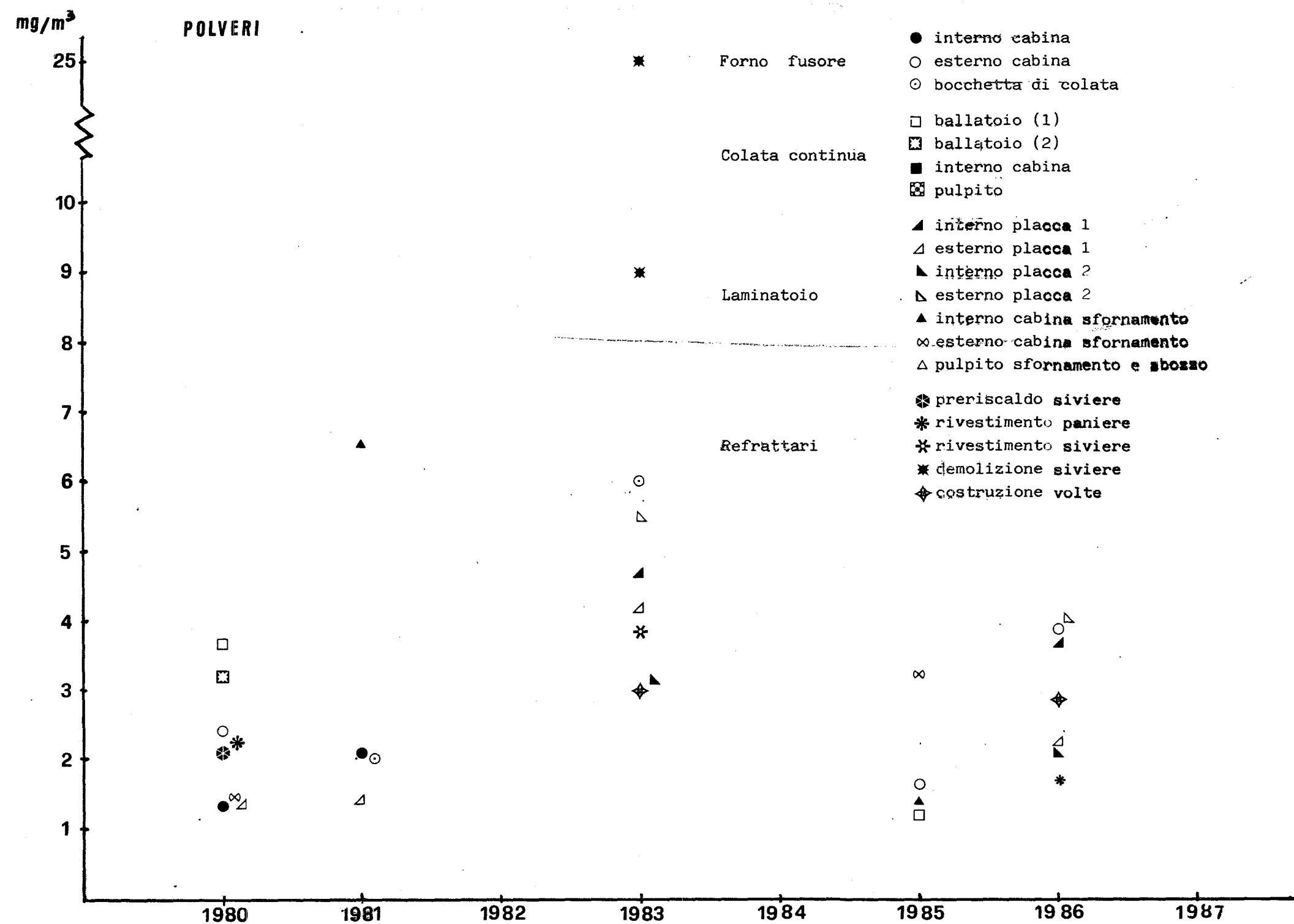
Nell'ultimo anno, poi, è stato installato un sistema accessorio di riscaldamento del forno costituito da un bruciatore a gas metano.

