

A 9115

COMUNITÀ EUROPEA DEL  
CARBONE E DELL'ACCIAIO

ALTA AUTORITÀ

DIREZIONE GENERALE  
PROBLEMI DEL LAVORO, DEL RISANAMENTO  
E DELLA RICONVERSIONE

**LIBRARY**

Doc. n° 8089/65 I

**RICERCA COMUNITARIA SULLA SICUREZZA  
NELLE MINIERE E NELL'INDUSTRIA SIDERURGICA**

(Risultato di una ricerca comunitaria sui fattori che intervengono nella genesi degli infortuni,  
svoltasi con l'aiuto finanziario dell'Alta Autorità durante il periodo dal 1962 al 1966)

STUDIO N° 3/10

**RICERCA NELL'INDUSTRIA SIDERURGICA ITALIANA**

a cura del Sig. M. CESA - BIANCHI

Istituto di Psicologia Sperimentale  
Università degli Studi  
Milano

---

Collezione di studi di fisiologia e di psicologia del lavoro  
volume n° 3, fascicolo 10

456.723(OST 67)(57)

COMUNITÀ EUROPEA DEL  
CARBONE E DELL'ACCIAIO

ALTA AUTORITÀ

DIREZIONE GENERALE  
PROBLEMI DEL LAVORO, DEL RISANAMENTO  
E DELLA RICONVERSIONE

**Doc. n° 8089/65 I**

**RICERCA COMUNITARIA SULLA SICUREZZA  
NELLE MINIERE E NELL'INDUSTRIA SIDERURGICA**

(Risultato di una ricerca comunitaria sui fattori che intervengono nella genesi degli infortuni,  
svoltasi con l'aiuto finanziario dell'Alta Autorità durante il periodo dal 1962 al 1966)

**STUDIO N° 3/10**

**RICERCA NELL'INDUSTRIA SIDERURGICA ITALIANA**

a cura del Sig. M. CESA - BIANCHI

Istituto di Psicologia Sperimentale  
Università degli Studi  
Milano

---

Collezione di studi di fisiologia e di psicologia del lavoro  
volume n° 3, fascicolo 10

Lussemburgo - 1967

1.3.3

OST 767

In applicazione degli articoli 3, 55 e 46 del Trattato istitutivo della C.E.C.A., l'Alta Autorità si preoccupa di promuovere il miglioramento delle condizioni di vita e di lavoro, di incoraggiare le ricerche relative alla sicurezza del lavoro e di favorire la diffusione delle conoscenze scientifiche e pratiche.

La collana "Psicologia e fisiologia del lavoro" comprenderà studi teorici o empirici sulle applicazioni delle scienze umane allo studio e all'organizzazione del lavoro al fine di contribuire alla diminuzione dei disagi del lavoro, di facilitare il progresso della prevenzione degli infortuni e di promuovere il miglioramento delle condizioni dell'attività lavorativa nelle industrie minerarie e siderurgiche.

Le informazioni che verranno pubblicate sono destinate agli ambienti professionali, scientifici e governativi della Comunità e, in generale, a quanti si interessano al progresso della sicurezza, della salute e del benessere.

Nella stessa collana :

n° 1 : Fattori umani e sicurezza (studio di documentazione)

n° 2 : I fattori umani e la sicurezza nelle miniere e nell'industria siderurgica (Risultati delle ricerche sulla sicurezza promosse dall'Alta Autorità dal 1961 al 1964)

## I N D I C E

	Pagine
<u>Parte prima</u>	
<u>PRESENTAZIONE DELLA RICERCA</u>	
Cap. I - Istituto e ricercatori che hanno partecipato ai lavori	1 - 5
Cap. II - Presentazione dell'Azienda	5 - 12
Cap. III - Organigramma della ricerca	12 - 13
<u>Parte seconda</u>	
<u>LA POSIZIONE DEL PROBLEMA</u>	
Cap. I - Introduzione	14 - 30
Cap. II - I modelli della ricerca	30 - 43
<u>Parte terza</u>	
<u>TECNICHE IMPIEGATE E RISULTATI OTTENUTI</u>	
Cap. I - Ricerche preliminari sui dati aziendali e sulla distribuzione spazio - temporale degli infortuni	44 - 66
Cap. II - Misura della omogeneità del gruppo e del comportamento pericoloso	66 - 94
Cap. III - Influenza delle condizioni ambientali e tecnologiche sulla pericolosità	95 - 98
Cap. IV - Pericolosità intrinseca al posto di lavoro	99 - 134
<u>Parte quarta</u>	
<u>CONCLUSIONI ED INDICAZIONI OPERATIVE</u>	
	135 - 147
<u>Parte quinta</u>	
<u>SUPPLEMENTI</u>	
N° 1 : Sviluppi matematici della funzione di sicurezza	149 - 158
N° 2 : Giustificazione delle leggi di composizione dei fattori elementari $\lambda_1$ ed osservazioni in merito	159 - 168
N° 3 : Il processo di Poisson	169 - 173
<u>Parte sesta</u>	
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	
a) Bibliografia generale	174 - 176
b) Bibliografia specifica	177 - 180



base all'orientamento ulteriore dei programmi di ricerca sulla sicurezza ). La ricerca oggetto del presente riassunto appartiene a quest'ultimo insieme di ricerche comunitarie.

Un secondo programma, intrapreso nel 1965 e previsto per i prossimi cinque anni, riprende i temi del primo programma, approfondendoli e ampliando la gamma dei fattori fisici, psicologici ed organizzativi già considerati.

Esso prevede :

- la promozione di nuove ricerche individuali, specialmente sugli aspetti fisiologici, psicologici e sociologici del lavoro attinenti all'uomo, all'organizzazione, alle attrezzature o all'ambiente di lavoro in rapporto con la sicurezza;
- la promozione di studi e ricerche fondamentali;
- studi di documentazione, in particolare sulle possibilità offerte dalla collaborazione dei servizi di psicologia del lavoro.

#### La ricerca comunitaria sulla sicurezza

Basandosi sui pareri espressi dalla Commissione di Ricerche "Fattori umani - Sicurezza" durante l'elaborazione del primo programma-quadro di ricerche e su una proposta della Commissione dei Produttori e Lavoratori per la Sicurezza e la Medicina del Lavoro, l'Alta Autorità, assistita dalle sue Commissioni consultive, ha elaborato il progetto di una ricerca comunitaria pilota da realizzare nell'ambito delle imprese della Comunità. (1)

---

(1) Tale progetto è contenuto nel documento 1000/7/59 dell'Alta Autorità, che tratteggia le linee generali della ricerca. Tale schema si trova in allegato ai rapporti di sintesi concernenti uno le ricerche condotte nelle miniere e l'altro le ricerche svolte nell'industria siderurgica.

Tale progetto è stato comunicato alle organizzazioni professionali minerarie e siderurgiche dei paesi della Comunità, che hanno preso contatti con istituti nazionali. In base a tali contatti è stata proposta all'Alta Autorità la collaborazione per il progetto dei signori : CESA-BIANCHI, DUEKER, FAVERGE, LEJEUNE, LEPLAT, MERTENS de WILMARS, RUTTEN e WINSEMIUS.

La ricerca è stata condotta secondo i metodi elaborati in comune in vista di un'utilizzazione comunitaria dell'insieme dei lavori. Essa è stata fatta sotto la responsabilità degli organi di ricerca scientifica contraenti.

La ricerca ha mantenuto il carattere di uno studio pilota limitato a quattro imprese minerarie, a due miniere di ferro e a cinque imprese siderurgiche; essa ha offerto l'occasione per una stretta collaborazione tra i ricercatori dei diversi paesi, nonché tra ricercatori aziendali e di istituti scientifici: Essa ha avuto lo scopo :

- di raccogliere, nelle imprese siderurgiche e minerarie, secondo metodi il più possibile rigorosi e sicuri, un complesso sistematico di osservazioni;
- di utilizzare quindi tali osservazioni per trarne delle conclusioni di carattere generale per le imprese considerate e di ricercare delle applicazioni pratiche per il progresso della prevenzione degli infortuni.

Una parte importante della ricerca è stata dedicata alla messa a punto di metodi di lavoro sulla base di una collaborazione effettiva tra gli organi di ricerca dei diversi paesi che hanno partecipato al progetto.

La ricerca nell'industria siderurgica italiana

Questa ricerca è stata eseguita dall'Istituto di Psicologia della Facoltà di Medicina dell'Università di Milano. Tale Istituto, che collabora strettamente con l'Istituto di Psicologia sperimentale del Comune di Milano, svolge principalmente attività didattiche e di ricerca.

Il gruppo dei ricercatori che hanno partecipato ai lavori era guidato dal Prof. Marcello CESA-BIANCHI, direttore degli Istituti sopra citati.

Il gruppo era così costituito :

- Prof. Dott. Francesco BRAMBILLA,
- Dott. Calogero DI NARO,
- Dott. Ing. Luigi POIAGA.

Il Dott. Renato MARANGONI ha partecipato alla realizzazione degli esami psicometrici.

La ricerca è stata effettuata nelle vicinanze dell'agglomerato milanese, presso la Società "Breda Siderurgica", che era stata scelta di comune accordo dall'ASSIDER e dai sindacati. Un documento di sei pagine allegato al presente rapporto riassume i principali dati informativi sull'impresa ed in particolare sul reparto dei laminatoi, oggetto del presente studio.

La scelta dei laminatoi è stata determinata da vari motivi :

- 1) La laminazione costituisce un'operazione caratteristica della siderurgia.

- 2) Questo reparto permette di osservare un'unità operativa relativamente omogenea che richiede l'uso di macchine semiautomatiche.
- 3) In base alla documentazione si è constatato che l'indice di frequenza degli infortuni è relativamente elevato nei laminatoi.

Il reparto di laminazione della "Breda Siderurgica" comprende treni di laminazione di tipo tradizionale ed altri di tipo automatico (o continuo). Il personale addetto (circa 200 operai) lavora in tre turni di 8 ore ciascuno (6 - 14; 14 - 22; 22 - 6). Esso è ripartito nei posti di lavoro indicati nella planimetria, la quale è basata sulla descrizione delle mansioni fornita dall'impresa (allegato n° 0). °)

Nel corso della ricerca gli impianti del reparto laminazione hanno subito varie innovazioni tecniche che non hanno tuttavia alterato i dati raccolti dal gruppo di ricerca.

Un apposito organigramma ( v.pagina 168) permette di distinguere organicamente le varie fasi della ricerca, di cui offre un chiaro quadro d'insieme.

Va segnalato inoltre che i rapporti tra il gruppo di ricerca e il personale dell'impresa si sono sviluppati a tutti i livelli.

I contatti più frequenti sono stati quelli stabiliti con :

---

°) Il fuori testo n° 8, nonché quelli nn. 0, 10, 11 e 14 non figurano in questo studio, per l'aspetto un po' particolare delle informazioni che essi contengono. I lettori che desidereranno consultarli possono indirizzare apposita domanda sia al Sig. Prof. M. CESA-BIANCHI, Università degli Studi di Milano, sia all'Alta Autorità della C.E.C.A. (Direzione Igiene e Sicurezza del Lavoro), Lussemburgo.

- la Direzione Generale,
- la Direzione Tecnica,
- la Direzione Sanitaria,
- la Direzione del Servizio del Personale,
- la Direzione del Servizio dei Preposti alla Sicurezza,
- il Servizio Tempi e Metodi.

Il gruppo di ricerca è stato presentato a tutti i capi sezione, capi turno e capi squadra ai quali sono stati illustrati gli obiettivi e le modalità della ricerca. In tal modo la cooperazione ha potuto essere estesa, con pieno successo, a tutti i livelli della impresa.

Il gruppo di ricerca italiano desidera ringraziare vivamente la Direzione Generale della "Breda Siderurgica" per il suo prezioso aiuto. Un ringraziamento caloroso è inoltre rivolto a tutte le persone che hanno collaborato direttamente con i ricercatori ed in particolare ai Signori:

Dott. Guido REBUA, Presidente

Dott. Alberto GALLI, Capo del Servizio del Personale

Dott. Ing. Antonio CHIURCO, Capo del Servizio di Sicurezza

Dott. Giuliano COHEN, Capo del Servizio Tempi e Metodi

Dott. Ing. Nico MARANGONI, Capo del Servizio Laminatoi

Prof. Dott. Fortunato CRICENTI, Direttore del Servizio Sanitario

Sig. Giusto MENEGHELLI, Addetto al Servizio di Sicurezza.

Si ringraziano parimenti i responsabili degli altri servizi dell'impresa per le informazioni ed i consigli premurosamente forniti. Infine un ringraziamento particolare viene rivolto a tutto il personale dei laminatoi, la cui attiva e comprensiva collaborazione ha permesso di realizzare pienamente le finalità della ricerca.

La pubblicazione dei risultati della ricerca comunitaria

Il presente rapporto è una sintesi dei lavori condotti nell'industria siderurgica italiana ed esposti in modo più completo in un documento interno : il Rapporto Scientifico Finale, redatto ad uso dell'Alta Autorità, alla quale è stato trasmesso. Il presente riassunto, che è già stato portato a conoscenza delle organizzazioni professionali e dell'Azienda, segna una prima tappa nella pubblicazione ufficiale dei risultati ; le sue conclusioni non impegnano che la responsabilità degli autori. Per l'insieme della ricerca sono stati redatti, in una forma che li rende atti ad essere utilizzati dalle imprese, undici rapporti individuali numerati da 3/1 a 3/11, compilati da ognuno dei gruppi partecipanti. Verranno in seguito pubblicati due rapporti di sintesi : il primo concernente le ricerche svolte nelle miniere, il secondo le ricerche condotte nella siderurgia. Cio' spiega perché i risultati delle ricerche individuali si limitano molto precisamente alle attività svolte all'interno del gruppo di ricerca, senza occuparsi delle articolazioni esistenti tra le varie ricerche che compongono la ricerca comunitaria e senza esporre i lavori svolti in cooperazione con altri gruppi. Di tutto questo si occupano infatti i due rapporti di sintesi più sopra menzionati.

L'Alta Autorità coglie l'occasione per esprimere il suo più vivo ringraziamento a tutti coloro - ricercatori, quadri, personale, organizzazioni professionali - che hanno contribuito alla realizzazione di questa ricerca.

Dr M. CONVENEVOLE

Direttore

Direzione Generale Problemi del Lavoro  
Risanamento e Riconversione



PARTE PRIMA

PRESENTAZIONE DELLA RICERCA

Cap. I

Istituto e ricercatori che hanno partecipato ai lavori

La ricerca è stata eseguita dall'Istituto di Psicologia della Facoltà Medica dell'Università degli Studi di Milano. Questo Istituto, che opera in stretta integrazione con l'Istituto di Psicologia Sperimentale del Comune di Milano, si occupa principalmente di attività didattiche e di ricerca.

Attività didattiche dell'Istituto

Riguardano :

- a) il corso ufficiale di psicologia per gli studenti della Facoltà Medica dell'Università degli Studi di Milano;
- b) i corsi ufficiali per gli studenti laureati iscritti alla "Scuola di specializzazione in psicologia del lavoro, psicologia dell'educazione e dell'orientamento professionale, psicologia sociale" dell'Università degli Studi di Milano;
- c) attività di internato per gli studenti e gli specializzandi;
- d) corsi di psicologia nelle scuole di specializzazione in : neurologia, psichiatria, medicina del lavoro, medicina interna, pediatria, medicina della riabilitazione, cardiologia, igiene e medicina scolastica, medicina dello sport;
- e) corsi di psicologia per insegnanti ed educatori.

Attività di ricerca dell'Istituto

Riguarda principalmente i seguenti campi :

- a) psicologia sperimentale, con particolare riferimento allo studio della percezione e dell'apprendimento;
- b) psicologia del lavoro, con particolare riferimento allo studio degli atteggiamenti, dei profili professionali, dei problemi infortunistici e di quelli connessi alle trasformazioni tecnologiche. L'Istituto ha svolto una ricerca su "Gli atteggiamenti verso i mezzi di protezione individuale", facente parte del I° Programma Quadro "Fattori Umani - Sicurezza" dell'Alta Autorità della C.E.C.A.;
- c) psicologia dell'età senile, con particolare riguardo allo studio delle modificazioni nell'efficienza intellettuale e nelle attività psicomotorie e psicosensoriali, dell'adattamento lavorativo e sociale, degli atteggiamenti. In questo campo l'Istituto sta conducendo una ricerca "Cross-national", insieme agli Istituti di Psicologia di altre 10 nazioni europee ed americane, sulle modificazioni dei ruoli in funzione dell'età;
- d) psicologia scolastica e dell'età evolutiva, con particolare riferimento allo studio degli strumenti di misurazione, degli atteggiamenti sociali, dell'orientamento scolastico e professionale, dei problemi psicologici dei minorati fisici e psichici. L'Istituto sta attualmente conducendo 2 ricerche "Cross-national" in questa area : la prima, sulla formazione degli atteggiamenti sociali, unitamente a 7 Istituti

di Psicologia europei, nord-americani, sud-americani ed asiatici; la seconda, sulla formazione degli atteggiamenti verso l'autorità, unitamente a 6 Istituti di Psicologia europei, nord-americani ed asiatici;

- e) psicologia medica, con particolare riferimento ai problemi psicologici di varie categorie di pazienti, ai problemi del rapporto medico-paziente e a quelli della vita ospedaliera.

L'Istituto di Psicologia sperimentale del Comune di Milano svolge la sua attività di studio e di applicazione principalmente sulla popolazione scolastica milanese, sia di quella normale, sia di quella minorata. Svolge annualmente oltre dodicimila esami di orientamento scolastico e professionale o psicodiagnostici, collabora con le autorità sanitarie e didattiche alla soluzione di problemi medico-pedagogico-sociali, svolge attività di consulenza presso Istituti per anziani della città di Milano.

L'Istituto universitario e l'Istituto comunale, collocati in un'unica sede, sono diretti dal Prof. Marcello CESA-BIANCHI e dispongono del seguente personale tecnico: 20 assistenti laureati e specializzati in psicologia e 20 assistenti diplomati in psicologia. I 40 assistenti sono suddivisi in gruppi, a ciascuno dei quali è assegnata una determinata area nel campo della ricerca e dell'attività applicativa.

Il gruppo di ricercatori che hanno partecipato ai lavori era diretto dal Prof. Dott. Marcello CESA-BIANCHI, Direttore degli Istituti sopra menzionati, professore straordinario di psicologia alla Facoltà Medica dell'Università degli Studi di Milano, vice Direttore della Scuola di Specializzazione in psicologia dell'Università degli Studi di Milano, laureato in medicina all'Università di Milano e specializzato in psicologia e neuro-psichiatria, membro della Commissione "Fattori Umani-Sicurezza" dell'Alta Autorità della C.E.C.A.

Altri componenti del gruppo erano:

- il Prof. Dott. Francesco BRAMBILLA, ordinario di statistica all'Università L. Bocconi di Milano, incaricato di statistica all'Università degli Studi di Genova, Direttore del Centro per le Ricerche operative dell'Università L. Bocconi di Milano, laureato in scienze economiche all'Università Bocconi di Milano;
- il Dott. Calogero DI NARO, assistente straordinario presso la Cattedra di Psicologia della Facoltà Medica della Università degli Studi di Milano, specialista in medicina del lavoro, in psicologia del lavoro, in psichiatria, laureato in medicina all'Università di Milano;
- il Dott. Ing. Luigi POIAGA, esperto di problemi di ingegneria industriale, membro del Centro per la Ricerca operativa dell'Università L. Bocconi di Milano, laureato in ingegneria industriale al Politecnico di Milano.

I ricercatori si sono valse della collaborazione del personale dei rispettivi organismi e del personale fornito dalla Breda Siderurgica. Ha collaborato inoltre alla realizzazione degli esami psicometrici il Dott. Renato MARANGONI, esperto in psicologia del lavoro, laureato in medicina alla Università di Milano.

## Cap. II

### Presentazione dell'Azienda

1. La Breda Siderurgica S.p.A., è stata indicata concordemente dall'Associazione degli Industriali Siderurgici e dai Sindacati quale Azienda nell'ambito della quale svolgere la ricerca in oggetto.

Detta Azienda deriva dalla Accomandita Ing. E. Breda & C., fondata nel 1886, con lo scopo di fabbricare locomotive, e successivamente, man mano, trasformata ed ampliata con l'estensione delle sue attività (anno 1900) alla costruzione di materiale mobile ferroviario e macchine agricole. Nel 1903 sorgeva lo Stabilimento sull'area attuale e nel 1916 veniva costruita la Sezione Siderurgica con lo scopo di produrre quei materiali necessari alle sezioni meccaniche e sociali. Negli anni successivi dal 1917 in avanti, la Breda veniva potenziata, dotando in particolare la sezione siderurgica di forni ad induzione, fino dal lontano 1935, e realizzando gli impianti idroelettrici per lo sfruttamento del Lys (Valle d'Aosta) per la produzione

di energia elettrica necessaria al funzionamento dei propri impianti. Nel 1951, dopo la parentesi bellica che vedeva la distruzione di buona parte delle attrezzature, le diverse sezioni della Società si separavano e la sezione siderurgica si costituiva in "Breda Siderurgica S.p.A.", che nel 1959 entrava a far parte del Gruppo Siderurgico FINSIDER, quale consociata del gruppo ILVA.

2. All'inizio della Ricerca, la Breda Siderurgica disponeva delle installazioni ed impianti principali seguenti :

Acciaieria - dispone di nove forni di diverso tipo e più precisamente :

n.3 forni Siemens Martin da 45 tonn/cadauno

n.1 forno Martin tipo Maerz-Boehlens da 65/70 tonn.

n.2 forni elettrici da 40 tonn/cadauno

n.2 forni elettrici da 25 tonn/cadauno

n.1 forno elettrico da 5 tonn.

Il campo di produzione dell'acciaieria va dai comuni acciai a quelli di qualità ed a quelli speciali da costruzione, ecc.

La maggior parte dell'acciaio prodotto viene destinato alla laminazione e fucinatura nell'ambito dell'Azienda stessa. La produzione di acciaio grazie agli ultimi lavori di ampliamento ed ammodernamento degli impianti, ha superato le 300.000 tonn/annue.

### Laminatoio

I prodotti dell'acciaieria in lingotti destinati alla laminazione vengono portati alla temperatura adatta alla loro lavorazione per mezzo di forni a pozzo. Gli impianti di laminazione comprendono i seguenti treni :

- Treno sbozzatore da 820 mm per la trasformazione dei lingotti in blumi;
- Treno laminatoio da 600 mm a quattro gabbie, per la trasformazione dei blumi in billette a profili vari;
- Treno laminatoio da 500 mm a quattro gabbie per la produzione dei diversi profilati;
- Treno laminatoio da 320 mm a sei gabbie, particolarmente adatto alla laminazione di acciai speciali e di profili speciali in barre e rotoli;
- Treno laminatoio di tipo continuo (Demag) comprendente una linea di sbozzatura che serve le linee finitrici per la produzione di nastri, profilati piccoli e medi, tondo in rotoli e vergella.

La produzione di laminati ha superato le 200 tonn/annue.

### Fucinatura

Detto reparto è dotato di una pressa da 1.200 tonn, di sei magli da 2.000 a 150 kg e dei relativi forni di riscaldamento.

### Trafileria

Alla data di inizio della ricerca detto reparto era completamente in fase di rifacimento essendo prevista l'installazione di nuovi impianti di concezione moderna ad alta capacità produttiva.

3. Come già accennato, la produzione degli impianti esaminati occupa il campo degli acciai comuni e di qualità, degli acciai speciali da costruzione, da utensili e per usi speciali. La gamma dei prodotti va dai blumi e billette per forgia, ai laminati (ad U, ad I, angolari, piatti, tondi, quadri, esagoni, ecc.), ai fucinati nelle diverse forme e dimensioni, ai trafilati ed ai rettificati.

Grazie ad un attrezzato reparto di torneria, la produzione comprende anche i così detti "pelati" e "pelati calibrati" in tutti i tipi di acciai succitati.

4. Accanto ai reparti ed agli impianti descritti, l'Azienda dispone di un insieme di servizi tali da garantirle un efficiente ed organico funzionamento.

### Servizio controllo produzione e qualità

Detto servizio comprende diversi laboratori (chimico, metallografico, controllo, controllo energie) per mezzo dei quali la produzione viene sottoposta a prove e controlli nel corso delle varie fasi della lavorazione.

In particolare il "Servizio controllo energia" consente all'Azienda di esercitare un controllo accurato sui consumi di nafta, metano, energia elettrica, ecc., nelle diverse fasi della lavorazione.

#### Servizio tecnico

Esso provvede a tutte le necessità interne dell'Azienda per quanto riguarda la manutenzione, la conservazione e lo sviluppo degli impianti.

#### Servizi ausiliari

Essi comprendono:

- Servizio elettrico, dal quale dipendono le cabine di trasformazione Alta Tensione/Bassa Tensione dei singoli reparti, a loro volta alimentate da una cabina principale di smistamento alimentata da una rete ENEL a 13.000 V.
- Servizio idrico, comprendente una rete di distribuzione ad alta pressione ed una a pressione normale, entrambe alimentate da due serbatoi a torre e da cinque altri pozzi artesiani.
- Servizio ossigeno comprendente una tubazione a 12 atm. proveniente direttamente dalla società produttrice.
- Servizio trasporti, che si articola su di una rete stradale interna per automezzi, una rete ferroviaria direttamente raccordata alla rete FF.SS. di Sesto San Giovanni (sviluppo di circa 8 km) ed una rete a scartamento ridotto per servizi ausiliari ( 10 km circa di sviluppo).

I mezzi di locomozione comprendono diversi locomotori a scartamento normale, a scartamento ridotto, autogru, trattori, ecc.

#### Servizi amministrativi

Nel periodo corrispondente all'inizio della Ricerca, nella Azienda trovavano occupazione circa 2.500 dipendenti tra dirigenti, impiegati, capi e operai.

Appositi servizi operano al fine di assistere il personale fin dal momento dell'assunzione ed in particolare sotto l'aspetto della prevenzione antinfortunistica.

La Breda Siderurgica ha affrontato una fase di completa riorganizzazione amministrativa e tecnica comprendente, fra l'altro, l'ammodernamento degli impianti ed il loro potenziamento, nonché la costruzione ex-novo di interi reparti, destinati a nuovi tipi di lavorazione.

#### Servizio Sanitario

Centralizzato, alle dirette dipendenze di un Direttore che è coadiuvato da un'équipe di medici di fabbrica ed infermieri.

L'ambulatorio centrale è dotato di servizio radiografico nonché di apparecchiature per terapia fisica ai dipendenti. Nei singoli reparti vi è un locale di infermeria che funge da pronto soccorso immediato. Il collegamento è assicurato dal servizio autoambulanza.

5. Il reparto prescelto ai fini dello svolgimento della Ricerca è stato il reparto laminatoio in quanto, oltre che rappresentare una tipica lavorazione siderurgica, permette l'osservazione di una unità lavorativa relativamente omogenea che opera su macchine semiautomatiche.

Inoltre, dall'esame della documentazione, si è potuto constatare come l'indice di frequenza infortunistica (traccia visibile del processo produttivo) sia piuttosto elevato in detto reparto, e pertanto una ricerca volta a suggerire una modalità concreta per lo studio del problema infortunistico trovava in tale reparto una soluzione operativa. Come già accennato in occasione dell'esposizione dell'organizzazione dell'intera Azienda, il Reparto Laminatoio comprende treni di laminazione di tipo tradizionale e di tipo automatico ( o continuo ).

In esso il personale (200 operai circa) lavora in tre turni di 8 ore (6-14; 14-22; 22-6) ed è distribuito nei posti di lavoro che risultano dalla planimetria (All. n° 0 °); tale distribuzione è stata da noi ottenuta sulla base delle "job descriptions" forniteci dall'Azienda.

Nel corso della Ricerca, alcune innovazioni tecniche sono state apportate agli impianti di detto reparto, tali comunque da non alterare i dati oggetto di rilevazioni da parte del gruppo di ricerca.

---

°) Cfr. Nota pag. V.

6. Nell'ambito dell'Azienda prescelta per lo svolgimento della Ricerca, i rapporti, tra il gruppo di ricerca ed il personale dell'Azienda stessa, si sono sviluppati a tutti i livelli. In particolare i contatti più frequenti si sono avuti con :

- Direzione Generale
- Direzione Tecnica
- Direzione Sanitaria
- Direzione Servizio del Personale
- Direzione Servizio addetti alla Sicurezza
- Servizio Tempi e Metodi

Grazie alla presentazione del Gruppo di Ricerca a tutti i capi reparto, capi turno e capi squadra, ed alla illustrazione, agli stessi, delle modalità e degli scopi della ricerca, la collaborazione ha potuto estendersi a tutti i livelli aziendali con pieno successo.

### Cap. III

#### Organigramma della Ricerca

Al fine di inquadrare organicamente le diverse fasi della Ricerca e con lo scopo di facilitare una sua veduta d'assieme, si è redatto un organigramma generale ( vedi pag. 168).

Esso risulta diviso in tre "campi" fondamentali rappresentanti i tre aspetti della Ricerca :

- a) Fonti e fasi della Ricerca sperimentale
- b) La modellistica
- c) La verifica

Dall'esame di questi aspetti fondamentali risulta come ogni problema emerso nel corso della Ricerca sia affrontato mediante la raccolta di dati sperimentali, l'enunciazione di modelli ed infine mediante la verifica dei modelli proposti.

In tal modo, sono stati posti, affrontati e verificati i problemi relativi a :

- infortuni e loro distribuzione spazio-temporale
- pericolosità
- comportamento pericoloso
- condizioni di lavoro
- pericolosità intrinseca
- condizioni ambientali.







PARTE SECONDA

LA POSIZIONE DEL PROBLEMA

Cap. I

Introduzione

1. L'indirizzo che l'équipe italiana ha dato alla propria ricerca deve vedersi in rapporto all'evoluzione cui lo studio degli infortuni è andato incontro nel corso degli anni. Le prospettive che ne derivano risultano chiaramente nel documento di base della Ricerca comunitaria. Infatti questo documento, nel capitolo "Principi e ipotesi di lavoro", indica come oggetto di studio "le attività professionali e le loro perturbazioni possibili (quindi non soltanto gli infortuni che abbiano procurato una ferita)". Pertanto, l'infortunio deve essere esaminato nel contesto di quei fenomeni dei quali può rappresentare una delle espressioni, perché soltanto da un'indagine non artificialmente limitata si può sperare di conoscere delle perturbazioni nell'attività professionale : le forme di estrinsecazione, le modalità di insorgenza, i fattori predisponenti, le condizioni antecedenti, l'andamento nel tempo. L'équipe italiana ha considerato quale uno degli obiettivi fondamentali della Ricerca comunitaria quello di aprire nello studio del problema in oggetto una via metodologicamente nuova, resa possibile dalla multidisciplinarietà e dalla internazionalità della ricerca - e non già

di ripercorrere strade conosciute che hanno fornito tutte le informazioni che potevano consentire.

Questo indirizzo, oltre che ubbidire ad una fondamentale esigenza scientifica, ci è parso anche il solo atto a consentire quel miglioramento della lotta antinfortunistica, a cui in ultima analisi la Ricerca comunitaria deve condurre.

Per una migliore comprensione del proposito della nostra ricerca ci sembra utile un rapido cenno alla storia dello studio scientifico degli infortuni °). Tale studio scientifico ha preso l'avvio da tre gruppi fondamentali di ricerche svoltesi dal 1919 al 1936. Le prime ricerche da ricordare in tale senso sono quelle eseguite da Greenwood e Wood (1919) e Greenwood e Yule (1920) : questi Autori, sulla base della constatazione che gli infortuni occorsi agli operai di una fabbrica di munizioni presentano una distribuzione corrispondente ad "una variabile tendenza iniziale agli infortuni", introducono una prima ipotesi interpretativa sul fenomeno infortunistico.

Marbe (1923) a sua volta rileva che le persone frequentemente infortunate mancano di una certa agilità di "schlechte Umsteller" (réaiguillage) per cui è loro difficile far fronte ad un pericolo improvviso. E Lahy e Korngold (1936)

---

°) M.CESA-BIANCHI e R.MARANGONI - "Le caratteristiche individuali in rapporto con l'infortunio", capitolo II del "Bilancio delle ricerche sulla Sicurezza", redatto sotto l'egida dell'Alta Autorità della Comunità Europea del Carbone e dell'Acciaio.

dimostrano che i soggetti frequentemente infortunati differiscono dai soggetti "normali" per una insufficiente "plasticità funzionale" nell'esecuzione di alcuni tests in particolari condizioni.

Si viene così a prospettare - sia pure con formulazioni diverse, più o meno esplicite - il concetto di "predisposizione agli infortuni", secondo il quale certi soggetti, per una loro particolare struttura biologica e psichica, si infortunano più facilmente degli altri. L'approfondimento del problema della "predisposizione" viene attuato secondo metodiche diverse, ispirate dalla psicologia applicata, dalla psicossomatica e psicoanalisi, dalla sociometria.

Bonnardel (1949) constata nei soggetti frequentemente infortunati un difetto di "intelligenza concreta", mentre Drake (1940) rileva negli stessi la "mancanza di aggiustamento tra percezione e reazione motoria". D'altro canto, le statistiche infortunistiche sembrano incoraggiare l'interpretazione del fenomeno sulla base della "predisposizione immutabile, costituzionale", permettendo generalmente di constatare come un piccolo numero di soggetti subisca la maggioranza degli infortuni.

La molteplicità e variabilità dei dati acquisiti ed una serie di critiche metodologiche rendono però difficile il continuare a ricondurre tutti gli infortuni ad una "predisposizione biotipologica" : Lahy e Korngold (1936) accanto alla "predisposizione costituzionale" riconoscono l'importanza di una

"predisposizione acquisita" nel corso della vita, sotto l'azione di infortuni precedentemente subiti o in relazione a fattori di ordine sociale e psico-patologico.

Schulzinger (1954), sulla base di estese osservazioni cliniche, constata che ogni persona attraversa un periodo più o meno lungo della propria vita durante il quale, per l'azione di disturbo di fattori psicologici ed ambientali diversi, va incontro ad infortuni con maggiore facilità. Da ciò deriva che la predisposizione non è una caratteristica immutabile e, soprattutto, che il gruppo dei soggetti predisposti è di continuo modificato nella sua composizione.

Nasce pertanto la questione se i polinfortunati che nelle esperienze di Lahy e Korngold si dimostrano inferiori rispetto ai "normali" non siano in definitiva, aprioristicamente handicappati, durante le prove di laboratorio, proprio in conseguenza degli infortuni che essi hanno già subito.

E si pone anche il quesito se non sia metodologicamente errato studiare la predisposizione agli infortuni attraverso l'esame di soggetti che tali infortuni hanno già subito, trascurando, pertanto, le interazioni occorse tra la personalità dei soggetti e l'ambiente e la situazione di lavoro.

Arbaus e Kerrich (1951), d'altro canto criticano le illazioni desunte da certe distribuzioni statistiche degli infortuni;

essi attribuiscono al caso parte degli infortuni ripetuti nella stessa persona, riconoscendo anche come sia spesso una "necessità matematica" il concentrarsi della maggioranza degli infortuni su una minoranza di individui.

Adelstein (1952) osserva che la media degli infortuni resta invariata, durante tre anni di osservazioni, in un gruppo di lavoratori dal quale sono stati precedentemente esclusi gli individui frequentemente infortunati.

Forbes (1954), sulla base di considerazioni statistiche, esclude l'intervento della "predisposizione", e rivaluta l'importanza del "caso" nella genesi degli infortuni. L'insufficienza, nell'interpretazione del fenomeno infortunistico, delle ipotesi che lo riconducono alla predisposizione individuale, spinge diversi Autori, all'inizio dell'ultimo decennio, a considerare l'uomo non più come entità isolata ed isolabile ma come integrata in un "gruppo", in un ambiente con cui interreagisce ed al quale non può essere separato.

Altre variabili vengono pertanto considerate, tenendo conto di fattori etnologici, socio-economici e culturali.

L'evoluzione dottrinale del problema infortunistico, così come l'abbiamo succintamente esposta, ha condizionato un gran numero di ricerche realizzate a livelli diversi.

Tali ricerche mirano per lo più a differenziare i soggetti predisposti agli infortuni dai non predisposti o ad individuare

nei soggetti polinfortunistici le caratteristiche psico-fisiopatologiche in grado di caratterizzarli nei confronti dei paucinfortunati e non infortunati.

Dall'esame della letteratura risulta che le ricerche differiscono su di un piano metodologico sia nella scelta del criterio di sicurezza, sia nella scelta dei campioni dei soggetti da esaminare, sia nella valutazione degli infortuni dal punto di vista della loro gravità, sia nella valutazione del rischio lavorativo, sia nella scelta degli strumenti psicologici applicati, sia, infine, negli scopi perseguiti.

Tali diversità metodologiche spiegano, assieme all'insufficienza dei presupposti teorici, la discordanza dei dati acquisiti in merito alle caratteristiche individuali. I numerosi dati raccolti attraverso le ricerche di vario tipo finora condotte hanno indubbiamente contribuito a consentire il miglioramento della situazione infortunistica internazionale. Le singole industrie che si sono preoccupate di raccogliere un numero maggiore o minore di tali dati hanno potuto realizzare iniziative antinfortunistiche, giungendo generalmente a ridurre, in grado peraltro molto variabile la portata del fenomeno e le sue conseguenze.

Tuttavia, malgrado i progressi conseguiti, il problema infortunistico resta, ancor oggi, in tutta la sua drammatica realtà e pone la necessità di considerare i limiti entro cui si sono svolte le passate ricerche. Tali limiti - la cui conseguenza macroscopica è la mancanza di una classificazione internazionale

degli infortuni, universalmente adottata - si possono così elencare, facendo riferimento alle prospettive più recenti nell'impostazione del problema :

- a) mancanza di un programma definitivo e coordinato di ricerca, non solo nell'ambito internazionale, ma anche in quello dei singoli paesi : le indagini sono state spesso realizzate in funzione di esigenze ed interessi particolari e limitati.
- b) Prospettiva settoriale nell'impostazione delle ricerche, che hanno tenuto generalmente conto di una o poche variabili fisiologiche, psicologiche, tecniche o sociali, e hanno trascurato di considerare l'interazione fra tali variabili.
- c) Condizionamento delle indagini da parte della finalità selettiva spesso perseguita, in rapporto alla necessità di singole aziende o di particolari mansioni.
- d) Mancanza di uniformità fra diverse nazioni, ma anche nell'ambito di un singolo paese, nei metodi usati per il calcolo dei tassi di frequenza e di gravità degli infortuni.
- e) Variabilità dei criteri di valutazione del rischio lavorativo impiegati.
- f) Variabilità nei criteri di sicurezza adottati : la stessa distinzione - utilizzata nel maggior numero dei casi - fra polinfortunati e paucinfortunati, è stata realizzata con modalità che variano soprattutto in funzione del numero di

infortuni individuali stabilito come discriminativo, del periodo di tempo al quale tali infortuni sono riferiti, della collocazione di questo periodo rispetto a quello della ricerca.

- g) Variabilità nei criteri utilizzati per la realizzazione del campionamento dei soggetti da esaminare.
- h) Variabilità dei criteri adottati per la scelta delle batterie di prove, a volta influenzata dalla particolare specializzazione del ricercatore o da elementi di carattere contingente.
- i) Generalizzazione spesso arbitraria di conclusioni desunte da campioni di soggetti limitati e comunque non rappresentativi.

Le divergenze e le insufficienze metodologiche da noi indicate hanno ovviamente contribuito a rendere scientificamente precarie le possibilità di comparazione e di generalizzazione dei risultati.

D'altra parte, è proprio in funzione della sempre più avvertita esigenza di realizzare tale comparazione e generalizzazione, che sulla base delle possibilità offerte dagli indirizzi metodologici più recenti si è avviata la ricerca di nuove impostazioni del problema infortunistico. Da parte di tali impostazioni appaiono particolarmente valorizzati i seguenti aspetti della ricerca :

- a) La coordinazione su di un piano internazionale, che consenta una visione più ampia del problema infortunistico e, attraverso la convergenza e la complementarietà delle varie

ricerche, possa condurre a una generalizzazione dei risultati.

b) La coordinazione su di un piano interdisciplinare, che consenta il superamento delle posizioni unilaterali ed il conseguimento della conoscenza completa di un fenomeno tipicamente polidimensionale.

c) Lo studio dell'interdipendenza dinamica fra uomo, ambiente e processo produttivo e non più delle caratteristiche statistiche dell'uno e degli altri.

Lo studio in oggetto viene realizzato attraverso l'esame di variabili che esprimono tale interdipendenza e che possono essere obiettivamente misurate, quali ad esempio il comportamento e gli atteggiamenti dei lavoratori.

d) Ricerca di un criterio di valutazione della sicurezza il più possibile fedele e congruente.

Oltre a considerare come l'insufficienza delle ricerche finora condotte e l'inadeguatezza dei risultati che ne sono scaturiti abbiano stimolato nuove forme di indagine - delle quali la Ricerca comunitaria è un esempio particolarmente significativo - vorremmo peraltro ricordare che la genesi di tali indagini è da vedersi anche in funzione di una evoluzione in senso sociale : eliminati i fattori più grossolani d'infortunio, ridotte sia pure in proporzioni variabili, la frequenza e la gravità degli infortuni industriali, le preoccupazioni umane e sociali stimolano l'interesse verso indagini più approfondite, che riguardano ogni possibile perturbazione del lavoro industriale e quindi anche

l'infortunio come una di tali perturbazioni. L'infortunio, oltre che un fatto patologico in se, diviene espressione della patologicità o meno di un sistema.

Si puo' quindi affermare che proprio mentre diminuisce la gravità delle sue conseguenze, l'infortunio viene acquistando un significato nuovo e più ampio, nelle ricerche sul lavoro.

2. Le ricerche sulla sicurezza si possono classificare in rapporto a diversi criteri.

Un primo criterio di classificazione si riferisce all'indirizzo che ogni ricerca esprime. Gli orientamenti dei ricercatori in questa materia si possono classificare in tre gruppi :

1. individuale
2. operativo (tecnologico o statistico)
3. ambientale.

Secondo l'indirizzo individuale la causa dell'infortunio risiede nel cattivo adattamento di uno o più individui. Un'ipotesi motrice di questo indirizzo è che ogni individuo è soggetto ad una continua frustrazione e reagisce con un atteggiamento aggressivo che puo' rientrare nella categoria della extrapunitività se è rivolto verso altri o della intrapunitività se è rivolto verso se stessi. L'infortunio nasce cosi' in questo clima di intrapunitività. E' in tale indirizzo che si situano anche le ricerche sull'alcoolismo come espressione di fuga dalla realtà da parte dell'individuo frustrato e come condizione di aumento

di probabilità di infortuni, nonché le indagini sulle correlazioni tra il "morale" e l'infortunio.

Secondo l'indirizzo che impropriamente viene detto statistico e che sarebbe bene indicare come operativo, si ricercano in via generale delle regolarità nella struttura di variabilità delle tracce visibili del comportamento umano.

In altre parole, partendo dall'idea che l'infortunio nasce in situazione di comportamento errato, questo essendo un'espressione del complesso circuito "struttura della personalità - struttura del processo tecnologico", si ricercano regolarità nell'andamento di espressioni visibili di tale circuito.

In questo indirizzo si ravvisano tre gruppi di ricerche :

La prima è basata sull'ipotesi di una predisposizione individuale all'infortunio. In questo campo si sono sviluppati parecchi schemi probabilistici atti ad accogliere l'ipotesi, che risulta però oggi insostenibile sulla base di quanto precedentemente esposto.

Un secondo gruppo, che possiamo dire dell'analisi dell'infortunio "critico", è basato sulla ricostruzione meticolosa delle condizioni in cui si è formato l'infortunio, "rivissuto" dal protagonista, per distinguere quanta parte è dovuta alla struttura del processo tecnologico e quanta a quella della personalità.

Un terzo gruppo di ricerche è quello che possiamo dire di ingegneria umana che tende :

- a) a determinare empiricamente il comportamento normale ed errato cioè la legge di distribuzione dei comportamenti umani per ogni posto di lavoro;
- b) a dare una misura della distanza tra un comportamento errato e quello normale;
- c) a studiare statisticamente le oscillazioni del comportamento per ogni posto di lavoro;
- d) a ricercare le correlazioni tra i tipi di oscillazioni e la struttura della personalità;
- e) a ravvisare nell'andamento delle oscillazioni un processo di apprendimento.

Secondo l'indirizzo ambientale l'infortunio è causato dal clima psicologico dell'ambiente di lavoro o dal gruppo sociale nel quale è immerso l'individuo.

Rientrano in questo quadro :

- a) le ricerche sulle dimensioni e struttura dei gruppi;
- b) le ricerche sulla formazione e posizione dei capi reparto;
- c) le ricerche intorno all'utilità dei comitati misti di lavoratori e dirigenti tecnici ed alle funzioni del gruppo ( il role playing).

Tutti gli indirizzi sopra ricordati sono validi e nessuno ha una logica prevalenza poiché essi sono angolati in modo essenzialmente diverso.

Il primo vede il comportamento errato come espressione di conflitti interni dell'individuo, mentre il terzo lo vede anche in funzione della dimensione e struttura del gruppo.

Il secondo, per contro, tende a una ricerca induttiva atta a segnalare le caratteristiche salienti di questa nuova dimensione della manifestazione della personalità che è il comportamento errato (a qualunque titolo), riconoscendo che mancano troppe informazioni in materia per poter dar luogo ad una ricerca deduttiva impiantata su solide ipotesi.

Un secondo criterio di classificazione si riferisce ai metodi ed alle tecniche impiegate. I primi riflettono necessariamente l'orientamento della ricerca (individuale, operativa, ambientale), le tecniche sono impostate secondo quattro principali direzioni :

- a) messa a punto di una serie di rilievi di carattere medico in grado di fornire un quadro completo delle caratteristiche somatiche individuali.  
I dati forniti dall'esame medico non sono, tranne l'acuità visiva, l'ipertensione, il mancinismo, sistematicamente confrontati con le diverse situazioni infortunistiche. Essi servono per lo più a formulare un generico giudizio di capacità lavorativa o di efficienza.
- b) Utilizzazione di prove di carattere psicologico atte a valutare l'individuo dal punto di vista intellettuale, attitudinale e caratterologico, al fine di stabilire un'eventuale correlazione con gli indici infortunistici e di ricavare indicazioni utili per la prevenzione.
- c) Impiego di tecniche sociometriche volte a stabilire il grado

di interdipendenza fra fattori extraindividuali e comportamento lavorativo dell'operaio.

- d) Utilizzazione di tecniche per la descrizione, l'analisi e la valutazione del lavoro nei termini della sua pericolosità.

Un terzo criterio di classificazione riguarda gli oggetti di studio.

Sotto questa visuale, le ricerche si possono suddividere in :

1. Ricerche che studiano variabili umane
2. " " " " del processo produttivo
3. " " " " dell'ambiente di lavoro
4. " " " " dell'organizzazione del lavoro
5. " " " " extralavorative.

3. E' opportuno ancora considerare l'insufficienza di ricerche parziali e unilaterali, le cui conclusioni sono state il più delle volte arbitrariamente generalizzate : la psicologia generale ha da tempo insegnato, sulla linea delle posizioni gestaltiste, che "il tutto è più che la semplice somma delle parti che lo compongono" e che la conoscenza di una di tali parti non permette di indurre la conoscenza del tutto. Inoltre il settore esaminato deve essere veramente rappresentativo (come individui, ambiente, tempo) di ciò che si vuol indicare, presupposto questo che sembra sia stato frequentemente trascurato.

Si pone quindi la necessità di studiare un'unità spazio-temporale esattamente definita (per esempio un'unità lavorativa), di cui si conosca la rappresentatività rispetto ad altre unità spazio-temporali. Tale unità deve essere esaminata nel gioco di interferenze di tutte le sue componenti, studiandone le condizioni e non solo le conseguenze della pericolosità, lo svolgimento dell'attività professionale e le sue perturbazioni. E' anche necessario che la ricerca sia condotta con una prospettiva multidisciplinare, la sola che consenta di giungere a conclusioni esprimibili in termini generali.

4. La ricerca della Siderurgia italiana si è realizzata secondo un indirizzo fondamentale operativo, tendente a considerare il comportamento pericoloso e lo stesso infortunio nel succedersi entro l'ambito spazio-temporale definito dalla fabbrica e dalla lavorazione, prescindendo dagli individui che ne sono oggetto, ed al fine di ricavare le leggi matematiche che possono esprimere il fenomeno.

Esso non ha peraltro trascurato di esaminare anche il singolo comportamento pericoloso ed il singolo infortunio nella loro genesi e nelle loro manifestazioni, ed in funzione dei fattori individuali e sociali, tecnici ed organizzativi che consentono di definirli.

Infine, la nostra équipe si è proposta di analizzare il posto di lavoro sotto il profilo ergonomico al fine di poter stabilire

l'andamento della pericolosità nell'ambito di tale posto al presentarsi delle diverse situazioni di lavoro.

Queste impostazioni sono state perseguite con l'intento di approfondire ed allargare le conoscenze attuali in tema di sicurezza e di fornire - non soltanto alla Breda Siderurgica nella quale la ricerca si è svolta, ma a tutte le aziende del settore - delle indicazioni concrete per la rilevazione obiettiva e sistematica dei segni di pericolosità e per una più efficace politica di prevenzione degli infortuni.

Così, l'introduzione di modelli teorici ha cercato di offrire, ai responsabili della sicurezza degli schemi logici scientificamente fondati che consentissero possibilità di applicazione in differenti situazioni aziendali.

La realizzazione, da parte del nostro gruppo di indirizzi di ricerca differenti ed interdipendenti, ha implicato - come del resto stabilito dal Doc. 1000/7/59 - che tale gruppo avesse carattere multidisciplinare. E ciò si è ottenuto :

a) mediante la presenza nel gruppo di uno psicologo medico, di uno statistico esperto di ricerca operativa e di sociologia industriale, di un medico del lavoro, di un ingegnere esperto di tecnica professionale e di prevenzione degli infortuni : i quattro componenti dell'équipe di ricerca hanno inoltre usufruito della collaborazione dei loro assistenti;

b) mediante la piena collaborazione della direzione e dei dipendenti di diversi settori aziendali.

La ricerca dell'équipe italiana ha cercato di fornire all'azienda degli strumenti concreti per rilevare l'andamento del "fenomeno pericolosità" nei suoi molteplici aspetti: e cio' ha potuto conseguire mediante quella impostazione multidisciplinare, di cui dobbiamo ribadire l'assoluta necessità e che si è resa possibile per le differenti competenze dei ricercatori. Ma al raggiungimento degli obiettivi della ricerca ha contribuito in modo sostanziale anche la Breda Siderurgica, dal Direttore generale agli operai.

La progressione della nostra ricerca deve infine vedersi in funzione di quella cooperazione continuativa con le équipes degli altri paesi, delle discussioni, dei chiarimenti reciproci, dei suggerimenti ed anche delle polemiche costruttive che solo una Ricerca del tipo comunitario poteva consentire ed ha in effetti realizzato.

## Cap. II

### I modelli della ricerca

1. Un processo produttivo qualsiasi puo' essere controllato esaminando statisticamente particolari aspetti del flusso produttivo.

Gli aspetti che sono risultati più efficienti per il controllo

sono quelli più "allarmanti" quali la percentuale del numero di pezzi difettosi, la percentuale degli assenti dal lavoro, la percentuale di ricambio del lavoro e così' via.

Tra questi aspetti occupa un particolare rilievo il fenomeno dell'infortunio sul lavoro che è tanto più allarmante quanto più le implicazioni umane sono sovrastanti a quelle tecniche.

La prima condizione da soddisfare affinché si possa parlare di controllo è che sia individuabile una legge che serva da polo di riferimento in quanto ad esempio descriva una situazione di equilibrio.

Una seconda condizione si estrinseca nella determinazione di una misura  $d(x, y)$  detta "distanza" tra una situazione  $x(t)$  osservata e quella  $y(t)$  di riferimento che dovrà quindi fruire delle proprietà seguenti :

- 1)  $d(x, y) = d(y, x)$
- 2)  $d(x, x) = 0$
- 3)  $d(x, y) + d(y, z) \cong d(x, z)$

Molti tests di significatività statistica soddisfano tali condizioni e, in linea generale, questo problema non verrà preso qui in considerazione ma supposto risolto.

2. Una considerazione fondamentale va però subito fatta intorno alla "essenzialità" dell'aggettivo "statistico" accoppiato al sostantivo "controllo".

Un processo qualsiasi (quello economico e produttivo in particolare) si presenta come un flusso continuo di operazioni economiche e tecnologiche che non solo non può essere economicamente interrotto ma che può essere studiato nel suo divenire solo attraverso l'esame delle tracce visibili che il processo stesso lascia dietro di sé. Esempi di tali tracce sono appunto gli infortuni sul lavoro, le percentuali dei pezzi difettosi, il numero di utensili da sostituire nell'unità di tempo e così via. E queste "tracce visibili" studiando la variabilità dalle quali otteniamo informazioni intorno alla fisiologicità del processo, si presentano come variabili statistiche, cioè come insieme di valori di grandezze. U, ad n dimensioni  $x_1, x_2, \dots, x_n$  munite di frequenza  $p$  ( $p_1, p_2, \dots, p_n$ ) per ogni n.pla di valori.

Pertanto, è solo l'esame statistico che permette di seguire un processo nel suo divenire, mentre altre discipline intervengono nell'individuare :

- a) le grandezze fondamentali del processo;
- b) i modelli descrittivi o interpretativi cioè le relazioni che intercorrono tra le grandezze;
- c) le condizioni in cui le grandezze agiscono;
- d) gli stadi o configurazioni del processo.

Il processo nel suo divenire non fa che passare da stato a stato e in questo divenire lascia quelle tracce visibili sotto forma di variabili statistiche che, esaminate, ci danno le informazioni sul processo.

3. Una seconda considerazione preliminare va fatta intorno alla natura logica della nostra ricerca ed è il suo carattere operativo. L'infortunio, pur essendo l'aspetto sintetico della patologicità o fisiologicità del processo produttivo, è registrabile e controllabile ma non manovrabile al di là di tutti quegli accorgimenti tecnici che formano quel ramo dell'ingegneria che va sotto il nome di antinfortunistica.

Noi ci siamo posti nelle condizioni di sostituire all'infortunio un'altra traccia visibile del processo che chiamiamo "comportamento pericoloso"; questa traccia inserita in un adeguato modello permette di avere un quadro operativo capace di regolare e programmare il processo produttivo.

4. Indichiamo con  $U_t$  il grado di pericolosità di un certo posto di lavoro al tempo  $t$  che supponiamo, per ora, misurabile e senza dire in quale modo.

Indichiamo inoltre con :

- a)  $x_t$  un indice del comportamento non pericoloso dell'operaio al tempo  $t$ . La misura di questa grandezza verrà studiata dettagliatamente in appresso ed è qui lasciata inespressa senza che ciò incida sull'economia del presente discorso;
- b)  $y_1(t)$  un indice della "velocità" del processo che può essere misurata dal tempo destinato ad operazioni di recupero dei tempi persi per effetto dei cambiamenti nei programmi e dei tempi a monte del posto di lavoro;

c)  $y_2(t)$  un indice della pericolosità intrinseca del processo tecnologico che è quindi proporzionale al tempo destinato al lavoro normale (con coefficienti di proporzionalità c).

Cio' premesso il nostro modello si puo' esprimere con la relazione :

$$U_t = -a x_t + b y_{1t} + c y_{2t}$$

che fa confluire quindi nella pericolosità dei posti di lavoro non solo quella che è intrinseca alla tecnologia ( $+c y_{2t}$ ), ma anche quella dovuta all'organizzazione aziendale ( $b y_{1t}$ ) e quella dovuta al comportamento umano di sicurezza ( $-a x_t$ ), dove il segno "meno" indica la direzione della componente  $x_t$  del vettore  $U_t$ .

Perchè questa relazione diventi da mera descrizione, equazione di previsione, occorre esplicitare le correlazioni esistenti tra le componenti di  $U_t$ .

Tali relazioni danno luogo a due distinti modelli tra loro concatenati.

Il primo collega le due grandezze  $y_{1t}$  e  $y_{2t}$  e vuole chiarire l'apporto alla pericolosità del lavoro, da parte della sola programmazione del processo produttivo, mentre il secondo indicherà le correlazioni tra il comportamento individuale di sicurezza e la velocità del processo.

Un processo produttivo qualsiasi si svolge ad una velocità (comunque misurata) che è espressione visibile del suo grado di organizzazione.

Questa velocità può trovare le seguenti adeguate misure :

1. tempi morti di lavoro per reparto;
2. lunghezza delle code che si formano davanti a reparti o a singole macchine operatrici;
3. differenze tra i tempi previsti e quelli effettivi ad ogni nodo di un programma PERT.

Comunque venga misurata tale velocità, pensabile quale espressione sintetica del grado di organizzazione aziendale, ogni variazione rispetto al tempo destinato al lavoro normale darà luogo ad un'attività che diremo di recupero comunque essa si estrinsechi (con maggior velocità di produzione e con lavori secondari).

I gruppi di lavoro dividono quindi il tempo di azione e cioè necessariamente, in due tipi e cioè lavori principali e di recupero o secondari.

Per ogni tipo di lavoro esiste una funzione di sicurezza che proponiamo sia espressa dall'espressione :

$$\begin{aligned} S_1 &= A_1 \log x_1 - a_1 y_1 \\ S_2 &= A_2 \log x_2 - a_2 y_2 \end{aligned} \tag{1}$$

dove  $x_1$  e  $x_2$  indicano il grado di attenzione che deve prestare nei due tipi di lavoro ed  $y_1$  e  $y_2$  è la quantità di tempo destinata ai due tipi di lavoro.

Le relazioni tra  $x_i$  e  $y_i$  sono espresse da :

$$x_1 = \frac{a_1 y_1 + a_2 y_2 + a_3 y_1 y_2}{a_1 y_1 + a_2 y_2} \quad a_1 y_1 \quad (2)$$

$$x_2 = \frac{a_1 y_1 + a_2 y_2 + a_3 y_1 y_2}{a_1 y_1 + a_2 y_2} \quad a_2 y_2$$

si suppone cioè che il grado di attenzione totale  $X = X_1 + X_2$  sia espresso da  $X = a_1 y_1 + a_2 y_2 + a_3 y_1 y_2 = x_1 + x_2$  e che la ripartizione dei gradi di attenzione sia quindi proporzionale

$$\frac{x_1}{x_1 + x_2} = \frac{a_1 y_1}{a_1 y_1 + a_2 y_2}$$

$$\frac{x_2}{x_1 + x_2} = \frac{a_2 y_2}{a_1 y_1 + a_2 y_2}$$

da cui sostituendo si ottengono le espressioni (2). Le espressioni (1) indicano che il grado di sicurezza  $S_1$  è funzione logaritmica del grado di attenzione (con cioè aderendo agli insegnamenti degli ergonomi) e (con direzione contraria) della quantità di tempo di esposizione al rischio. Gli sviluppi matematici ai quali queste formule della funzione di sicurezza conducono sono stati collocati alla fine della relazione da pagina 149 a pagina 158, supplemento n° 1.

5. Il comportamento dell'individuo verso la sicurezza è misurabile attraverso la composizione di  $n$  fattori elementari indipendenti.

Ogni fattore  $F_i$  elementare osservato è una variabile statistica  $x_i$  e la grandezza che si deve considerare come misura del fattore  $F_i$  è espressa da :

$$\lambda_i = \frac{x_i}{1 - x_i}$$

Cioè un qualsiasi fattore è misurato in termine della sua deficienza  $(1-x_i)$ .

Le leggi di composizione dei fattori elementari  $\lambda_i$  possono essere, estremamente varie riflettendo ipotesi diverse sulla struttura della partecipazione dei fattori alla misura complessiva delle attitudini individuali ad un lavoro. Cio' premesso, le leggi di composizione che noi proponiamo sono le seguenti:

$$1. \quad \lambda^{(ij)} = \lambda_i \lambda_j = \frac{x_i}{1-x_i} \cdot \frac{x_j}{1-x_j}$$

$$2. \quad z^{(i,j)} = \frac{x_i x_j}{x_i x_j + (1-x_i)(1-x_j)}$$

tra loro legate dalla relazione

$$z = \frac{\lambda}{1 + \lambda}$$

Le leggi di composizione (1) e (2) sono state proposte pensando che nel concetto di misura del comportamento verso la sicurezza si dovesse inglobare la necessità di considerare come essenziali

tutti i comportamenti elementari  $x_i$ . La giustificazione di queste leggi di composizione e gli sviluppi matematici che esse permettono possono essere consultati alla fine della relazione da pagine 159 a pagina 168, Supplemento N° 2.

6. L'infortunio non è una misura della pericolosità poichè abbiamo posto in evidenza che la pericolosità è piuttosto misurabile in termini di comportamento pericoloso in quanto questo trascina con sè, attraverso i due modelli di interdipendenza, tutte le componenti della pericolosità. D'altronde l'infortunio se non è misura è però espressione tangibile di una situazione pericolosa. Occorre pertanto affrontare il problema dei legami tra queste due grandezze : l'infortunio ed il comportamento pericoloso. Orbene, a noi pare che tale relazione possa trovarsi considerando la legge di distribuzione degli infortuni come quella dei valori estremi della variabile casuale "comportamento pericoloso".

Si indichi con  $g(\lambda)$  la legge relativa alla distribuzione di tutte le possibilità di pericolosità.

Cio' che noi osserviamo nella realtà fenomenica come infortuni sul lavoro e altra manifestazione empirica di alta rischiosità può essere pensata come la variabile casuale dei valori estremi minimi di  $g(\lambda)$ .

Se consideriamo un campione di  $n$  azioni rischiose e indichiamo ora con  $x$  il v.mo valore dall'alto dei risultati osservati posti in ordine crescente di grandezza la probabilità perchè  $n - k$  siano inferiori a  $x$  e  $k - 1$  siano maggiori di  $x + dx$  mentre il rimanente cada in  $x$  e  $x+dx$  è data da :

$$F_k(x) = dx = n \binom{n-1}{k-1} [G(x)]^{n-k} [1-G(x)]^{k-1} g(x) dx$$

dove  $G(x)$  è la curva di ripartizione di  $g(x)$ .

Se introduciamo la variabile  $\xi$  data dalla trasformazione

$$\xi = n [1-G(x)]$$

abbiamo  $0 \leq \xi \leq n$ , e la funzione di frequenza  $h_k$  è

$$h_k(\xi) = \binom{n-1}{k-1} \left(\frac{\xi}{n}\right)^{k-1} \left(1 - \frac{\xi}{n}\right)^{n-k}$$

Al tendere di  $n \rightarrow \infty$ ,  $h_k(\xi)$  converge per ogni  $\xi \geq 0$  al limite

$$\lim_{n \rightarrow \infty} h_k(\xi) = \frac{\xi^{(k-1)}}{\Gamma(k)} e^{-\xi}$$

$n \rightarrow \infty$

che è del tipo gamma. °)

Pertanto si è dimostrato rigorosamente come le manifestazioni rischiose abbiano nella loro espressione fenomenica distribuzione del tipo di Poisson, il che è da lungo tempo nozione acquisita. Il lettore troverà nel Supplemento N° 3 da pagina 169 a pagina 173 un richiamo alla struttura del processo detto di "Poisson".

---

°) Nota. Per  $k = 1$ , cioè per la distribuzione dei più piccoli valori del campione, la distribuzione è quella esponenziale

$$h(\xi) = \xi \cdot e^{-\xi}$$

La distribuzione così trovata descrive la legge di distribuzione dell'intensità delle rischiosità.

La legge di distribuzione degli infortuni che è stata riscontrata essere del tipo binominale negativo, si presenta così come un miscuglio di distribuzioni di Poisson con intensità descritta dalla funzione gamma  $h_k(\xi)$  ora trovata.

Questa rigorosa dimostrazione della legge di Poisson come discriminante la situazione di fisiologicità o patologicità del processo produttivo è importante per chiudere logicamente quella frattura che si era venuta formando tra le ricerche sugli infortuni e quella sulla pericolosità.

Si può così comprendere come l'infortunio tenda a prodursi costantemente in clima di alta pericolosità ma contemporaneamente come manifestazione casuale nella sua estrinsecazione effettiva.

7. La posizione logica della teoria dei processi stocastici nel quadro della ricerca.

La teoria dei processi stocastici è l'espressione più organica e completa della struttura di un sistema nel suo divenire. Occorre insistere particolarmente sulla posizione logica che questa teoria ha nel quadro del controllo di un processo produttivo. Un qualsiasi sistema e quindi anche quello produttivo o economico è un insieme di grandezze variabili, di relazioni tra queste e di condizioni.

Questo insieme assume normalmente la forma di un modello, cioè di relazioni formalizzate tra le grandezze nonchè i fattori

ambientali che precisano le condizioni in cui le variabili si possono muovere.

Cio' premesso, possiamo precisare che le varie discipline studiano :

1. le grandezze fondamentali che entrano nei sistemi;
2. le relazioni che danno vita al modello (sia esso descrittivo che interpretativo);
3. le possibili configurazioni o stati (in particolare quelle di equilibrio) in cui il sistema puo' esistere;
4. le cause di passaggio da uno stato all'altro.

Cio' che non possono congenitamente studiare è lo sviluppo di un sistema che è invece il campo proprio della statistica poichè, secondo la definizione proposta dal Prof. F. Brambilla, questa disciplina ha come campo autonomo di studio il grado di sviluppo di un sistema (qualunque esso sia) e cio' perchè il modo universale ed unico per coglierlo è studiare la variabilità cioè la diversità delle possibili configurazioni accertate in un qualunque momento storico. Variabilità che è l'altro volto della statistica poichè, sotto il profilo metodologico, questa disciplina è definibile come lo studio sistematico e globale di questa dimensione universale delle nostre conoscenze.

Il controllo statistico di un processo aziendale e di quello tecnologico in particolare si incentra quindi sull'analisi della variabilità di quelle tracce visibili che sono espressioni degli aspetti patologici, i più noti dei quali sono :

1. gli infortuni sul lavoro;
2. la percentuale dei pezzi difettosi;
3. la lunghezza delle code ai vari posti di lavoro;
4. la percentuale del tempo destinato ai lavori di recupero rispetto a quelli principali.

Quello da noi scelto nel corso di questo studio è il comportamento pericoloso  $x_t$  che sappiamo essere correlato alla velocità e alla struttura del processo produttivo.

Nel rapporto completo ci siamo infatti preoccupati di dare dapprima in forma deterministica e poi stocastica un modello che vuole essere una possibile spiegazione sia della genesi della pericolosità che della posizione che il comportamento pericoloso ha in questo problema.

Questo modello è descritto dalla relazione :

$$u_t = x_t + y_t + z_t$$

dove  $x, y, z$ , sono variabili casuali tra loro correlate nel modo da noi esplicitato attraverso i due modelli prima esposti.

Pertanto possiamo scrivere la stessa relazione in termini di variabilità per cui avremo (dove  $V(A)$  sta per varianza di  $A$ ) e  $cov(AB)$  sta per covarianza di  $(AB)$ ).

$$V(u) = V(x) + V(y) + V(z) + cov(xy) + \\ cov(xz) + cov(yz)$$

La rappresentazione geometrica di questa espressione per  $V(u) =$  costante è ellissoide dentro al quale si trovano tutte le traiettorie che sono contenute nella variabilità misurata da  $V(u) =$  costante.

Ma noi vogliamo controllare l'intero modello che come è stato già detto si riduce alla equazione stocastica :

$$x(t) + a x(t-1) + b x(t-2) = \sum(t-1)$$

espressione di un processo stocastico stazionario.

In via generale il nostro sistema è inseguibile nel suo divenire se considerate n su configurazioni o stati (dove n può essere finito, infinito o avere la potenza del continuo) si esamina la dinamica di un elemento immerso in tale sistema al variare del tempo t.

Quindi per ogni  $t = t_1$  avremo come fotografia del sistema in quell'istante una variabile casuale  $x_t$  dove i valori argomentali sono gli stati e le probabilità sono le numerosità relative di elementi che immersi in quel sistema si trovano nelle varie configurazioni del sistema stesso.

Una successione infinita di variabili casuali

$$x_{-5}, x_{-4}, x_{-3}, x_{-2}, x_{-1}, x_0, x_1, x_2, \dots$$

verrà detta processo stocastico e sarà interpretabile fisicamente come il divenire di un sistema nel tempo.

PARTE TERZA

TECNICHE IMPIEGATE E RISULTATI OTTENUTI

Cap. I

Ricerche preliminari sui dati aziendali e sulla distribuzione spazio-temporale degli infortuni.

1. Premessa

Ogni ricerca scientifica si propone di affrontare un problema più o meno complesso e raggiungere una o più soluzioni di valore generale. Anche per quanto riguarda l'indagine da noi condotta ci siamo proposti di mettere a punto uno strumento che potesse facilmente adattarsi a ricerche sia nel campo siderurgico che nel campo industriale in generale.

Presupposto però, per l'utilizzazione di una tale metodica, è che l'azienda, ove la ricerca è condotta, venga sottoposta ad un'analisi che ponga in luce non solo la situazione attuale, ma anche e soprattutto, in senso genetico, attraverso quali fasi si sia venuto formando quel particolare sistema "uomo-struttura di lavoro".

Tale sistema deve essere inteso in un equilibrio più o meno stabile per cui è necessario possedere tutti gli elementi tecnici, organizzativi, ambientali, umani e sociologici, che possono avere una qualsiasi influenza sulla dinamica generale di un'industria.

Pertanto ci è sembrato opportuno, anzi indispensabile, rilevare direttamente ed indirettamente tutti gli elementi che nel loro insieme condizionano la fisionomia particolare di una determinata azienda. Per poter trarre un vantaggio da questa ampia documentazione, i ricercatori hanno elaborato il materiale raccolto sottoponendolo ad una attenta disanima volta al fine di cogliere quei particolari elementi e quelle singole situazioni ai quali riconoscere un ruolo predominante nelle strutture del sistema lavorativo.

Allo scopo di poter effettuare un esame preliminare dell'andamento infortunistico passato ed attuale dell'Azienda, è stata raccolta una documentazione completa riferentesi ad un notevole arco di tempo e comprendente tutti i campi, da quello del personale a quello tecnico, a quello infortunistico.

Questa documentazione e l'elaborazione dei dati in essa contenuti hanno consentito al Gruppo di Ricerca, di ricavare importanti considerazioni agli effetti dello sviluppo della Ricerca stessa.

2. Per quanto riguarda i dati raccolti sul personale, vi è da notare come l'andamento della forza del personale è stata assai variabile dal 1956 in avanti e cio', soprattutto, tenuto conto della suddivisione nei singoli reparti. I motivi di questo andamento della forza sono da ricercarsi in un triplice ordine di cause e precisamente :

- a) sospensione del lavoro nel reparto produzione ghisa dall'anno 1959 in avanti
- b) ammodernamento degli impianti e macchinari, nonché snellimento e riordinamento dell'intero ciclo produttivo
- c) grande difficoltà di reclutamento della manodopera specializzata o semplicemente qualificata.

Da quest'ultima considerazione derivano due conseguenze fondamentali agli effetti della Ricerca e precisamente :

- a) continuo spostamento del personale :

- nell'ambito di ogni unità operativa da un posto di lavoro ad un altro
- da un'unità operativa all'altra, sempre nell'ambito di un dato reparto
- da un reparto all'altro.

Cio' a seconda delle necessità immediate dei singoli reparti, unità operative, ecc....

- b) i luoghi di reclutamento del personale operaio (origine dello stesso) hanno subito un fondamentale cambiamento nel senso che le provenienze dalla provincia di Milano ed altre provincie del Nord Italia sono andate diminuendo con andamento variabile, a favore delle provenienze da provincie del Centro e Sud Italia, mettendo così in luce le difficoltà crescenti di reclutamento del personale "vicino" a causa delle crisi di manodopera, con la conseguenza di dover assumere personale scarsamente qualificato e difficilmente adattabile ai lavori ed alle condizioni ambientali dell'industria siderurgica.

Osservando poi la distribuzione del personale operaio per età, risulta in modo particolare l'alta percentuale dei lavoratori in età avanzata (41 a 60 anni): cioè, evidentemente, può ricollegarsi con quanto sopra riferito circa la difficoltà di reclutare, soprattutto fra le leve giovani, nuovo personale che man mano possa subentrare alle leve anziane.

Altra caratteristica assai importante deriva dall'esame relativo alla distribuzione del personale per qualifica: si può infatti vedere facilmente come si sia verificato un considerevole aumento percentuale del personale operaio non qualificato o semplicemente qualificato a scapito di quello specializzato. Tale aumento tende ancora una volta a mettere in luce le difficoltà sopra citate circa la possibilità di reclutamento della manodopera di qualità. La suddivisione del personale operaio per anzianità di assunzione mette in risalto il crearsi di una notevole inflessione in corrispondenza dell'anzianità tra i quattro ed i dodici anni e di un'altra inflessione per anzianità dai trenta in avanti.

Mentre per la seconda inflessione la spiegazione risulta più che evidente, per la prima si può avere una spiegazione mettendo tutto ciò in relazione con quanto sopra accennato: in particolare, la presenza di personale difficilmente adattabile alle pesanti mansioni dell'industria siderurgica fa sì che un'alta percentuale del personale stesso, di fresca assunzione, abbandoni il lavoro entro pochi anni.

D'altra parte, un altro fatto assai significativo viene a dare maggior rilievo e giustificazione alla presenza dell'inflessione in corrispondenza dell'anzianità tra i 4 e i 12 anni : si tratta di coloro i quali passano, non appena apprese le nozioni indispensabili del mestiere, dalla grande alla piccola industria o ad aziende su base artigianale, presso le quali ritengono di poter ottenere un trattamento economico migliore.

La situazione politica del personale dal 1956 al 1960 mostra chiaramente come la composizione della "Commissione Interna" sia mutata a favore dei Sindacati CISL e UIL con un passaggio da 3 a 5 seggi contro un passaggio da 6 a 4 seggi della CGIL. Il numero percentuale dei voti a favore dei Sindacati CISL e UIL è passato dal 38,6% del 1956 al 51,5% del 1960.

L'andamento degli scioperi dal 1956 ha seguito un'ascesa fino al 1959, indi una forte diminuzione fino al 1961; con riferimento alle ore lavorative effettuate nei singoli anni, l'assenteismo per causa di scioperi ha mostrato l'incidenza dello 0,003% nel 1956, dell'8,20% nel 1959 e dello 0,329% nel 1961.

L'assenteismo dal lavoro, prescindendo dalle cause relative agli scioperi, dal 1956 al 1961 ha seguito un passaggio dal 4,64% al 6,23% per cause di malattia ed un passaggio dal 2,15% all'1,13% per cause d'infortunio sul lavoro : questi dati si riferiscono sempre al totale delle ore lavorative effettuate nei singoli anni presi in esame.

Nel diagramma allegato alla relazione globale sono state riportate le curve rappresentanti l'andamento percentuale dell'assenteismo per malattia, infortunio e scioperi nonché la curva complessiva.

Un particolare interesse ha suscitato nei ricercatori l'esame della mappa di provenienza giornaliera dei lavoratori dalla quale risulta che un'alta percentuale degli stessi proviene giornalmente da località notevolmente distanti dallo stabilimento.

Sul complesso di tutta l'Azienda, in base ad un calcolo preciso (riferito alla distanza in linea d'aria dei luoghi di provenienza dal posto di lavoro) risulta che la forza media di 2.061 operai, dista complessivamente 44.245 km dall'Azienda, il che significa una distanza media giornaliera di 21 km/operaio : distanza che va considerata due volte, una per l'andata ed una per il ritorno, quale indice medio del "moto pendolare giornaliero" di prima approssimazione.

Tale dato, seppure ricavato in modo ottimistico, in quanto ci si è riferiti alle distanze in linea d'aria anziché a quelle effettive o meglio ai tempi-viaggio, ha invogliato i Ricercatori ad approfondire ulteriormente anche in tal senso la ricerca.

Si è voluto infatti effettuare un confronto tra la provenienza giornaliera degli operai ed il numero degli infortuni relativi agli stessi : a tale scopo, la planimetria rappresentante i luoghi di provenienza giornaliera è stata suddivisa, mediante un reticolo, in senso topografico; per ogni quadro

del reticolo si sono calcolati il numero degli operai provenienti giornalmente da località comprese nello stesso ed il relativo numero complessivo di infortuni verificatisi per gli stessi nel giro di un anno.

Si sono quindi istituiti dei rapporti  $k = \frac{n}{M}$  tra infortuni e provenienti come sopra definiti per ogni quadro del reticolo (All. N. 8).<sup>o)</sup>

Attraverso elaborazioni statistiche è stato possibile controllare l'andamento degli infortuni in relazione alle provenienze giornaliere dei singoli operai, e stabilire dei limiti massimi ai moti pendolari, oltre i quali le condizioni di sicurezza dell'operaio vengono a mancare.

3. La documentazione sull'Azienda ha consentito ai ricercatori di ottenere :
- a) la conoscenza dettagliata dell'ambiente fisico di lavoro
  - b) la conoscenza dei cicli di lavoro con l'esatta ubicazione di tutti i posti di lavoro relativi, reparto per reparto
  - c) la possibilità di orientarsi all'interno dei reparti indipendentemente dalle indicazioni fornite, e senza la necessità di accompagnatori
  - d) la conoscenza degli impianti e dei macchinari in base alle loro caratteristiche principali
  - e) la conoscenza dettagliata delle mansioni relative a ciascun posto di lavoro

---

<sup>o)</sup> Cfr. nota pag.V.

Come più innanzi si potrà constatare, questo gruppo di documenti si è rivelato assolutamente indispensabile ai fini della prosecuzione e sviluppo della Ricerca ed ai fini di una profonda analisi sia degli infortuni in rapporto alla loro ubicazione topografica, sia delle condizioni di pericolosità intrinseche ad ogni posto di lavoro.

4. Per quanto concerne infine la documentazione sugli infortuni, è innanzitutto da premettere che, nell'azienda in esame, l'Ufficio Sicurezza del Lavoro (S.I.L.) è stato istituito in data 1° gennaio 1962 : esso trovasi alle dirette dipendenze della Direzione Generale.

Precedentemente a tale data esisteva solamente un incaricato alla raccolta dei dati sugli infortuni.

L'elaborazione accurata dei dati contenuti in questo gruppo di documenti, relativi all'infortunistica, ha consentito di ricavare risultati assai importanti e più precisamente :

1. Andamento numerico degli infortuni

Il numero complessivo degli infortuni per gli anni presi in esame è passato dalla cifra di 5.265 casi per l'anno 1956 a quella di 2.724 casi per l'anno 1961, segnando una diminuzione per gli anni intermedi.

In tale periodo i reparti più interessati sono stati :

- Laminatoio = n. 1.600 infortuni 1956  
n. 690 infortuni 1961
- Acciaieria = n. 1.283 infortuni 1956  
n. 737 infortuni 1961

Il corrispondente andamento degli infortuni indennizzati è stato il seguente :

- Intera azienda = n. 735 infort. indenn. 1956  
n. 311 infort. indenn. 1961
- Laminatoio = n. 238 infort. indenn. 1956  
n. 97 infort. indenn. 1961
- Acciaieria = n. 218 infort. indenn. 1956  
n. 78 infort. indenn. 1961

Si puo' notare fin d'ora come il numero totale di infortuni relativi al reparto laminatoio corrisponda al 30,3% del totale degli infortuni per l'anno 1956 ed al 25,3% per l'anno 1961, mentre per quelli indennizzati la percentuale passa dal 32,3 per il 1956 al 31,2 per il 1961.

## 2. Andamento indici degli infortuni

Per quanto concerne l'indice di frequenza generale, i dati forniti consentono di ricavare quanto segue :

- reparto laminatoio = anno 1956,  $I_{fg} = 153,30$   
anno 1961,  $I_{fg} = 74,58$
- reparto acciaieria anno 1956,  $I_{fg} = 128,00$   
anno 1961,  $I_{fg} = 89,72$

Indice	Formula
frequenza generale	$I_{fg} = \frac{\text{n. totale infortuni}}{\text{n. ore lav. in rep.}} \times 100.000$
frequenza casi indennizzati	$I_{fg} = \frac{\text{n. infortuni indenn.}}{\text{n. ore lav. in rep.}} \times 100.000$
incidenza % ore lavorate	$I_h = \frac{\text{n. ore lav. in rep.}}{\text{n. ore lav. totali}} \times 100$
infortuni mortali	$I_{im} = \frac{\text{n. infortuni mortali}}{\text{n. ore lav. totali}} \times 100.000$
durate medie temporanee	$D_{mt} = \frac{\text{n. giornate perdute}}{\text{n. casi di temporanea}}$

L'indice di frequenza casi indennizzati è invece :

- reparto laminatoio = anno 1956,  $I_{fi} = 22,81$   
anno 1961,  $I_{fi} = 10,48$
- reparto acciaieria = anno 1956,  $I_{fi} = 21,83$   
anno 1961,  $I_{fi} = 9,49$

Nel periodo comprendente gli anni presi in esame, l'incidenza % delle ore lavorate nei due reparti di cui sopra è stata la seguente :

- reparto laminatoio = anno 1956,  $I_h = 21,80\%$   
anno 1961,  $I_h = 20,70\%$
- reparto acciaieria = anno 1956,  $I_h = 21,20\%$   
anno 1961,  $I_h = 18,40\%$

Andamento ore lavorate suddivise per reparti negli anni

1956 - 1961

Anno	Ore	Acciaieria	Laminatoio	Altri reparti	Complessive ore lavorate
1956	ore	1.005.000	1.045.000	2.727.971	4.777.971
	I <sub>h</sub>	21,2%	21,8%	57%	100%
1957	ore	934.000	1.005.000	2.705.444	4.644.444
	I <sub>h</sub>	20,2%	21,6%	58,20%	100%
1958	ore	722.000	848.000	2.568.890	4.138.890
	I <sub>h</sub>	17,55%	20,50%	61,95%	100%
1959	ore	608.000	771.000	1.402.883	3.781.883
	I <sub>h</sub>	16,10%	20,30%	63,60%	100%
1960	ore	850.000	997.000	2.608.040	4.455.040
	I <sub>h</sub>	19,50%	22,30%	68,15%	100%
1961	ore	820.000	928.000	2.717.631	4.465.631
	I <sub>h</sub>	18,4%	20,70%	60,90%	100%

Andamento di I<sub>h</sub> per gli anni 1956 al 1961

acciaieria  
laminatoio  
altri reparti

$$I_h = \frac{N. \text{ ore lavorate nel reparto}}{N. \text{ ore lavorate totali}} \times 100$$

Come si puo' vedere, tale indice è sempre stato superiore per il reparto laminatoio, prescindendo dall'insieme degli altri reparti, che, presi singolarmente, danno degli indici notevolmente inferiori a quelli dei reparti laminatoio ed acciaieria, considerati quindi particolarmente interessanti.

D'altra parte, si è ritenuto utile confrontare gli andamenti degli "indici di frequenza generale infortuni" ( $I_{fg}$ ) con le "incidenze % ore lavorate" ( $I_h$ ) : da cui puo' desumersi il comportamento degli  $I_{fg}$  in funzione degli  $I_h$  per i due reparti laminatoio ed acciaieria; e precisamente :

- a) per entrambi i reparti vi è stata una diminuzione del numero percentuale di infortuni;
- b) per il reparto acciaieria, è da notare un brusco aumento dell'indice  $I_{fg}$  molto più accentuato dell'aumento corrispondente dell'indice  $I_h$ . D'altra parte tale ultimo aumento viene rapidamente recuperato per cui l'innalzamento della curva in corrispondenza dell'anno 1959-60 è da interpretarsi come l'adattamento dei lavoratori ai nuovi impianti nonché all'immissione di nuovo personale per lo più non qualificato;
- c) per il reparto laminatoio, l'  $I_{fg}$  è sempre più accentuato rispetto agli altri reparti.

Sempre con riferimento alla documentazione sopra elencata, si è potuto ricavare pure l'andamento dell'"indice di gravità" degli infortuni.

Premesso che lo stesso è espresso dalla formula :

$$I_{gr} = \frac{\text{ore perdute per infortunio}}{\text{ore lavorate}} \times 10^3$$

i valori ricavati per gli anni dal 1957 al 1961 sono i seguenti :

Anno	1957	1958	1959	1960	1961
$I_{gr}$	22	20	19	20	15

Si puo' notare nel complesso, un sensibile miglioramento con l'avanzare degli anni.

Al contrario, la durata media in giorni di assenza, per ciascun infortunio, ha subito un sensibile aumento, come mostrato dai seguenti dati :

Anno	1957	1958	1959	1960	1961
Durata media	14	18	17	20	26

Tale apparente contraddizione è spiegabile nei termini del controllo fiscale praticamente affidato ai medici

curanti dei singoli operai che esplicano la loro opera nella duplice veste di curanti e di fiduciari dell'Istituto Infortuni.

Le maggiori percentuali di infortuni, riferiti alla sede anatomica lesa, si riscontrano per le mani ed i piedi, seguiti dagli occhi.

In particolare per i reparti più significativi agli effetti della ricerca (laminatoio, acciaieria) si sono riscontrati i seguenti valori :

Anno 1961

Reparto	Mani	Piedi	Occhi
Laminatoio	224	72	80
Acciaieria	224	98	180

la maggior percentuale di infortuni indennizzati spetta al laminatoio (quindi infortuni più gravi in maggior numero che per l'acciaieria). Volendo poi riferire gli infortuni agli "atti pericolosi" è interessante notare come la più alta percentuale si abbia in corrispondenza delle voci "disattenzione" e "prendere posizioni pericolose" : è comunque opportuno ricordare che la voce "disattenzione" è purtroppo impiegata con frequenza notevole dai capisquadra in occasione di denunce di infortunio, mostrandosi

8089/65 i

così uno scarso approfondimento nell'esame delle condizioni in cui si è verificato l'infortunio stesso. Infine, esaminando gli infortuni sotto l'aspetto delle "condizioni pericolose" si rivela come la maggior parte di essi sia dovuta alle "condizioni ambientali": più precisamente, la loro percentuale si aggira attorno al 55% di tutti gli infortuni verificatisi in un anno. In ogni caso raffrontando le "condizioni pericolose" con gli "atti pericolosi" risulta con evidenza la predominanza del fattore personale con conseguente necessità di creare nell'operaio una mentalità antinfortunistica, mediante un maggior addestramento tramite corsi di istruzione per i capi ed i nuovi assunti. Il consumo degli indumenti protettivi ha richiesto, in media, una spesa da parte dell'azienda di 5.476L/ operaio per l'anno 1961, importo già considerevole in rapporto al numero di infortuni verificatisi nel corrispondente anno.

L'adeguamento alle Norme di Sicurezza sul Lavoro dei vecchi impianti dell'Azienda è stato attuato al 50% a tutto il 1961 ed è attualmente in fase di completamento.

A conclusione di questa indagine sulla documentazione fornita dall'Azienda, è d'uopo affermare che il suo esame approfondito ha fatto ravvisare, ai ricercatori, l'assoluta necessità di spingere le indagini non limitandosi alla semplice registrazione degli infortuni, siano essi indennizzati, in franchigia o con semplice medicazione, ma anche a quegli infortuni che non abbiano causato abbandono del posto di lavoro, nonchè a tutti quei comportamenti

inadeguati, non seguiti da lesioni, perseguibili o meno con multe, tali comunque da costituire un comportamento pericoloso : inteso questo come comportamento deviato in modo significativo dalla norma rispetto ad uno o più di molteplici criteri quali, ad esempio, posizione definita in senso topografico, modalità di utilizzazione di strumenti, mezzi di lavoro o mezzi antinfortunistici, coordinazione, rapidità, precisione e ritmo dei movimenti.