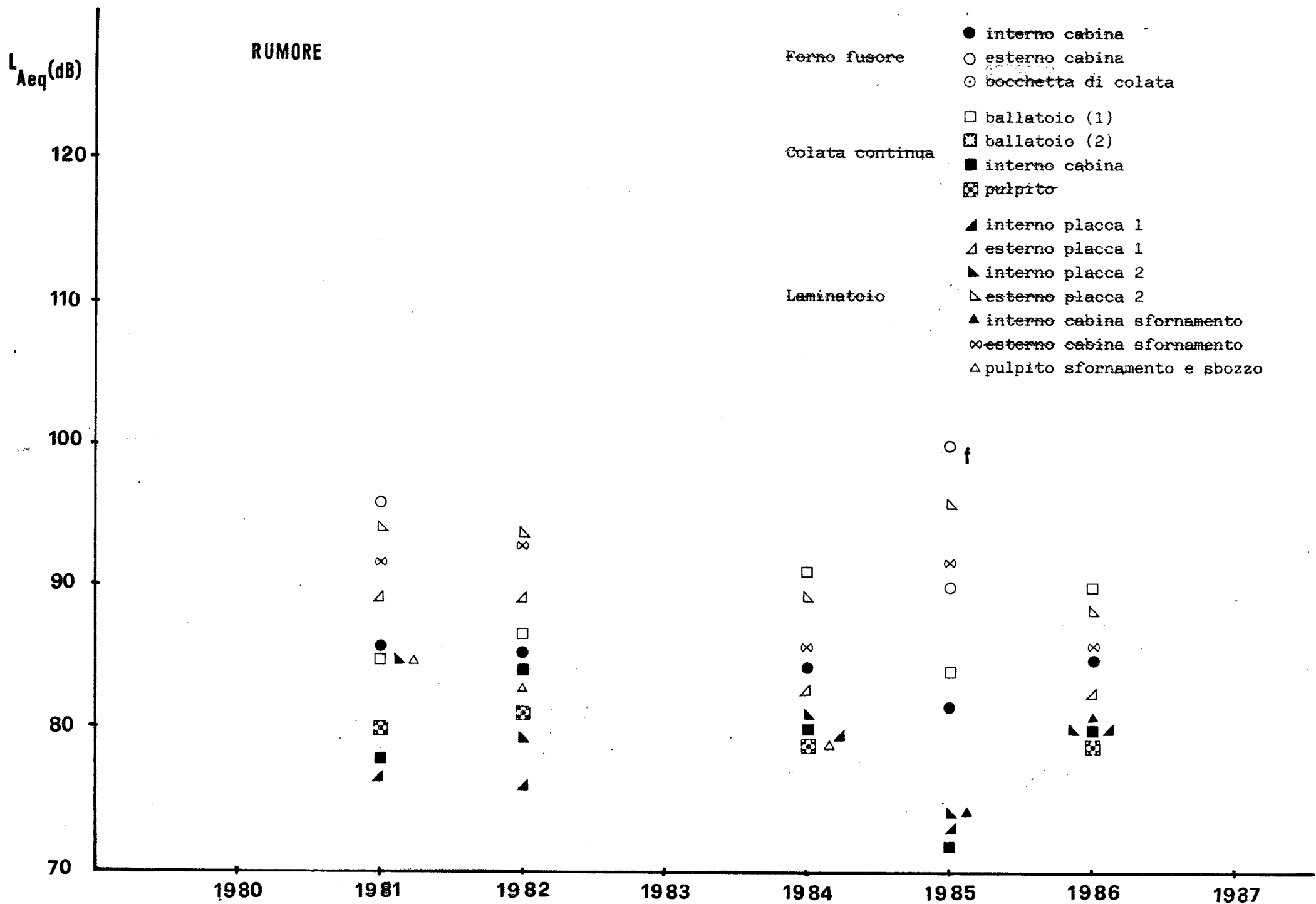
Alle strutture realizzate non corrisponde una reale riduzione della esposizione del lavoratore. Infatti, eccetto il sistema di captazione ed abbattimento fumi del forno, gli interventi finalizzati a proteggere l'operatore mediante la sua segregazione in cabina, non sono risolutivi in quanto la sua permanenza all'interno delle strutture predisposte, è saltuaria e si limita alle operazioni di manovra e controllo del quadro comandi: la maggior parte del tempo, invece, viene trascorsa in prossimità degli impianti.