Inoltre si è potuto constatare come il ridurre la situazione infortunistica a dei semplici indici (siano essi generali che particolari) possa portare a delle indicazioni non sempre rispecchianti la reale ed effettiva condizione dell'infortunistica nell'ambito dell'Azienda. In ogni caso, però, l'esame dell'abbondante documentazione fornita ai ricercatori ha permesso loro di poter inquadrare l'Azienda con particolare riferimento a tre aspetti :

- tecnico-ingegneristico
- organizzativo
- umano

5. Nell'intento di approfondire l'esame della struttura aziendale e di perfezionare la sua misurazione, il Gruppo di ricerca, oltre a raccogliere ed elaborare i dati di cui sopra, ha fornito alla Direzione Aziendale un nuovo sistema di raccolta e registrazione dei dati infortunistici : tale sistema mira fra l'altro a far sì che la raccolta

dei dati sugli infortuni non si riduca ad una semplice ed arida redazione di elenchi e tabelle bensì consenta una molteplice elaborazione dei dati stessi al fine di facilitare il compito dell'azione antinfortunistica. D'altra parte la nuova impostazione data dal Gruppo di ricerca alla raccolta dei dati in questione, gli ha consentito di pervenire a delle conclusioni fondamentali ai fini dell'avanzamento della Ricerca : detta impostazione è essenzialmente operativa e consente il controllo del grado di fisiologicità o patologicità del processo produttivo, appunto in quanto si considera l'infortunio sia esso indennizzato, medicato, o senza l'abbandono del posto di lavoro, sia comportamento inadeguato non seguito da lesione come traccia visibile dell'intero processo produttivo.

In tal modo l'infortunio sul lavoro diventa un sintomo sintetico e di facile reperimento per giudicare dell'efficienza generale di detto processo.

Ecco quindi che si è imposta la ricerca della variabilità degli infortuni da considerarsi ottimale, onde poter confrontare con essa situazioni reali.

In questo spirito di ricerca si è ritenuto opportuno di esaminare :

1. l'intensità degli infortuni (in generale) in relazione

a :

- localizzazione

- intensità e ritmo del processo produttivo

- novità apportate { - nella tecnica del processo produttivo  
- nell'azione antinfortunistica

2. L'andamento degli infortuni in un lungo periodo di tempo.

Inoltre questa tecnica di raccolta dei dati ha come linea di direzione quella di stabilire delle correlazioni tra il numero medio di infortuni intervenuti nel periodo di osservazione, in altre parole tra il grado di pericolosità del processo produttivo, e quelle variabili sulle quali la Direzione Aziendale può agire operativamente, e cioè :

- a) con la politica antinfortunistica
- b) con la politica del personale.

A tal uopo, le variabili prescelte sono state le seguenti :

- a) reparto di appartenenza
- b) grado di anzianità di mansione
- c) turno di lavoro
- d) distanza del posto di lavoro (cioè tempo di viaggio per recarsi giornalmente al lavoro)
- e) gravità dell'infortunio.

In termini pratici, per la raccolta dei dati esposti, relativi all'intero complesso Aziendale, si è proceduto in questo modo :

- a) Reparto di appartenenza

L'intera superficie occupata dallo stabilimento è stata suddivisa, in senso topografico, mediante un ideale reticolo entro il quale ubicare ogni infortunio verificatosi. In particolare si è ritenuto assai pratico e di sufficiente approssimazione, adottare, quale coordinate di questo

reticolo, le numerazioni delle colonne delle strutture portanti dei capannoni, completate, ove necessario come negli spazi a cielo libero, da opportune ulteriori precisazioni.

Quindi su mappe, rappresentanti l'intero stabilimento con l'esatta ubicazione e numerazione delle colonne, si sono riportati mese per mese, con segni diversi, tutti gli infortuni verificatisi : detta operazione è stata facilitata dall'aver fatto redigere mensilmente un elenco degli infortuni divisi per reparto con riferimenti in termini precisi alla loro ubicazione.

Si sono così rese possibili delle indagini particolarmente approfondite, mediante l'applicazione di metodi statistici di cui alla parte II della presente relazione, sulla distribuzione topografica degli infortuni all'interno dell'Azienda : la possibilità, in particolare, di poter controllare, mese per mese, l'andamento di questa distribuzione, i suoi addensamenti e rarefazioni nei vari reparti si è rivelata un'arma di notevole efficacia a disposizione dell'Azienda per un'azione antinfortunistica sicura.

A titolo di esemplificazione alleghiamo un esemplare delle mappe su descritte (All. N. 10). °)

b) Altri dati

Per la raccolta degli altri dati di cui ai punti b) c)

d) e) ecc..... di cui sopra, si è provveduto a fare

---

°) Cfr. Nota pag. V

redigere dall'Azienda, su indicazioni dei ricercatori, una tabella di raccolta mensile degli infortuni, relativa a tutto il complesso aziendale.

In detta tabella figurano :

- n. matricola dell'infortunato
- cognome e nome dell'infortunato
- provenienza giornaliera
- ore di viaggio giornaliera
- data dell'infortunio
- reparto di appartenenza
- ore dell'infortunio, riferite anche al turno di lavoro
- gravità dell'infortunio
- anzianità di mansione, riferita a più o meno di un anno.

Per quanto riguarda le ore di viaggio giornaliera, esse sono state calcolate in base al luogo di provenienza dell'infortunato e secondo gli orari (ferroviari, tranviari, automobilistici) vigenti.

La gravità dell'infortunio comprende, come già in altra parte riferito, le seguenti classi :

- medicazione
- franchigia (con assenza dal lavoro non oltre giorni tre)
- indennizzo (con assenza dal lavoro superiore a giorni tre)
- morte.

Inoltre, mediante particolari istruzioni ai capireparto e capisquadra, e raccomandando l'assoluta non fiscalità, si è operato per la rilevazione delle multe, medicazioni, violazioni di norme antinfortunistiche, ecc.... onde poter prendere in esame anche quegli infortuni, denominati "leggeri" che normalmente non vengono rilevati dalle Aziende.

6. Come nel caso dell'Azienda in generale anche per il reparto laminatoio prescelto si sono raccolti i dati infortunistici sulla base di tabelle, all'uopo redatte dal Gruppo di Ricerca.

Cio' ha quindi consentito di ripetere lo studio, per detto reparto, della distribuzione nel tempo e nello spazio di tutti gli infortuni che lo riguardano, con l'intento di seguire in modo continuativo l'andamento del fenomeno e di raccogliere una serie di dati la cui elaborazione ha consentito di definire in termini più precisi la pericolosità dei posti di lavoro.

In particolare, per lo studio della distribuzione degli infortuni nel tempo, essi sono stati raggruppati secondo i seguenti criteri :

- infortuni a operai con anzianità inferiore ad un anno
- infortuni a operai con anzianità superiore ad un anno
- infortuni indennizzati
- infortuni in franchigia
- infortuni medicati.

I risultati ottenuti, sia per quanto riguarda l'Azienda nel suo insieme, sia per cio' che concerne il laminatoio, sia infine per quanto riguarda i gruppi costituiti sulla base dei criteri sopra enunciati, hanno confermato l'ipotesi circa la distribuzione poissoniana degli infortuni. Cio' appare documentato nelle tabelle e nei grafici allegati al testo completo del rapporto finale; di tale documentazione alleghiamo, a titolo esemplificativo, una tabella di raccolta di alcuni dati con il relativo diagramma di distribuzione (All. N. 11<sup>o</sup>) e pagina 65a).

Per quanto riguarda l'andamento della pericolosità all'interno del reparto, si è operato, analogamente al caso dell'intera Azienda, ubicando ogni infortunio in modo preciso grazie alle planimetrie corredate di ogni particolare fornito ai ricercatori dalla Direzione Tecnica dell'Azienda. La rilevazione poi di tutte le caratteristiche ambientali, punto per punto, ha consentito ai ricercatori di porsi al corrente dell'andamento di dette caratteristiche all'interno del reparto.

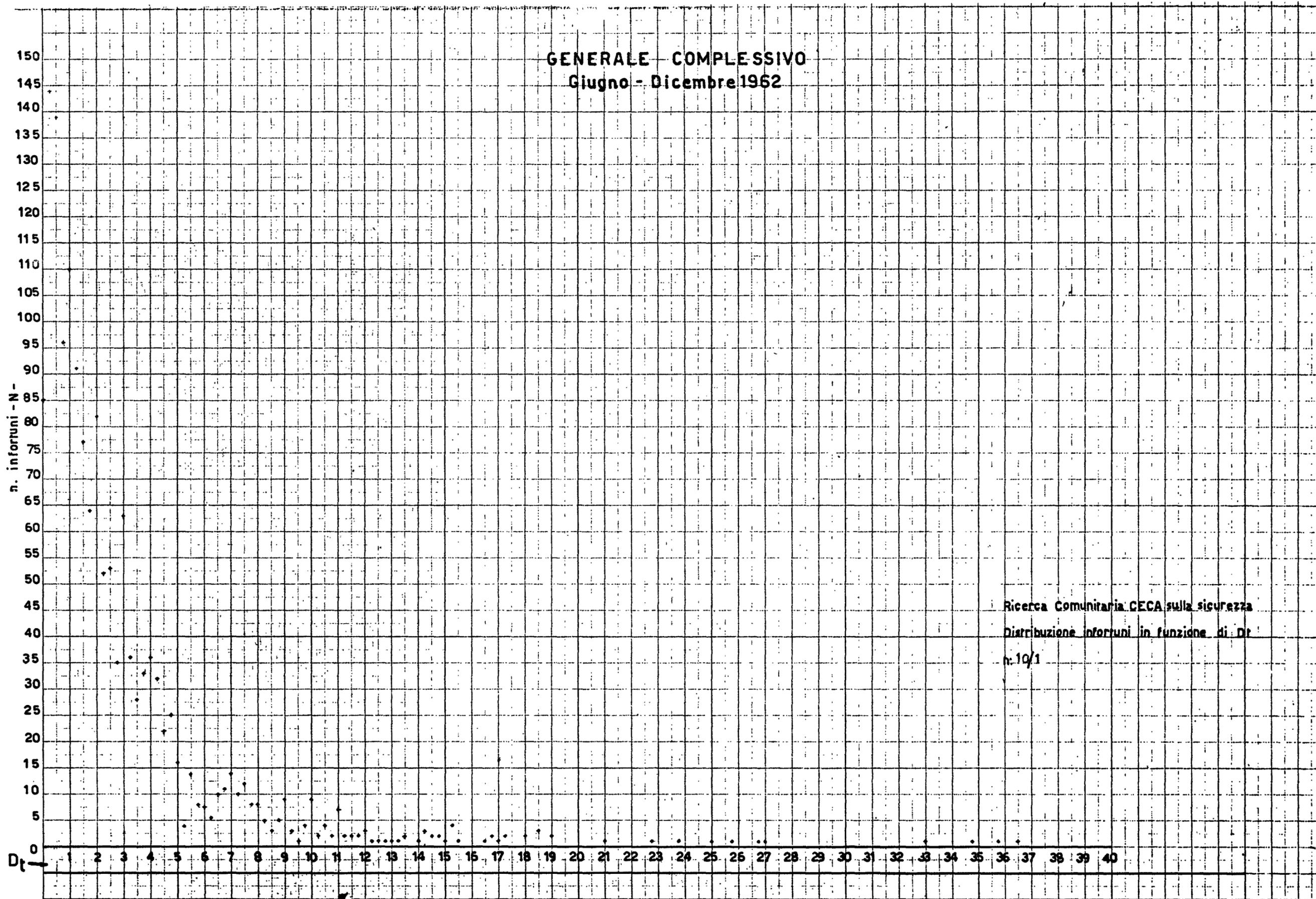
In particolare si sono controllati i livelli di visibilità (in lux) di rumorosità (in decibel), la temperatura (in °C).

Sotto l'aspetto tecnologico, si è proceduto allo studio di ogni macchinario (direttamente interessato alla ricerca) onde poter familiarizzarsi con i tipi di lavorazione svolta dagli operai. In sostanza, per il reparto laminatoio, oltre a quanto detto, sono state effettuate tutte quelle ricerche,

---

<sup>o</sup>) Cfr. Nota p. V

GENERALE COMPLESSIVO  
Giugno - Dicembre 1962



Ricerca Comunitaria CECA sulla sicurezza  
Distribuzione infortuni in funzione di D  
n. 10/1



rilevazioni, raccolte di dati già citate per l'intera Azienda e che hanno quindi consentito di misurare l'organizzazione del reparto, intesa nel significato più completo.

## Capitolo II

### Misura della omogeneità del gruppo e del comportamento pericoloso

1. In ogni studio psicologico che riguardi il binomio uomo-lavoro appare necessario conoscere non solo quali siano le esigenze umane che il lavoro comporta ma anche quale sia la condizione reale nella quale l'attività lavorativa si svolge. Sotto l'aspetto tecnologico, hanno avuto grande sviluppo quindi i metodi di cronometraggio volti soprattutto a definire velocità e rendimento del lavoratore nell'esecuzione dei compiti affidatigli. Mentre però l'accertamento del tempo impiegato può essere effettuato con una relativa precisione, grazie al cronometro, la valutazione del rendimento, vale a dire dell'efficacia con cui il lavoro è compiuto, è soggetta a notevoli variazioni individuali tra i singoli cronometristi : non solo, ma anche le valutazioni dei singoli tempisti sono influenzate dall'atteggiamento motorio dello operaio, dalla sua statura, dalla maggiore o minore conoscenza del lavoro, ecc.



Occorre inoltre aggiungere che ogni singola mansione lavorativa viene suddivisa in "elementi" di durata non inferiore ai due secondi, il cui inizio e termine viene stabilito arbitrariamente.

In genere vengono prescelti movimenti di prensione o deposizione di attrezzi, carico o scarico della macchina, ecc....., onde favorire la rilevazione del tempo.

In tal modo viene però alterato l'insieme dell'attività lavorativa in quanto le sequenze dei gesti si integrano, una volta ottenuta la necessaria abilità, in un tutto omogeneo. Analoga obiezione può essere portata al metodo M.T.M. di Maynard il quale, utilizzando le precedenti esperienze di Gilbreth, identificò una serie di movimenti elementari, a tempo determinato sperimentalmente, mediante i quali si poteva ricostruire ogni mansione lavorativa. Va tra l'altro sottolineato che i due metodi, come del resto ogni altro sistema di osservazione, determinano fatalmente una alterazione del comportamento del lavoratore, in quanto la presenza di un estraneo viene percepita sempre disturbante o sospetta.

D'altra parte, l'osservazione diretta è insostituibile in quanto la conoscenza del lavoro, attraverso ad esempio le schede di una "Job evaluation", non permette di percepire quei discostamenti dalle sequenze di gesti prescritti che avvengono nella realtà lavorativa e che sono la conseguenza degli adattamenti individuali al lavoro, spesso dovuti ad una insufficiente formazione professionale. L'osservazione,

se è effettuata su lavorazioni semplici, piuttosto meccanizzate, è ancora relativamente agevole mentre appare ardua quando il lavoro venga effettuato ad esempio in "équipe" e quando venga richiesta una certa iniziativa personale ed il margine di adattamento concesso sia piuttosto ampio.

Il metodo di Flanagan ("studio dei quasi incidenti") è bene applicabile quando la lavorazione da valutare sia relativamente isolata, svolta in genere da un solo soggetto, mentre d'altra parte è richiesta da parte dell'osservatore la possibilità di sorvegliare la lavorazione senza essere visto.

Con la metodica di Tippett, vale a dire mediante le osservazioni istantanee, si è si' in condizione di fare osservazioni su operazioni molteplici simultaneamente, con tempo di osservazione ridotto, ma il procedimento, come giustamente sottolinea Leplat, non è adattabile per lavorazioni a ciclo breve ed inoltre vi è la possibilità che il lavoratore modifichi il procedimento abituale durante la fase di osservazione. Una garanzia di obiettività poteva essere data dalla registrazione continuata o saltuaria mediante una o più macchine da ripresa cinematografica del comportamento lavorativo ; anche superando l'onere economico richiesto da una simile attrezzatura, va sottolineato come il vantaggio delle riprese filmate si abbia solo quando l'ambiente appaia favorevole dal punto di vista dell'illuminazione e l'attività lavorativa si svolga in ambiente ampio e sgombro di ostacoli.

Infatti la metodica ha avuto buone applicazioni soprattutto nello studio di trasporti orizzontali o di particolari lavorazioni su macchine utensili isolate. La presenza delle macchine da ripresa cinematografica puo' inoltre modificare il comportamento dei lavoratori più ancora che la presenza sul terreno di più osservatori.

In seguito a tali considerazioni si è deciso di utilizzare la metodica delle osservazioni dirette condotte da due osservatori. Per favorire il più possibile una condizione di osservazione partecipante, gli osservatori hanno avuto cura di familiarizzarsi per alcuni mesi, sia nell'ambiente e soprattutto nell'unità lavorativa presa in esame, con la permanenza sul luogo per molte ore al giorno nell'arco di alcuni mesi. Si è potuto in tal modo evitare la diffidenza che la presenza di estranei ingenera in ogni ambiente di lavoro, contribuendo a falsificarne le condizioni reali di svolgimento.

Per quanto riguarda il procedimento lavorativo da noi preso in esame (un laminatoio tradizionale) e soprattutto la rilevazione del comportamento pericoloso, vale a dire derivante da quella che è la "normalità reale" di svolgimento della lavorazione, le difficoltà si sono rivelate piuttosto notevoli. Innanzitutto la formazione non è rigidamente pianificata, il ciclo di lavoro molto ridotto e condizionato dai tempi macchina ed inoltre le operazioni si svolgono in "equipe" per la partecipazione di squadre più o meno numerose.

Dopo una serie di "assaggi" volti al fine di accertare la possibilità da parte di due osservatori di cogliere nelle

sequenze lavorative gli elementi anormali onde classificare il relativo ciclo tra quelli "pericolosi", si è dovuto predisporre una metodica preliminare piuttosto minuziosa e volta al fine di conoscere tutti gli elementi spaziali, temporali e normativi che fanno parte dei singoli posti di lavoro : cio' per accertare, attraverso le successive osservazioni, quale sia lo stato reale di svolgimento dell'attività lavorativa.

Grazie alla disponibilità di dettagliate ed aggiornate "Job analysis" messe a disposizione del gruppo di ricerca da parte dell'Azienda, si è potuto impostare la metodica dei rilevamenti secondo il seguente schema :

a) Esame critico, dettagliato ed analitico delle "Job analysis" relative ai treni laminatoi :

a) Tradizione : 820 sbozzatore  
320  
500  
600

b) Automatico : Demag

In tal modo si puo' inquadrare in maniera precisa quella che puo' considerarsi la "norma di lavoro secondo i criteri stabiliti dall'Azienda".

b) Determinazione esatta dei posti di lavoro relativi a ciascun treno ed ubicazione degli stessi su apposita planimetria del reparto laminatoio in grande scala.

In tal modo si rende possibile l'esame dettagliato di ogni posto di lavoro in senso topografico, sia riferito alla propria posizione rispetto all'ambiente sia rispetto ai circostanti altri posti di lavoro.

Inoltre, con l'impiego delle "Job analysis", si può determinare, per ciascun posto di lavoro, l'"area di influenza" di questo in senso spaziale, con conseguente possibilità di ricavarne l'"area di pericolosità". S'intende che ci si riferisce al posto di lavoro individuale e non di "équipe".

- c) Redazione di una tabella analitica per ciascun posto di lavoro basata sui dati ricavati dalle "Job analysis" ed alla quale allegare una "mappa del posto di lavoro" relativo.
- d) Rilevamento, in parallelo con i dati di cui al punto c) di dati direttamente sul posto di lavoro, che consentono di ottenere una "norma in senso statistico" ripetendo i rilevamenti per un elevato numero di cicli per ciascun posto di lavoro e che rendono possibile la determinazione delle modifiche nel tempo delle deviazioni di tale "norma".

2. Le critiche rivolte alla teoria della predisposizione e l'insufficienza di questa nell'interpretare il complesso problema degli infortuni sul lavoro non tolgono valore al significato che le variabili umane hanno nella dinamica infortunistica. I coefficienti di correlazione dimostrati tra le variabili umane e gli infortuni traducono una condizione di

interdipendenza che non puo' essere trascurata anche se la loro validità appare limitata a situazioni parziali e contingenti.

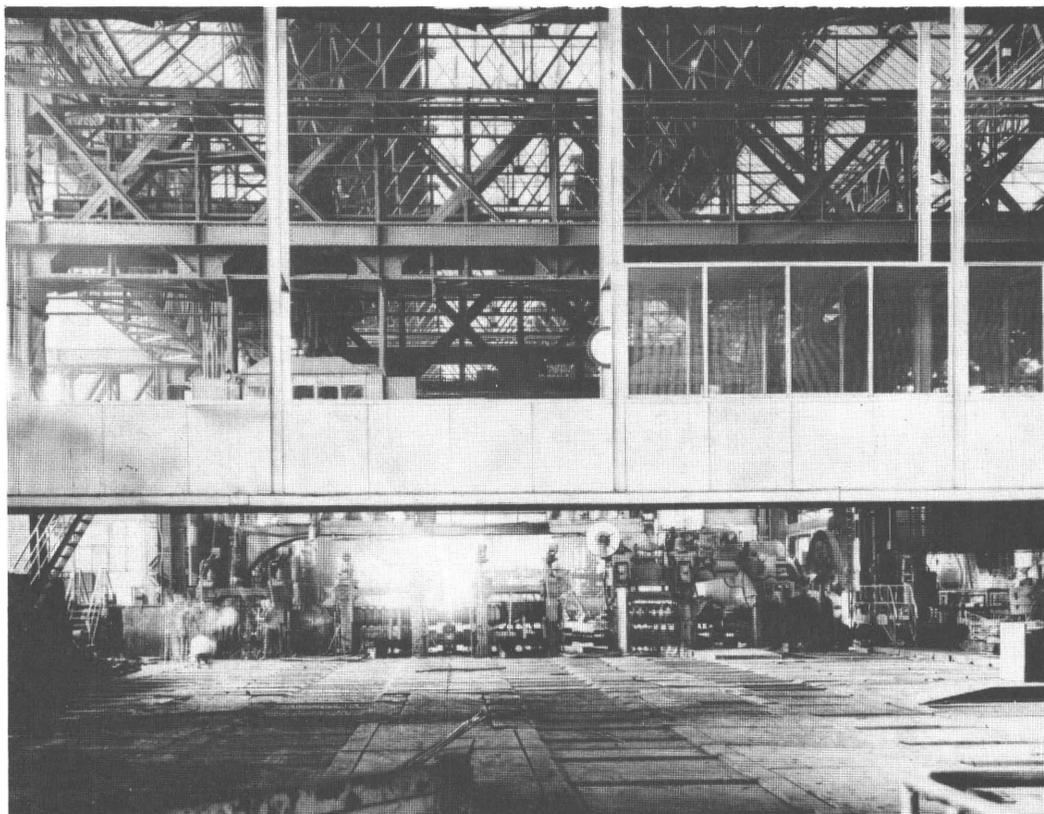
Nel corso della nostra ricerca abbiamo perciò ritenuto indispensabile studiare anche determinati aspetti psicofisiologici degli operai presi in esame. Tale studio non è stato condotto con lo scopo di differenziare gruppi di soggetti tra quelli esaminati, ma invece con lo scopo di misurare la omogeneità degli operai addetti all'unità di lavorazione in relazione a determinate caratteristiche di tipo psicofisiologico.

Dopo aver prescelto il laminatoio quale reparto sul quale condurre la ricerca, e questo sulla base dello studio preliminare, si è iniziato l'esame del gruppo dei lavoratori costituenti la "unità lavorativa" quale è definita nel documento base 1000/7/59. Scopo di tale indagine era quello di stabilire l'omogeneità del gruppo da un triplice punto di vista :

1. lavorativo; 2. fisiologico; 3. psicologico.

- Per quanto riguarda la mansione lavorativa alla quale è addetta l'unità essa consiste in una successione di fasi di intervento che, pur con qualche diversificazione corrispondente alle singole specializzazioni degli operai, puo' essere sintetizzata nel modo seguente :

a) inizio del ciclo di lavorazione che è segnalato concretamente dall'apparizione della barra da laminare a livello della gabbia;



Posto di lavoro



Squadra di lavoro "optimum"

- b) presa di posizione adeguata alla possibile traiettoria della barra da parte dei singoli componenti dell'équipe (che puo' variare da un minimo di due ad un massimo di cinque); (vedi foto. a)
- c) intervento sulla barra a mezzo di strumenti quali tenaglie, pala o pinza onde portare la barra in posizione idonea alla reimmissione nella gabbia di laminazione; (vedi foto b, c)
- d) accompagnamento della barra verso la gabbia agendo in collaborazione con il manovratore della passerella; (vedi foto d, e)
- e) abbandono della barra. (vedi foto f)

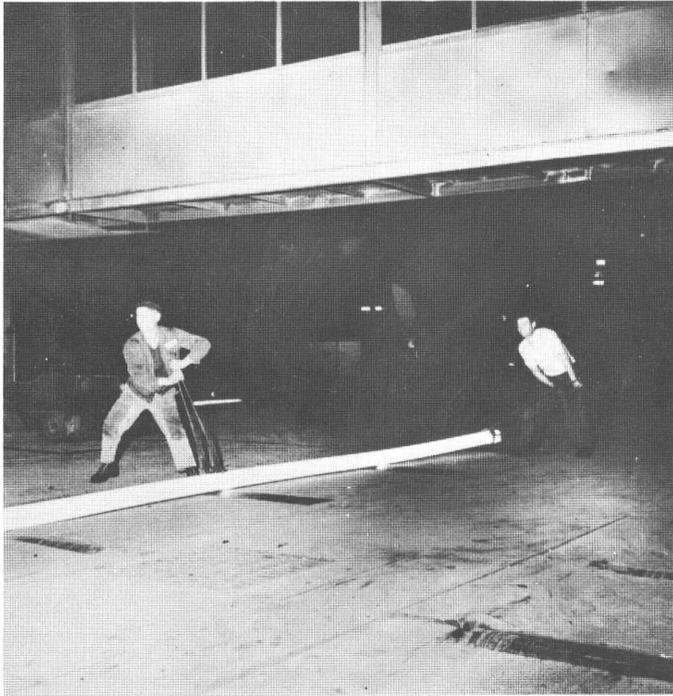
Tali operazioni vengono ripetute più volte a seconda delle esigenze tecnologiche del prodotto. Nella fase c) della lavorazione lo sforzo muscolare richiesto è particolarmente rilevante in quanto l'attività muscolare è prevalentemente statica e si svolge a diretto contatto con la barra di laminazione, in condizioni quindi di temperatura molto elevata. L'équipe di lavoro si alterna nelle varie posizioni a seconda della necessità, ed i turni di riposo nel corso delle otto ore di lavoro vengono concordati dai componenti sulla base di un accordo reciproco non codificato dal regolamento. Il lavoro si svolge su triplici turni. I componenti l'intera unità lavorativa sono in condizione di sostituirsi reciprocamente almeno per quanto riguarda la successione di operazioni precedentemente descritta. Per quanto riguarda invece la regolazione dei cilindri per ovviare ad eventuali inconvenienti (ad esempio traiettoria irregolare della barra)



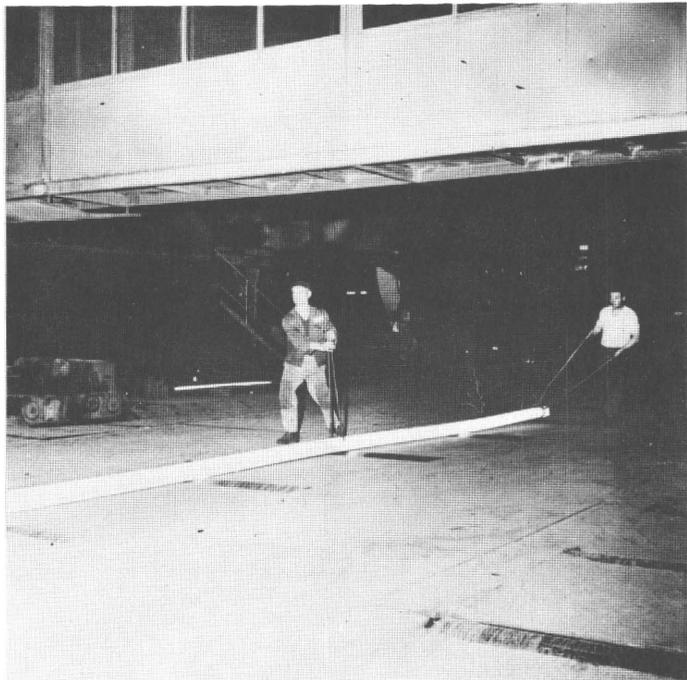
Sequenza operazione  
dei "pinzatori" :  
avvio della barra  
e movimento della  
squadra verso di  
essa

Sequenza operazione  
dei "pinzatori" :  
agganciamento della  
barra con gli  
attrezzi





Sequenza operazione  
dei "pinzatori" :  
rotazione della  
barra con gli  
attrezzi



Sequenza operazione  
dei "pinzatori" :  
accompagnamento  
della barra



Sequenza operazione  
dei "pinzatori" :  
sganciamento degli  
attrezzi dalla  
barra

Sequenza operazione  
dei "pinzatori" :  
la barra, completa-  
mente sganciata da-  
gli attrezzi, pro-  
cede verso le  
gabbie per una ulte-  
riore "passata"

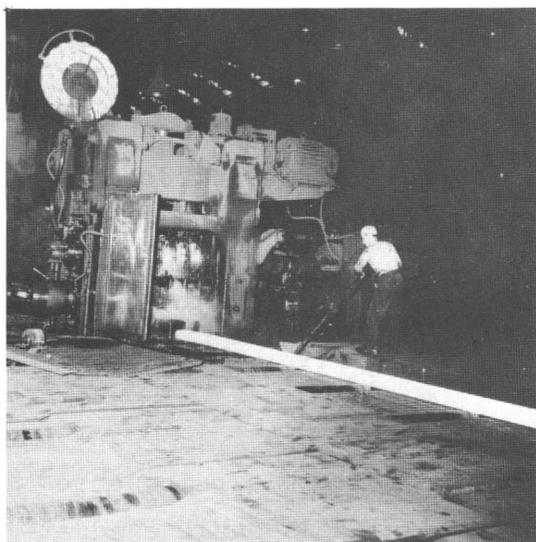


vi è preposto un operaio che funge da capo-équipe e che anche in occasione di cicli irregolari provvede a prendere le decisioni adeguate. La formazione professionale è avvenuta per tutti i componenti dell'unità lavorativa con metodo empirico, affiancando il nuovo venuto ad un operaio che lo addestra a mano a mano ad operazioni sempre più complesse. Occorre infatti sottolineare che a seconda del tipo di profilato, pur restando imm modificata la successione ed il tipo di intervento, vi sono difficoltà notevolmente diverse.

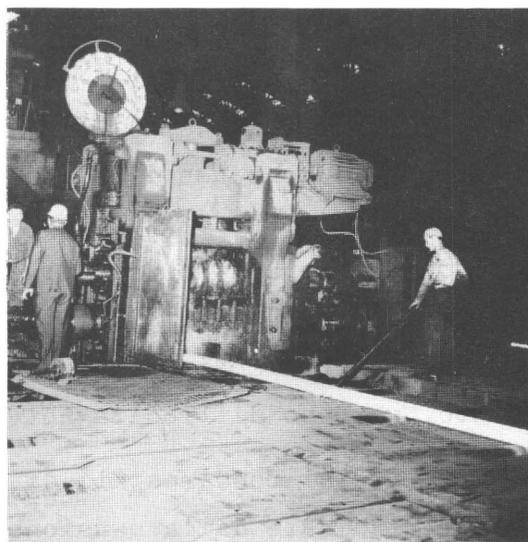
Le attitudini fondamentali di tipo psicomotorio e psicosensoriale richieste dalla mansione lavorativa, alla quale è adde-  
tata l'unità da noi presa in esame, possono essere così definite :

- a) reazioni motorie veloci ed omogenee che consentono di adeguarsi rapidamente, ciclo per ciclo, alle esigenze lavorative normali ma soprattutto agli inconvenienti che sono relativamente numerosi
- b) capacità a mantenere elevata nel tempo la vigilanza anche per operazioni di breve durata che si ripetono ciclicamente.
- c) destrezza digitale che consenta un adeguato uso della strumentazione in dotazione.

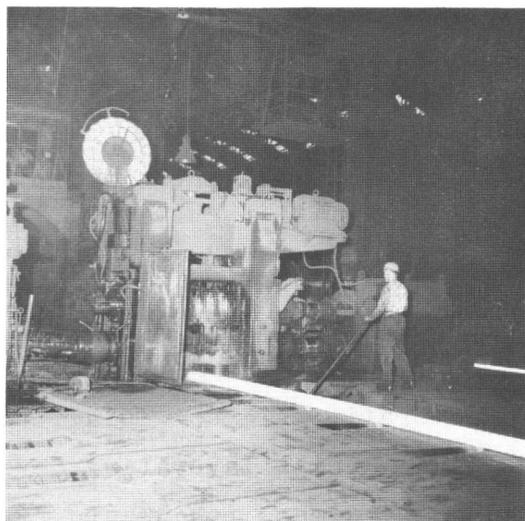
Dal punto di vista lavorativo si può quindi concludere che tutti gli addetti all'unità lavorativa devono affrontare compiti simili e che almeno per quanto riguarda la successione delle operazioni lavorative principali l'addestramento ricevuto da una parte e l'espletamento della



Sequenza operazioni del  
"palettatore" : accosta-  
mento attrezzo alla barra



Sequenza operazioni del  
"palettatore" : azione  
con l'attrezzo sulla barra



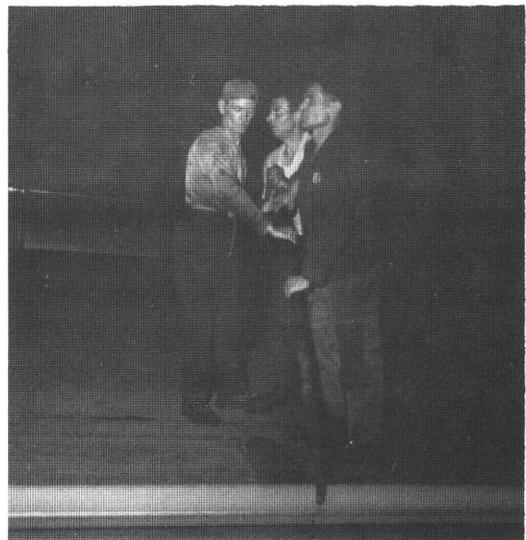
Sequenza operazioni del  
"palettatore" : ritiro  
dell'attrezzo dalla barra

attività dall'altra sono comuni a tutti i componenti. Va inoltre sottolineato come il lavoro si svolga costantemente in équipe per cui l'intervento effettivo lavorativo è costantemente uguale per tutti i componenti delle singole équipes e quindi dell'unità lavorativa in generale.

- Condizioni fisiologiche dei componenti l'unità lavorativa

La gravosità del lavoro, l'esposizione a temperature elevate ed a sbalzi di temperatura, la rumorosità, il peso degli attrezzi (da 7 kg a 12 kg), lo svolgimento del lavoro su tre turni con alternanza settimanale, rappresentano una serie di condizioni limitanti per alterazioni morbose anche lievi. Sono necessarie quindi oltre che buone condizioni generali di nutrizione e sanguificazione, assenza di menomazioni degli organi di senso, integrità dell'apparato cardiocircolatorio e polmonare, buona funzionalità dell'apparato digerente, sistema scheletrico indenne, masse muscolari toniche e trofiche.

Una prima selezione degli addetti al laminatoio viene svolta in fase di assunzione dal servizio sanitario, che provvede inoltre ad un controllo periodico delle condizioni fisiche dei lavoratori; una seconda selezione avviene "naturalmente", poiché entro un breve periodo (dell'ordine di quindici giorni circa), gli operai che per una qualsiasi condizione di ordine fisico non risultano idonei all'esecuzione del lavoro sono costretti ad abbandonarlo.



L'unità lavorativa si è venuta quindi creando per una specie di decantazione progressiva. Tale fenomeno è comprovato dall'esame delle schede mediche e dal controllo effettuato sul terreno pratico in quanto molto raramente si è constatata l'assenza di singoli componenti delle équipes lavorative durante i molti mesi in cui esse sono state osservate.

Per tutto lo svolgimento della ricerca, infatti, i singoli operai dell'unità lavorativa sono stati tenuti sotto controllo medico costante onde poter rapidamente identificare quei soggetti che presentassero una menomazione anche lieve o una condizione morbosa atta a modificare il comportamento lavorativo in rapporto all'unità considerata nella sua totalità. Nessuno degli elementi da noi presi in considerazione ha rivelato dal punto di vista fisiopatologico alterazioni di un qualche rilievo.

- Situazione psicologica

In conformità alle raccomandazioni dell'Alta Autorità non sono state svolte indagini sociali miranti ad accertare la situazione familiare e socio-economica dei lavoratori sottoposti alla ricerca. D'altra parte era necessario entrare in possesso di quegli elementi personali che consentissero di accertarsi che eventuali situazioni psicologiche anormali non potessero falsare la validità dei dati raccolti. Si è prescelta come metodica l'intervista libera svolta nell'ambito lavorativo, in modo del tutto informale, durante i sei

mesi circa che i ricercatori hanno trascorso nel reparto prima di iniziare la raccolta delle rilevazioni sulle schede. Durante tali interviste, dopo aver messo al corrente i lavoratori circa lo scopo della ricerca, venivano richieste informazioni circa la difficoltà presentata dalle operazioni lavorative, la situazione infortunistica, le possibilità di carriera, la remunerazione economica, il livello di aspirazione, gli eventuali effetti dannosi sulla salute, l'accettazione delle mansioni affidate, ecc....

I dati raccolti in queste interviste sono stati integrati con tutti gli altri elementi che il ricercatore addetto agli esami psicometrici raccoglieva durante l'esecuzione ripetuta delle prove. L'insieme di questi elementi ha consentito di trarre una serie di indicazioni sufficientemente precise per poter evidenziare l'esistenza di stati di disadattamento tali da influenzare la validità dei dati raccolti.

Si è già ricordato che l'unità lavorativa si è venuta creando per "decantazione" per cui il grado di affiatamento all'interno delle équipes è piuttosto elevato ed i singoli componenti sono molto consapevoli della loro appartenenza ad un gruppo che svolge mansioni di notevole difficoltà ed impegno. L'atteggiamento nei riguardi del rischio è apparso equilibrato, la motivazione economica smorzata dall'esistenza di un cottimo fisso che non determina rivalità tra i vari membri dell'unità lavorativa, la valutazione dei capi, che d'altra parte provengono per lo più dalle file

dei lavoratori, è obiettiva, anche la preoccupazione che ideologie politiche potessero influenzare la valutazione della difficoltà delle mansioni o determinare atteggiamenti rivendicativi è apparsa infondata almeno nel quadro della ricerca intrapresa. La preparazione culturale dei lavoratori è apparsa generalmente molto limitata, il livello di istruzione non superando la V elementare. Tra le attività extra-lavorative è predominante quella contadina in quanto la grande maggioranza della nostra unità lavorativa proviene da una zona (Bergamo e provincia) con antica tradizione sia contadina sia di lavoro nell'ambito dell'industria siderurgica.

L'omogeneità del gruppo sottoposto all'indagine è apparsa quindi molto elevata e consente di poter utilizzare gli elementi raccolti nel corso dell'indagine senza limitazioni di validità e con possibilità di generalizzazione dei risultati.

3. Per completezza di indagine gli operai presi in osservazione sono stati valutati dal punto di vista psicometrico secondo le seguenti variabili : tempi di reazione visivi ed acustici, capacità attentiva e destrezza digitale. Non si è ritenuto opportuno valutare gli operai dal punto di vista intellettuale e caratterologico per due ordini di fattori:
  1. gli operai che sono addetti ad un lavoro particolare quale è quello del laminatoio non possono non essere già naturalmente selezionati ed in possesso di caratteristiche intellettive e caratterologiche compatibili col tipo di lavoro;

2. esiste una documentazione già sufficientemente ampia sulla influenza delle variabili intellettive e caratterologiche sul comportamento e sull'adattamento lavorativo; una ricerca in questa direzione non potrebbe che rilevare nozioni già diffuse e mancherebbe di ogni carattere di finalità;
3. la valutazione di caratteristiche della personalità avrebbe avuto uno scarso valore sotto l'aspetto operativo prospettando una serie di variabili sulle quali non sarebbe stato possibile agire.

I dati forniti dalle prove psicometriche sono raccolti nelle tabelle allegate.

In ciascuna tabella sono riportati i risultati ottenuti alla batteria di prove dai quattordici operai all'inizio, a metà ed alla fine di ognuno dei 3 turni di lavoro; più precisamente : ciascuna tabella contiene per ogni operaio :

1. la media aritmetica in sigma dei tempi di reazione visivi ottenuta durante una delle 9 sedute di esame;
2. la media aritmetica in sigma dei tempi di reazione acustici ottenuta durante una delle nove sedute di esame;
3. il numero totale dei segni esatti ottenuto durante una delle 9 applicazioni della prova di Toulouse-Piéron;
4. il numero complessivo di errori ed omissioni ottenuto durante una delle 9 applicazioni della prova di Toulouse-Piéron;
5. il tempo in secondi impiegato con la mano destra per l'esecuzione di una prova di destrezza digitale con asticcioline;

6. il numero di errori compiuti con la mano destra durante l'esecuzione di una prova di destrezza digitale con asticcioline;
7. il tempo in secondi impiegato con la mano sinistra per l'esecuzione di una prova di destrezza digitale;
8. il numero di errori compiuti con la mano sinistra durante l'esecuzione di una prova di destrezza digitale con asticcioline.

Su tabelle allegate al testo integrale sono raccolti i dati grezzi e le medie per tutte le prove. Nella tabella  $\alpha$  sono esposti i risultati conseguiti sottoponendo le medie ottenute nelle singole prove all'analisi della varianza, rispettivamente tra periodi (vale a dire all'inizio, metà e fine turno) e tra turni (I, II, III turno) e cio' allo scopo di controllare se esistessero differenze significative ( vedi Tab. pagg. 81, 82, 83, 84, 85, 86).

Il criterio di significatività prescelto è stato quello del 5%. Le differenze sono risultate statisticamente non significative permettendo di concludere per una omogeneità del gruppo per quanto riguarda la capacità di adattamento psicofisiologico alla variazione del turno ed alla tolleranza dell'attività per l'intera durata del turno di lavoro.

L'analisi della varianza è stata anche applicata alla combinazione periodo-turni per studiarne l'interazione. Le differenze sono risultate ugualmente non significative con la sola eccezione dei tempi di reazione visivi e del rendimento quantitativo nella prova di Toulouse-Piéron. Tale ultimo

Tabella  $\alpha$

TEMPI REAZIONE (VISIVI)

	Somma quadra- tica	Grado di libertà	Varianze	Criterio di signifi- cattività
tra i periodi	106.13	2	53.06	$F_A = \frac{53.06}{663.1} < 1$
tra i turni	41.49	2	20.74	$F_B = \frac{20.74}{663.1} < 1$
interazione	7428.68	4	1857.17	$F_{AB} = \frac{1857.17}{663.1} = 2.80$
errore	77587.98	117	663.1	$F_{\text{teorico al 5\%}} = 2.45$

8089/65 1

8089/65 1

TEMPI DI REAZIONE (ACUSTICI)

	Somma quadra- tica	Gradi di libertà	Varianze	Criterio di significa- tività
tra i periodi	5.23	2	2.61	$F_A = \frac{2.61}{491.2} < 1$
tra i turni	57.41	2	28.70	$F_B = \frac{28.70}{491.2} < 1$
interazione	1184.4	4	296.1	$F_{AB} = \frac{296.1}{491.2} < 1$
errore	57469.78	117	491.2	non significativo

TOULOUSE (Totale segni)

	Somma quadra- tica	Gradi di libertà	Varianze	Criterio di significati- vità
tra i periodi	160.50	2	80.25	$F_A < 1$
tra i turni	182.90	2	91.45	$F_B < 1$
interazione	14810.6	4	3702.6	$F_{AB} = \frac{3702.6}{777.1} = 4.8$
errore	90923.54	117	777.1	significativo

TOULOUSE (Omissioni errori)

	Somma quadra- tica	Grado di libertà	Varianze	Criterio di signifi- cattività
tra i periodi	0.66	2	0.33	$F_A < 1$
tra i turni	15.38	2	7.69	$F_B < 1$
interazione	471.66	4	117.91	$F_{AB} < 1$
errore	24389.25	117	208.48	non significativo

DESTREZZA DIGITALE (mano destra)

	Somma quadra- tica	Grado di libertà	Varianze	Criterio di significa- tività
tra i periodi	16.62	2	8.31	$F_A = \frac{8.31}{99.44} < 1$
tra i turni	2.69	2	1.34	$F_B = \frac{1.34}{99.44} < 1$
interazione	456.68	4	114.17	$F_{AB} = \frac{114.17}{94.44} = 1.21$
errore	11058.46	117	94.44	non significativo

DESTREZZA DIGITALE (mano sinistra)

	Somma quadra- tica	Grado di libertà	Varianze	Criterio di signifi- cattività
tra i periodi	7.44	2	3.72	$F_A < 1$
tra i turni	0.78	2	0.39	$F_B < 1$
interazione	386.96	4	96.74	$F_{AB} < 1$
errore	14762.56	117	125.90	non significativo

risultato appare di difficile interpretazione. Dall'esame dei dati delle tabelle noi vediamo che i tempi di reazione visivi all'inizio del I turno sono più lenti che all'inizio del III turno mentre con l'approssimarsi della fine del turno il fenomeno si inverte.

L'opposto avviene invece per quanto riguarda il rendimento quantitativo nel test di Toulouse-Piéron. Infatti la performance è migliore all'inizio del I turno che all'inizio del III turno ed anche qui il fenomeno tende ad invertirsi con il passare del tempo e l'avvicinarsi della fine del turno. Nella interazione periodo-turni potrebbe quindi venire a giocare un certo ruolo - trattandosi in entrambi i tests (il test di Toulouse-Piéron ed il test dei tempi di reazione visivi) di un compito ove viene richiesta prevalentemente una certa rapidità percettiva visiva - quanto è stato esposto da altri autori (Ghiselli e Brown, Brown) e cioè che nel lavoro a turni non vi è differenza significativa tra i turni purché il lavoratore sia allenato e che una stimolazione percettiva visiva migliori il rendimento quantitativo e qualitativo soprattutto nel turno notturno. Naturalmente tale ipotesi necessita di un ulteriore sviluppo, ma possiamo concludere per una soddisfacente omogeneità della nostra unità lavorativa per quanto riguarda le misure psicofisiologiche utilizzabili.

4. Esaurita in tal modo la necessità di controllare preventivamente tale condizione, si è posto il problema della scelta delle variabili da tenere sotto osservazione.

La modellistica realizzata dalla nostra équipe consente di utilizzare nella fase propriamente sperimentale (osservazione del comportamento lavorativo) qualsiasi variabile, mantenendo intatta la sua validità.

Le variabili da noi prescelte rispondono quindi unicamente ai seguenti criteri operativi :

- a) possibilità di mantenere sotto controllo la variabile agevolmente e con garanzie di precisione;
- b) rispondenza della variabile ai dati raccolti durante lo studio di sfondo ed il periodo preliminare delle osservazioni in collaborazione con i tecnici del reparto e gli stessi operai; cio' allo scopo di garantire il ruolo essenziale che la variabile rappresenta nello svolgimento dell'attività lavorativa dell' "unità" presa in esame;
- c) appartenenza delle singole variabili a diversi aspetti dell'attività lavorativa.

Le variabili esaminate sono quattro :

1. "Spostamento dell'operaio nell'area del posto di lavoro"

Dalle "job analysis" e dall'osservazione preliminare era chiaramente emersa l'importanza fondamentale di una corretta posizione all'interno dell'area di lavoro per così dire "ottimale". Infatti è sufficiente uno spostamento al di fuori dell'area per determinare una

sfasatura nell'intervento temporale del lavoratore, in quanto l'adeguamento dell'intervento ai cicli irregolari, per alterazione ad esempio della traiettoria della barra, viene reso quasi impossibile e richiede l'intervento di altri operai dell'équipe.

Percio' tale variabile puo' essere inquadrata in un aspetto caratterologico del soggetto. La delimitazione spaziale dell'area di lavoro è agevole in quanto esistono numerosi punti di repera (gabbia di laminazione, rulli, squadratura della piattaforma, zona di riposo, ecc.).

## 2. "Uso dei mezzi di protezione individuali"

L'utilizzazione dei mezzi di protezione individuali rappresenta nel lavoro in esame il presupposto di base per l'espletamento dell'attività in condizioni di sicurezza. Le ricerche di vari Autori hanno inoltre dimostrato come l'impiego dei mezzi di protezione sia vissuto come un modo di entrare in rapporto con i compagni. Il controllo da parte degli osservatori è istantaneo ed ogni variazione puo' essere annotata ciclo per ciclo.

## 3. "Stato dell'attrezzatura"

Le condizioni di piena efficienza dell'attrezzatura costituiscono un fattore di importanza primaria per quanto concerne la velocità del processo produttivo e la sicurezza delle operazioni. E' sufficiente infatti una tenaglia in cattive condizioni per compromettere la

buona presa sulla barra. L'esame dell'attrezzatura è agevole e può essere effettuato ogni 4-5 cicli di lavoro.

4. "Osservanza del regolamento aziendale"

Sono raccolte sotto tale titolo le norme disciplinari volte al fine di garantire sia una regolare successione delle operazioni lavorative, sia un comportamento che ponga il lavoratore nelle condizioni più efficienti. Intervengono su questa variabile gli atteggiamenti nei riguardi sia dei capi sia dell'azienda in generale. Anche per tale variabile il controllo è rapido e continuo e consente agli osservatori di annotare tempestivamente ogni variazione.

Dato il modello generale da noi utilizzato è ovvio che esso possa avere una buona applicazione anche in lavorazioni diverse. Sarà necessario soltanto condurre un adeguato studio di sfondo dell'azienda e della lavorazione che consenta di identificare gli elementi più salienti riguardanti il comportamento umano, la velocità del processo produttivo e la situazione ambientale generale.

I dati emersi durante lo svolgimento delle osservazioni sono stati annotati immediatamente ciclo per ciclo da due osservatori su schede appositamente approntate e di cui riportiamo il fac-simile (All. n°14) °). In tali schede vengono annotati anche i dati riguardanti le condizioni atmosferiche, ambientali generali, ecc. che potevano ad una considerazione preliminare svolgere un ruolo nella determinazione del comportamento pericoloso di un individuo.

---

°) Cfr. Nota pag.V.

Le ipotesi fondamentali ed il modello per la misura del comportamento pericoloso dell'individuo, propri alla nostra ricerca, sono riferiti nel capitolo II, paragrafo 7 della Parte II (La posizione del problema) del testo integrale.

Per ogni ciclo di lavorazione i due osservatori annotavano sulla scheda, operaio per operaio, il comportamento di ciascuno verso la sicurezza.

Le osservazioni condotte sono state complessivamente 1.353 e per ognuna di esse si è proceduto tenendo sotto controllo le 4 variabili già prima descritte e vale a dire :

- a) spostamento dell'operaio nell'area del posto di lavoro ( $x_1$ )
- b) uso dei mezzi di protezione individuali ( $x_2$ )
- c) stato dell'attrezzatura ( $x_3$ )
- d) osservanza del regolamento aziendale ( $x_4$ ).

Per ognuna delle 4 variabili si è proceduto alla misurazione, scheda per scheda, partendo dall'ipotesi che sottintende la nostra ricerca : vale a dire che il comportamento dell'individuo verso la sicurezza è misurabile attraverso la composizione di n. fattori elementari e che ognuno di questi fattori F. elementari è una variabile statistica x, e la grandezza che si deve considerare come misura del fattore F. è espressa da :

$$\lambda_1 = \frac{x_1}{1 - x_1}$$

MOTIVAZIONE DEI VALORI DI  $\lambda$

RICERCA COMUNITARIA C.E.C.A.  
SULLA SICUREZZA N° 72

VARIABILI OSSERVATE														VALORI DI X				VALORI DELLE A				$\lambda$ TOTALE	
SPOST.		ATTREZZI ANTINFORTUNISTICI			ATTR. LAVORO		COMPORTEMENTO AZIENDALE							$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$		
D	F	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>3</sub>	E	O	B	C	B	F	SA	M	S										I
•	•	•					•		•	•	•			•	0,1	0,6	0,8	0,9	0,11	1,5	4	0,25	0,16
•	•							•		•					0,1	0,4	0,2	0,9	0,11	0,66	0,25	9	0,17
•	•	•						•		•					0,1	0,6	0,8	0,9	0,11	1,5	0,25	9	0,27
•	•							•						•	0,1	0,4	0,8	0,7	0,11	0,66	4	2,33	0,67
•	•	•						•						•	0,1	0,8	0,8	0,7	0,11	1,5	4	2,33	1,53
•	•							•		•					0,1	0,4	0,8	0,9	0,11	0,66	4	9	2,61
•	•							•					•		0,9	0,4	0,2	0,7	9	0,66	0,25	2,33	3,46
•	•	•						•		•					0,1	0,6	0,8	0,9	0,11	1,5	4	9	5,94
•	•							•					•		0,1	0,4	0,8	0,7	0,11	0,66	4	2,33	6,76
•	•	•						•					•		0,9	0,6	0,2	0,7	9	1,5	0,25	2,33	7,86
•	•							•		•					0,9	0,4	0,2	0,9	9	0,66	0,25	9	13,36
•	•	•						•		•	•	•			0,9	0,6	0,2	0,2	9	1,5	4	0,25	13,50
•	•	•						•		•					0,9	0,6	0,2	0,9	9	1,5	0,25	9	30,37
•	•							•					•		0,9	0,4	0,8	0,7	9	0,66	4	2,33	55,36
•	•							•					•		0,9	0,4	0,8	0,8	9	0,66	4	4	95,04
•	•							•					•		0,9	0,4	0,8	0,7	9	0,66	4	2,33	83,04
•	•	•						•					•		0,9	0,6	0,8	0,7	9	1,5	4	2,33	125,82
•	•							•		•					0,9	0,4	0,8	0,9	9	0,66	4	9	213,84
•	•	•						•		•					0,9	0,6	0,8	0,9	9	1,5	4	9	486,00

$$\lambda \text{ TOTALE} = \frac{x_1}{1-x_1} \cdot \frac{x_2}{1-x_2} \cdot \frac{x_3}{1-x_3} \cdot \frac{x_4}{1-x_4}$$

Leggenda : a) Variabili osservate. Spost D = spostamento dentro dell'area di lavoro  
F = spostamento fuori dell'area di lavoro

Attrezzi antinfortunistici : G<sub>1</sub> = Gambali G<sub>2</sub> = Guanti G<sub>3</sub> = Giubotto  
E = Elmetto O = Occhiali

Attrezzi di lavoro : B = in buone condizioni  
C = in cattive condizioni

Comportamento aziendale : B = Beve F = Fuma SA = Si allontana dal posto di lavoro  
M = Mangia S = Scherza I = Comportamento inispettoso

b) Valori di X X<sub>1</sub> = spostamento dell'operaio nell'area del posto di lavoro  
X<sub>2</sub> = uso dei mezzi di protezione individuali  
X<sub>3</sub> = stato dell'attrezzatura di lavoro  
X<sub>4</sub> = osservanza del regolamento aziendale

c) Valori delle  $\lambda$   $\lambda_i = \frac{x_i}{1-x_i}$

Fac - simile della tavola di raccolta dei dati desunti dalle schede, ciclo per ciclo di lavoro

1 SCHEDA	2 NUMERO OPERAIO	3 TEMP AMB. (°C)	4 P.A.S.S. BAROM (mm. Hg)	5 VIB. [vib]	6 RUMOROSA [db]	7 TURNI DI LAVORO								8 TIPO DI LAVORO [M]	9 SPOSTAMENTO		10 TEMPO AZIONE [sec]	11 TEMPO TOTALE CICLO [sec]	12 N. MESE PARTICIP A. A. 19...	13 A TOTALE	14 A PARTIA.				15 NOTE
						G				M					D	F					1	2	3	4	
						I	M	P	F	I	M	P	F												
851	4	18,5	753	7	96									X 105			14	154	2	95,04	9	0,66	4	6	
852	2	18,5	753	7	96									X 105			23	154	2	95,04	9	0,66	4	6	
853	2	18,5	753	6	95									X 105			19	72	2	213,84	9	0,66	4	9	
854	4	18,5	753	6	95									X 105			19	72	2	213,84	9	0,66	4	9	
855	4	18,5	753	6	95									X 105			19	72	2	213,84	9	0,66	4	9	
856	4	18,5	753	8,5	96									X 105			20	137	2	213,84	9	0,66	4	9	
857	2	18,5	753	8,5	96									X 105			23	137	2	213,84	9	0,66	4	9	
858	4	18,5	753	8	96									X 105			15	150	2	213,84	9	0,66	4	9	
859	2	18,5	753	8	96									X 105			25	150	2	2,613	0,11	0,66	4	9	
860	2	18,5	753	8	92									X 105			16	134	2	213,84	9	0,66	4	9	
861	4	18,5	753	8	92									X 105			16	134	2	55,36	9	0,66	4	2,33	
862	2	18	753	4	92									X 105			11	75	2	213,84	9	0,66	4	9	
863	4	18	753	4	92									X 105			11	75	2	213,84	9	0,66	4	9	
864	18	14,5	755	4,3	98									X 105			8	30	4	213,84	9	0,66	4	9	
865	18	14,5	755	4,3	98									X 105			5	28	4	213,84	9	0,66	4	9	
866	18	14,5	755	4,3	98									X 105			10	30	4	213,84	9	0,66	4	9	
867	18	14,5	755	6,2	93									X 105			15	45	4	213,84	9	0,66	4	9	
868	18	14,5	755	5	94									X 105			15	80	3	213,84	9	0,66	4	9	
869	18	14,5	755	5,4	96									X 105			20	100	3	213,84	9	0,66	4	9	
870	18	14,5	755	4,8	98									X 105			12	94	3	213,84	9	0,66	4	9	
871	18	14,5	755	6,2	93									X 75			8	40	4	213,84	9	0,66	4	9	
872	18	14,5	755	4,5	94									X 105			20	92	3	213,84	9	0,66	4	9	
873	18	14,5	755	4,8	95									X 105			10	50	4	426,00	9	1,5	4	9	
874	18	15	755	6,5	95									X 75			17	108	3	13,365	9	0,66	0,25	9	
875	18	14,5	755	6,2	96									X 75			13	44	4	13,365	9	0,66	0,25	9	
876	18	14,5	755	4,3	98									X 105			17	118	4	213,84	9	0,66	4	9	
877	18	14,5	755	4,8	95									X 75			5	43	4	213,84	9	0,66	4	9	
878	18	14,5	755	5,1	97									X 105			11	100	4	213,84	9	0,66	4	9	
879	18	14	754	4,8	94									X 105			7	44	2	213,84	9	0,66	4	9	
880	18	14	755	5,3	98									X 105			9	50	3	213,84	9	0,66	4	9	
881	18	14	755	4,8	99									X 105			9	65	3	213,84	9	0,66	4	9	
882	18	13,5	755	4,7	98									X 105			10	55	3	213,84	9	0,66	4	9	
883	2	15	756	2,7	94									X 105			18	112	4	55,36	9	0,66	4	2,33	
884	2	15	756	2,5	93									X 105			15	95	4	55,36	9	0,66	4	2,33	
885	2	15	756	2,3	95									X 105			27	113	4	55,36	9	0,66	4	2,33	
886	2	15	756	2,7	93									X 105			20	75	4	55,36	9	0,66	4	2,33	
887	2	15	756	2,3	98									X 105			23	110	4	213,84	9	0,66	4	9	
888	2	15	756	2,4	93									X 105			16	92	4	55,36	9	0,66	4	2,33	
889	4	15	756	2,7	94									X 105			18	112	4	426,00	9	1,5	4	9	
890	4	15	756	2,5	93									X 105			15	95	4	426,00	9	1,5	4	9	
891	4	15	756	2,3	95									X 105			27	113	4	5,94	0,11	1,5	4	9	
892	4	15	756	2,7	93									X 105			20	75	4	426,00	9	1,5	4	9	
893	4	15	756	2,3	98									X 105			23	110	4	426,00	9	1,5	4	9	
894	4	15	756	2,4	93									X 105			20	98	4	426,00	9	1,5	4	9	
895	4	15	756	2,4	96									X 105			46	125	4	426,00	9	1,5	4	9	
896	4	15	756	2,6	98									X 105			32	98	4	426,00	9	1,5	4	9	
897	4	15	756	2,3	93									X 105			29	96	4	426,00	9	1,5	4	9	
898	4	15	756	2,8	91									X 105			18	75	4	426,00	9	1,5	4	9	
899	4	15	756	2,8	95									X 105			25	113	4	426,00	9	1,5	4	9	
900	4	15	756	2,4	93									X 105			15	72	4	426,00	9	1,5	4	9	

RICERCA COMUNITARIA C.E.C.A.  
SULLA SICUREZZA N°40-18

8089/65i

Questo significa che ogni fattore è misurato in termini della sua deficienza  $(1-x_1)$ .

Tutte le 4 variabili sono state poste in forma dicotomica con valori compresi tra 0 ed 1 e tali che i rapporti  $\frac{x_1}{1-x_1}$  hanno assunto i seguenti valori :

$$\begin{array}{llll} \lambda_1 = 0.11 & 9 & \lambda_3 = 0.25 & 4 \\ \lambda_2 = 0.66 & 1.5 & \lambda_4 = 2.33 & 9 \end{array}$$

Come si puo' vedere dalle tabelle allegate (v.pag. 91a - 91b) per ogni scheda oltre al calcolo dei valori  $\lambda$  che misurano le 4 variabili statistiche osservate come criteri di comportamento si è provveduto al calcolo del  $\lambda$  totale.

Quale legge di composizione dei fattori elementari  $\lambda$  si è prescelta la composizione per prodotto, come più consona che non la somma ad esprimere la necessarietà che nella misura dell'atteggiamento verso la sicurezza si debbano considerare come essenziali tutti gli atteggiamenti elementari  $x$  verso la sicurezza stessa.

I valori di  $\lambda$  totale corrispondenti alle 1.353 osservazioni sono riportati nel volume III della relazione (Allegati) diagramma n. 68, pag.703. I valori di  $\lambda$  si distribuiscono da un minimo di 0.16 ad un massimo di 4.86. Sul totale delle osservazioni si rileva come nel 44.31% dei cicli di lavoro presi in esame il comportamento dello operaio sia stato conforme ai criteri della sicurezza intesa nel nostro caso come punteggio massimo ottenuto sia per quanto riguarda lo spostamento nella zona di lavoro sia per quanto riguarda l'utilizzazione degli attrezzi

antifortunistici, la manutenzione degli attrezzi di lavoro ed il rispetto del regolamento aziendale.

Come criterio per la scelta di una soglia discriminante tale da garantire una separazione dei comportamenti pericolosi, si è ricercato quel valore di  $\lambda$  nella cui composizione i valori delle singole variabili fossero tutti discreti ed almeno due ottimali : questo  $\lambda$  è stato stabilito nel valore 150.

Dall'esame dei dati sperimentali si può desumere che il comportamento meno pericoloso (come da noi definito) è il comportamento abituale tenuto dagli operai nel 72,20% dei cicli osservati.

Questa constatazione conferma quanto da noi rilevato in precedenza, e cioè che il personale addetto è il frutto di una duplice selezione che consente soltanto ad operai bene addestrati e di soddisfacenti condizioni fisiche di espletare convenientemente il lavoro.

Per quanto riguarda i comportamenti pericolosi, questi sono, nella massima parte dei casi, determinati da alterazioni globali del processo lavorativo, ad esempio spostamento dell'area ottimale di lavoro per rapidi interventi in cicli irregolari, trascuratezza nell'utilizzazione adeguata degli attrezzi di lavoro per aumento repentino del numero di partecipanti all'azione richiesta, interruzioni delle pause di riposo per esigenze lavorative, infrazione delle norme aziendali.

Tale esemplificazione raccoglie solo una parte delle possibili irregolarità, ma va tenuto presente che anche una percentuale del 27,80% di comportamenti pericolosi è da ritenere degna di essere tenuta in considerazione se si tiene

presente la brevità dei cicli di lavoro e la conseguente elevata ripetitività.

Analizzando poi la tabella con i risultati della distribuzione dei  $\lambda$  in funzione del numero di partecipanti alla azione, si rileva, nella fascia dei comportamenti pericolosi, come l'équipe di tre lavoranti rappresenti il numero ottimale ai fini del comportamento. Infatti pur in condizioni di comportamento pericoloso, il numero di cicli irregolari è sempre inferiore a quello delle équipes organizzate su due o quattro elementi.

Le variabili da noi prescelte, con i criteri sopra esposti, sottoposte all'analisi fattoriale si sono rivelate come indipendenti, garantendo quindi la validità della scelta e del procedimento da noi adottato per lo studio dei comportamenti pericolosi.

Cap. III

Influenza delle condizioni ambientali e tecnologiche sulla pericolosità

Nel quadro della nostra ricerca si è imposta l'analisi dell'influenza delle condizioni di lavoro ed ambientali sulla pericolosità, supposta misurabile con la tecnica da noi proposta, volendo mirare a dare indicazioni operative in materia di sicurezza.

A tale proposito i valori di  $\lambda$  sono stati classificati secondo le seguenti quattro variabili :

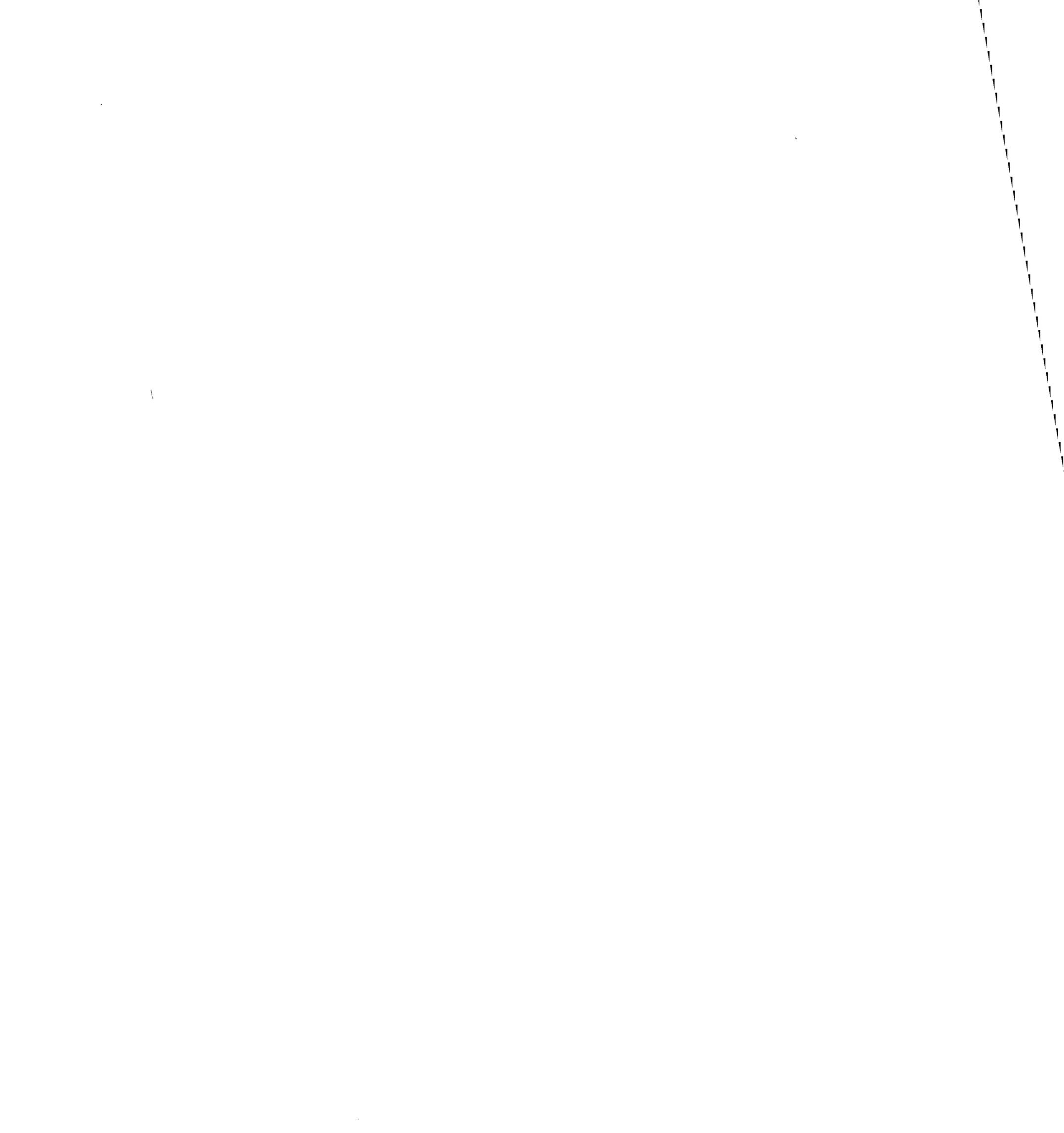
- a) numero partecipanti all'azione elementare ( $x_1$ )
- b) tempi di azione ( $x_2$ )
- c) condizioni ambientali ( $x_3$ )
- d) tipo di profilato ( $x_4$ )

che concorrono a porre in evidenza la grandezza "condizioni in cui si svolge il lavoro".

I risultati di questa classificazione a 5 dimensioni sono esposti nelle tabelle generali delle pagine seguenti (vedi pagg.95a e 95b).

DISTRIBUZIONE DEI VALORI DI  $\lambda_{tot}$  IN FUNZIONE DI: Tempo di azione  $t$ ; N° partecipanti all'azione; Tipo di profilato; Livello di rumorosità ambiente { + =  $\geq$  95 decibel  
- =  $<$  95 decibel

N° TIPO PART. ALL'AZION.	■ 140 ÷ 130					■ 110 ÷ 105					■ 75					I 220 ÷ 180					C 200					● 105											
	t.	7	31	84	150	486	t.	7	31	84	150	486	t.	7	31	84	150	486	t.	7	31	84	150	486	t.	7	31	84	150	486	t.	7	31	84	150	486	
1	X+	2			2	2	X+			1		15	X+				1	1	X+	1				26	X+						X+						
	10-				1	6	10-					6	10-						10-	1				3	10-						10-						
	X+	1			6		X+	1		3	1	3	X+		2				X+					3	X+	4	8				X+						
	20-	3			2		20-	1			1	1	20-	1	5				20-						20-						20-						
	X+						X+	1					X+						X+						X+	1	1				X+						
	30-						30-						30-						30-						30-						30-						
	X+						X+						X+						X+						X+						X+						
2	X+		1			7	X+	6	2	1		42	X+		7			6	X+					3	X+						X+					6	
	10-				1	9	10-	3	5			41	10-		17			5	10-					10	10-						10-					8	
	X+				2		X+	9		5	4	66	X+		3		1	1	X+	1				3	X+						X+						
	20-		1			12	20-	6		7	5	35	20-		4				20-					1	20-						20-						
	X+						X+	7	1	3	2	26	X+						X+						X+						X+						
	30-						30-	4		2		12	30-						30-						30-						30-						
	X+						X+	1				7	X+						X+						X+						X+						
3	X+				3	3	X+	5				19	X+	1	2			1	X+						X+						X+		1			11	
	10-				4	10-	10-	7	2	5	2	35	10-		9			7	10-						10-						10-	1				6	
	X+				3	17	X+	9		1	1	30	X+		4			10	X+						X+					1	X+					2	
	20-				2		20-	7		3	9	45	20-		3			1	20-						20-						20-					3	
	X+						X+	8			6	22	X+	1				3	X+						X+						X+					6	
	30-						30-	3		2	4	32	30-						30-						30-						30-	1					
	X+						X+	4			4	3	X+					3	X+						X+						X+						
4	X+				19		X+	3			1	44	X+		3			2	15	X+						X+						X+					4
	10-	1			8		10-	1			1	7	10-					7	10-						10-						10-	1					
	X+	2	1			26	X+	3			4	29	X+	1	2			4	23	X+						X+						X+					7
	20-					5	20-	4		5	2	45	20-					1	7	20-						20-						20-					
	X+	2				6	X+	5		2	7	29	X+	2				1	7	X+						X+						X+					
	30-						30-	2			6	7	30-	1				8	30-						30-						30-						
	X+						X+	3		3		9	X+		4			5	X+						X+						X+						
5	X+						X+					1	X+						X+						X+						X+						
	10-						10-					1	10-						10-						10-						10-						
	X+						X+						X+						X+						X+						X+						
	20-						20-						20-						20-						20-						20-						
	X+						X+	1				3	X+						X+						X+						X+						
	30-						30-						30-						30-						30-						30-						
	X+						X+						X+						X+						X+						X+						



DISTRIBUZIONE DEI VALORI DI  $\lambda_{tot}$  IN FUNZIONE DI: Tempo di azione = t; N° partecipanti all'azione; Tipo di profilato; Livello di visibilità ambiente { + =  $\geq 20$  lux  
- =  $< 20$  lux

N° TIPO PART. PROF. ALL'AZION.	■ 140 ÷ 130						■ 110 ÷ 105						■ 75						I 220 ÷ 180						C 200						● 105																	
	t.	7	31	84	150	486	t.	7	31	84	150	486	t.	7	31	84	150	486	t.	7	31	84	150	486	t.	7	31	84	150	486	t.	7	31	84	150	486												
1	10+						10+					1	10+						10+					1	10+						10+						10+											
	10-	1			3	9	10-					1	10-					1	10-					1	10-						10-						10-											
	20+						20+					1	20+						20+					1	20+						20+						20+	4	8									
	20-	4				8	20-	2			3	2	20-	1	7				20-	1					20-						20-						20-						20-					
	30+						30+						30+						30+						30+						30+						30+	1	1									
	30-						30-	1					30-						30-						30-						30-						30-						30-					
	40+						40+						40+						40+						40+						40+						40+						40+					
2	10+						10+					10	10+						10+						10+						10+						10+											
	10-			1		11	10-	9	7	1		73	10-	1	23			11	10-						10-						10-						10-					8						
	20+						20+	2				17	20+						20+						20+						20+						20+											
	20-	1	1			17	20-	13			11	9	20-		7			1	20-					1	20-						20-						20-											
	30+						30+					2	30+						30+						30+						30+						30+											
	30-						30-	11	1	3	2	31	30-						30-					1	30-						30-						30-											
	40+						40+					3	40+						40+						40+						40+						40+											
3	10+						10+					1	10+						10+						10+						10+						10+											
	10-				3	7	10-	12	2	5	2	53	10-	1	11			7	10-						10-						10-						10-	1				11						
	20+						20+					3	20+						20+						20+						20+						20+											
	20-				3	18	20-	15			4	10	20-		7			11	20-						20-						20-						20-	2				10						
	30+						30+					1	30+						30+						30+						30+						30+											
	30-				1		30-	11			2	10	30-	1				3	30-						30-						30-						30-	1				8						
	40+						40+					4	40+						40+						40+						40+						40+											
4	10+						10+					4	10+						10+						10+						10+						10+											
	10-	1	1		1	27	10-	4			2	51	10-		3		2	22	10-						10-						10-						10-	1				7						
	20+						20+				5	1	20+						20+						20+						20+						20+											
	20-	2	1			30	20-	7			5	51	20-	1	2		3	16	20-						20-						20-						20-					4						
	30+						30+				1	2	30+						30+						30+						30+						30+											
	30-	2				6	30-	6			2	3	30-	3			3	24	30-						30-						30-						30-											
	40+						40+				3		40+						40+						40+						40+						40+											
5	10+						10+						10+						10+						10+						10+						10+											
	10-						10-					1	10-					1	10-						10-						10-						10-											
	20+						20+						20+						20+						20+						20+						20+											
	20-						20-					1	20-						20-						20-						20-						20-											
	30+						30+						30+						30+						30+						30+						30+											
	30-						30-	1				3	30-						30-						30-						30-						30-											
	40+						40+						40+						40+						40+						40+						40+											



Da questa tabella abbiamo originato le 4 tabelle seguenti separando le condizioni ambientali (luminosità e rumorosità) da quelle di lavoro (tempi di azione elementari e numero di partecipanti all'azione e tipo di lavoro da eseguire espressa dal tipo di profilato).

Le tabelle sono del tipo

	$x_i$		
$y_j$	$\lambda_{ij}$		nella condizione > 20 lux

	$x_i$		
$y_j$	$\lambda_{ij}$		nella condizione < 20 lux
	$x_i$		
$y_i$	$\lambda_{ij}$		nella condizione > 95 Db
	$x_i$		
$y$	$\lambda_{ij}$		nella condizione < 95 Db

dove  $\lambda_{ij}$  è il valore medio della misura della pericolosità quando vi sono  $x_j$  partecipanti all'azione e il tempo di esposizione al rischio è di  $y_j$  secondo.

Le quattro funzioni  $\lambda_{ij} = f(x_i, y_j)$  che dovremo determinare analiticamente sono esposte nei quattro stereogrammi pagg. 97c, 97d, 97e, 97f.

Le posizioni di queste funzioni sul piano ( $\lambda_{ij}, x_i$ ) descritte nei grafici All. N. 19, pongono in evidenza la correlazione tra la pericolosità e la dimensione della squadra mentre le proiezioni di  $\lambda_{ij} = f(x_i, y_j)$  sul piano ( $\lambda_{ij}, y_i$ ) descritte nei grafici pagg. 97a, 97b pongono in risalto la correlazione tra pericolosità e durata di esposizione al rischio.

Poichè, come è evidente dagli stereogrammi, la  $\lambda_{ij}$  è essenzialmente funzione di due variabili, queste proiezioni hanno lo scopo di porre in luce le correlazioni parziali che ci permettono quindi di scrivere il sistema di equazioni alle derivate parziali seguenti nel caso del fattore visibilità

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial \lambda}{\partial x} = 3 [A - k_1 y^3] x^2 + 2 [B + y^2] x + C \\ \frac{\partial \lambda}{\partial y} = - 3 k_1 x^3 y^2 + 2 x^2 y + C \end{array} \right.$$

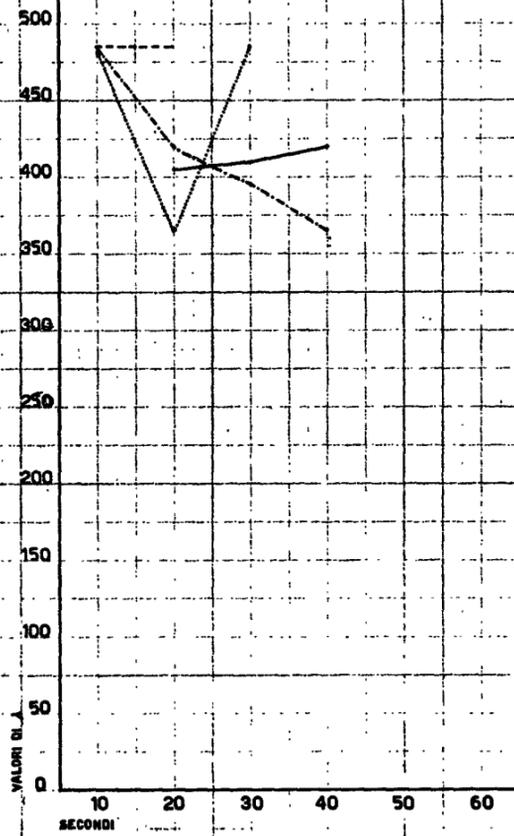
che soddisfano la soluzione :

$$\lambda = [A - k_1 y^3] x^3 + [B + y^2] x^2 + C [x + y]$$

Questa funzione pone in evidenza come al variare del tempo di azione cioè della lunghezza della esposizione al rischio mutino le condizioni di ottimalità della squadra cioè che può essere posto in evidenza nei tre casi :

DISTRIBUZIONE VALORI DI  $\lambda$  IN FUNZIONE DI:  
1 OPERAIO 2 OPERAI  
3 OPERAI 4 OPERAI

TEMPO DI AZIONE IN SECONDI  
N. PARTECIPANTI ALL'AZIONE  
PROFILATO # 110-105  
LIVELLO VISIBILITÀ AMBIENTE IN LUX

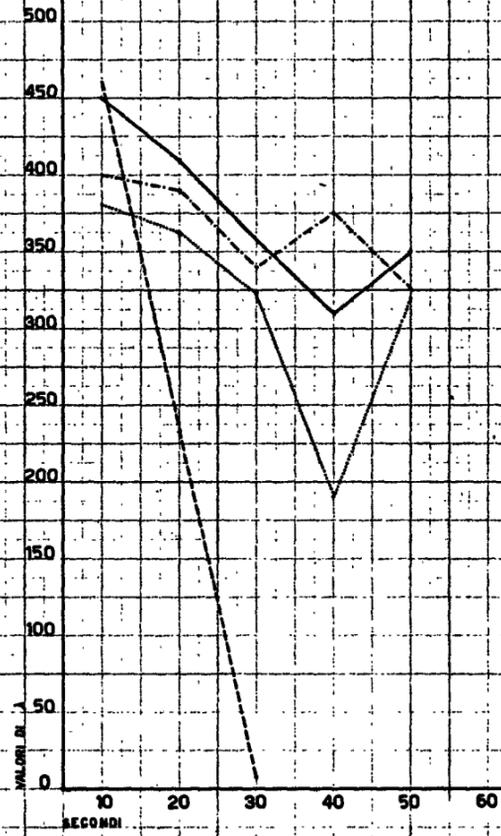


N. OPERAI	SECONDI					
	10	20	30	40	50	60
1	486	486	-	-	-	-
2	486	418	397	366	-	-
3	486	366	486	-	-	-
4	-	405	412	420	-	-

VISIBILITÀ > 20 LUX

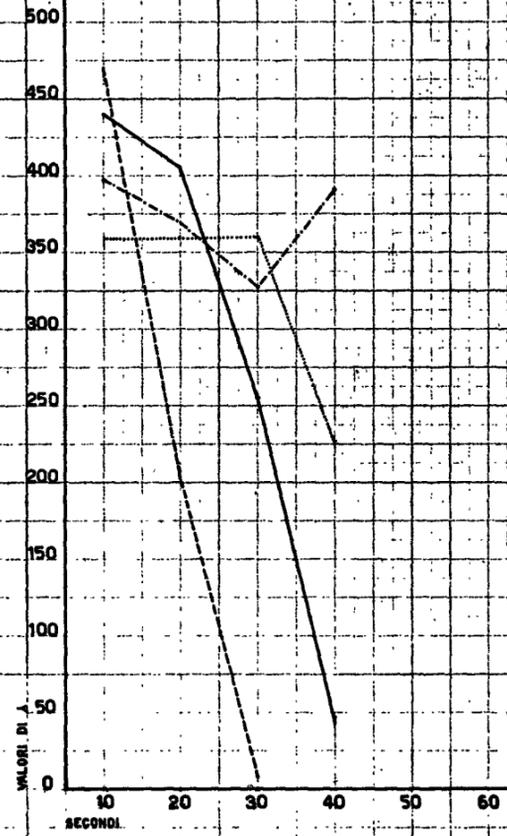
DISTRIBUZIONE VALORI DI  $\lambda$  IN FUNZIONE DI:  
1 OPERAIO 2 OPERAI  
3 OPERAI 4 OPERAI

TEMPO DI AZIONE IN SECONDI  
N. PARTECIPANTI ALL'AZIONE  
PROFILATO # 110-105  
LIVELLO RUMOROSITÀ AMBIENTE IN DECIBEL



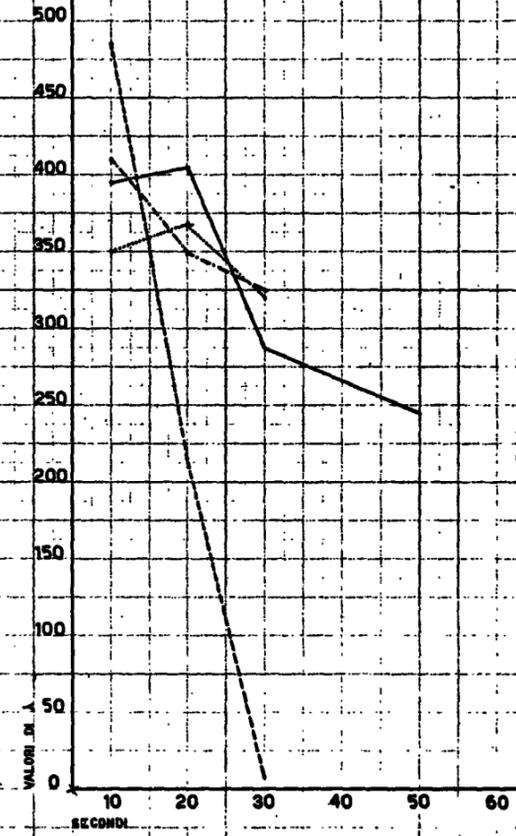
N. OPERAI	SECONDI					
	10	20	30	40	50	60
1	460	233	7	-	-	-
2	400	390	340	376	326	-
3	380	363	323	190	319	-
4	450	409	357	310	350	-

RUMOROSITÀ > 95 DEC.