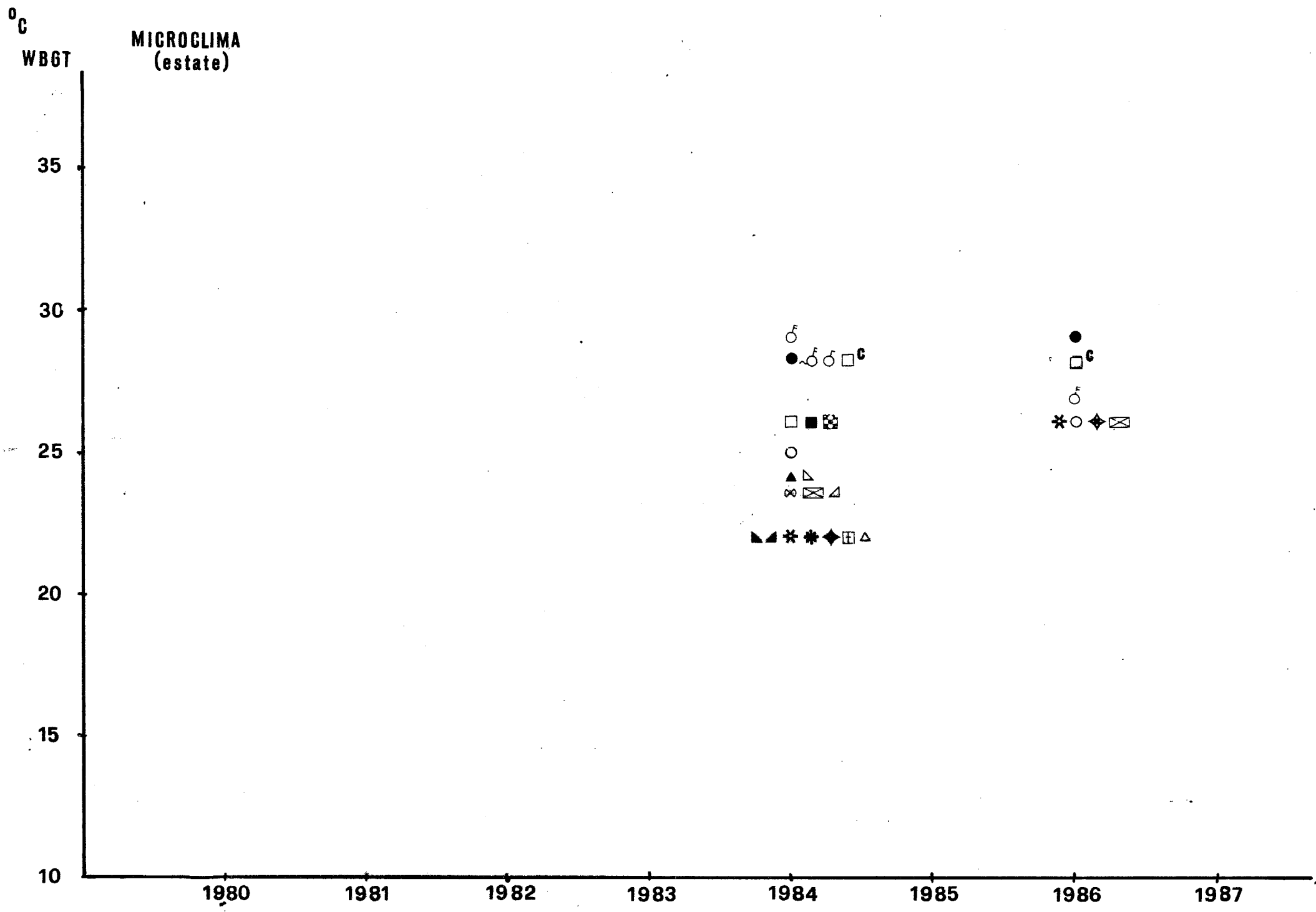
Pertanto, l'intervento più efficace sarebbe quello di adottare un sistema di isolamento e segregazione della fonte di rischio attraverso la coibentazione del forno fusore e l'automatizzazione di quelle operazioni che costituiscono il momento di maggior dispersione dei fattori di rischio (insufflaggio ossigeno, correzione delle cariche etc).

Un discorso a parte merita l'operazione della demolizione delle siviere con il martello pneumatico, in cui il rischio (polveri e rumore) , pur limitato nel tempo, è molto elevato per l'addetto. Giacchè tale lavorazione non viene effettuata in un reparto separato dagli altri, risultano esposti anche i lavoratori operanti nelle aree limitrofe. Pertanto occorrerebbe studiare adeguate soluzioni tecniche al fine di eliminare tale esposizione indebita. Nè la concessione in appalto di queste lavorazioni può essere considerata una soluzione .

#####







°C
TEC
MICROCLIMA
(estate)

35

30

25

20

15

10

1980

1981

1982

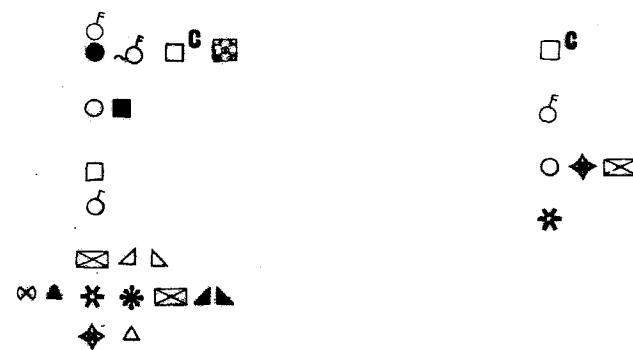
1983

1984

1985

1986

1987



Rottami	☒ parco rottami ♂ carroponte rottami
Forno fusore	● interno cabina ○ esterno cabina ⊙ bocchetta di colata
Colata continua	□ ballatoio ■ interno cabina ▣ pulpito ♂ carroponte c. c.
Laminatoio	▲ placca 1 (interno) ◄ placca 1 (esterno) ▶ placca 2 (interno) ▷ placca 2 (esterno) ▲ interno cabina sfornamento ⊗ esterno cabina sfornamento △ pulpito sfornamento e sbizzo ▣ deposito laminatoio ♂ carroponte billette
Refrattari	* rivestimento paniere * rivestimento siviere ◆ centro reparto