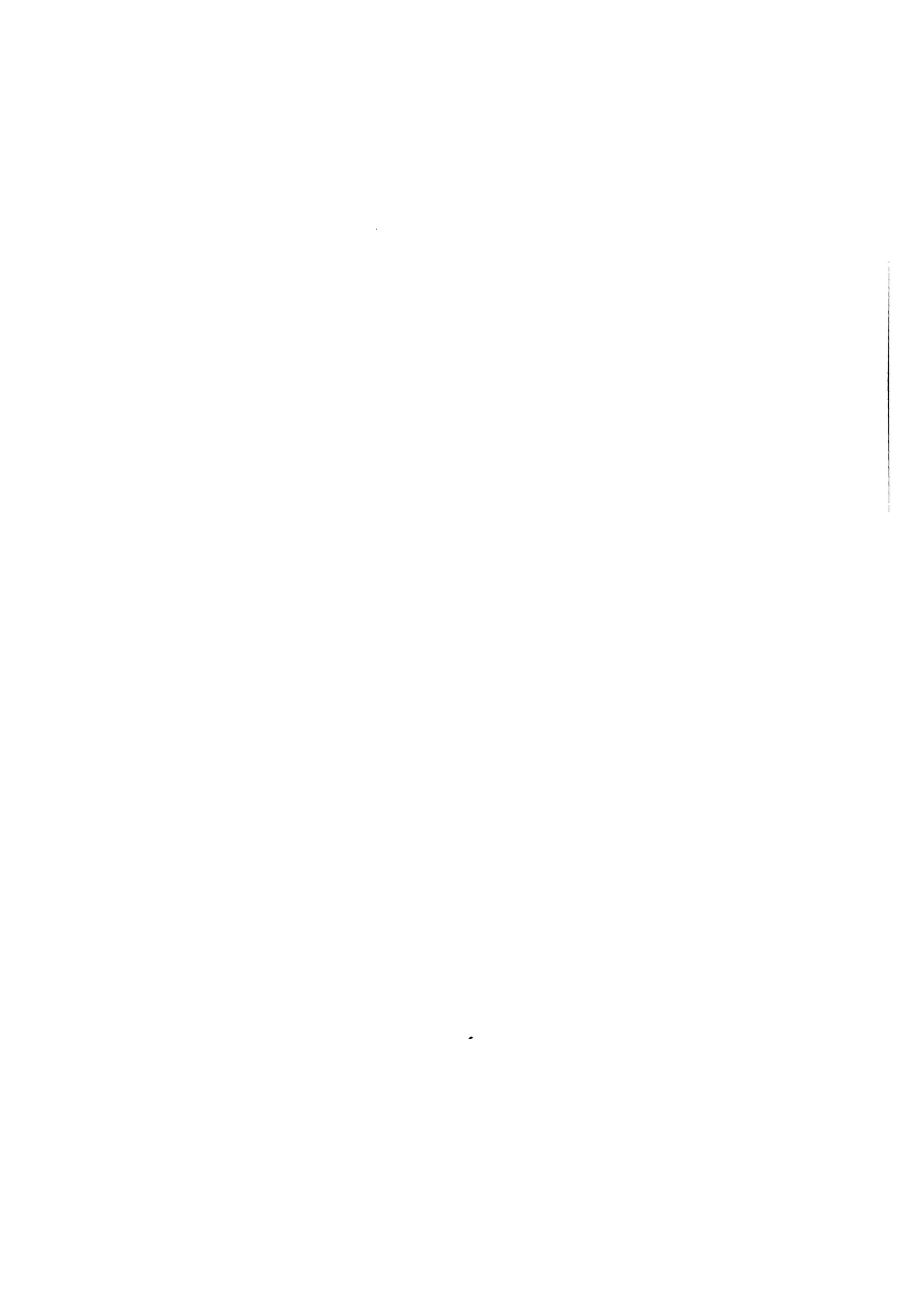
N. OPERAI	SECONDI					
	10	20	30	40	50	60
1	470	202	7	-	-	-
2	398	369	327	390	-	-
3	359	359	360	224	-	-
4	439	406	255	43	-	-

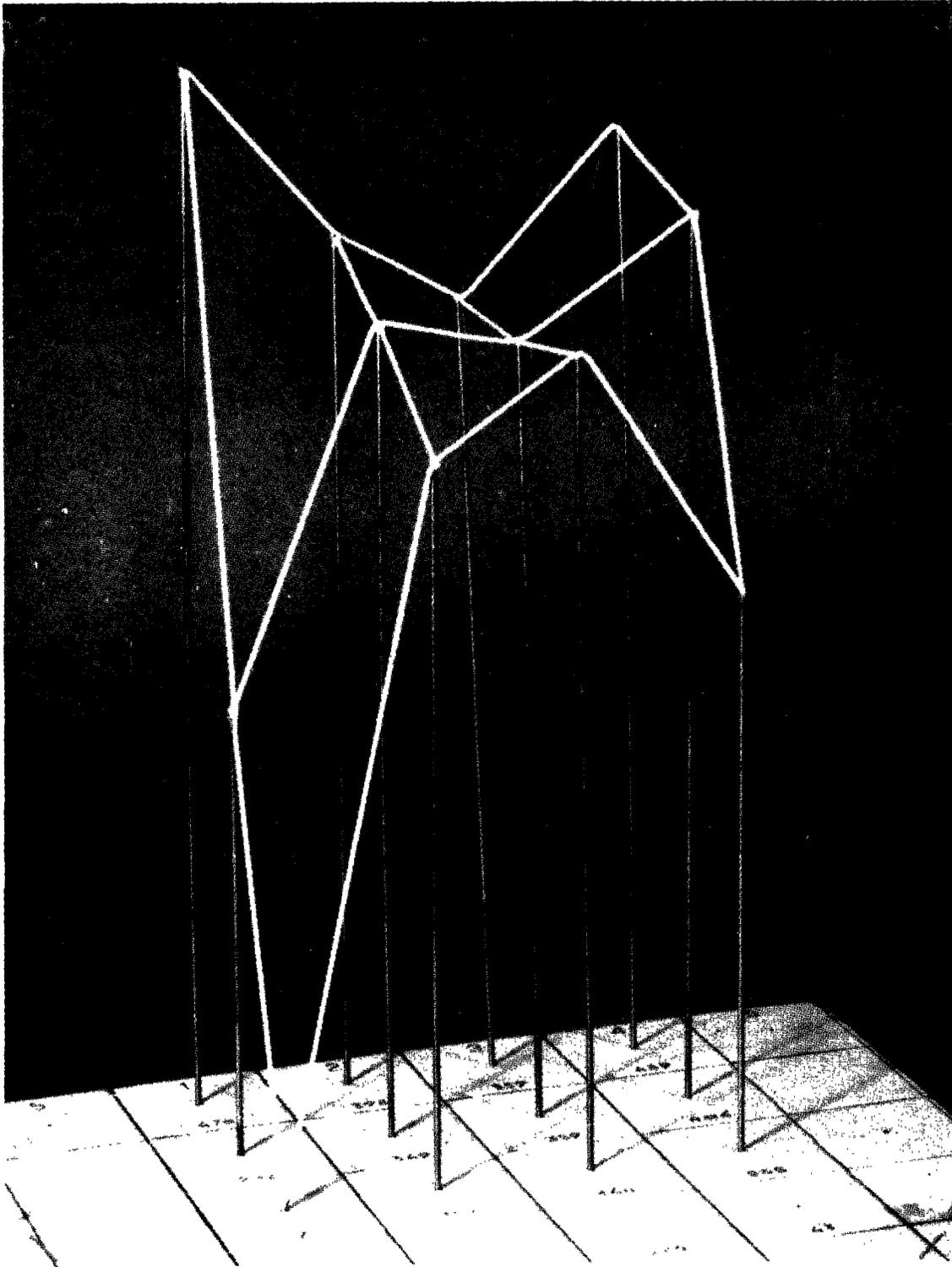
VISIBILITÀ < 20 LUX



N. OPERAI	SECONDI					
	10	20	30	40	50	60
1	486	214	7	-	-	-
2	410	349	325	-	-	-
3	350	368	320	-	-	-
4	395	404	288	-	244	-

RUMOROSITÀ < 95 DEC.

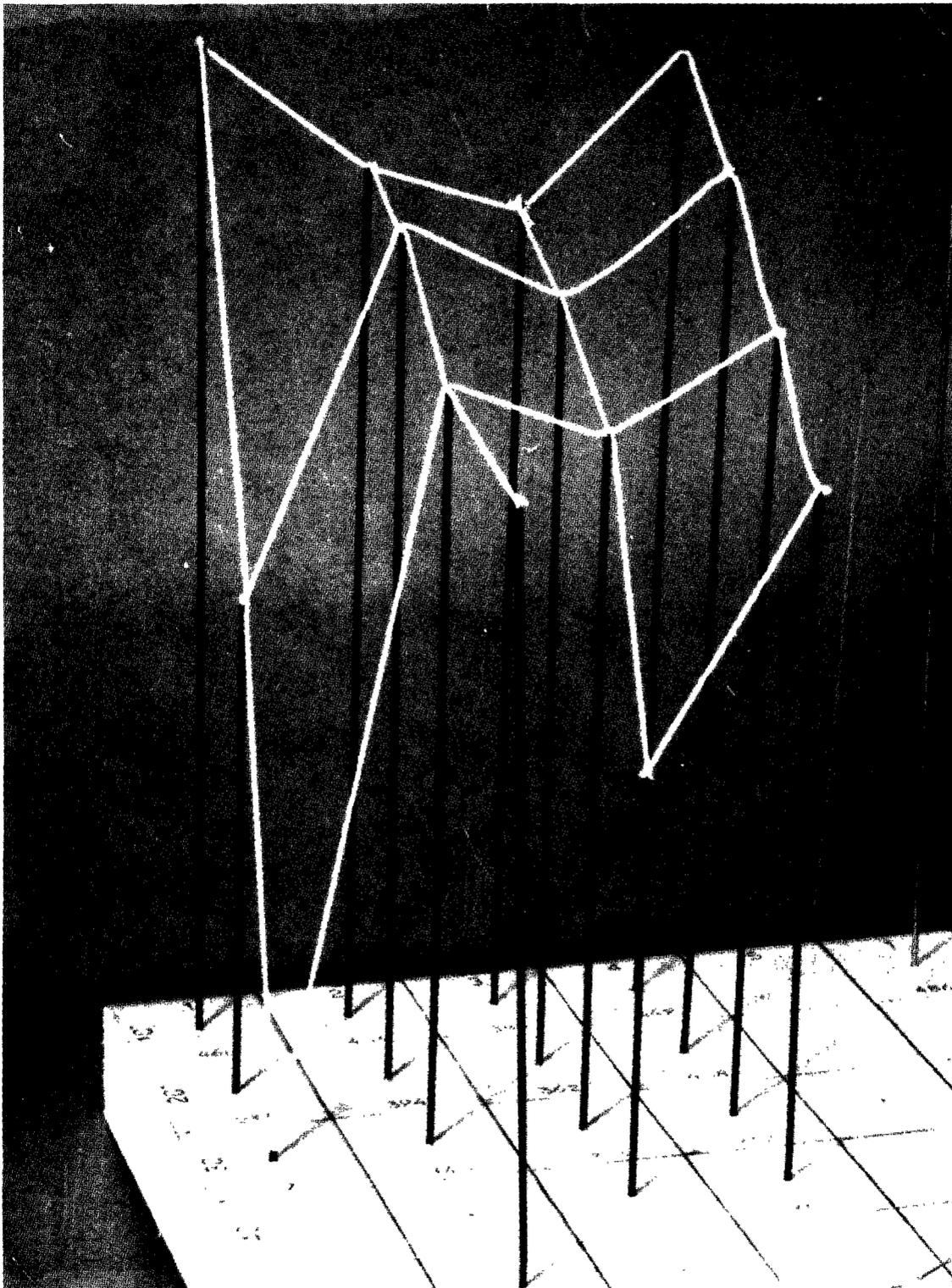




Rappresentazione dei valori di  $\lambda$  in funzione di :

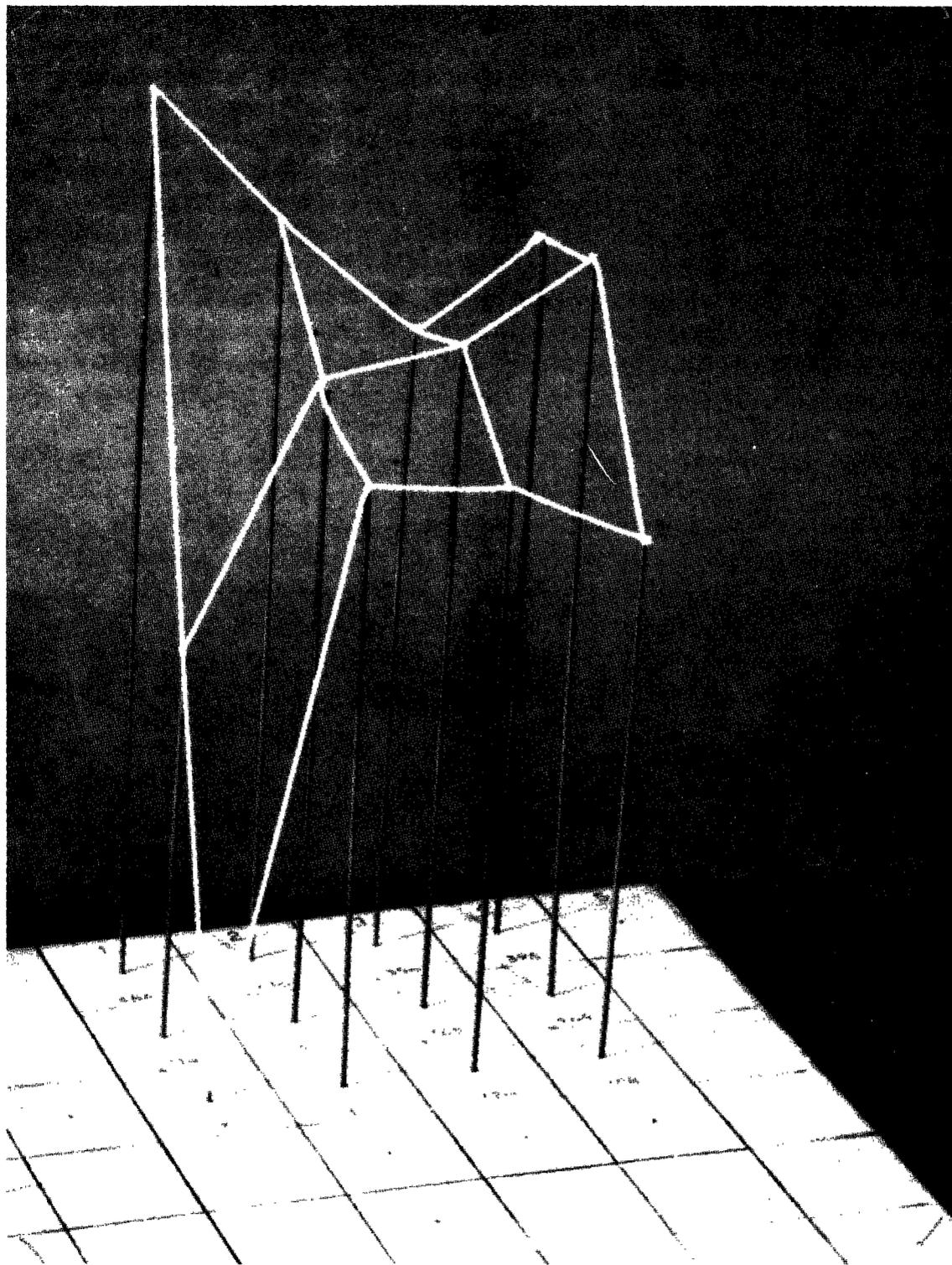
- tempo d'azione in secondi
- n° partecipanti all'azione
- per un livello di rumorosità ambientale  $< 95$  db





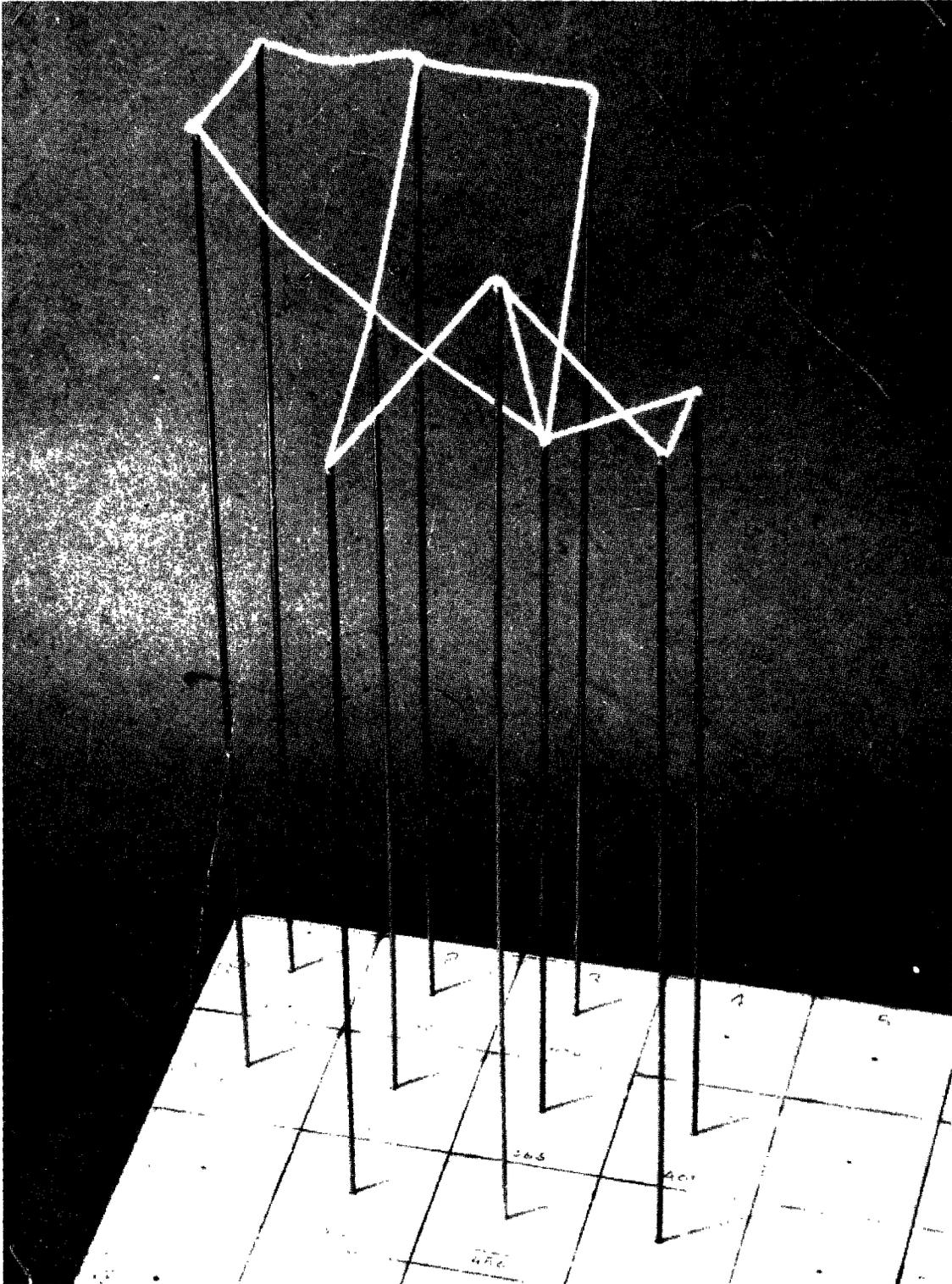
Rappresentazione dei valori di  $\lambda$  in funzione di :

- tempo d'azione in secondi
- n° partecipanti all'azione
- per un livello di rumorosità  $\geq 95$  db



Rappresentazione dei valori  $\lambda$  in funzione di :

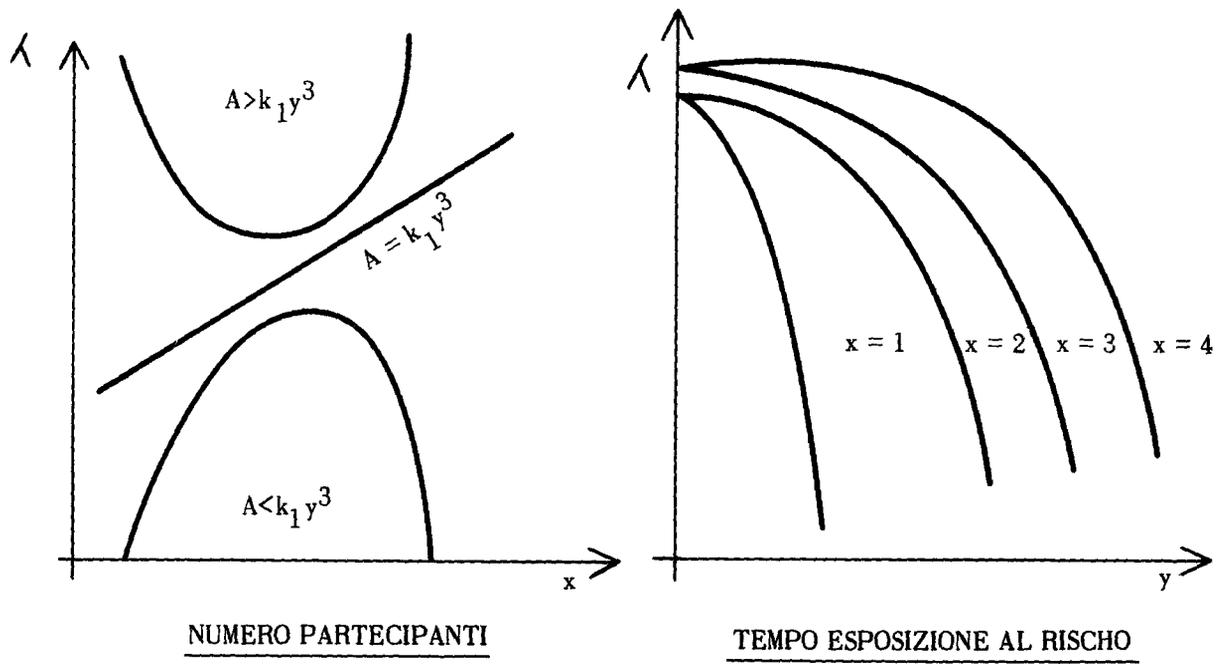
- tempo d'azione in secondi
- n° partecipanti all'azione
- per un livello di visibilità ambientale  $< 20$  lux



Rappresentazione dei valori  $\lambda$  in funzione di :

- tempo d'azione in secondi
- n° partecipanti all'azione
- per un livello di visibilità ambientale  $\geq 20$  lux

- 1)  $A > k_1 y^3$
- 2)  $A = k_1 y^3$
- 3)  $A < k_1 y^3$



## Cap. IV

### Pericolosità intrinseca al posto di lavoro

#### 1. Premessa

Al fine di completare l'analisi della pericolosità, anche nelle sue forme più particolari, si è ritenuto indispensabile rivolgere l'attenzione a quella componente della stessa che è intrinseca al singolo posto di lavoro.

Per il raggiungimento dello scopo prefisso, si è inteso analizzare schematicamente un posto di lavoro cui fa capo un gruppo di mansioni fra di loro molto simili ed interdipendenti. Nel reparto laminatoio, si è quindi sottoposto ad una attenta analisi il treno di laminazione "600" comprendente i seguenti gruppi di gabbie :

- a) trio variabile
- b) trio primo preparatore
- c) trio secondo preparatore
- d) trio finitore.

A questo quadruplice ordine di gabbie, costituenti il treno di laminazione vero e proprio di tipo tradizionale, fanno capo i seguenti posti di lavoro :

- a) primo sbozzatore del treno
- b) secondo sbozzatore del treno
- c) pinzatore.

La posizione dei posti di lavoro in esame rispetto all'allineamento delle gabbie presenta una "simmetria" completa.

In effetti il lavoro viene svolto contemporaneamente da due équipes, identiche come composizione, mansione ed ubicazioni, dato il carattere "pendolare" del tipo di lavorazione.

E' ovvio come, agli effetti della nostra indagine, sia sufficiente prendere in considerazione una sola équipe composta come segue :

- a) n. 1 primo sbozzatore
- b) n. 1 secondo sbozzatore
- c) n. 2 pinzatori.

Dato il tipo particolare di mansioni affidate agli operatori su elencati, richiedenti un lavoro essenzialmente di équipe, non è fuori luogo considerare le stesse come facenti capo ad un solo posto di lavoro che definiamo "posto di lavoro multiplo o di équipe" ed è ad esso che d'ora innanzi faremo riferimento nel corso della presente esposizione.

2. Il posto di lavoro viene esaminato sotto un triplice aspetto :

- a) ambientale
- b) tecnologico
- c) mansioni lavorative

a) Aspetto ambientale

Il posto di lavoro, inteso come definito nell'ultima parte della premessa, è delimitato in senso topografico

da un'area chiaramente circoscrivibile entro la quale sono comprese diverse zone della massima importanza, precisamente :

1. zona di attesa o di riposo tra un ciclo di lavoro ed il successivo (tratteggio verde)
2. zona d'azione dell'équipe (tratteggio nero)
3. zona macchine. °)

Le caratteristiche ambientali, che hanno possibilità di influenzare l'andamento del ciclo di lavoro, o meglio, il comportamento lavorativo dell'équipe sono state ripetutamente controllate mediante rilevazioni sistematiche che hanno dato i seguenti risultati :

- temperatura ambiente = da 16° G a 32°G centigradi
- visibilità ambiente = da 10 lux a 46 lux
- rumorosità ambiente = da 86 db a 99 db

Le condizioni igieniche dell'aria ambientale sono da considerarsi normali tenuto conto della limitata polverosità e dell'abbondante ventilazione naturale.

Per quanto riguarda l'estensione topografica del posto di lavoro, si puo' constatare come allo stesso compete una superficie di 520 mq circa con una dimensione massima (parallelamente alla direzione di svolgimento del ciclo lavorativo) di circa 60 ml.

b) Aspetto tecnologico

Il processo produttivo del reparto laminazione interessa direttamente il posto di lavoro in esame in quanto lo

---

°) vedi Nota pag.V

stesso trovasi immediatamente a valle del treno sbozzatore 820 : da questo provengono gli sbozzati che, in successivi passaggi, vengono lavorati al treno 600 di cui il posto di lavoro suddetto fa parte.

Le lavorazioni a questo treno sono di tipo diverso, a seconda del profilato che si intende realizzare, ma, in ogni caso, comprendono, come già accennato, una serie di passaggi dello sbozzatore attraverso i diversi trii di gabbie costituenti il treno stesso. Ne viene di conseguenza che un ciclo lavorativo può essere, a sua volta, suddiviso in un certo numero di sottocicli, nell'ambito dei quali si ripetono identiche operazioni, distinguendosi tra di loro, sotto l'aspetto tecnologico, per il tipo di trio interessato o, per lo stesso trio, per il tipo di canale imboccato dal semilavorato.

c) Mansioni lavorative

Per l'équipe come sopra definita, le mansioni lavorative dei suoi componenti comprendono un certo numero di azioni, movimenti e pause distinte per ogni componente l'équipe stessa e chiaramente definiti attraverso un lavoro preparatorio di "job analysis".

In effetti, come si è potuto constatare nel corso delle rilevazioni sistematiche effettuate, per la più alta percentuale di cicli di lavoro le operazioni si svolgono in modo tale da richiedere l'intervento contemporaneo dei quattro (frequentemente tre, eccezionalmente cinque) componenti l'équipe.

### 3. Le operazioni elementari

L'équipe in esame compie, per ogni ciclo elementare di lavoro, sei operazioni fondamentali ben distinte, alle quali ne vanno aggiunte altre, di cui alcune prettamente tecnologiche, che completano al 100% il ciclo stesso. Nella tabella che segue, pag. 104, sono riportate tutte le operazioni elencate, ed alle stesse è stata assegnata una lettera distintiva che verrà mantenuta nel corso della presente trattazione.

Volendo ora analizzare l'intero ciclo elementare di lavoro è indispensabile esaminare i tempi necessari per lo svolgimento di ogni operazione descritta.

A tal fine sono state effettuate delle rilevazioni in loco, mediante due osservatori muniti di strumenti di alta precisione : dette rilevazioni sono state effettuate per diverse composizioni dell'équipe in esame, comprendente da uno fino ad un massimo di cinque operatori.

Con cio' si è ottenuto, oltre che la garanzia di un'esatta interpretazione del ciclo elementare di lavoro e della sua suddivisione in fasi od operazioni, anche la possibilità di registrare i tempi di svolgimento di dette fasi. In particolare, i tempi rilevati si riferiscono a :

- a) tempi relativi all'équipe
- b) tempi relativi al treno di laminazione

Operazione elementare	Descrizione
A	Arrivo del pezzo in lavorazione Avvistamento da parte dell'équipe
B	Presca attrezzi di lavoro da parte dell'équipe
C	Fuoruscita completa del pezzo in lavorazione sulla via a rulli
D	Spostamento dell'équipe dalla zona d'attesa a quella di azione
E	Il pezzo in lavorazione si ferma sulla via a rulli
K	L'équipe si dispone attorno al pezzo in lavorazione
F	Agganciamento del pezzo da parte dell'équipe con gli attrezzi
G	Rotazione del pezzo da parte dell'équipe
X	Il pezzo inverte la marcia sulla via a rulli
H	Accompagnamento del pezzo da parte dell'équipe fino all'imbocco dei canali di gabbia
I	Sganciamento degli attrezzi dal pezzo da parte dell'équipe
L	Scomparsa del pezzo in lavorazione al di là della gabbia in funzione
M	Ritorno dell'équipe alla zona d'attesa
N	Posa degli attrezzi da parte dell'équipe
O	Chiusura del ciclo elementare di lavoro

Il numero delle rilevazioni effettuate risulta dalla seguente tabella :

Numero di componenti l'équipe	1	2	3	4	5	Totale
Numero delle rilevazioni	117	379	386	464	7	1353

Si è così pervenuti alla redazione della tabella che segue nella quale sono riportati, per ogni fase od operazione elementare i tempi seguenti : (pagg.106, 107)

$t_A$  = tempo di minima durata dell'operazione

$t_B$  = tempo di massima durata dell'operazione

$t_M$  = tempo di durata più frequente dell'operazione.

Operazioni o fasi	Operazioni o fasi che precedono
A	-
B	A
C	A
D	A-B
E	C
K	D-E
F	K-E
G	F
X	E-G
H	X-G
I	H
L	I-X
M	I
N	M
O	L-M

Fase	Fase che precede	tempo $t_A$					tempo $t_M$					tempo $t_B$					valore medio E (t)				
		Composizione équipe					Composizione équipe					Composizione équipe					Composizione équipe				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
A	-	2	2	2	3	-	2	2	2	3	3	2	2	2	3	-	2	2	2	3	3
B	A	2	2	2	3	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-	2.83	2.83	2.83	3	3
C	A	5	8	10	15	-	5	8	10	15	15	5	8	10	15	-	5	8	10	15	15
D	A-B	6	10	5	6	-	15	15	10	10	13	18	20	12	13	-	14	15	9.5	9.83	13
E	C	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1
K	D-E	2	2	2	4	-	3	5	5.5	6	8	8	14	16	10	-	3.66	5.16	5.75	7.66	8
F	K-E	1	1	1.5	1	-	1	1.5	1.5	1.5	2	3	8	11	12	-	1.33	2.50	3.08	3.16	2
G	F	1	1	1.5	2	-	1	1.5	2.5	2.5	3	5	8	12	9	-	1.66	2.50	3.91	3.5	3
X	E-G	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1
H	X-G	1.5	2	3	4	-	6	6	6	6	6	6	6	6	6	-	5.16	5.33	5.5	5.66	6
J	H	0.5	1	1	1	-	1	1	1	1	1.5	3	2	3	3	-	1.25	1.16	1.33	1.33	3
L	I-X	3	6	8	10	-	3	6	8	10	10	3	6	8	10	-	3	6	8	10	10
M	I	15	12	10	9	-	25	20	20	16	15	28	26	25	19	-	23.83	19.66	19.66	15.33	15
N	M	3	3	3	3	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-	3	3	3	3	3
O	L-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

A questo punto il ciclo elementare di lavoro puo' ritenersi analizzato sotto due aspetti fondamentali :

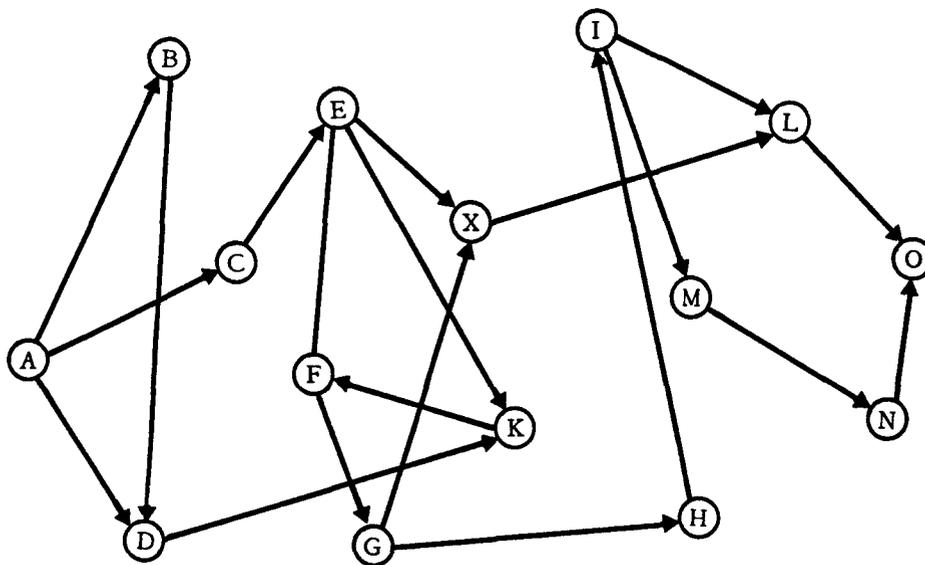
- a) operazioni elementari
- b) tempi relativi alle stesse.

Siamo quindi in grado, ora, di affrontare un ulteriore passo avanti nella nostra indagine, quello relativo al controllo dell'andamento del ciclo elementare di lavoro al variare della composizione dell'équipe.

#### 4. Il PERT del posto di lavoro

Volendo rappresentare l'intero ciclo elementare di lavoro mediante reticolo PERT, onde poter effettuare un controllo dell'andamento dello stesso, occorre tener conto delle precedenze e delle interconnessioni tra le singole fasi, rappresentanti le operazioni elementari.

La tabella che segue espone le fasi con le relative precedenze : in base ad essa si ottiene il reticolo PERT di cui alla figura accanto :



Al fine di ottenere un reticolo più razionale, è stata introdotta una fase ulteriore, la fase "O", fittizia : cio' consente di avere una sola fase finale, o di chiusura del PERT, la quale appunto perchè fittizia, avrà una durata uguale a zero : essa è preceduta dalle due fasi finali reali L e N.

Per la riproduzione del reticolo, si introdurranno i tempi di svolgimento delle singole fasi o operazioni, nelle condizioni in cui detti tempi sono stati rilevati dagli osservatori.

La risoluzione del reticolo consentirà, fra l'altro, di ricavare il tempo effettivo necessario per lo svolgimento dell'intero ciclo elementare di lavoro : in tal modo il metodo PERT viene applicato quale tecnica di controllo.

Avendo a nostra disposizione, per ogni composizione dell'équipe, i tre valori di tempi relativi a ciascuna operazione, opereremo calcolando innanzitutto il valore medio della distribuzione impiegata.

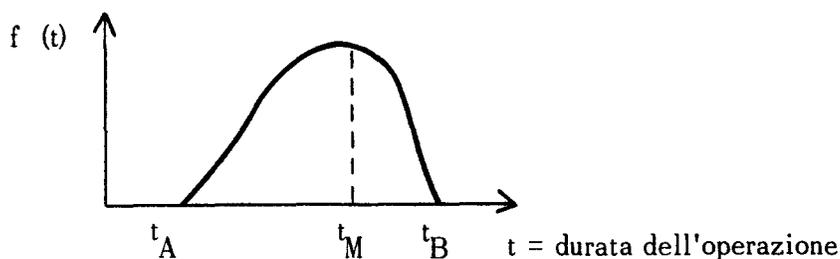
Come sopra riferito, i tre valori dei tempi hanno il seguente significato :

$t_A$  = minima durata di un'operazione nella migliore delle ipotesi

$t_B$  = massima durata di un'operazione nella peggiore delle ipotesi

$t_M$  = durata più probabile, o più frequente, di un'operazione.

Ne deriva che, considerando questi tre valori, la durata di ciascuna fase od operazione è rappresentabile mediante una distribuzione del tipo indicato in figura, della "distribuzione beta"



Tale distribuzione possiede la forma analitica seguente:

$$f(t) = \begin{cases} \frac{1}{\alpha + \gamma + 1} \frac{(t-t_A)^\alpha (t_B-t)^\gamma}{(t_B-t_A)^{\alpha+\gamma+1} \Gamma(\alpha+1, \gamma+1)} & \text{per } A < t < B \\ 0 & \text{per } t \text{ avente altri valori} \end{cases}$$

in cui  $\alpha, \gamma > -1$ ;  $\Gamma(\alpha+1, \gamma+1) = \frac{\alpha! \gamma!}{(\alpha+\gamma+1)!$

dipendendo quindi dai due parametri  $\gamma, \alpha$ .

La "distribuzione beta" possiede un unico punto di massimo, detto "moda" della distribuzione, ed è simmetrica attorno al massimo stesso, nel caso in cui sia verificata la eguaglianza  $\alpha = \gamma$ .

Il valore medio della distribuzione impiegata è espresso dalla seguente formula :





$$E(t) = \frac{t_A + 4 t_M + t_B}{6}$$

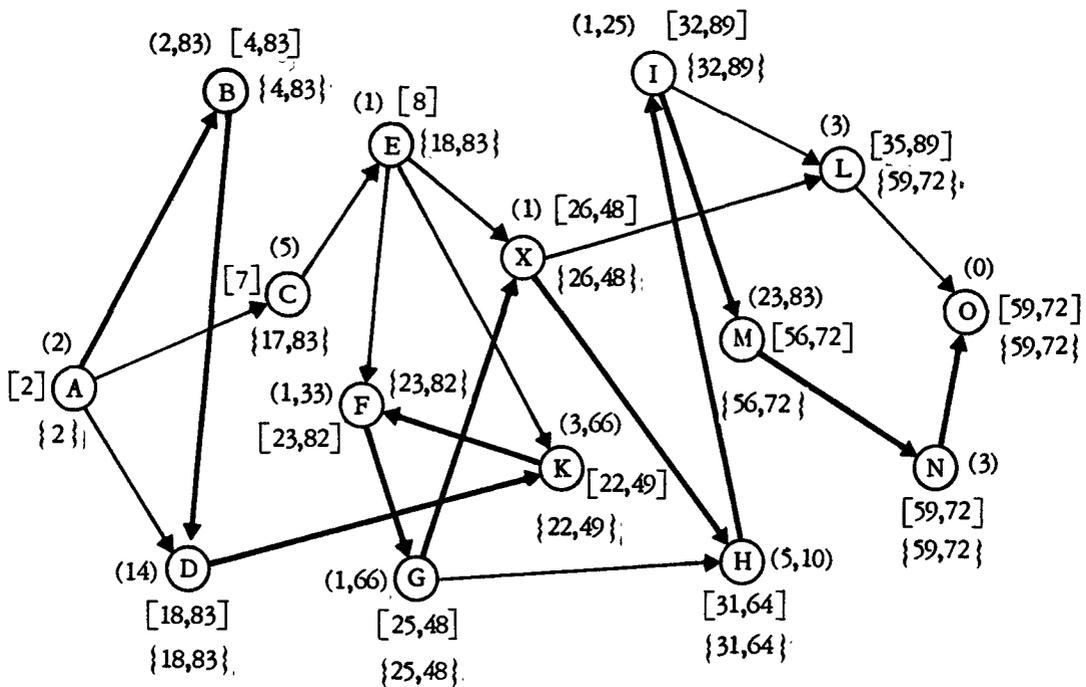
essa è semplificata ed è ricavabile in funzione dei tre valori dei tempi  $t_A$ ,  $t_M$ ,  $t_B$  in nostro possesso per ogni operazione o fase. Il calcolo del percorso critico e la stima del tempo totale di completamento del ciclo elementare di lavoro, avvengono quindi in base al valore medio  $E(t)$  per ciascuna fase. La tabella che segue fornisce i dati relativi al calcolo completo in questione e riassume il lavoro preparatorio : fin qui svolto, per la risoluzione del reticolo PERT.

A questo punto quindi, tutti i dati necessari per la risoluzione del reticolo PERT, nelle diverse composizioni dell'équipe di lavoro, sono in nostre mani.

Per l'équipe a 5 elementi, si ritiene utile effettuare un calcolo di controllo poichè, per la stessa, puo' avere una particolare soluzione il reticolo PERT : sappiamo infatti che solo in casi eccezionali si hanno interventi di équipe a 5 operai.

a) PERT per équipe a un operaio

Il reticolo PERT, in questo caso, è quello rappresentato nella figura che segue, con tutti i relativi tempi desunti dalla tabella precedente, e fornisce i tempi minimi e massimi di fine in esso riportati :



( ) = tempo di durata di una fase

[ ] = tempo minimo di fine di una fase

{ } = tempo massimo di fine di una fase

Il percorso critico che unisce le fasi ed operazioni critiche aventi tempi minimo e massimo di fine coincidenti, è indicato in figura con tratti ingrossati : esso dà un tempo di completamento del ciclo elementare pari a 59.72 secondi

Le fasi critiche, in questo caso sono, in ordine di percorrenza :

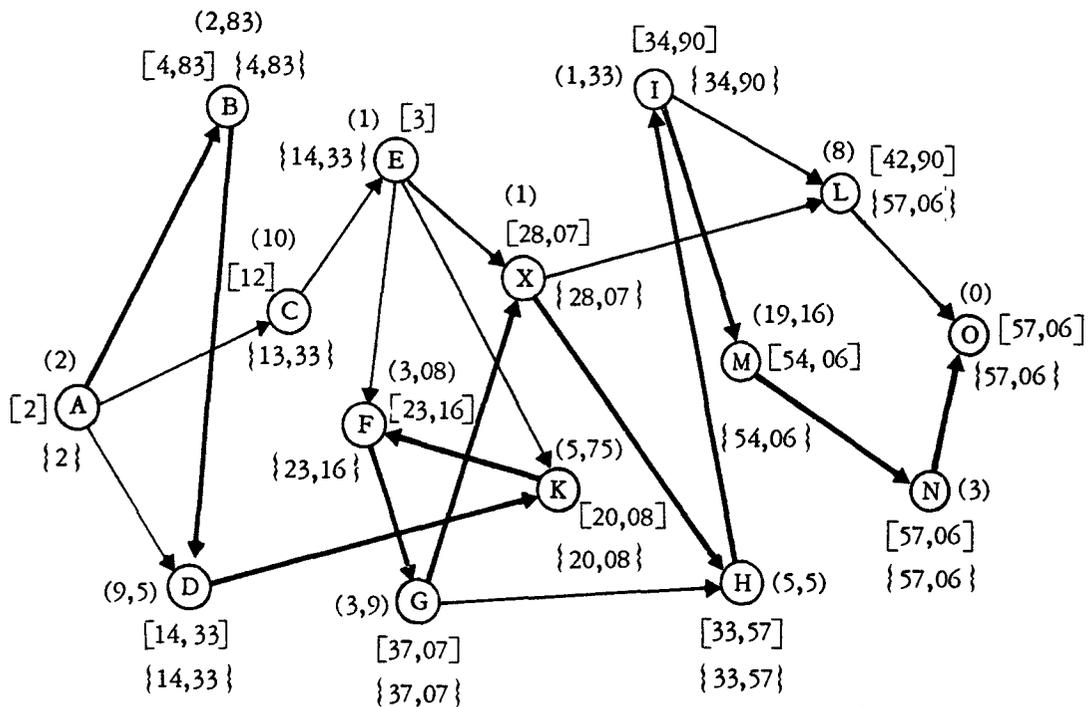
A - B - D - K - F - G - X - H - J - M - N - O

Di queste, le fasi critiche che interessano direttamente le operazioni compiute dall'équipe sono :

A - B - D - K - F - G - H - I - M - N

b) PERT per équipe a due operai

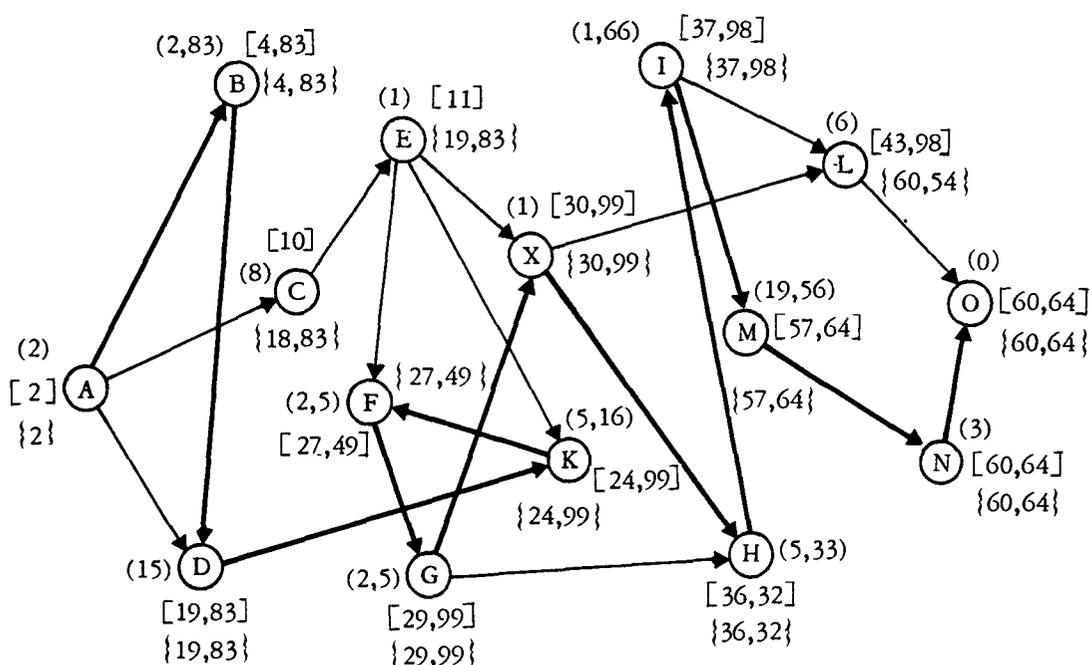
Il reticolo, per ciclo elementare di lavoro, è in questo caso quello rappresentato nella figura che segue, con i relativi tempi di fase, minimi e massimi di fine :



Anche in questo caso il percorso critico, seguendo la linea grossa tocca le medesime fasi od operazioni critiche del caso con équipe a un operaio. Il tempo di completamento del ciclo elementare è pari a 60, 64 secondi.

c) PERT per équipe a tre operai

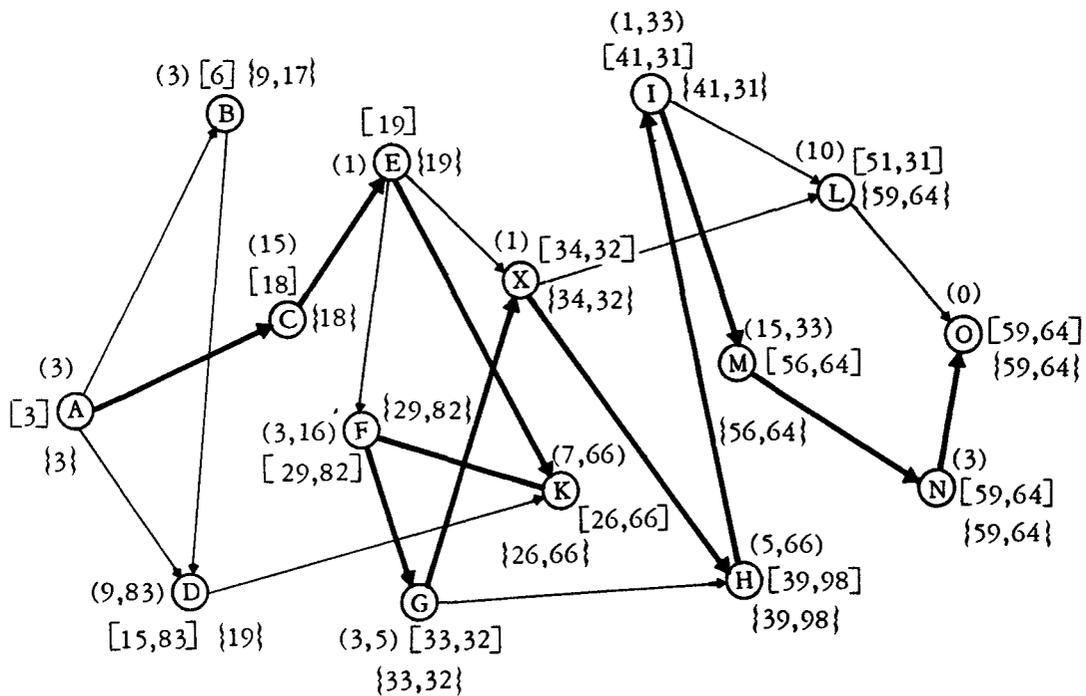
Per il ciclo elementare di lavoro, in questo caso il reticolo PERT è rappresentato nella figura seguente, per la quale valgono gli stessi simboli e regole adottati per i casi precedenti :



Il percorso critico comprende le stesse fasi di cui ai due precedenti reticoli : il tempo di completamento del ciclo elementare risulta essere di 57,068 secondi.

d) PERT per équipe a quattro operai

La figura che segue ci fornisce il reticolo per l'équipe a quattro operai : i tempi sono desunti dalla tabella della pagina 107:



Nel caso in esame, il percorso critico, che unisce tutte le fasi od operazioni critiche, è diverso dai casi precedentemente esaminati. In esso, le fasi critiche sono le seguenti :

A - C - E - K - F - G - X - H - I - M - N - O

Di queste le fasi che interessano direttamente l'équipe in quanto rappresentano operazioni dalla stessa compiute, sono:

8089/65 i

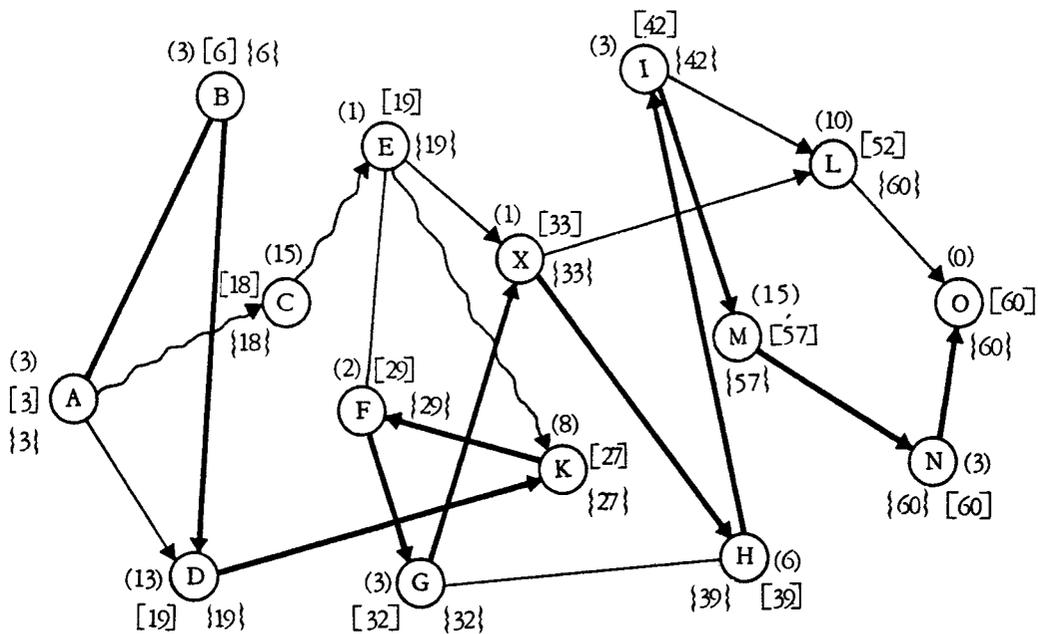
A - K - F - G - H - I - M - N

Il tempo di completamento del ciclo elementare di lavoro, ha in questo caso, il valore di 59,64 secondi.

e) PERT per équipe a cinque operai

La figura seguente ci fornisce il reticolo con tutti i tempi relativi, per il caso di équipe a cinque operai. Come già detto, trattasi di un caso piuttosto raro e che presenta comunque un particolare interesse.

I tempi impiegati per il calcolo del reticolo sono desunti dalla tabella di pag. 107 con le precisazioni già fornite per il caso presente:



Dalla figura del reticolo, si puo' constatare come, in questo caso, il percorso critico, per un tratto sia doppio, diventando poi unico.

Infatti le fasi critiche toccate da detto percorso sono :

1. percorso critico a tratto pieno :

A - B - D - K - F - G - H - I - M - N - O

con fasi rappresentanti operazioni d'équipe :

A - B - D - K - F - G - H - I - M - N

2. percorso critico a tratto ondulato :

A - C - E - K - F - G - X - H - I - M - N - O

con fasi rappresentanti operazioni d'équipe :

A - K - F - G - H - I - M - N.

I due percorsi critici si differenziano quindi unicamente per i tratti A -  $\textcircled{B}$  -  $\textcircled{D}$  - K e A -  $\textcircled{C}$  -  $\textcircled{E}$  - K : in essi, le fasi interessanti direttamente l'équipe A-H-D ed A-K.

In ogni caso il tempo necessario per coprire il ciclo elementare di lavoro è pari a 60 secondi.

A questo punto è possibile stabilire un confronto diretto tra i reticoli risolti per le diverse composizioni d'équipe. E' da notare innanzitutto come i tempi di completamento di un ciclo elementare di lavoro, abbiano un andamento variabile e non proporzionale al numero di membri componenti l'équipe di lavoro.

Inoltre, i percorsi critici rimangono invariati per i casi che contengono le équipes a uno, due, tre operai :

lo stesso percorso critico vige anche per l'équipe a 5 operai, pur sotto particolari condizioni.

Per quanto riguarda l'équipe a 4 operai, il suo percorso critico coincide con uno dei due risultanti dalla risoluzione del reticolo per équipe a 5 operai. Le fasi critiche interessate da tutti i percorsi critici indistintamente, sono le seguenti :

A - K - F - G - X - H - I - M - N - O

Di esse, quelle che rappresentano operazioni compiute dall'équipe sono :

A - K - F - G - H - I - M - N

La tabella seguente ci fornisce un consuntivo dei risultati a cui si è pervenuti con la risoluzione dei reticoli PERT :

Componenti l'équipe		1	2	3	4	5
Tempo critico		Fasi crit.	Fasi crit.	Fasi crit.	Fasi crit.	Fasi crit.
1	57.06			(A) (B) (D) (K) (F) (G) (X) (H) (I) (M) (N) O		
2	59.64				(A) (C) (F) (K) (F) (G) (X) (H) I (M) (N) O	
3	59.72	(A) (B) (D) (K) (F) (G) (X) (H) (I) (M) (N) O				
4	60.00					(A) (B) (D) (K) (F) (G) (X) (H) (I) (M) (N) O
5	60.64		(A) (B) (D) (K) (F) (G) (X) (H) (I) (M) (N) O			(A) (C) (E) (K) (F) (G) (X) (H) (I) (M) (N) O

In essa, le fasi critiche cerchiare  $\bigcirc$  sono quelle che rappresentano operazioni compiute dall'équipe, e quindi, indissolubilmente legate ai tempi da questa impiegati nello svolgimento di esse.

Il ciclo elementare di lavoro dà quindi un tempo di completamento compreso tra i 57 ed i 61 secondi : a conforto di questi risultati sta il grande numero di rilevazioni dirette effettuate che hanno consentito di ottenere un tempo medio molto vicino a quello ricavato con il calcolo dei reticoli PERT.

#### 5. Gli sforzi muscolari

Esaminando le fasi critiche rappresentanti quelle operazioni che vengono compiute dall'équipe, risulta la immediata necessità di uno studio, seppur schematico, degli sforzi muscolari a cui i componenti l'équipe stessa sono sottoposti nello svolgimento del ciclo elementare di lavoro. Si è così pervenuti alla definizione delle formule, relative ad ogni operazione elementare, rappresentanti l'espressione del lavoro compiuto dall'operaio, a seconda della diversa composizione d'équipe.

I risultati ottenuti sono riassunti nella tabella che segue (pag. 120).

In essa i simboli hanno i seguenti significati :

$E(t)$  = valore medio del tempo impiegato per lo svolgimento di un'operazione espresso in secondi

$L$  = valore del lavoro necessario per lo svolgimento di un'operazione espresso in Kg.m

$P$  = lavoro riferito all'unità di tempo (ovvero potenza) espresso in Kg.m/sec.

Composizione équipe Operazioni	1			2			3			4			5		
	L	E(t)	P	L	E(t)	P									
B	1.60	2.83	0.566	1.60	2.83	0.566	1.60	2.83	0.566	1.60	3	0.53	1.60	3	0.53
D	45	14	3.21	37.50	15	2.51	30	9.5	3.15	22.5	9.83	2.29	15	13	1.152
K	3.80	3.66	1.035	4.00	5.16	0.778	4.50	5.75	0.781	5.30	7.66	0.691	6.00	8	0.75
F	2.70	1.33	2.03	2.70	2.50	1.08	2.70	3.08	0.873	2.70	3.16	0.852	2.70	2	1.35
G	7.25	1.66	4.37	9.65	2.50	3.85	9.65	3.91	2.46	10.90	3.52	32.110	12.10	3	4.03
H	8.55	5.16	1.66	11.4	5.33	2.14	11.14	5.50	2.02	12.80	5.66	2.26	14.25	6	2.37
I	2.70	1.25	2.16	2.70	1.16	2.32	2.70	1.33	2.03	2.70	1.33	2.03	2.70	3	0.90
M	49.50	23.83	2.07	42	19.66	2.13	34.50	19.16	1.80	27	15.33	1.76	19.50	15	1.30
N	1.60	3	0.53	1.60	3	0.53	1.60	3	0.53	1.60	3	0.53	1.60	3	0.53

E' interessante notare, dalla tabella redatta, quanto segue :

a) l'operazione più faticosa, in quanto richiedente sviluppo di maggior potenza da parte dell'operaio (intesa questa come lavoro nell'unità di tempo) è in generale, quella corrispondente a G (rotazione del pezzo in lavorazione) : in particolare per l'équipe composta da un solo operaio il suo valore è massimo con 4,37 kg.m/sec. mentre è minimo per équipe composta da 3 operai con 2,46 kg.m/sec. Ne consegue che la lunghezza, e quindi il peso del pezzo in lavorazione, non deve superare un valore tale da richiedere l'intervento di più di 3 operai.

D'altra parte l'intervento di un solo operaio, in ogni caso, anche con barra di lunghezza ridotta, non è consigliabile.

b) Le operazioni corrispondenti allo spostamento dell'équipe dalla zona di attesa alla zona di azione (operazione "D") richiede uno sviluppo di potenza che va diminuendo con l'aumentare del numero dei componenti l'équipe ( a causa della maggior lunghezza della barra) : in ogni caso si può notare come il valore di questa potenza si mantenga sempre al di sotto dei corrispondenti valori per l'operazione G.

c) Lo sviluppo di potenza richiesto per lo svolgimento dell'operazione M (ritorno dell'équipe alla zona di attesa dalla zona d'azione) è in generale notevolmente inferiore a quello richiesto per l'operazione inversa corrispondente, pur essendo in questo caso notevolmente maggiore

il lavoro complessivo compiuto : cio' è spiegabile se si considera che il tempo impiegato è maggiore.

Potrebbe influire quindi il fatto che il ciclo di lavoro elementare si è praticamente concluso ed i componenti l'équipe compiono quindi l'operazione con un certo respiro e non più sotto la comprensibile tensione nervosa di cui all'operazione opposta D.

- d) E' evidente, per quanto riguarda l'operazione K (disposizione dell'équipe attorno al pezzo in lavorazione), come l'aumento dei partecipanti all'operazione porti in generale ad una diminuzione dello sviluppo di potenza da parte dei singoli operai in quanto, maggiore è il numero di essi, e maggiore è il tempo richiesto perché gli stessi si dispongano attorno al pezzo in lavorazione.
- e) L'operazione di agganciamento del pezzo (operazione F) presenta un valore "optimum" relativo allo sviluppo di potenza in corrispondenza dell'équipe a 3 operai (0,873 kg.m/sec).
- f) Per l'operazione di accompagnamento del pezzo fino allo imbocco nei canali di gabbia (operazione H), prescindendo dal caso di équipe con un solo operaio, si ha un valore "optimum" per l'équipe a 3 operai con uno sviluppo di potenza per operaio pari a 2,02 kg.m/sec.
- g) Anche per l'operazione I (sganciamento del pezzo) vale quanto detto per l'operazione inversa (operazione F) :

il valore più basso di sviluppo di potenza corrisponde al caso di équipe con 3 operai (2,03 kg.m/sec) alla pari con quello a 4 operai.

In valore assoluto, si puo' osservare come la potenza richiesta per lo svolgimento delle singole operazioni non superi mai il limite di 7,5 kg.m/sec che si considera quale valore medio per l'uomo.

Se infine si considera per l'intero ciclo elementare il tempo critico, lo sviluppo di potenza medio da parte di ogni singolo operaio, per le diverse composizioni della équipe e per il profilato  $\square$  110, è rappresentato in tabella seguente :

compon. équipe operaz.	1	2	3	4	5
$L_t$ (kgm)	199.65	215.75	198.65	202.30	203.70
$T_c$ (sec)	57.06	59.64	59.72	60.00	60.64
$P_m$ (kgm/sec)	3.48	3.62	3.33	3.35	3.35

in cui si ha :

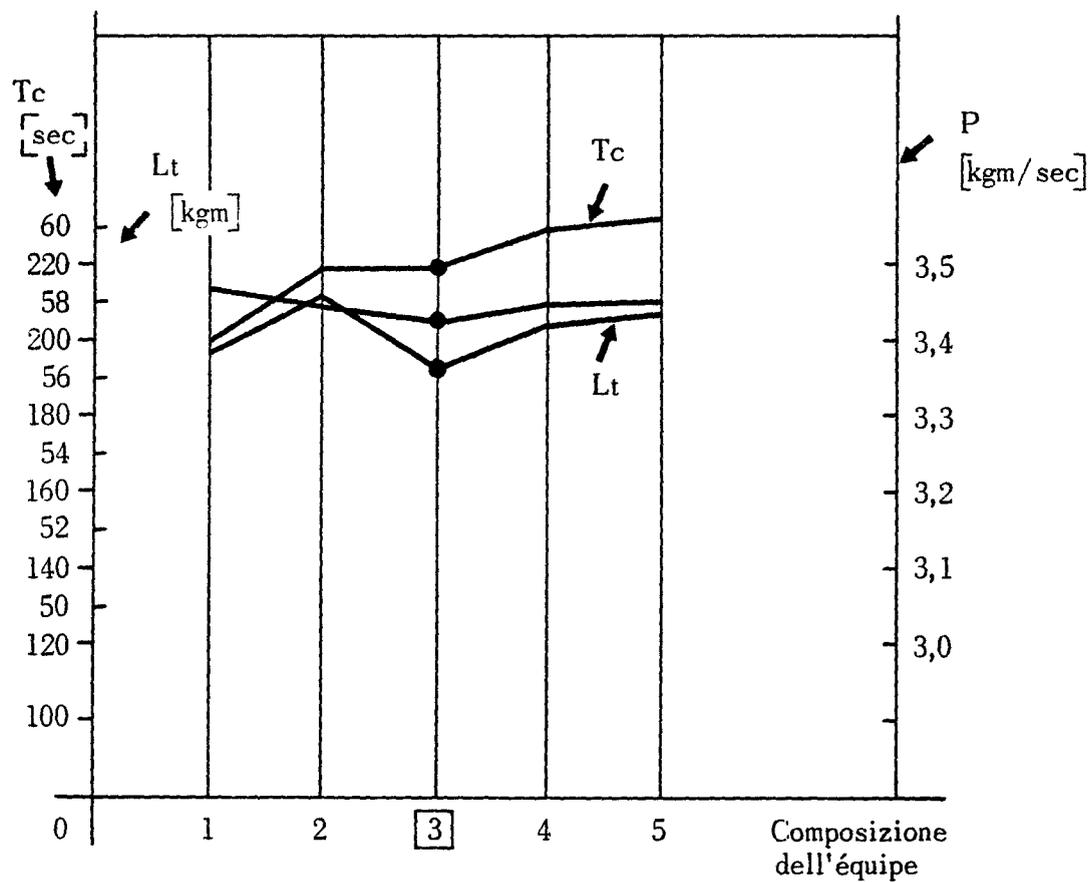
$L_t$  = lavoro compiuto dall'operaio nell'intero ciclo elementare di lavoro in kgm

$T_c$  = tempo critico per il ciclo elementare di lavoro in secondi

$P_m$  = potenza media sviluppata dal singolo operaio, durante il ciclo elementare di lavoro, espressa in kg/sec.

Si veda come lo sviluppo medio di potenza richiesto ad ogni operaio sia minimo in corrispondenza dall'équipe a tre operai.

Nella figura che segue è riportato l'andamento dei tempi critici  $T_c$ , dei lavoratori  $L$  e delle potenze  $P$  del singolo operaio per ogni composizione di équipe e per la lavorazione di profilato tipo  $\square$  110.



## 6. L'avvistamento del pezzo in lavorazione

Nel corso del precedente capitolo, in corrispondenza dell'operazione A (avvistamento del pezzo in lavorazione da parte dell'équipe) ci si è riservati di trattare l'argomento separatamente dalle altre operazioni in quanto, per lo stesso, non è risultato uno sforzo muscolare bensì una percezione visiva.

In base al tipo della lavorazione descritta all'inizio della presente esposizione, il profilato in lavorazione si presenta d'improvviso all'uscita dai canali di gabbia: la parte di esso, immediatamente visibile, non è altro che la sezione trasversale (di testata) dello stesso, la quale presenta un'altissima luminosità a causa dello stato incandescente del materiale che la compone.

Se consideriamo, d'altra parte, che le condizioni di visibilità ambientali sono piuttosto scarse e comunque tali da far risaltare particolarmente la sezione incandescente in questione, ci sembra interessante paragonare la situazione dello operaio in attesa, entro certi termini, a quella di un operatore radar intento ad individuare il presentarsi di un "pip" sullo schermo: in entrambi i casi infatti si ha la percezione di un'informazione da parte di un operatore umano.

E' innanzitutto necessario stabilire due definizioni basilari, alle quali faremo riferimento nel corso della presente trattazione:

- a) soglia di visibilità : si riferisce al livello di segnale di un "pip" che è visto quando l'operatore conosce con precisione in quale parte dello spazio previsto si deve aspettare la sua apparizione, in effetti quindi in questa operazione non deve entrare alcuno sforzo di ricerca visiva.
- b) soglia di detenzione : essa comporta invece il fattore della ricerca visiva : l'operatore quindi è soltanto a conoscenza del fatto che il "pip" può apparire in qualunque punto dello spazio previsto.
- Le soglie di visibilità sono quindi, di logica, più basse di quelle di detenzione.

Riferendosi al nostro caso, si passa praticamente dalla luminosità più completa in corrispondenza della sezione incandescente al buio o quasi delle zone circostanti; ne viene che nell'intero campo di variazione c'è una ristretta zona, che rappresenta l'optimum ai fini operativi. D'altra parte la soglia di visibilità è in funzione della distanza e quindi la stessa interviene nella delimitazione della zona suddetta. La soglia di visibilità è inoltre migliore, cioè più bassa, in rapporto alla grandezza del "pip" se quindi con tal nome chiamiamo per analogia la sezione incandescente, ne viene che la dimensione del profilato in lavorazione influisce direttamente sulla soglia di visibilità suddetta.

---

Si chiama "pip", in senso generale, una qualsiasi zona di un tubo a raggi catodici nella quale si apprezza un aumento della luminosità del fosforo.

Inoltre interviene il fenomeno di adattamento : in particolare all'atto della presentazione del "pip" (o sezione incandescente) l'occhio necessita di un certo tempo prima di poter "ubicare" il "pip" relativamente alle zone circostanti, passando le stesse nel buio completo a causa della forte luminosità di esso. A cio' si aggiungono, d'altra parte, i fenomeni di fatica ai quali gli occhi degli operai sono certamente soggetti.

Agli effetti dell'attenzione visiva da parte dell'operaio, è utile analizzare i diversi movimenti degli occhi, che, in generale nel nostro caso possono considerarsi tre:

- a) movimenti di insegnamento che, normalmente, non sono bruschi permettendo una visione continua dell'oggetto che è in moto relativo rispetto alla testa
- b) movimenti compensatori che differiscono dai precedenti unicamente in quanto è la testa che si muove rispetto all'oggetto
- c) movimenti veloci e a scatti che intervengono generalmente nella lettura : si è convenuto ormai che, durante questo tipo di movimenti, non vi è percezione visiva.

Nel caso in cui poi l'occhio guardi fisso un oggetto si dice che esso è in "fissazione visiva".

La durata media dei movimenti suddetti varia tra i 30 e i 35 metri secondi mentre la durata dei periodi di "fissazione visiva" che sono intercalati ai precedenti, è dell'ordine dei 500-800 metri sec. Ne consegue quindi, con riferimento alla operazione in questione (avvistamento del pezzo di lavorazione) che possono verificarsi dei fenomeni di "stress" per

l'occhio sottoposto ad urtazione prolungata. Infine la forma e le dimensioni delle sezioni incandescenti come nel caso dei "pips", influiscono sulla facilità di identificazione.

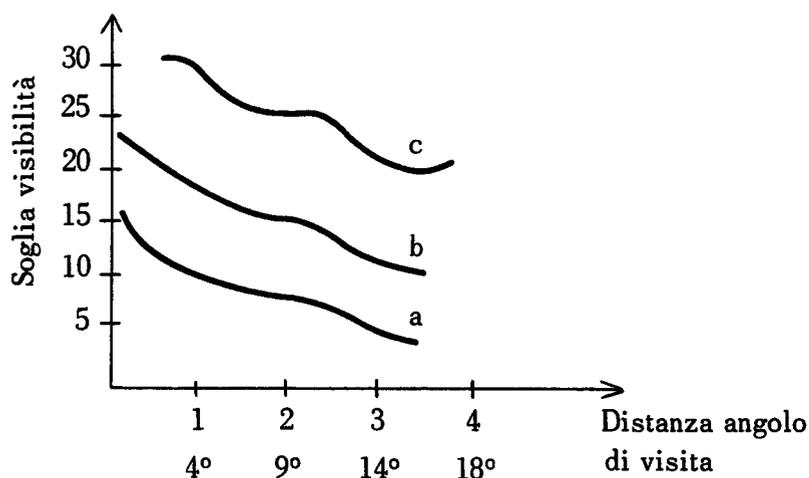
Per i "pips" è constatato °) infatti, come un quadrato sia facilmente distinguibile da un cerchio o da una croce, mentre si ha una maggiore difficoltà nel distinguere un rettangolo da un pentagono : nel nostro caso quindi possiamo pensare che la forma della sezione incandescente possa influire sulla rapidità di avvistamento della stessa da parte dell'operaio : la ricerca di essa, in corrispondenza della gabbia di laminazione in funzione, farà in modo che gli oggetti circostanti, giacenti nello stesso piano, siano individuati meno chiaramente impedendo quindi, come già accennato, la sicura ubicazione della sezione incandescente, in movimento, rispetto ad altri oggetti o punti fissi (ad esempio la via a rulli).

Studi effettuati nel caso degli schermi radar °°), hanno dimostrato come il peggioramento della soglia di visibilità sia approssimativamente proporzionale allo spostamento angolare dal punto fissato dall'occhio al "pip", la figura seguente mostra l'andamento della soglia di visibilità in funzione della distanza dal punto fissato per "pip" di diversa dimensione decrescente da c a a.

---

°) H.M.Bowen - "Optimum symbol, for radar displays" - Human Factors 1960, vol. 2, pagg. 28-33.

°°) S.B. Williams - "Visibility on cathodo-ray tube screens : viewing angle" - J. Opt.Soc.Amer. - vol. 39.



Intuitivamente si può quindi affermare che più grandi sono le dimensioni del "pip" e migliore è la soglia di visibilità.

Le soglie di detenzione sono peggiori di quelle di visibilità poichè le probabilità di essere in "fissazione visiva" in corrispondenza della giusta regione dello spazio non sono molte.

In definitiva, quindi per quanto riguarda l'operazione di avvistamento della barra in lavorazione ed in base all'analogia citata, si pensa di ritenere che sul tempo necessario per l'avvistamento stesso influiscono :

- a) la sezione del profilato (forma e dimensione)
- b) la distanza dell'operaio dalla gabbia in funzione
- c) tempo di esposizione dell'occhio all'osservazione.

Quanto sopra è stato esposto in termini del tutto generali ed è da considerarsi quale proposta di interpretazione del meccanismo relativo all'operazione in questione.

#### 7. Il movimento del pezzo in lavorazione

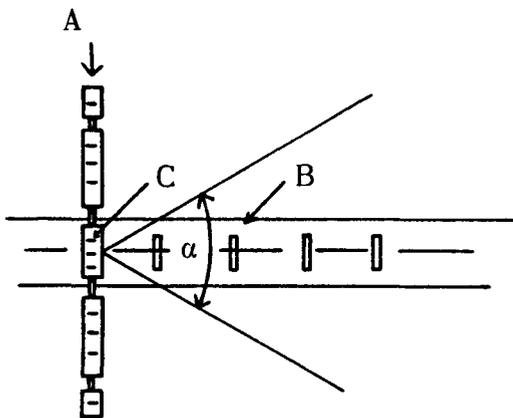
Riferendoci a quanto esposto nel corso dell'esposizione delle operazioni elementari, si è ritenuto utile approfondire

seppur in modo schematico, lo svolgimento dell'operazione da noi indicata con la lettera "C", corrispondente all'avanzamento della barra in lavorazione sulla via a rulli, più precisamente si è inteso indicare, schematicamente, il movimento che il pezzo compie relativamente alla via a rulli mettendolo in rapporto alle possibilità di movimento che l'équipe di lavoro ha relativamente ad esso.

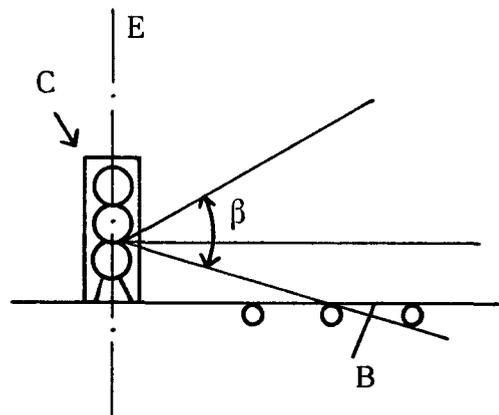
Innanzitutto, si fa notare come la deviazione fuoruscita del pezzo in lavorazione dai canali di gabbia possa verificarsi con una certa angolazione rispetto all'asse principale della via a rulli. Detta angolazione va logicamente intesa in senso spaziale intendendosi con cio' indicare la possibilità che il pezzo ha di presentarsi "angolato" sia nel piano orizzontale che in quello verticale.

La figura che segue indica chiaramente quanto esposto :

Angolazione in piano orizzontale

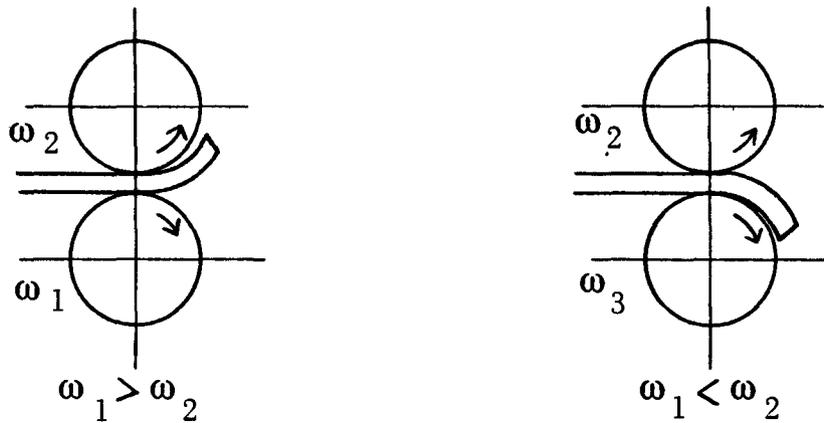


Angolazione in piano verticale



L'ampiezza degli angoli citati è legata all'andamento della lavorazione, essendo la stessa in stretto rapporto con le condizioni di plasticità del materiale da laminare, l'aderenza tra lo stesso materiale ed i rulli della gabbia, la giusta posizione delle "guardie", ecc....

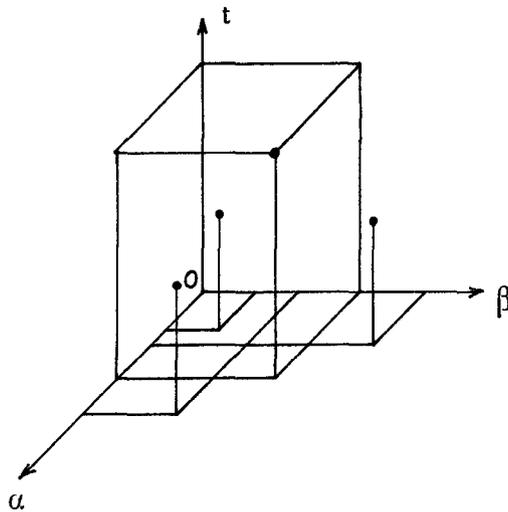
Il laminato, uscendo dal "calibro" tende ad avvolgersi sul cilindro superiore o su quello inferiore a seconda che prevalga la velocità periferica del cilindro opposto, come mostrato nella figura seguente:



Ne viene di conseguenza che, per ogni ciclo elementare di lavoro, il pezzo da laminare seguirà una traiettoria, che definiremo "spaziale", in dipendenza degli articoli  $\alpha$  e  $\beta$  sopra definiti. Contemporaneamente, il percorso che l'équipe di lavoro dovrà compiere per portarsi, al momento opportuno, attorno al pezzo completamente fuoruscito dalla gabbia, sarà strettamente legato a detta traiettoria. Se si considera la brevità dei tempi di svolgimento della fase di avvicinamento al pezzo (operazione D) e la contemporaneità, o spazi, con l'operazione C (fuoruscita del

pezzo sulla via a rulli) appare evidente l'estrema necessità, da parte dell'équipe, di poter individuare con precisione, fin dal primo istante, l'angolatura "spaziale" assunta dal pezzo in lavorazione.

Quindi il tempo di spostamento dell'équipe ( e quindi la lunghezza del percorso da essa compiuto) è vincolato all'angolo "spaziale" suddetto : detta dipendenza può esprimersi mediante uno stereogramma avente sui tre assi ortogonali  $\alpha$  e  $\beta$  ed il tempo di spostamento dell'équipe come rappresentato schematicamente in figura



In particolare, appare evidente che più gli angoli  $\alpha$  e  $\beta$  sono ampi, maggiore sarà la "deviazione" dell'asse longitudinale del piano a rulli, cioè maggiore sarà l'allontanamento del pezzo in lavorazione dalla normale traiettoria : in dipendenza di ciò, maggiore risulta il tempo impiegato dall'équipe per raggiungere la testata della barra incandescente.

La maggiorazione del tempo suddetto è anche dovuta in parte, alla sorpresa che fa sì che l'équipe perda alcuni istanti

prima di muoversi nella direzione ritenuta la più probabile per raggiungere la testata suddetta.

Con indagine adeguata, basata su rilevazioni in loco, è quindi possibile redigere uno stereogramma mediante il quale rappresentare il tempo di svolgimento dell'operazione in esame in rapporto al comportamento in movimento del pezzo in lavorazione : più precisamente sarà possibile inserire nel reticolo PERT, rappresentante il ciclo elementare di lavoro, successivamente i tempi ricavati onde controllare fino a quale limite sia possibile una deviazione spaziale (o anche nei singoli piani) da parte del pezzo in lavorazione senza variazione del "percorso critico". Si può ben capire come, sullo svolgimento della fase in esame abbia notevole influenza quanto esposto al cap. 6, sulla fase di avvistamento del pezzo in fuoruscita dai canali di gabbia.

#### 8. Conclusioni

Quanto esposto nella presente parte, tende a mettere in evidenza l'importanza dello studio del singolo posto di lavoro per la determinazione della pericolosità intrinseca allo stesso.

Nel caso in esame, prescelto per lo studio particolare di un posto di lavoro nell'ambito del reparto oggetto della nostra ricerca, tre componenti concorrono a determinare il grado di pericolosità del posto di lavoro stesso e precisamente :

- a) la componente organizzativa rappresentata dallo studio approfondito del ciclo elementare di lavoro mediante un reticolo PERT, per le diverse composizioni dell'équipe di lavoro
- b) la componente ergonomica rappresentata dallo studio degli sforzi muscolari per le singole operazioni e dai calcoli relativi allo sviluppo di potenza medio e istantaneo richiesto ai singoli operai componenti l'équipe di lavoro
- c) la componente tecnologica rappresentata dallo studio delle relazioni intercorrenti tra le condizioni di usura dei macchinari e le conseguenti modificazioni delle componenti precedenti.

In ogni caso risulta che le condizioni di maggiore esauribilità sono causa di eccesso di sforzo muscolare cui consegue:

- a) una minor velocità nei movimenti
- b) una minore coordinazione muscolare
- c) un aumento dei tempi di reazione agli stimoli.

Lo studio di cui sopra è in ogni caso estensibile a qualsiasi altro posto di lavoro, sia esso singolo che di équipe, ed a qualsiasi tipo di lavoro specifico avendo per base unicamente dei metodi assolutamente generali ed universali.

PARTE QUARTA

=====

CONCLUSIONI ED INDICAZIONI OPERATIVE

1. L'esame della letteratura in materia di sicurezza, ed i risultati delle riunioni tenute a conclusione del primo programma quadro "Fattori Umani Sicurezza" della C.E.C.A. hanno permesso di concludere che l'infortunio di per sè, qualunque sia la sua misura, non appare un criterio valido per la valutazione della pericolosità.

L'infortunio, inoltre, pure nella sua apparente obiettività si è rilevato un fenomeno la cui ricostruzione patogenetica non è riconducibile ad un meccanismo causalistico; ciò in rapporto alla non attuabilità di una sperimentazione, e quindi di una predizione del fenomeno, da cui deriva l'impossibilità a scegliere tra diversi modelli interpretativi.

L'esempio più tipico, in materia, che in un certo senso segno' la crisi dell'indirizzo statistico, è quello dato da due modelli - di YULE e GREENWOOD di POLYA - che partendo da ipotesi diametralmente opposte giungono alla stessa legge di distribuzione degli infortuni. In questo senso è anche da vedersi la crisi intervenuta per l'impossibilità di risolvere il conflitto tra indirizzi completamente diversi, quali ad esempio quello che riconduce la causa degli infortuni al comportamento del singolo e quello che

vede l'infortunio come un fenomeno di così inestricabili cause tale da essere ricondotto ad un fenomeno casuale.

Un'indicazione particolarmente interessante, ai fini di una diversa utilizzazione dei dati sugli infortuni, è quella che identifica questo fenomeno come un mezzo per studiare il divenire di un processo produttivo, potendosi separare, attraverso la ricerca di leggi di distribuzione, i limiti di una situazione "patologica" da una "fisiologica". Queste indicazioni, che sono affiorate da scritti di indirizzi diversi, tendono a superare nettamente la concezione che l'infortunio sia fenomeno enucleabile con caratteri di autonomia (quindi interpretabile con modelli causali), e pongono in evidenza che l'infortunio è invece un modo d'essere di quel particolare processo che è il divenire di un organismo.

Un processo qualsiasi (quello economico e produttivo in particolare) si presenta come un flusso continuo di operazioni economiche e tecnologiche che non solo non può essere economicamente interrotto ma che può essere studiato nel suo divenire solo attraverso l'esame delle tracce visibili che il processo stesso lascia dietro di sé. Esempi di tali tracce sono appunto gli infortuni sul lavoro, le percentuali dei pezzi difettosi, il numero di utensili da sostituire nell'unità di tempo e così via. E queste tracce visibili, studiando la variabilità delle quali otteniamo informazioni intorno alla fisiologicità del processo, si presentano come

variabili statistiche cioè come insiemi di valori di grandezze  $X$  ad  $n$  dimensioni  $x_1, x_2 \dots x_n$  munite di frequenze  $p$  ( $p_1, p_2 \dots p_n$ ) per ogni gruppo di  $n$  valori.

2. In relazione alle ultime considerazioni, ci siamo proposti di risolvere il problema nel quadro della ricerca operativa che è tipicamente caratterizzata dall'associare la grandezza sotto controllo ad altre che siano manovrabili.

L'infortunio, pur essendo l'aspetto sintetico della patologicità o fisiologicità del processo produttivo, è registrabile e controllabile ma non manovrabile al di là di tutti quegli accorgimenti tecnici che formano quel ramo dell'ingegneria che va sotto il nome di antinfortunistica. Noi ci siamo posti nelle condizioni di sostituire all'infortunio un'altra traccia visibile del processo, che chiamiamo "comportamento pericoloso", che inserito in un adeguato modello permette di avere un quadro operativo capace di regolare e programmare il processo produttivo.

Con queste premesse il modello della ricerca può essere così sintetizzato :

Indicando con  $U_t$  il grado di pericolosità di un certo posto di lavoro al tempo  $t$  ed indicando inoltre con :

- a)  $x_t$  un indice del comportamento non pericoloso, dell'operaio al tempo  $t$

- b)  $y_1(t)$  un indice della "velocità" del processo
- c)  $y_2(t)$  un indice della pericolosità intrinseca del processo tecnologico,

il modello si può esprimere con la relazione :

$$U_t = -a x_t + b y_{1t} + c y_{2t}$$

che fa confluire quindi nella pericolosità dei posti di lavoro non solo quella che è intrinseca alla tecnologia (+c  $y_{2t}$ ) ma quella dovuta alla organizzazione aziendale (b  $y_{1t}$ ) e quella dovuta al comportamento umano di sicurezza (-a  $x_t$ ).

Perché questa relazione diventi da mera descrizione, equazione di previsione occorre esplicitare le correlazioni esistenti tra le componenti di  $U_t$ .

Tali relazioni danno luogo a due distinti modelli tra loro concatenati.

Il primo collega le due grandezze  $y_{1t}$  e  $y_{2t}$  e vuole chiarire l'apporto alla pericolosità del lavoro da parte della sola programmazione del processo produttivo, mentre il secondo indica le correlazioni tra il comportamento individuale di sicurezza e la velocità del processo.

L'insieme dei due modelli permette di dimostrare che l'andamento temporale della pericolosità del posto di lavoro è proporzionale a quello del comportamento pericoloso che assume la forma di una equazione differenziale stocastica del secondo ordine, l'esame della quale permette di precisare la natura pseudociclica del fenomeno.

3. La pericolosità è misurabile in termini di comportamento pericoloso in quanto questo trascina con sé, attraverso i due modelli di interdipendenza, tutte le componenti della pericolosità : l'infortunio d'altra parte, se non è misura, è però espressione tangibile di una situazione pericolosa. Occorre pertanto affrontare il problema dei legami tra queste due grandezze : l'infortunio e il comportamento pericoloso. Orbene a noi è parso che tale relazione possa trovarsi considerando la legge di distribuzione degli infortuni come quella dei valori estremi della variabile casuale "comportamento pericoloso".

Se si indica con  $g(\lambda)$  la legge relativa alla distribuzione di tutte le possibilità di pericolosità, cioè che noi osserviamo nella realtà fenomenica come infortuni sul lavoro e altra manifestazione empirica di alta rischiosità può essere pensato come la variabile casuale dei valori estremi minimi di  $g(\lambda)$ .

Se consideriamo un campione di  $n$  azioni rischiose e indichiamo ora con  $x$  il v.mo valore dall'alto dei risultati osservati posti in ordine crescente di grandezza, la probabilità perché  $n - k$  siano inferiori a  $x$  e  $k$ , siano maggiori di  $x+dx$  mentre il rimanente cada in  $x$  e  $x+dx$  è data da

$$F_K(x) = dx = n \binom{n-1}{n-1} [G(x)]^{n-h} [1-G(x)]^{k-1} g(x) dx$$

dove  $G(x)$  è la curva di ripartizione di  $g(x)$ .

Se introduciamo la variabile  $\xi$  data dalla trasformazione

$$\xi = n [ I - G(x) ]$$

Abbiamo  $0 \leq \xi \leq n$  e la funzione di frequenza  $\xi$  è

$$h_k(\xi) = \binom{h-1}{k-1} \left(\frac{\xi}{h}\right)^{k-1} \left(1 - \frac{\xi}{h}\right)^{h-k}.$$

Al tendere di  $n \rightarrow \infty$ ,  $h_k(\xi)$  converge per ogni  $\xi \geq 0$

al limite :

$$\lim_{n \rightarrow \xi} h_k(\xi) = \frac{\xi^{(k-1)}}{(k)} e^{-\xi}$$

che è del tipo di Poisson.