SOCIETÀ NAZIONALE
OPERATORI DELLA PREVENZIONE
NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

ESPOSIZIONE PROFESSIONALE AD INQUINANTI CHIMICI IN UNA ACCIAIERIA ELETTRICA

GRUPPO RELATORE:

Tolomei Stefano *

Meglioli Luigi *

Olmi Milva *

Magnani Massimo *

Candela Silvia *

Pedroni Claudio **

Renna Emilio **

Iori Luigi **

* S.M.P.I.L. U.S.L. 12 SCANDIANO (RE)

** P.M.P. U.S.L. 9 REGGIO EMILIA

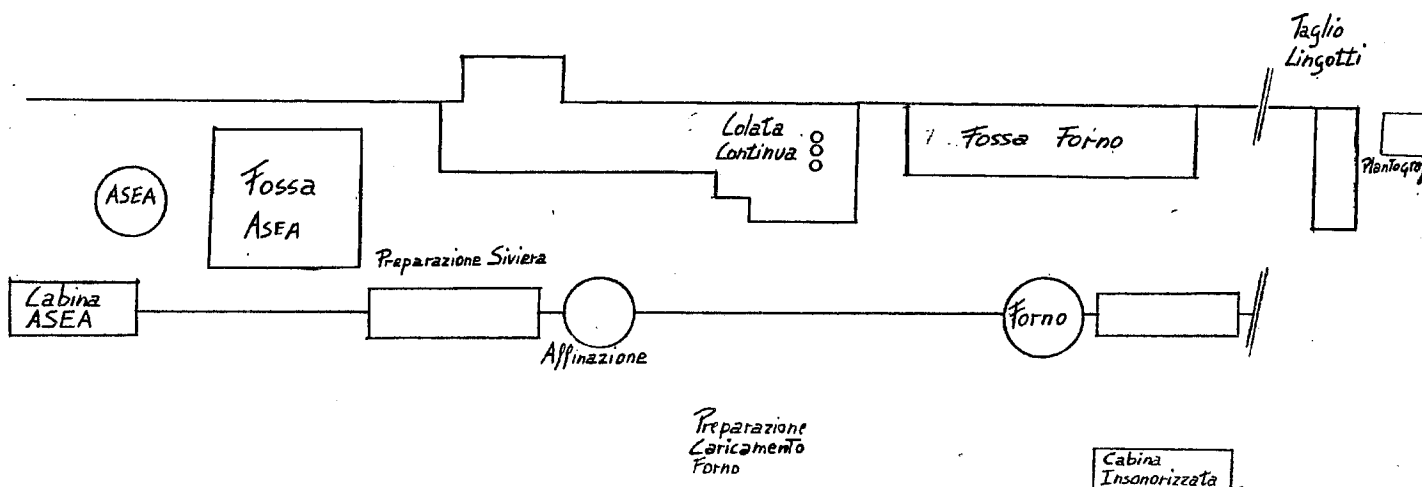
1) Introduzione

L'indagine qui presentata è stata eseguita nei mesi di dicembre 1986 e gennaio 1987. Lo scopo dell'indagine era quello di determinare i livelli di esposizione di gruppi omogenei di lavoratori ai seguenti inquinanti: Polveri, Metalli, Idrocarburi policiclici aromatici.

Sono stati inoltre ricercati vicino al forno i gas NOX, CO e SO₂.

L'acciaieria in questione produce acciai speciali in lingotti e in billette. E' dotata di un forno elettrico ad arco della capacità di 35 t. con un ciclo della durata di 120' (top to top) e di un impianto di degassaggio sotto vuoto (tipo ASEA) nel quale viene trattata circa la metà dell'acciaio prodotto.

La colata avviene sia in lingotteria che in impianto di colata continua.



2) Metodi di indagine

2.1 Valori limite

I valori limite di concentrazione a cui si fa riferimento in questa relazione, sono quelli proposti dall'Associazione Governativa degli Igienisti Industriali Americani (ACGIH) (1).

L'ACGIH non propone valori limite per i singoli IPA, nè per loro miscele. Per il benzo (a) pirene singoli Autori hanno proposto TLV diversi. In particolare Shabad 1975 propone (2) di adottare come valori limite 0,15 µg/mc, mentre Lindstedt 1982 (3) 5 µg/mc.

2.2 Modalità di campionamento

Polveri, metalli e IPA, sono state valutate con campionatori personali; affidato ad un lavoratore per ciascuno dei gruppi omogenei di esposizione.

Il dispositivo di captazione della polvere è stato applicato il più vicino possibile alla zona respiratoria del lavoratore.

I dispositivi hanno prelevato ad una portata costante, con velocità d'aspirazione di 1,2 m/sec.+10% attraverso la sezione di imbocco.

Con più filtri si è campionato l'intero turno di lavoro.

L'esposizione media per le 8 ore è stata calcolata ponderando per il tempo le concentrazioni dei singoli prelievi.

La valutazione dell'esposizione a metalli e IPA, nonché la concentrazione di SiO_2 , è stata effettuata su un solo turno di lavoro (8 ore), mentre quella dell'esposizione a polveri totali è stata effettuata su 4 giornate lavorative.