Pertanto si è dimostrato rigorosamente come le manifestazioni rischiose abbiano nella loro espressione fenomenica distribuzioni del tipo di Poisson, il che è da lungo tempo nozione acquisita.

Questa rigorosa dimostrazione della legge di Poisson come discriminante la situazione di fisiologicità o patologicità del processo produttivo è importante per chiudere logicamente quella frattura che si era venuta formando tra le ricerche intorno agli infortuni e quelle intorno alla pericolosità.

Si può così comprendere come l'infortunio tenda a prodursi costantemente in clima di alta pericolosità ma contemporaneamente come manifestazione casuale nella sua estrinsecazione effettiva.

4. Perché tutto quanto precede risulti effettivamente attuabile, agli effetti del controllo del processo produttivo, occorre che le grandezze che intervengono nel modello siano misurabili.

D'altronde, si è dimostrato che è sufficiente la esplicitazione della misura del comportamento pericoloso.

La nostra proposta si articola nei seguenti punti :

- a) Il comportamento dell'individuo verso la sicurezza è misurabile attraverso la composizione di  $n$  fattori elementari indipendenti.
- b) Ogni fattore  $F_i$  elementare osservato è una variabile statistica  $x_i$  e la grandezza che si deve considerare come misura del fattore  $F_i$  è espressa da :

$$\lambda_i = \frac{x_i}{I - x_i}$$

cioè qualsiasi fattore è misurato in termine della sua deficienza  $(1-x_i)$ .

Le leggi di composizione dei fattori elementari possono essere estremamente varie riflettendo ipotesi diverse sulla struttura della partecipazione dei fattori alla misura complessiva delle attitudini individuali ad un lavoro.

Cio' premesso, le leggi di composizione che noi proponiamo sono le seguenti:

$$1. \quad \lambda^{(i,j)} = \lambda_i \cdot \lambda_j = \frac{x_i}{I - x_i} \cdot \frac{x_j}{I - x_j}$$

$$2. \quad z^{(i,j)} = \frac{x_i x_j}{x_i x_j + (I - x_i)(I - x_j)}$$

tra loro legate dalla relazione 
$$z = \frac{\lambda}{1 + \lambda}$$

c) Le leggi di composizione (1) e (2) sono state proposte pensando che nel concetto di misura dell'atteggiamento verso la sicurezza si dovesse inglobare la necessità di considerare come essenziali tutti gli atteggiamenti elementari  $x_1$ .

Pertanto il prodotto delle variabili casuali  $x_i$  si presenta come più consono che non la somma a marcare questa necessarietà.

d) La nostra ricerca concreta è stata però condotta sulla base della legge di composizione (1) e nell'ipotesi più operativa che le singole variabili elementari  $\lambda$  fossero discrete del tipo

$$\lambda_i = \begin{cases} a & b & a \neq 0 \\ q_i & p_i & b \neq 0 \end{cases} \frac{a}{b} I$$

e) Se le variabili  $\lambda_i$  sono tra loro diverse e con più valori nessuna difficoltà si trova ad esprimere la legge di distribuzione di  $\lambda^{(n)}$  e  $y^{(n)}$ .

f) Dalla conoscenza dei valori di  $y^{(n)} = \frac{\lambda^{(n)}}{b^n}$  si può risalire ad una misura del grado di sicurezza  $S$  attraverso la seguente trasformazione di variabile :

$$S = \left[ \frac{y^{(n)} + \theta}{1 - y^{(n)}} \right]^k$$

dove  $k, \theta$  sono parametri definenti la struttura di

pericolosità del posto di lavoro di un processo produttivo.

La scelta del valore di  $k$  può essere fatta sulla base dell'osservazione dei valori di  $\lambda$  relativi a infortuni di diverso grado di gravità.

g) Le variabili statistiche che vennero osservate come criteri di comportamento furono le seguenti :

- $x_1$  = spostamento nell'area di lavoro
- $x_2$  = attrezzature antinfortunistiche
- $x_3$  = attrezzatura di lavoro
- $x_4$  = comportamento in sede di lavoro

5. La verifica delle ipotesi enunciate è stata condotta attraverso la raccolta di dati, nel reparto laminatoio della Breda Siderurgica ed in particolare sul treno di laminazione 600 di tipo tradizionale.

Sono stati osservati e registrati in 1.353 cicli elementari di lavoro gli elementi relativi a :

- a) comportamento lavorativo sia del singolo operaio che della squadra di lavoro (tempi d'azione, spostamenti, stato delle attrezzature di lavoro, uso dei mezzi antinfortunistici, adeguamento alle norme aziendali di sicurezza, numero dei componenti la squadra impegnati nell'azione);
- b) condizioni dell'ambiente di lavoro : temperatura, pressione atmosferica, luminosità, rumorosità;
- c) caratteristiche tecnologiche del posto di lavoro studiate attraverso un'analisi reticolare (PERT);

- d) caratteristiche ergonomiche del posto di lavoro studiate in rapporto agli sforzi muscolari richiesti ed alle caratteristiche tecnologiche del prodotto per ogni operazione elementare;
- e) caratteristiche psicomotorie e psicosensoriali rilevate nel decorso temporale per i singoli componenti l'unità di lavorazione.

La scelta dell'unità di lavorazione è stata il risultato di una lunga indagine condotta sull'intera struttura aziendale avendo come elemento essenziale di discriminazione la distribuzione spazio-temporale degli infortuni, indagine che è stata continuata per l'intero arco della ricerca.

6. Le principali conclusioni operative che le Aziende possono trarre dalla nostra ricerca ci sembrano rivolgersi in due ben distinte direzioni :

- a) una serie di indicazioni concrete in materia di antinfortunistica;
- b) la possibilità di controllare il processo produttivo attraverso l'esame statistico del comportamento pericoloso.

Le più interessanti indicazioni di cui ad a) sono quelle relative alla correlazione tra comportamento pericoloso e condizioni ambientali : in particolare con la luminosità e la rumorosità dell'ambiente di lavoro.

Si è potuto infatti constatare che in corrispondenza dei valori soglia di 20 lux e 95 db vi è un netto viraggio dell'andamento del comportamento pericoloso.

Per quanto riguarda la luminosità in particolare, i risultati sono confermati da quanto è emerso da tests psicomotori e psicosensoriali che hanno dimostrato il peso predominante che la percezione visiva ha nello svolgimento ottimale delle performances.

A queste indicazioni si possono aggiungere i suggerimenti circa la composizione numerica ottimale delle équipes ai fini della sicurezza, per ogni posto di lavoro e , analiticamente, per ogni operazione elementare della lavorazione.

Per quanto concerne il punto b), si può innanzitutto stabilire una soglia discriminante il comportamento "fisiologico" da quello "patologico" del processo produttivo letto attraverso l'andamento del comportamento pericoloso del soggetto.

Questa soglia discriminante si può ottenere sulla base di considerazioni non solo statistiche ma ergonomiche, con questo termine intendendo un giudizio di pericolosità che consideri i risultati dei valori numerici da noi assegnati attraverso i punteggi ed il giudizio di pericolosità che l'ergonomo può dare con tutto l'ausilio dei metodi della fisiologia e dell'ingegneria.

L'esame statistico dell'andamento delle deviazioni del comportamento osservato dalla soglia discriminante permette di dare, con estrema tempestività attraverso l'analisi del correlogramma, un giudizio sulla struttura qualitativa e

quantitativa del processo produttivo.

Tale controllo continuo (e non consuntivo) permette di migliorare la situazione della pericolosità e, quindi, di ridurre gli infortuni.

7. Nel corso della relazione sono state esposte alcune teorie statistiche, poco note, che intervengono con carattere di essenzialità e generalità in ogni ricerca di questo tipo. In particolare si è dedicato un capitolo alla posizione logica che la teoria dei processi stocastici stazionari ha nel controllo di un processo produttivo.

Dal punto di vista metodologico, è importante rilevare che, dopo aver dimostrato la validità della legge di Poisson nello studio degli infortuni, si è affrontato il problema della sua validità attraverso l'esame sia degli intervalli di tempo tra due infortuni che della distribuzione spaziale degli stessi.

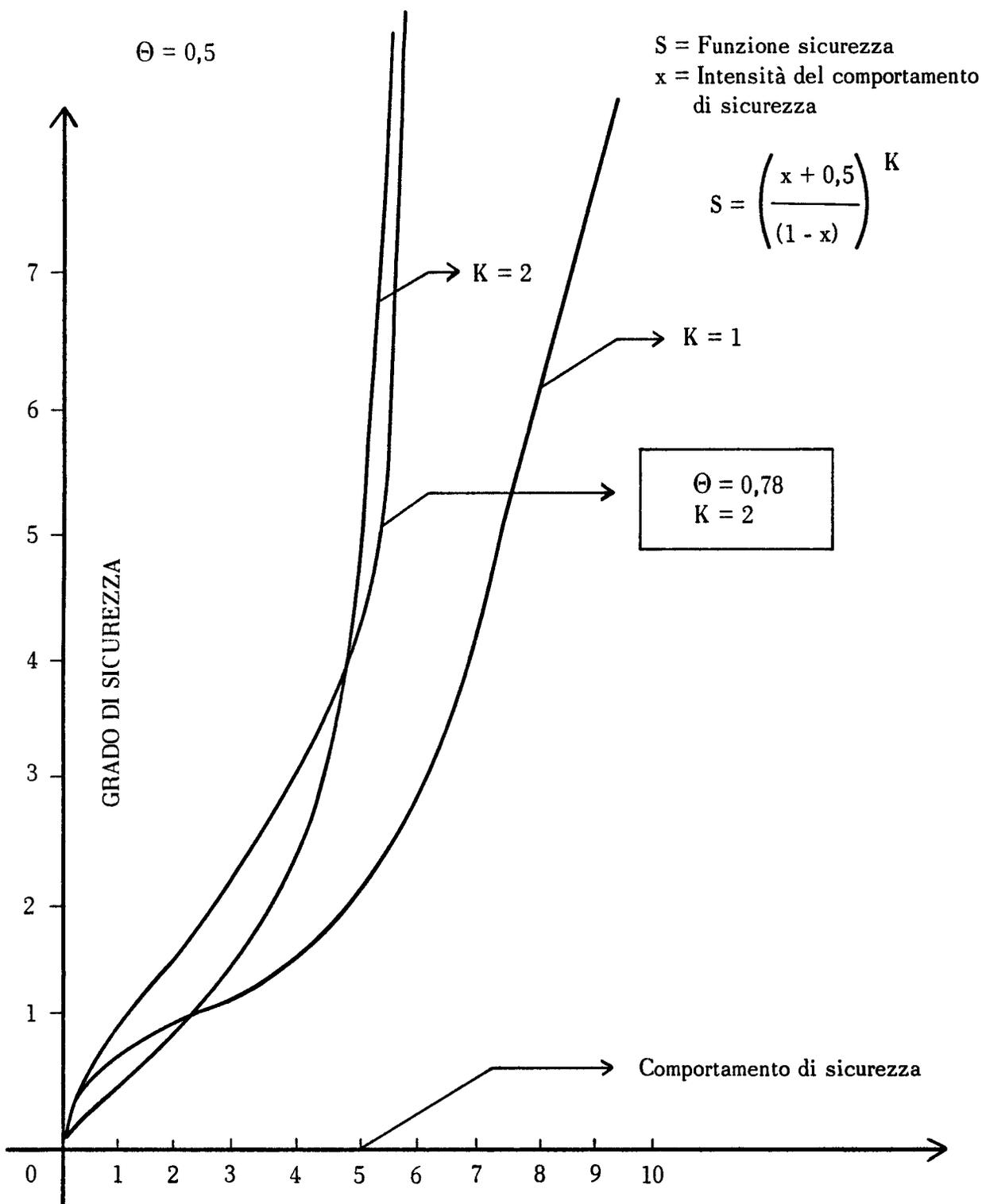
Per ciò che concerne l'indipendenza delle variabili componenti la misura del comportamento pericoloso, si segnala un teorema originale relativo alla media ed alla varianza della variabile casuale prodotto di variabili non indipendenti.

E' altresì da segnalare un nuovo metodo, particolarmente efficace, per risalire dalla legge di distribuzione degli intervalli temporali tra due infortuni o due comportamenti pericolosi, alla legge di distribuzione relativa.

Le elaborazioni statistiche eseguite hanno comportato una serie numerosa di tabelle e diagrammi che si trovano allegati al testo integrale del rapporto finale (Vol. II e Vol. III). A titolo esemplificativo si uniscono al testo presente gli Allegati pagg. 148, 148a, 148b, 148c.

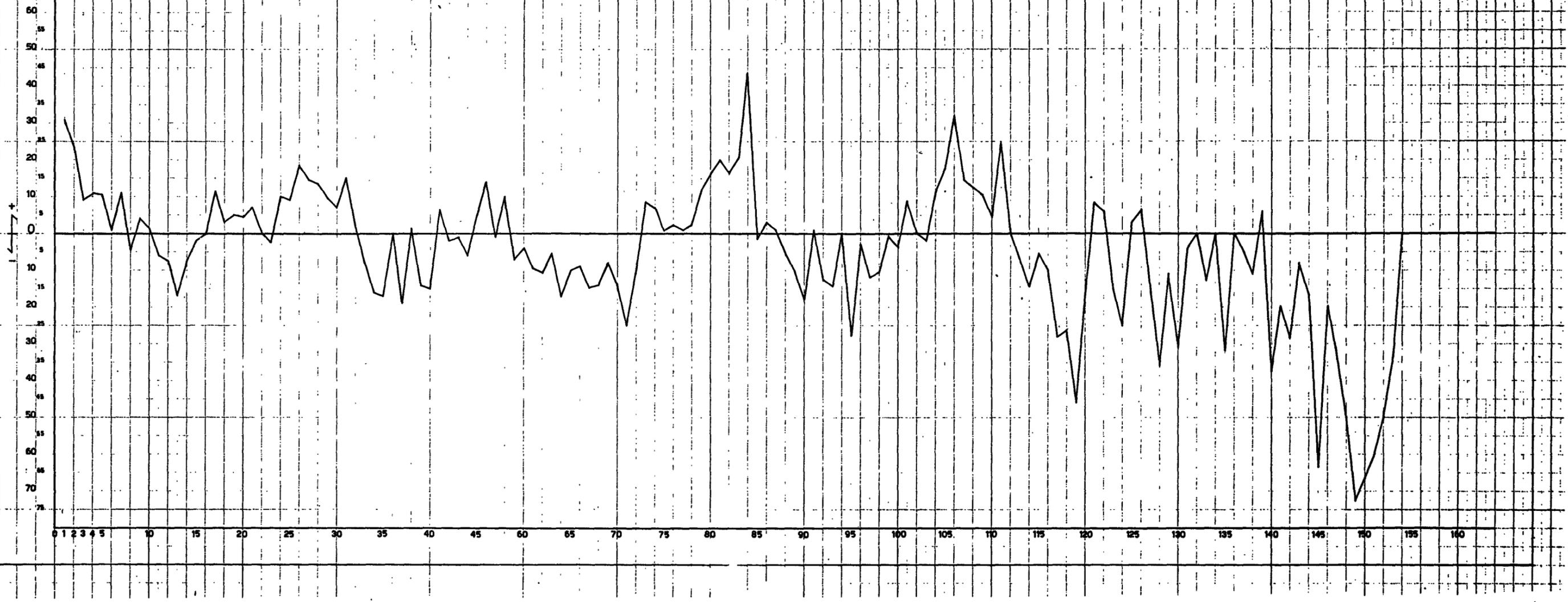
8. Tanto l'impostazione quanto la realizzazione della ricerca hanno contemplato quel carattere interdisciplinare che è risultato il solo atto a consentire di prospettare conclusioni non unilaterali ma di significato generale.

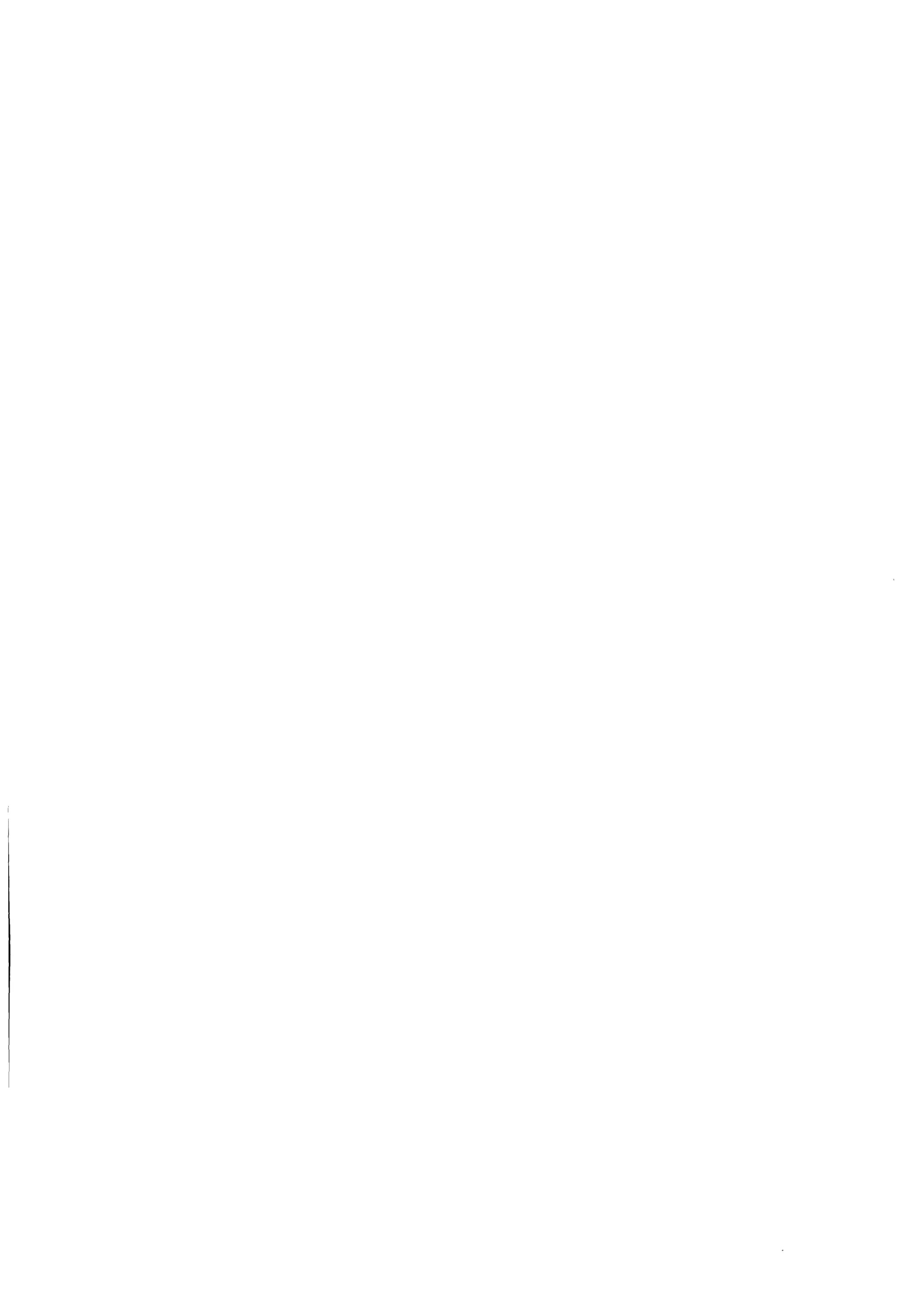
Questo carattere è stato possibile mantenere attraverso la composizione dell'équipe dei ricercatori. Le conclusioni della ricerca sembrano sottolineare la necessità della collaborazione interdisciplinare sia nello studio di problemi scientifici che nella formulazione di suggerimenti concreti nell'ambito aziendale.



RICERCA COMUNITARIA C.E.C.A.  
SULLA SICUREZZA N277

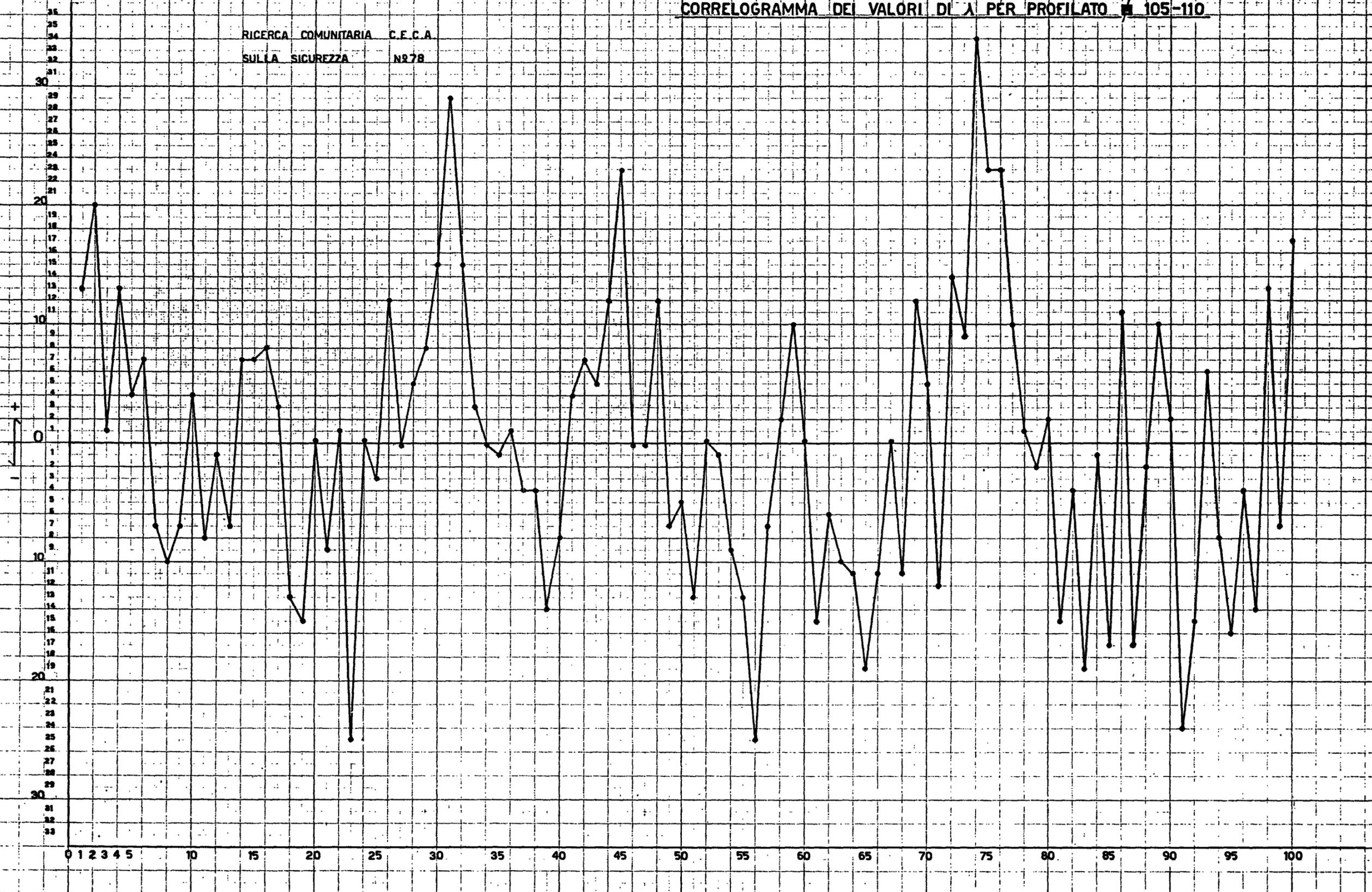
CORRELOGRAMMA INFORTUNI LAMINATOIO ANNI 1963-1964

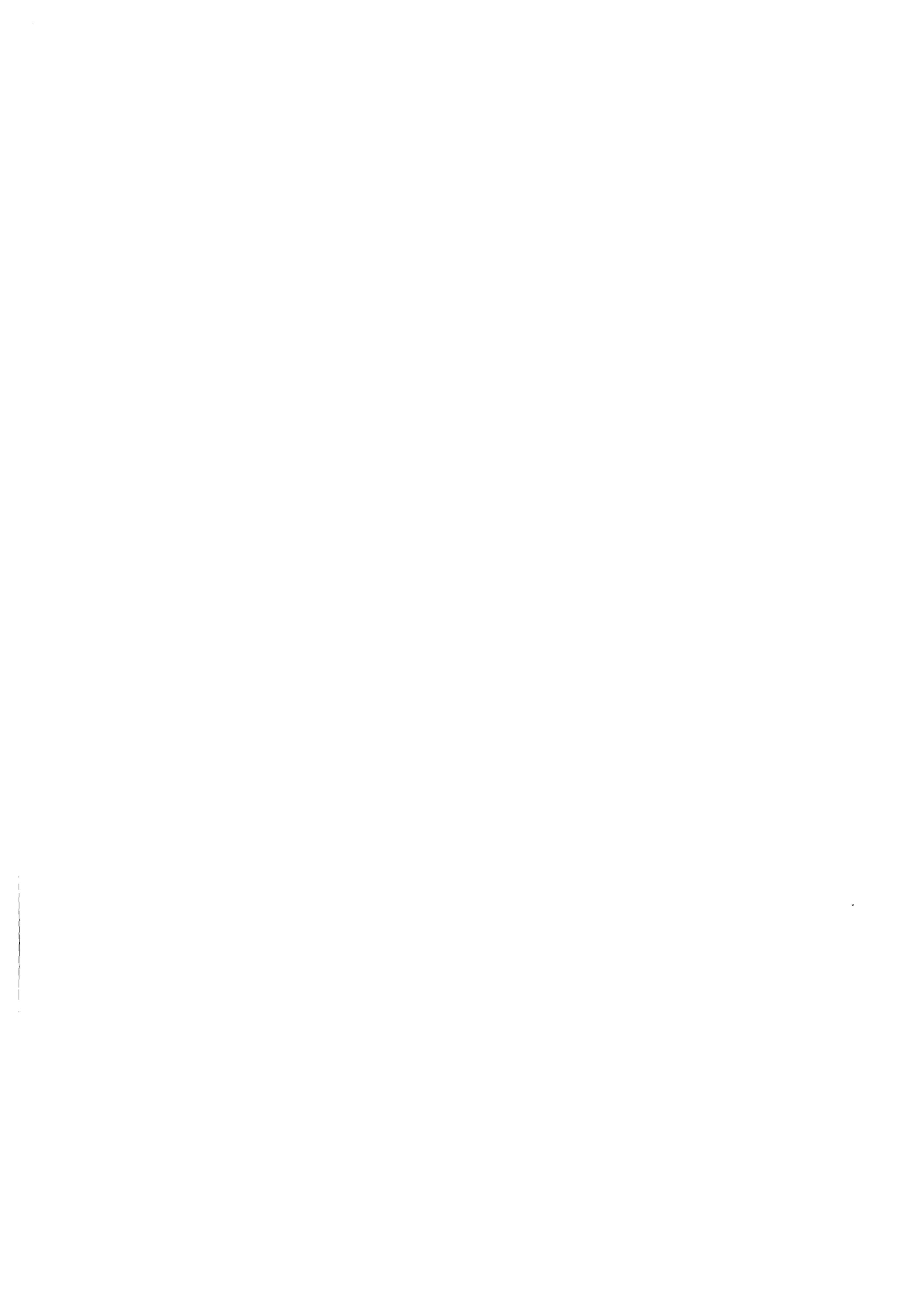




CORRELOGRAMMA DEI VALORI DI  $\lambda$  PER PROFILATO 105-110

RICERCA COMUNITARIA C.F.C.A.  
SULLA SICUREZZA N. 78

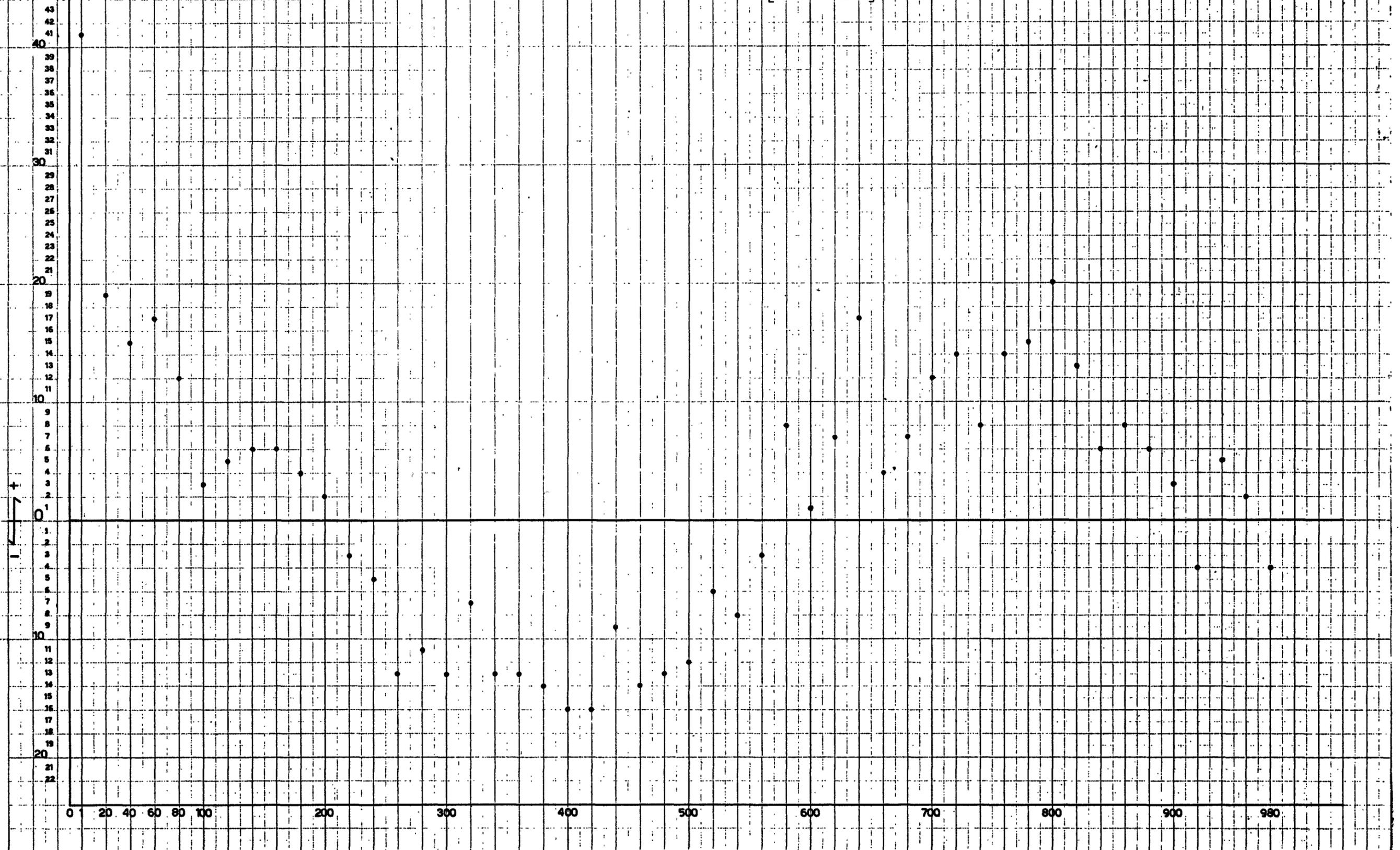




RICERCA COMUNITARIA C.E.C.A.  
SULLA SICUREZZA N° 70

CORRELOGRAMMA DEI VALORI DI  $\lambda$

[OGNI 20 VALORI]





PARTE QUINTA

SUPPLEMENTI

Supplemento N° 1 : Sviluppi matematici della funzione di sicurezza

I massimi delle funzioni di sicurezza dei lavori principali ( $S_1$ ) e dei lavori di recupero o secondari ( $S_2$ ) si scrivono come segue:

$$S_1 = A_1 \log \frac{a_1 y_1 + a_2 y_2 + a_3 y_1 y_2}{a_1 y_1 + a_2 y_2} \quad a_1 y_1 - b_1 y_1$$

$$S_2 = A_2 \log \frac{a_1 y_1 + a_2 y_2 + a_3 y_1 y_2}{a_1 y_1 + a_2 y_2} \quad a_2 y_2 - b_2 y_2$$

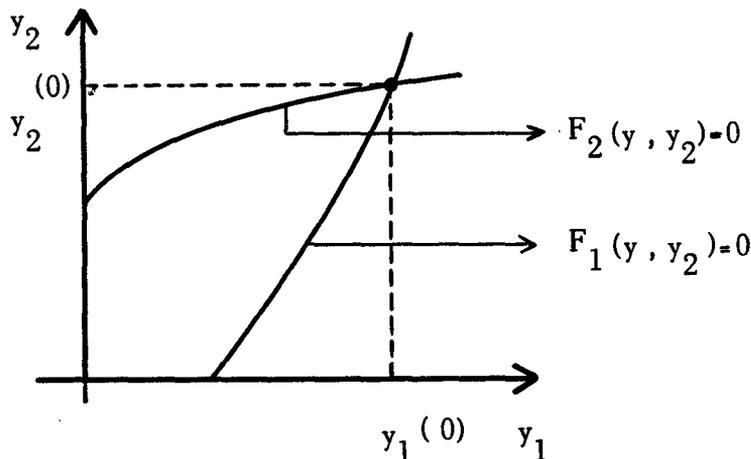
La posizione di ottimalità è data dalle soluzioni del sistema :

$$\frac{\partial S_1}{\partial y_1} = 0 \quad \frac{\partial S_2}{\partial y_2} = 0$$

il che porta all'esame delle due curve

$$\frac{\partial S_1}{\partial y_1} = F_1(y_1, y_2) = 0 \quad \frac{\partial S_2}{\partial y_2} = F_2(y_1, y_2) = 0$$

Come è facile verificare sono due forme quadratiche in  $y_1$  e  $y_2$  che come indicato in figura hanno un punto in comune che è soluzione del problema.



Intorno a questa posizione di equilibrio vi saranno oscillazioni che possono essere descritte dal sistema seguente :

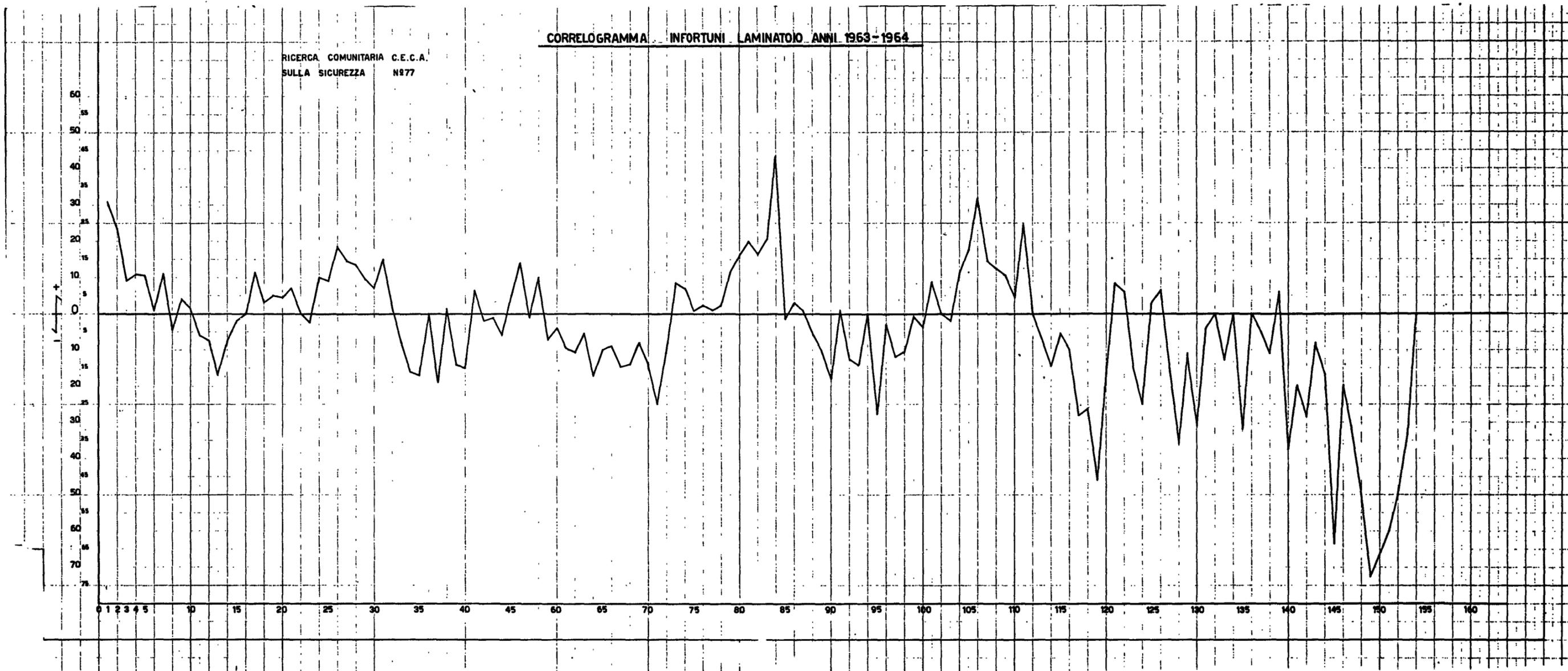
$$(4) \quad \left. \begin{aligned} \frac{dy_1}{dt} &= (a_1 - \gamma_1 y_2) y_1 \\ \frac{dy_2}{dt} &= (-a_2 + \gamma_2 y_1) y_2 \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{dove } y_1 \text{ e } y_2 \text{ si intendono scarti} \\ \text{della condizione di ottimalità} \\ y_1^{(0)} \text{ e } y_2^{(0)} \end{array}$$

che pone in evidenza come esistano due forze diverse che entrano in azione e cioè la spinta per così dire aziendale di ridurre i lavori secondari e aumentare quelli principali e quella di direzione contraria che necessariamente si presenta per effetto della tecnologia.

Infatti, la politica aziendale di regolazione si estrinsecherà con le componenti  $(a_1 y_1)$  nella prima equazione e  $(-a_2 y_2)$  nella seconda, mentre le reazioni dovute alle limitazioni della tecnologia sia nella componente umana che meccanica sono espresse dai termini  $(-\gamma_1 y_1 y_2)$  nella prima equazione regolante la velocità nel tempo di lavoro normale e  $(\gamma_2 y_1 y_2)$  nella seconda descrivente la velocità di tempo di recupero.

L'effetto di questa controreazione che è proporzionale al prodotto  $y_1 y_2$  muta in non lineare il sistema di equazione (4).

Ripetiamo il sistema che scriveremo:





$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dy_1}{dt} = (\varepsilon_1 - \alpha\lambda + \gamma_1 y_2) y_1 \quad \text{con } a_1 = \varepsilon_1 - \alpha\lambda \\ \frac{dy_2}{dt} = (-\varepsilon_2 - \beta\lambda + \gamma_2 y_1) y_2 \quad \quad \quad a_2 = -\varepsilon_2 - \beta\lambda \end{array} \right.$$

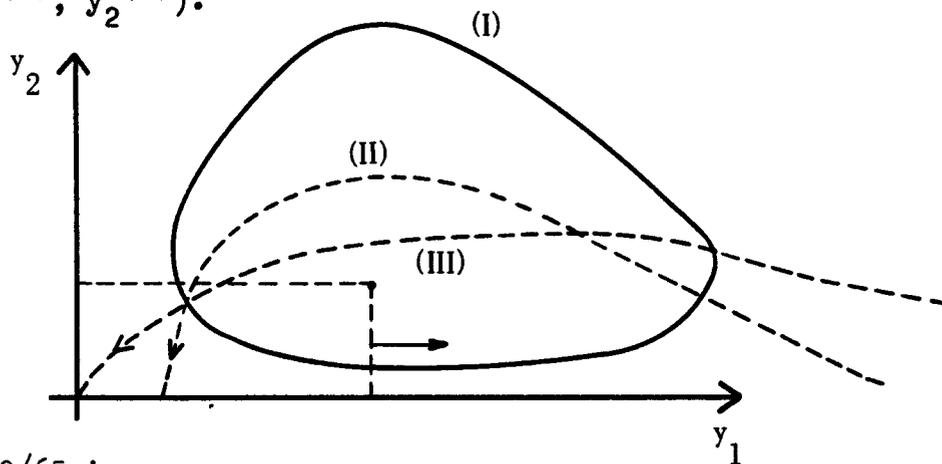
Possono verificarsi tre casi :

- I. Se  $\varepsilon_1 - \alpha\lambda > 0$  cioè se  $\lambda$  è minore di  $\frac{\varepsilon_1}{\alpha}$  si hanno fluttuazioni periodiche
- II. Se  $\varepsilon_1 - \alpha\lambda = 0$  cioè se  $\lambda = \frac{\varepsilon_1}{\alpha}$  le due equazioni diventano con  $\varepsilon_3 = \varepsilon_2 + \varepsilon_1 \frac{\beta}{\alpha}$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dy_1}{dt} = -\gamma_1 y_1 y_2 \\ \frac{dy_2}{dt} = (-\varepsilon_3 + \gamma_2 y_1) y_2 \end{array} \right.$$

e non si hanno fluttuazioni.

- III. Se  $\lambda > \frac{\varepsilon_1}{\alpha}$  in modo che  $\varepsilon_1 - \alpha\lambda = 0$  non si hanno fluttuazioni e i due tempi tendono a zero cioè ai valori di ottimalità  $(y_1^{(0)}, y_2^{(0)})$ .



Gli integrali nei tre casi sono :

$$\begin{aligned}
 \text{I.} \quad y_1 \epsilon_2 e^{-\gamma_2 y_1} &= c' y_2^{-\epsilon_1} e^{\gamma_1 y_2} && \text{Se } \epsilon_1 - \alpha\lambda > 0 \\
 \text{II.} \quad y_1 \epsilon_3 e^{-\gamma_2 y_1} &= c'' e^{\gamma_1 y_2} && \text{Se } \epsilon_1 - \alpha\lambda = 0 \\
 \text{III.} \quad y_1 \epsilon_3 e^{-\gamma_2 y_1} &= c''' e^{\gamma_1 y_2} y_2^n && \text{Se } \epsilon_1 - \alpha\lambda < 0
 \end{aligned}$$

La seconda correlazione che è necessario esaminare è quella che passa tra il comportamento di sicurezza  $x_t$  e la velocità del processo che misuriamo con l'attività di recupero ed espresso da  $y_{2,t}$  (che indicheremo semplicemente con  $y_t$  poichè non vi è più fonte di equivoci). Questo modello è descritto nella sua formulazione più semplice ma sufficientemente aderente alla realtà del sistema di equazioni seguente :

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dx_t}{dt} = -a_{11} x_t + a_{12} y_t \\ \frac{dy}{dt} = -a_{21} x_t + a_{22} y_t \end{array} \right. \quad (.)$$

La prima equazione descrive il fatto che il vettore "variazioni nel comportamento di sicurezza" da parte dell'operatore umano nell'intervallo di tempo  $dt$  è composto da due componenti:

1. inerzia o abitudine che ha quindi segno contrario e che è espressa dal termine  $(-a_{11} x_t)$

2. apprendimento e quindi adattamento alla mutata velocità del processo produttivo che sollecita una modificazione del comportamento di sicurezza nello stesso senso e che è espresso dal termine  $(+a_{12} y_t)$ . La seconda equazione descrive il fatto che il vettore variazioni  $\frac{dy}{dt}$  della velocità del processo produttivo è composto a sua volta da due componenti :

- a) effetto della modificazione nel comportamento di sicurezza  $x_t$  che tende ad accelerare la velocità del processo che è quindi spiegato col termine  $(+a_{21} x_t)$ ;
- b) effetto di inerzia o di autoregolazione del processo dovuto ai programmatori del sistema, che può avere segno positivo o negativo e che è indicato con  $a_{22} y_t$  (con  $a_{22}$  positivo o negativo).