Rilevazioni con campionatore in continuo sono state utilizzate per valutare l'entità dell'esposizione a gas nella zona vicino al forno per SO_2 , NO_x , CO con sonda collocata a circa m.3 dall'apertura posteriore del forno a m.1,50 di altezza dal suolo.

La durata del prelievo è stata di circa 2h, comprendente un intero ciclo di fusione.

2.3 Gruppi omogenei di esposizione

- | | |
|-------------------------------|------------------|
| - Fornisti | - Fonditore ASEA |
| - Addetti alla fossa | - Gruisti Forno |
| - Colatori in colata continua | - Gruisti Fossa |
| - Pulpisti | - Muratori |
| - Meccanici colata continua | - Capi Turno |

2.4 Strumentazione utilizzata

Inquinanti particolati

- Campionatore a flusso costante Mod.ZB/2 e con Campionatori personali a microprocessore modello CHRONOS e serie ZS e Mod.41 Membrane di nitrato di cellulosa con diametro di 20 mm e 0,8 μm di porosità con Portamembrana in acciaio inox con coni di riduzione.

Inquinanti aeriformi

- Monitor di rilevamento automatico di CO/SO_2 e NO_x rispettivamente delle ditte DAVI ENVIRONMENT, ARTMAN e BRAUN.

Gli strumenti sono collegati per l'acquisizione dei dati a

Personal Computer.

2.5 Analisi dei campioni

La determinazione delle concentrazioni delle polveri è stata eseguita con metodo gravimetrico (bilancia di precisione 0.01 mg).

La determinazione della SiO_2 è stata effettuata mediante diffrattometro a RX presso l'Istituto di Chimica generale e inorganica dell'Università di Parma.

La determinazione dei metalli è stata effettuata con spettrofotometro ad Assorbimento Atomico in fiamma e fornello di grafite, previa solubilizzazione delle membrane con soluzione nitrica.

Gli idrocarburi policiclici aromatici sono stati determinati con cromatografia liquida ad alta pressione (HPLC) con detector a fluorescenza, previa estrazione delle membrane in bagno di ultrasuono per un tempo di 30' con soluzione di toluene.

2.6 Elaborazione dei risultati

La stima della esposizione giornaliera media è stata ottenuta attraverso la media geometrica (GM) dei risultati medi giornalieri, poichè si assume che la loro distribuzione sia di tipo log-normale. Pertanto la misura della variabilità dei risultati è costituita dalla deviazione standard geometrica (GSD).

E' stato calcolato un intervallo fiduciario intorno alla GM al livello di confidenza del 90%.

3. Risultati

- Polveri: la tab.1 riassume i risultati delle misure effettuate con campionatore personale indossato dai lavoratori rappresentativi dei gruppi omogenei di esposizione nelle 4 giornate indagate e li confronta con il valore limite (TLW-TWA) calcolato per ciascuna posizione di lavoro.

Le informazioni contenute nella tabella sono espresse graficamente in Fig.1.

Nella fig.2 viene rappresentato il test OTL relativo alla concentrazione di polvere.

La tab.2 illustra la situazione di polverosità a cui sono esposti i muratori, durante il rifacimento settimanale del forno.

- Metalli: in tab.3 sono esposti i livelli di esposizione a metalli, nelle mansioni prese in considerazione, rilevati con campionatori personali.

- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA): in Tab.4 sono presentati i livelli di esposizione agli IPA indagati, nelle mansioni considerate.
I rilievi sono stati effettuati con campionatori personali.
- Gas: la Tab.5 espone sinteticamente i risultati delle rilevazioni in continuo di SO₂, NO_x, CO.

4) Conclusioni

- Polvere aerodispersa

Dall'analisi dei dati delle tabelle è possibile proporre alcune considerazioni generali:

- Le concentrazioni medie di polverosità riscontrate non sono particolarmente elevate, tranne in alcune mansioni.

Tale situazione che contrasta con l'impressione visiva di massimo impolveramento può essere messa in relazione al fatto che la polvere presente nell'ambiente ha prevalentemente una granulometria elevata e come tale non viene campionata.

- La presenza di silice libera cristallina nella polvere aerodispersa è modesta, essendo compresa tra il 2 e il 5,5%.
Ciò tuttavia fa classificare la polvere come non inerte.

- Nelle mansioni che comportano la presenza dei lavoratori alla fossa per l'intero turno di lavoro (fossisti e gruista fossa) o per una parte del turno di lavoro (fonditore ASEA e colatore di colata continua) la percentuale di silice riscontrata appare più alta rispetto alle rimanenti mansioni.

Tale situazione a nostro giudizio può essere messa in relazione al fatto che alla fossa viene utilizzata la pistola ad aria compressa per la pulizia del placcone a cui è depositata terra.

- La bassa variabilità delle concentrazioni medie giornaliere di polvere (basso GDS) nelle diverse mansioni indica che le esposizioni sono relativamente omogenee giorno dopo giorno.

Analizzando più in dettaglio le singole mansioni è possibile osservare:

- la mansione a rischio più elevato di esposizione a polveri è quella del fonditore ASEA, lavoratore addetto a tutte le mansioni successive allo spillaggio, la cui esposizione media è di gran lunga superiore al limite di accettabilità. (cfr fig.1).
- La mansione di muratore espone anch'essa a livelli di polverosità assai elevati (fig.1). In particolare, durante la manutenzione settimanale del forno (tab.2) si raggiungono livelli di polverosità assolutamente inaccettabili (fino a 27,5 mg/m³).
- Il colatore in continua presenta livelli medi di esposizione

sovrapponibili al limite di accettabilità: anche questa posizione di lavoro deve pertanto essere accuratamente valutata ai fini di una possibile bonifica.

- Le altre mansioni presentano livelli di esposizione a polveri che si collocano entro i limiti di accettabilità, pur con differenti gradazioni. In particolare (Tab.6): l'esposizione a polveri dei gruisti del forno e della fossa e del capo turno appare assai modesta, mentre quella degli addetti al forno, alla fossa e del meccanico di colata continua, pur essendo contenuta, non può essere considerata trascurabile.

Metalli

Le concentrazioni aerodisperse dei metalli indagati (tab.3) appaiono sempre molto inferiori ai livelli di accettabilità.

Pur in questa situazione di rischio esiguo, occorre far notare come le due mansioni che presentano i livelli più elevati di esposizione sono il gruista dei forni e il fonditore ASEA.

Il primo viene investito dalla corrente ascensionale dei fumi del forno, mentre il secondo aggiunge manualmente all'acciaio ferroleghie durante la fase di affinazione. Le diverse motivazioni che spiegano i livelli più elevati di esposizione nelle due mansioni tengono anche conto del differente "profilo" di metalli evidenziati nelle due situazioni specifiche.

Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

La mancanza di un TLV di riferimento, unita alla conoscenza delle proprietà cancerogene di alcuni composti non rende agevole l'interpretazione dei risultati ottenuti. (Tab.4) Dalla letteratura consultata ci è tuttavia possibile affermare che in generale i livelli di esposizione misurati si collocano ai limiti inferiori del range di valori trovati in situazioni lavorative analoghe (altre acciaierie) o differenti (fonderie, metalmeccaniche), anche se tutti gli Autori sottolineano l'estrema variabilità dei risultati. Tab. 4-5.

Alcune mansioni tuttavia determinano livelli di esposizione più elevati delle altre: quelle dei muratori, del meccanico di colata continua, del gruista forno.

I primi, che presentano di gran lunga i livelli più elevati, sono esposti a IPA prevalentemente durante le lavorazioni di rifacimento di paniere, siviere e del tino del forno con mattoni incatramati.

L'esposizione del meccanico di colata continua deriva prevalentemente-

mente dalla combustione della polvere carboniosa utilizzata come termoisolante sull'acciaio fuso nella paniera, mentre quella del gruista forno deriva dalla combustione di varie sostanze organiche (olii minerali, vernici, grafite degli elettrodi) contenute nel bagno di fusione.

E' pertanto opportuno assumere provvedimenti per la riduzione dell'esposizione relativa a queste mansioni.