Il termine  $a_{22} y_t$  può essere in prima approssimazione tralasciato poichè è stato esaminato nel modello precedente e la soluzione del sistema (.) con  $a_{22} = 0$  diventa quella dell'equazione di secondo ordine.

$$\frac{dx^2}{dt^2} + a_{11} \frac{dx}{dt} - a_{12} a_{21} x = 0$$

che è della forma

$$x_t = p^t (A \cos \theta t + B \sin \theta t)$$

$$\text{con } p = \sqrt{a_{11} a_{21}}$$

$$\cos \theta = - \frac{a_{11}}{2 \sqrt{a_{11} a_{21}}}$$

Il modello esposto è un caso particolare di quello più generale che è descritto dal sistema :

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dx}{dt} = a_{11}x + a_{12}y \\ \frac{dy}{dt} = a_{21}x + a_{22}y \end{array} \right. \quad \text{con} \quad \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} \neq 0$$

che ha come soluzione :

$$\begin{aligned} x_t &= c_1 \lambda_1^t + c_2 \lambda_2^t \\ y_t &= c_3 \lambda_1^t + c_4 \lambda_2^t \end{aligned}$$

dove  $C_1$  e  $C_2$  sono le radici dell'equazione caratteristica.

$$\lambda^2 - (a_{11} + a_{22})\lambda + (a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}) = 0$$

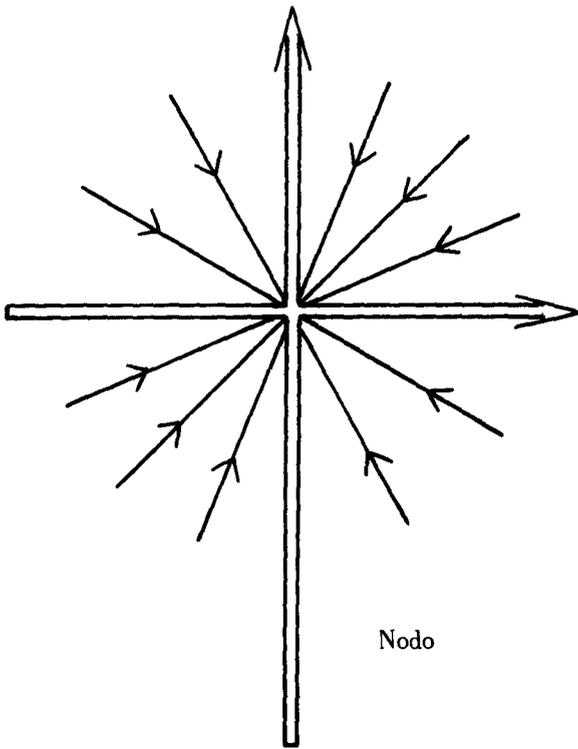
A seconda del segno e del valore di  $\lambda_1$  e  $\lambda_2$  avremo diverse configurazioni (che qui ricordiamo brevemente) tutte possibili comportamenti del nostro processo. Il caso da noi esposto inizialmente è quello che però a priori appare il più probabile.

L'esposizione in forma grafica dei diversi casi è ottenuta esprimendo la relazione tra  $x$  e  $y$  eliminata la variabile  $t$ .

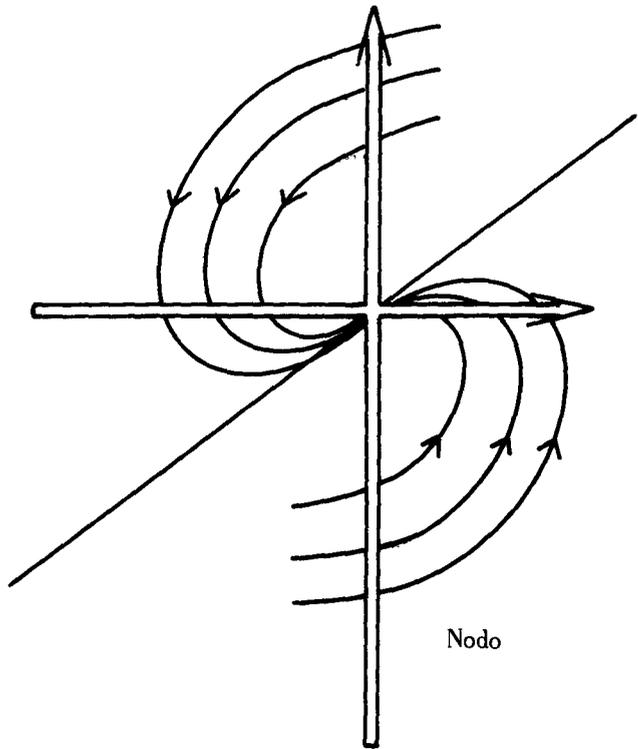
Cioè le varie configurazioni sono soluzioni dell'equazione che si ottiene dal sistema dividendo membro a membro la prima per la seconda delle equazioni. Cioè :

$$\frac{dx}{dy} = \frac{a_{11} + a_{12} \frac{y}{x}}{a_{21} + a_{22} \frac{y}{x}}$$

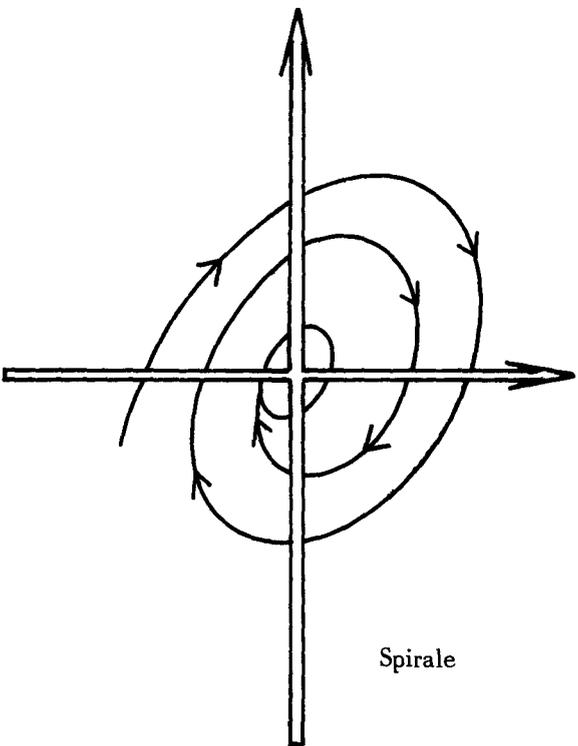
(vedi pagg.155 e 156)



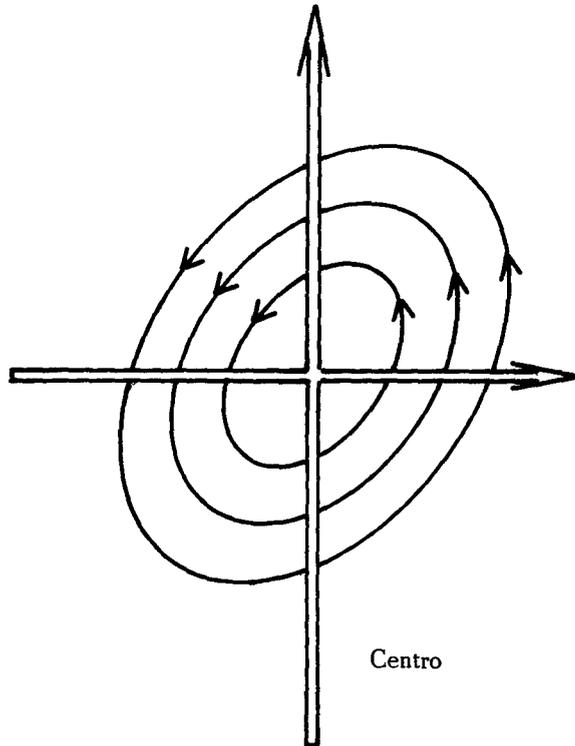
Nodo



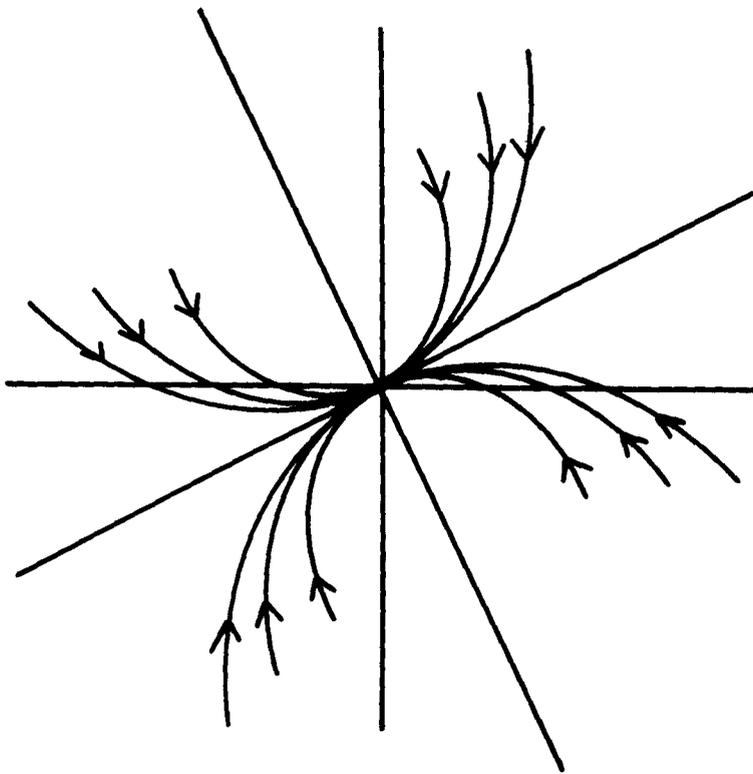
Nodo



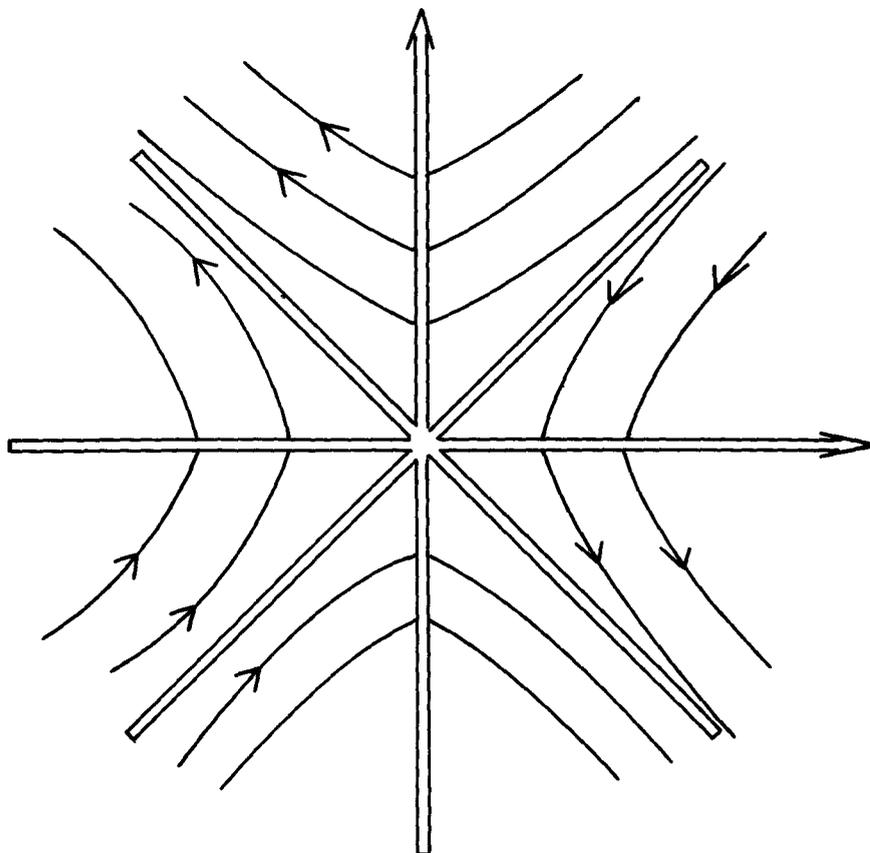
Spirale



Centro



Nodo



Natura della radice $\lambda_1$ e $\lambda_2$	Natura del punto critico (0,0) del sistema	Stabilità del punto (0,0)
reali, diverse con lo stesso segno	nodo	stabile se $\lambda_1, \lambda_2$ negativo instabile se $\lambda_1, \lambda_2$ positivo
reali, diverse di segno opposto	punti di sella	instabile
reali ed eguali	nodo	stabile se $\lambda_1, \lambda_2$ negativo instabile se $\lambda_1, \lambda_2$ positivo
coniugato ma non puro immag.	spirali	stabile se parti reali $< 0$ instabile se parti reali $> 0$
puro immagin.	centro	stabile

Con le condizioni  $x_0 = 0$  e  $x_1 = 1$  si considerino le 4 equazioni e i relativi grafici :

$$a) x_{t+2} - 1,8 x_{t+1} + 0,77 x_t = 0$$

$$\text{con soluzione } x_t = 2,5 (1,1^t - 0,7^t)$$

b)  $x_{t+2} - 1,8 x_{t+1} + 0,80 x_t = 0$

con soluzione  $x_t = \sqrt{5} (1-0,8^t)$

c)  $x_{t+2} - 1,8 x_{t+1} + 0,81 x_t = 0$

con soluzione  $x_t = t 0,9^{t-1}$

d)  $x_{t+2} - 1,8 x_{t+1} + 0,85 x_t = 0$

con soluzione  $x_t = 5 \cdot 0,922^t \cdot \sin - \frac{2 \pi}{28,8} t$

Si osservi il ben diverso andamento per  $t \rightarrow \infty$

Infatti:

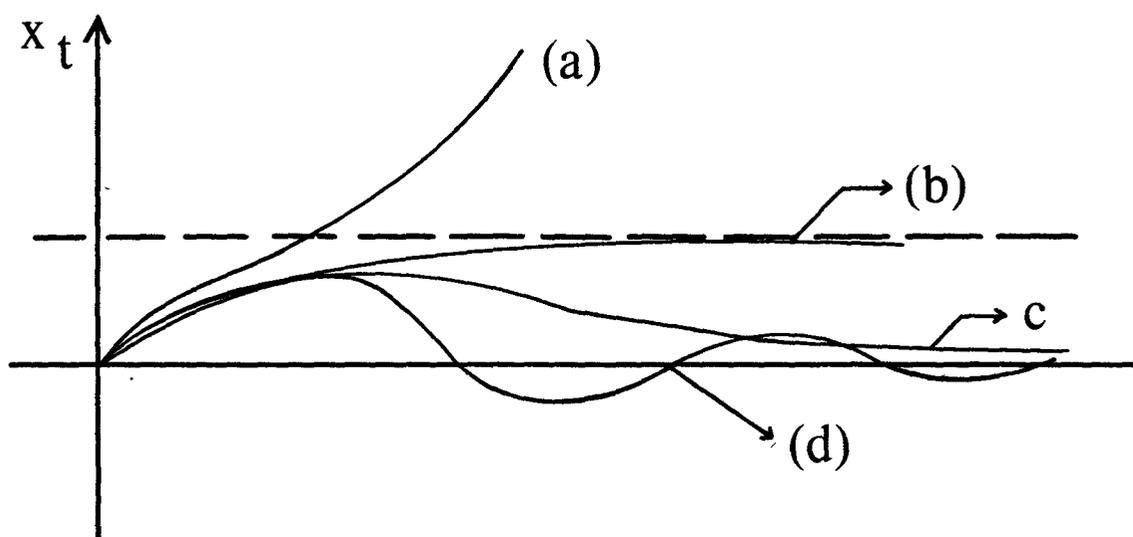
a)  $x_t \rightarrow \infty$  per  $t \rightarrow \infty$

b)  $x_t \rightarrow 5$  per  $t \rightarrow \infty$  con curva crescente verso

l' asintoto  $x_t = 5$

c) curva crescente fino al massimo tra  $t = 9$  e  $t = 10$  poi  
decescente verso lo zero per  $t \rightarrow \infty$ .

d) curva oscillante con moto armonico smorzato, attorno  
all'asse  $x_t = 0$



Supplemento N° 2

Giustificazione delle leggi di composizione dei fattori elementari  $\lambda_i$  ed osservazioni in merito.

Abbiamo proposto le leggi di composizione (1) e (2) poichè il concetto di misura dell'atteggiamento di sicurezza deve a nostro parere inglobare la necessità di considerare essenziali tutti i comportamenti elementari  $x_i$ . Pertanto, il prodotto delle variabili casuali  $x_i$  si presenta come più consono che non la somma a marcare questa necessità. La tabella numerica seguente pone in evidenza gli effetti del prodotto  $x_i x_j$  rapportato alla somma delle deficienze e della efficienza di sicurezza pari a

$$\left[ (1-x_i) (1-x_j) + x_i x_j \right]$$

-----	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
0.1	0.013	0.045	0.10	0.206	0.5
0.3	0.045	0.155	0.3	0.5	0.794
0.5	0.10	0.3	0.5	0.7	0.9
0.7	0.206	0.5	0.7	0.845	0.955
0.9	0.5	0.794	0.9	0.955	0.987

Da essa si vede (e naturalmente dalla formula (2) che per  $0 < z_i < 1$  si ha:

a) quando  $x_j = 0$  cio' implica  $z^{(2)} = 0$  cioè la mancanza assoluta di un comportamento verso la sicurezza comporta un valore nullo nella misura globale.

b) quando  $x_i = 1$  si ha  $z^{(2)} = 1$

La nostra ricerca concreta è stata però condotta sulla base della legge di composizione (1) e nell'ipotesi più operativa che le singole variabili elementari  $\lambda_i$  fossero discrete del tipo

$$\lambda_i = \begin{cases} a & b & a \neq 0 & \frac{a}{b} \leq 1 \\ q_i & p_i & b \neq 0 & \end{cases}$$

Quando le variabili  $\lambda_i$  sono tutte uguali la variabile prodotta  $\lambda^{(n)} = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \dots \lambda_n$  ha la seguente legge:

$$\lambda^{(n)} = \begin{cases} a^n a^{n-1} b \dots a^{n-k} b^k \dots a b^{n-1} b^n \\ P(0)P(1) \dots P(k) \dots P(n-1)P(n) \end{cases}$$

dove

$$P_k = \binom{n}{k} p^k q^{n-k}$$

Volendo trasformare il campo di variabilità  $(a^n, b^n)$  nel campo  $(0,1)$  possiamo considerare la variabile

$$y^{(n)} = \frac{\lambda^{(n)}}{h^n} \begin{cases} \left(\frac{a}{b}\right)^n \left(\frac{a}{b}\right)^{n-1} \dots \left(\frac{a}{b}\right)^{n-k} \dots \left(\frac{a}{b}\right)^{n-1} 1 \\ \text{con } P\left(\frac{a}{v}\right)^{n-k} = \binom{n}{k} p^k q^{n-k} \end{cases}$$

Il momento di ordine K della variabile  $\left(\frac{x^{(n)}}{b^n}\right)$  è uguale a :

$$M_k \left(\frac{x^{(n)}}{b^n}\right) = \left[ \left(\frac{a}{b}\right)^k q + p \right]^n$$

e quindi

$$M_1 = \left[ \left(\frac{a}{b}\right) q + p \right]^n$$

$$\sigma^2 = \left[ \left(\frac{a}{b}\right)^2 q + p \right]^n - \left[ \left(\frac{a}{b}\right) q + p \right]^2$$

Se le variabili  $\lambda_i$  sono tra loro diverse e con più valori nessuna difficoltà si trova ad esprimere la legge di distribuzione di  $\lambda^{(n)}$  e  $y^{(n)}$ .

Non se ne ravvisa però l'utilità poiché ciò che ci interessa nel nostro caso è una netta separazione tra i valori a e b del fattore comportamentistico.

Dalla conoscenza dei valori di  $y^{(n)} = \frac{\lambda^{(n)}}{tn}$  si può risalire ad una misura del grado di sicurezza S attraverso la seguente trasformazione di variabile :

$$S = \left[ \frac{y^{(n)} + \theta}{1 - y^{(n)}} \right]^k$$

dove K,  $\theta$  sono parametri definenti la struttura di pericolosità del posto di lavoro di un processo produttivo.

La scelta del valore di k può essere fatta sulla base dell'osservazione dei valori di  $\lambda$  relativi ad infortuni di diverso grado di gravità.

Ecco alcuni valori di S : per k = 1, 0.5 0,25 ( tab. pag: 162, 163 e 164)

Le variabili statistiche che vennero osservate come criteri di comportamento furono le seguenti :

- $x_1$  = spostamento nell'area di lavoro
- $x_2$  = attrezzatura antinfortunistica
- $x_3$  = attrezzatura di lavoro
- $x_4$  = comportamento in sede di lavoro

$$\theta = 0$$

$y \frac{y}{1-y}$	$(\frac{y}{1-y})^{1/2}$	$(\frac{y}{1-y})^{1/4}$
0      0	0	0
0.01   0.01	0.1	0.3
0.25   0.33	0.6	0.75
0.40   0.66	0.8	0.90
0.50   1	1	1
0.80   4	2	1.414
0.90   9	3	1.732
0.95   19.0	4.36	2.1
1		

$$\theta = 0.5$$

$\left(\frac{x + 0.5}{1 - x}\right)^k$	k = 1	k = 2	k = 3
$\frac{0.5003}{1 - 0.0003}$	0.7805	0.608	0.474
$\frac{0.5038}{1 - 0.0038}$	0.7867	0.617	0.485
$\frac{0.5052}{1 - 0.0052}$	0.7893	0.622	0.491
$\frac{0.5074}{1 - 0.0074}$	0.7932	0.628	0.499
$\frac{0.5122}{1 - 0.0122}$	0.8019	0.64	0.51
$\frac{0.5237}{1 - 0.00237}$	0.8232	0.677	0.557
$\frac{0.5612}{1 - 0.0612}$	0.8960	0.802	0.719
$\frac{0.6119}{1 - 0.1119}$	1.0042	1.00	1.00
$\frac{0.7543}{1 - 0.2543}$	1.387	1.90	2.63
$\frac{0.9100}{1 - 0.4400}$	1.848	3.38	6.23

$$\theta = 0.78$$

$(\frac{x + 0.78}{1 - x})^k$	k = 1	k = 2	k = 3
$\frac{0.7803}{1 - 0.0003}$	0.7805	0.608	0.474
$\frac{0.7838}{1 - 0.0038}$	0.7867	0.617	0.485
$\frac{0.7852}{1 - 0.0052}$	0.7893	0.622	0.491
$\frac{0.7874}{1 - 0.0074}$	0.7932	0.628	0.499
$\frac{0.7922}{1 - 0.0122}$	0.8019	0.64	0.51
$\frac{0.8037}{1 - 0.0612}$	0.8232	0.677	0.557
$\frac{0.8919}{1 - 0.1119}$	0.8960	0.802	0.719
$\frac{0.0343}{1 - 0.2543}$	1.0042	1.00	1.00
$\frac{0.2200}{1 - 0.4400}$	1.387	1.90	2.63
$\frac{1.2200}{1 - 0.4400}$	1.848	3.38	6.23

Nella parte successiva si dirà dei criteri di rilevazione e dei criteri ergonomici di scelta di queste variabili.

Tutte le variabili sono state poste in forma dicotomica con valori compresi tra 0 e 1 e tali che i rapporti

$\frac{x_i}{1 - x_i}$  hanno assunto i seguenti valori :

min.	max.	min.	max.
$\lambda_1 = 0.11$	9	$\lambda_3 = 0,25$	4
$\lambda_2 = 0.66$	1.5	$\lambda_4 = 2.33$	9

Le rilevazioni dei primi 600 cicli su 1.354 cicli elementari hanno dato luogo alla seguente tabella :

CLASSIFICAZIONE DI 600 OSSERVAZIONI

		$x_4 = 2.33$		$x_4 = 9$	
		$x_1$		$x_1$	
$x_1$	$x_2$	0.11	9	0.11	9
0,25	0.66	-	4	4	25
	1.50	-	-	-	9
4	0.66	-	15	31	133
	1.50	7	50	37	285

		$x = 2.33$		$x_4 = 9$	
		1		$x_1$	
$x_1$	$x_2$	0.11	9	0.11	99
0.25	0.66	-	4	6	49
	1.50	-	1	2	44
4	0.66	-	46	44	378
	1	18	92	67	600

I risultati delle osservazioni sono contenuti in una tabella relativa a 1.354 cicli elementari classificati secondo l'intensità di  $\lambda$  e il numero di partecipanti all'azione elementare (tab. pag.168).

Indipendenza delle variabili. L'analisi statistica dei dati osservati ha posto in evidenza come praticamente le variabili sono tra loro debolmente correlate. Ecco la matrice di correlazione per i primi 600 cicli :

$$\left[ \begin{array}{cccc} r_{11} = 1 & r_{12} = 0.00704 & r_{13} = -0.023 & r_{14} = -0.041 \\ & r_{22} = 1 & r_{23} = 0.255 & r_{24} = -0.075 \\ & & r_{33} = 1 & r_{34} = -0.020 \\ & & & r_{44} = 1 \end{array} \right]$$

La matrice di correlazione per 1.357 cicli è la seguente :

$$\left[ \begin{array}{cccc} r_{11} = 1 & r_{12} = -0.074 & r_{13} = -0.12 & r_{14} = 0.12 \\ & r_{22} = 1 & r_{23} = 0.10 & r_{24} = 0.12 \\ & & r_{33} = 1 & r_{34} = 0.07 \\ & & & r_{44} = 1 \end{array} \right]$$

Tabella distribuzione  $\lambda$  in funzione del numero di partecipanti all'azione

N	1	2	3	4	5	TOTALE	%
486,00	37	92	203	263	5	600	44,31
216,00	-	-	1	-	-	1	0,07
213,84	39	194	72	70	-	375	27,82
125,82	6	14	37	34	1	92	6,79
95,04	-	2	-	-	-	2	0,14
83,04	3	-	-	-	-	3	0,22
55,36	1	19	12	11	-	43	3,17
30,37	6	25	11	2	-	44	3,25
13,50	11	15	9	14	-	49	3,62
7,86	-	-	-	1	-	1	0,07
6,76	-	-	-	-	-	1	0,07
5,94	5	11	29	22	-	67	4,94
3,40	3	-	1	-	-	4	0,29
2,61	6	28	7	3	-	44	3,25
1,53	-	1	6	10	1	18	1,32
0,67	-	1	1	-	-	1	0,07
0,37	1	1	-	-	-	2	0,14
0,17	2	-	-	4	-	6	0,44
TOTALE	120	402	390	434	7	1353	
%	8,88	29,80	28,80	32,00	0,52		100 %

Supplemento N° 3

Il processo di Poisson

7. Ricordiamo brevemente come è strutturato il processo detto di Poisson che è il più tipico dei processi markoviani continui nel tempo e discreti negli stati.

Dividiamo il tempo lungo il quale osserviamo il fenomeno in esame in un gran numero di tempuscoli di lunghezza  $dt$  ed emettiamo le tre ipotesi seguenti, facilmente accettabili da chiunque conosca il problema.

1. La probabilità che un infortunio accada nel tempuscolo  $dt$  è  $\beta dt$  dove  $\beta$  è una costante che dipenderà dal grado di mezzi tecnici posti in opera per prevenire gli infortuni stessi.
2. La probabilità di avere più di un incidente nel tempuscolo  $dt$  è di un ordine di grandezza più piccolo di  $dt$  cioè che verrà indicato con il simbolo ormai entrato nell'uso  $O(dt)$ .
3. Il numero degli infortuni in intervalli di tempo non sovrappoventisi cioè contigui è espresso da variabili casuali indipendenti, nel senso del calcolo della probabilità.

Indichiamo con  $P_n(t)$  la probabilità di avere esattamente  $n$  infortuni in un intervallo di tempo di lunghezza  $t$  e confrontiamo  $P_n(t)$  con  $P_n(t+dt)$ .

Orbene,  $n \geq 1$  infortuni possono accadere nell'intervallo  $(0, t+dt)$  in uno dei seguenti modi (escludentisi a vicenda) :

1. o  $n$  infortuni accadono in  $(0, t)$  e nessuno in  $(t, t+dt)$
2. o  $(n-1)$  infortuni accadono in  $(0, t)$  e uno in  $(t, t+dt)$
3. o  $(n-1)$  infortuni accadono in  $(0, t)$  e più di uno in  $(t, t+dt)$ .

Ne segue quindi che :

$$P_n(t+dt) = (1 - \beta dt) P_n(t) + \beta dt P_{n-1}(t) + O(dt) \text{ e ana-}$$

logamente :

$$P(t+dt) = 1 - \beta (dt) P_0(t) + O(dt)$$

Dopo semplici trasformazioni e passando al limite noi vediamo che le probabilità in esame soddisfano il sistema di equazioni differenziali :

$$P'_0(t) = - \beta P_0(t)$$

$$P'_n(t) = - \beta P_n(t) + \beta P_{n-1}(t) \quad \text{per } n \geq 1$$

con le condizioni iniziali ovvie :

$$P_0(0) = 1 \quad P_n(0) = 0 \quad n \geq 1$$

La soluzione del sistema, è come si puo' facilmente verificare, la seguente :

$$P(t) = e^{-\beta t} \frac{(\beta t)^n}{n!} \quad n \geq 0, \quad t \geq 0 \quad (1)$$

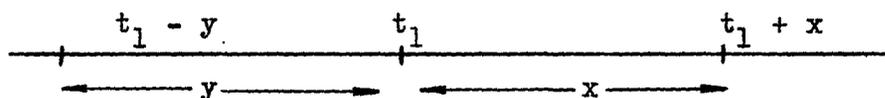
ed è nota come distribuzione di Poisson o degli eventi rari.

La legge (1) è ben nota da tempo come atta a descrivere la frequenza con la quale si osserva il ripetersi in un certo intervallo di tempo di eventi rari cioè di eventi per i quali sia molto piccola la probabilità di verificarsi in una singola prova. La caratteristica essenziale della legge di Poisson è quella di avere la media  $m$  di  $n$  (cioè del numero di infortuni) eguale alla varianza  $\sigma^2$  intesa questa come la misura più idonea per l'analisi della dispersione dei dati intorno alla media e definita da :

$$\sigma^2 = \text{media } (n - m_1)^2 = \sum_0 (n - m_1)^2 P_n(t)$$

Il processo di Poisson è caratterizzato dal fatto che in ogni intervallo di tempo  $dt$  è costante la probabilità di un infortunio o di un comportamento pericoloso.

Occorre però vedere come si prospetta l'analisi del caso più generale in cui tale probabilità varia nel tempo. Indicheremo con  $x$  l'intervallo di tempo intercorrente tra una situazione pericolosa e quella immediatamente precedente e  $y$  l'intervallo di tempo tra l'ultima e la penultima situazione.



e con  $F(x, t)$  = la probabilità vincolata che un evento in  $t_1$  sia seguito da un evento in  $t_1 + x$  con la condizione che l'evento immediatamente precedente sia avvenuto in  $t_1 - y$ .

$G(x)$  = la probabilità che l'evento  $t_1$  sia seguito da un evento in  $t_{1+x}$

$\beta(x,y) = dt$  = la probabilità elementare che nell'intervallo  $t_1, t_1 + dt$  avvenga un evento che in generale si suppone dipendente da  $x$  e  $y$ .

La relazione fondamentale è secondo Wold :

$$F(x+dx,y) + F(x,y) + [1 - F(x,y)] \beta(x,y) dx$$

e quindi

$$F(x,y) = 1 - e^{-\int_0^x \beta(t,y) dt}$$

dove

$$\beta(x,y) = \frac{1}{1 + F(x,y)} \frac{\partial}{\partial x} F(x,y)$$

Pertanto la legge di distribuzione dei tempi intercorrenti tra due deviazioni è :

$$G(x) = \int_0^{\infty} F(x,y) dG(y)$$

e se  $G(x)$  è derivabile

$$g(x) = \frac{\partial}{\partial x} F(x,y) g(y) dy$$

è la legge di frequenza.

Cio' premesso operativamente è importante studiare se si verifica una delle tre ipotesi :

- Ipotesi 1. :  $h(x,y) = h =$  costante  
Ipotesi 2. :  $h(x,y) = h(y) =$  dipendenza della deviazione precedente  
Ipotesi 3. :  $h(x,y) = h(x,y) =$  cioè memoria delle deviazioni anche più remote.

Il secondo caso è stato studiato in modo particolare nel problema di infortunio sul lavoro da Kerrich con uno schema già proposto nel 1920 da Greenwood e Yule detto del "dito bruciato" a ricordare che dopo il primo infortunio la probabilità di averne un altro diminuisce e dopo un successivo infortunio rimane costante.

A. BIBLIOGRAFIA GENERALE

- 1) ARBOUS A.G. - "Accident statistics and the concept of accident proneness". Part. 1: A critical evaluation. Biometrics, 1951, 7, 340-432.
- 2) BATES GRACE E. - "Joint distribution of time intervals for the occurrence of successive accidents in a generalized Pelyà Scheme". Ann.Math.Stat., 1955,26, 705-720.
- 3) BATES GRACE E., NEYMAN J. - "Contributions to the theory of accident proneness". I: An optimistic model of the correlation between light and severe accidents. Univ. Calif. Publ. Stat., 1952, 1, 215-254.
- 4) BATES GRACE E., NEYMAN J. - "Contributions to the theory of accident proneness". II: True or fals contagion. Univ. Calif. Publ. Stat. 1952, 1, 255-276.
- 5) BLUM M.L., MINTZ A. - "Correlation versus curve fitting in research on accident proneness: reply to Martiz". Psych. Bull., 1951, 48, 413-418.
- 6) BURKE C.J.A. - "Chi-square test for "proneness" in accident data. Psych. Publ., 1951, 48, 496-544.
- 7) BURKE C.J. - "Notes concerning the Webb-Jones article". Psych. Bull. 1953, 50, 137-139.
- 8) COBB P.W. - "The limit of usefulness of accident rate as a measure of accident proneness". J. Appl. Psych. 1940, 24, 154-159.
- 9) CRAMER H. - "Mathematical methods of statistics". Princeton: Princeton Univ. Press., 1, 1946.
- 10) FELLER W. - "On the theory of stochastic processes, with particular reference to applications". Proceedings of the Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability. Berkeley: Univ. of California Press, 1949, pp. 403-432.

- 11) FISCHER R.A. - "The significance of deviations from expectation in a Poisson series". Biometrics, 1950, 6, 17-24.
- 12) FITZPATRICK R., VASILAS J.N.  
PETERSON R.C. - "Personnel and training factors in fighter aircraft accidents". USAF. Hum. Factors Operat. Res. Lab. Rep., 1953, N° 37.
- 13) FITZPATRICK R. - "The prediction of accident susceptibility in a group of fighter pilots". Unpublished doctor's dissertations, Univ. of Pittsburgh, 1953.
- 14) GREENWOOD M., WOODS H.M. - "A report on the incidence of industrial accidents with special reference to multiple accidents". London, Industr. Fatigue Res. Bd. Rep., 1919, N° 4.
- 15) GREENWOOD M., YULE G.U. - "An inquiry into the nature of frequency distributions representative of multiple happenings with particular reference to the occurrence of multiple attacks of disease or of repeated accidents". J. Roy. Stat. Soc., 1920, 83, 255-279.
- 16) HORN D.A. - "Study of pilots with repeated accidents". J. Aviat. Med., 1947, 18, 440-449.
- 17) JOHNSON H.M. - "The detection and treatment of accident-prone drivers". Psych. Bull., 1946, 42, 489-532.
- 18) KELLEY T.L. - "Fundamentals of statistics". Cambridge, Mass. Harvard Univ. Press. 1947.
- 19) KERRICH J.E. - "Accident statistics and the concept of accident-proneness". Part. II, The Mathematical Background. Biometrics, 1951, 7, 340-432.
- 20) KOOPMAN B.O. - "Necessary and sufficient conditions for Poisson's distribution". Proc. Amer. Math. Soc., 1950, 1, 813-823.

- 21) MEGUIRE B.A., PEARSON E.S.,  
WYNN A.H.A. - "The time intervals between industrial accidents". Biometrics, 1952, 39, 168-180.
- 22) MARITZ J.S. - "On the validity of interference drawn from the fitting of Poisson and negative binomial distributions to observed accident data". Psych. Bull., 1950, 47, 434-443.
- 23) MINTZ A. - "Time intervals between accidents". J. Appl. Psych., 1954, 38, 401-407.
- 24) MINTZ A. - "A methodological note on time intervals between consecutive accidents". J. Appl. Psych., 1949, 33, 195-211.
- 25) MINTZ A., BLUM M. L. - "A re-examination of the accident proneness concept", J. Appl. Psych. 1949, 33, 195-211.
- 26) NEWBOLD E.M. - "A contribution to the study of the human factor in the causation of accidents". London, Industr. Fatigue Res. Bd. Rep., 1926, N° 34.
- 27) NEWBOLD E.M. - "Practical applications of the statistics of repeated events, particularly of industrial accidents". J. Roy. Soc. 1927, 90, 487-535.
- 28) THORNDIKE R. L. - "The human factor in accidents". USAF, Sch. Aviat. Med. Rep., 1951, Project. N° 21-30-001.
- 29) WALSH J. E. - "The Poisson distribution as a limit for dependent binomial events with unequal probabilities". J. Operations Research. Sec. Amer. 1955, 3, 198-209.
- 30) WARREN N.D., MACKIE R.,  
R. SIMMONS R.F., RODMAN I.L. - "An index of accidents exposure for flying in the USAF". USAF, Hum. Factors Operat. Res. Lab. Rep., 1953, N° 39.
- 31) WEBB W.B., JONES E.R. - "Some relations between two statistical approaches to accident proneness". Psych. Bull., 1953, 50, 133-136.

B. BIBLIOGRAFIA SPECIFICA

- 32) ABRUZZI ADAM - "Work, workers and measurement",  
Columbia University Press, 1956.
- 33) BARNES S., RALPH M. - "Motion and time study design and  
measurement of work", John Wiley, 1963.
- 34) BAUMGARTEN W. - "Psychologische Untersuchungen an  
Lochartenmaschinen", Diss. Braun-  
schweig, 1934.
- 35) BELLUZZI O. - "Scienza delle costruzioni",  
Zanichelli, 1952.
- 36) BLAKE ROLLAND P. - "Industrial Safety", Prentice-Hall, 1963.
- 37) BONNARDEL R. - "Examen de chauffeurs de camions au  
moyen de tests de réactions".  
Le Travail humain, 17, 272-281, 1954.
- 38) BROWN R.C. - "The day and night performance of te-  
leprinter switch board operators",  
Occup. Psychol., 23, 1949.
- 39) COLOMBO G. - "Manuale dell'ingegnere", Hoepli, 1951.
- 40) BANUSSO A. - "Scienza delle costruzioni",  
C. Tamburini, 1950.
- 41) DERIBERE M. - "La couleur dans les activités hu-  
maines", Dunod, 1955.
- 42) DRAKE C.A. - "Accident Proneness: a Hypothesis",  
Character and Personality, 8, 335-341,  
1940.
- 43) PANELLI C. - "Conducenti provetti ed aspiranti  
conducenti di autoveicoli. Control-  
lo di una batteria di tests psico-  
metrici". Atti XII Congresso degli  
Psicologi Italiani, Trieste, 1958.
- 44) FARMER E., CHAMBERS E.G. - "A psychological study of individual  
differences in accident rates".  
Industr. Fatig. Res. Bd. Rpt.,  
28, London, HMSO, 1926.
- 45) FEDERAL ELECTRIC CORPORATION - "A Programmed Introduction to Pro-  
gram", Evaluation and Review Technique  
John Wiley & Sons Inc. Publishers.

- 46) FOGEL LAUWRENCE J. - "Biotechnology Concepts and Applications", C.W. Besserer and Floyd E. Nixon, 1963
- 47) GHISELLI & BROWN - "Personnel and Industrial Psychology", Mc Graw-Hill Book Company, 1955.
- 48) GOGUELIN P. - "Nouvelles recherches sur la sélection des conducteurs de véhicules", Le Travail Humain, 15, 185-216, 1952.
- 49) GRAF O. - "Untersuchungen über die Wirkungszwangsläufiger zeitlicher Regulierungen von Arbeitsverläufen", II Arbeitsphysiol., 7, 1934.
- 50) HAIRE MASON - "Psychology in Management", Mc Graw-Hill Book Company, 1964.
- 51) LAHY J.M. KORGOLD S. - "Recherches expérimentales sur les causes psychologiques des accidents du travail", Le Travail humain, t. IV°, n. 1 et 2, 1936.
- 52) LANER M.S. - "Recherches sur les facteurs humains en relation avec la sécurité dans la sidérurgie britannique", Safety, 1958.
- 53) MARCH J.G., SIMON H.A. - "Les organisations: problèmes psychosociologiques", Dunod, 1964.
- 54) MILES G. H., ANGLES A. - "The influence of short time on speed of production", II, J.Nat.Inst. Ind. Psych., 2, 1925.
- 55) MYERS G.S. - "Introduzione alla psicologia industriale", ET/AS KOMPAS, 1963.
- 56) NAGATSUKA Y., KITANURA S. - "Discriminative reaction test of multiple performance type: a test for discrimination of accident proneness in motor drivers", Tohoku Psychol. Folia, 20, 21-34, 1961

- 57) OHWAKI Y., SHIZUNO T.,  
MARUYANA K., ISH IGSOAKA Y.,  
ISHIHAMA S. - "Discrimination-reaction experiment  
as an aptitude test for automobile  
drivery", Tohoku Psychol,  
Folia, 15 (3-4), 71-85, 1957.
- 58) OLIVETTI - "IL PERT", 1964.
- 59) PEHUET Louis - "Notions et données pratiques sur  
l'organisation du travail",  
Léon Eyrolles, 1959.
- 60) PERUCCA E. - "Fisica generale e sperimentale",  
Utet, 1963.
- 61) RIEDEL G. - "Pädagogische Probleme der Ar-  
beitszeit", Zbl. Arbeits Wiss.,  
11., 1957.
- 62) RYAN THOMAS ARTHUR - "Work and effort the psychology  
of production", The Ronald Press  
Company, 1947.
- 63) RIVISTA MILITARE - Ministero Difesa, Roma, 1963-64.
- 64) RIVISTA MARITTIMA - Ministero Difesa, Roma, 1963-64.
- 65) SAMRIN P., PIEMONTE S. - "Confronto tra un indice di adatta-  
mento psichico" metodo Rorschach-  
Munroe e risultati delle prove del  
tempo di reazione semplici e com-  
plesse di un gruppo professionale,  
statisticamente omogeneo, di autisti .  
Rassegna Medic. Ind., 4,  
287-291, 1959.
- 66) SUMMARY REPORT ON - "Obstacle identifications and  
display: Perceptual-motor studies  
Goodyear Aircraft Corporation,  
1960.
- 67) TIFFIN J., MC CORMICK E.Y. - "Psicologia industriale"  
Org. Speci, Firenze, 1958.
- 68) UCHON E. - "Zur Frage der Belastung des ar-  
beitenden Menschen durch Nacht und  
Schichtarbeit", Psychol. Radsch., 8,  
1957.
- 69) WALTHER L. - "Arbeitspsychologie", Luzern, 1950.
- 70) WESLEY, WOODSON - "L'adaptation de la machine à  
l'homme", Les Editions d'Organisa-  
tion Paris, 1956

- 71) WHITTFIELD J.W. - "Individual differences in accident susceptibility among Coal Miners", Brit. Journ. Ind. Medic.,II, 126, 1954.
- 72) WYATT S., NARRIOT R. - "Night work and shift changes", Brit. J. Ind. Incd. 1, 1953