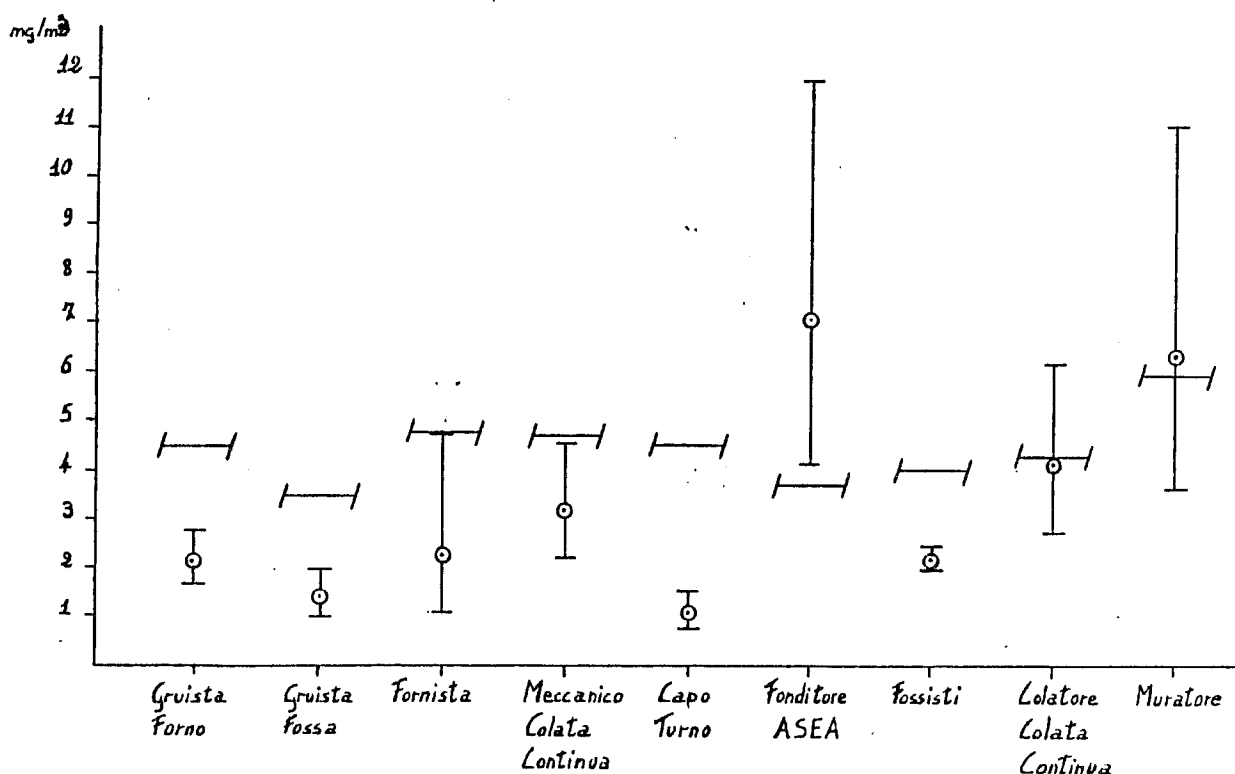
Gas

Le quantità misurate appaiono molto basse. Si ritiene che possano essere considerati trascurabili i possibili effetti da inalazione di queste sostanze. (tab.5)

Tab. 1 : Livelli di esposizione a polveri totali nelle mansioni considerate, rilevati con campionatori personali: media geometrica delle rilevazioni giornaliere (GM), deviazione standard geometrica (GSD), intervallo di confidenza al 90%, percentuale di silice (q%) e valore limite calcolato (TLV-TWA).

Mansione	n° addetti	GM mg/m ³	GSD mg/m ³	Intervallo di confidenza	q%	TLV-TWA mg/m ³
Muratore	4	6.37	1.60	3.7 - 11.1	2.0	6.00
Fonditore ASEA	3	7.10	1.56	4.2 - 12.0	4.9	3.80
Colatore Colata Continua	9	4.19	1.42	2.8 - 6.3	3.9	4.35
Meccanico Colata Continua	3	3.17	1.36	2.2 - 4.6	3.3	4.76
Fossista	12	2.24	1.10	2.0 - 2.5	4.5	4.00
Fornista	9	2.31	1.87	1.1 - 4.8	3.2	4.84
Gruista Forno	3	2.16	1.23	1.7 - 2.8	3.6	4.55
Gruista Fossa	6	1.42	1.31	1.0 - 2.0	5.5	3.53
Capo Turno	3	1.12	1.36	0.8 - 1.6	3.5	4.62

Fig.1 : Rappresentazione grafica dei risultati riportati in Tab.1:
GM (○), intervallo di confidenza (—), TLV-TWA (—/—).



$\text{Log (TLV-TWA)} - \text{Log (GM)}$

Log (GSD)

Rappresentazione grafica del test O.T.L.

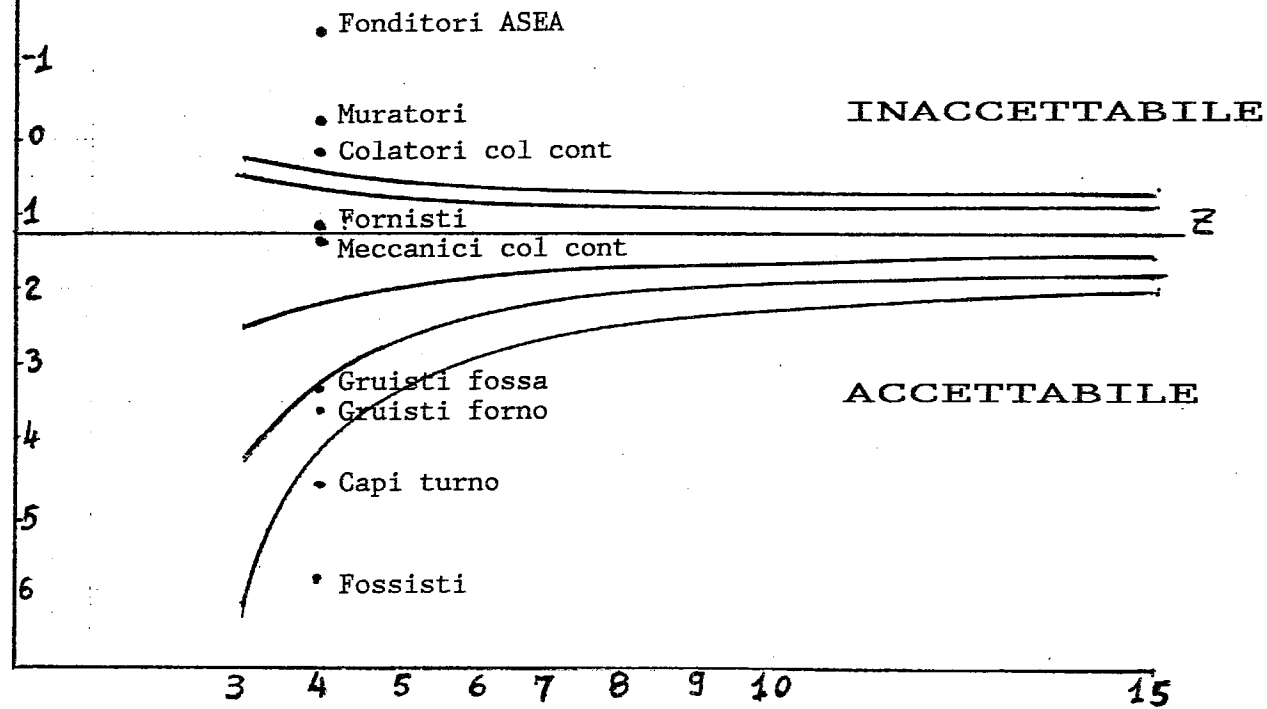


Tabella n°2: Risultati delle concentrazioni medie ponderate di un turno di lavoro durante la manutenzione settimanale del forno.

Mansione	n° addetti	I° operaio TWA (mg/m ³)	II° operaio TWA (mg/m ³)	III° operaio TWA (mg/m ³)	IV° operaio TWA (mg/m ³)
Muratori	4	2.94	27.48	9.45	12.72

G.M. (mg/mc) = 9.93

G.S.D. (mg/mc) = 2.53

Tabella n° 3: Esposizione a metalli nelle mansioni considerate, rilevate attraverso campionario personale (8 ore di campionamento)
Le misure sono espresse in µg/m³.

Mansione	Pb	Cd	Ni	Cr	Mn	Cu	Fe
gruista forno	27	0.2	Tracce	2	17	≤ 2	160
gruista fossa	4	0.2	"	0.6	10	2.4	78
fornista	9	0.06	"	1	13	≤ 2.3	100
meccanico colata continua	4	0.05	"	0.1	7	5	170
Capo turno	3	Tracce	"	2	8	≤ 2	50
Fonditore ASEA	5	0.08	"	6	663	23	459
Fossista	2	0.08	"	2	8	≤ 2	70
Addetto colata continua	4	0.04	"	2	7	≤ 2	98
Muratore	2	Tracce	"	2	162	5	420

Tab. 4 : Esposizione a Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) nelle mansioni considerate, rilevate attraverso campionatore personale (8 ore di campionamento). Le misure sono espresse in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Mansione	Antracene	Fluorantene	benzo (a) Antracene	benzo (b) Fluorantene	benzo (k) Fluorantene	benzo (a) Pirene	benzo (g.h.i) Perilene	Indeno (1.2.3. c,d) Pirene
Gruista Forno	0,067	0,156	0,074	0,119	0,017	0,029	0,040	0,026
Gruista Fossa	/	0,010	0,470	/	0,036	0,002	0,023	/
Fornista	/	0,096	/	0,093	0,008	0,014	/	0,016
Meccanico Colata Continua	/	0,111	/	0,297	0,017	0,035	0,039	0,010
Capo Turno	/	0,075	/	0,128	0,010	0,017	0,013	0,005
Fonditore ASEA	0,019	0,070	/	0,070	0,009	0,015	0,021	0,006
Fossista	0,026	0,212	/	0,080	0,011	0,018	/	/
Colatore Colata Continua	/	0,048	/	0,053	0,007	0,013	0,013	/
Muratore	0,410	12,300	/	0,587	0,186	0,235	0,194	0,170

Tab.5: Risultati del campionamento in continuo di SO₂, NO_x, CO, effettuato in prossimità del forno elettrico

Inquinante	Livello max istantaneo (mg/m ³)
SO ₂	0.026
NO ₂	0.13
NO	0.11
CO	1.8

BIBLIOGRAFIA

1. ACGIH: TLV - TWA - per sostanze chimiche per l'anno 1986-1987. " Giornale degli Igienisti Industriali" n°1/87.
2. L.M. Shabad. In on tre SO - Called MAC (Maximal Allowable Concentrations) for carcinogenic Hydrocarbons- Institute of Experimental and Clinical Oncology of the Accademy of Medical Sciences, 115478 - Moscow, USSR- 1975.
3. Lindstedt G., Sollemberg J. "Polyclic Aromatic Hydrocarbons in the occupational environment".
Schand J. Work environment healt 8 (1-19) 1982.
- 4) E.S. Gibson, M.D.; R.H. Martin, M.D, and J.N. Lockington;
P. Eng.
" Lung Cancer Mortality in a steel Fondry" Journal of occupational Medicine/Vol.19, No. 12 dicembre 1977.