

## ANALISI STATISTICA COMPARATIVA DEGLI INFORTUNI SUL LUOGO DI LAVORO NELL'UNIONE EUROPEA

ANGELO ZANELLA (\*), DANYA FACCHINETTI (\*),  
RICCARDO BRAMANTE (\*)

Nota presentata dal m.e. Angelo Zanella  
(Adunanza del 7 novembre 2013)

SUNTO. – La protezione e la prevenzione nei confronti degli infortuni di chi opera sul luogo di lavoro sono divenuti fra gli aspetti più rilevanti dell'attuale controllo della Qualità. Questo, come è noto, nel corso dell'ultimo decennio, si è trasformato così da non essere solo controllo tecnologico ma da portare a occuparsi in senso unitario di tutti gli aspetti, anche gestionali, collegati alla *buona qualità* della produzione di beni e servizi. La messa in sicurezza della persona che lavora e la salvaguardia della sua integrità psico-fisica si presentano, quindi, come una componente essenziale per la qualità delle risorse umane, da cui consegue la *qualità* e la *qualificazione* di un'impresa. Ipotesi di lavoro è applicare agli infortuni il calcolo statistico della concentrazione, tipicamente utilizzato per lo studio dei redditi, ad esempio attraverso la funzione di Lorenz nel discreto ed il corrispondente indice di concentrazione di Gini. Questo metodo apre la necessità di ottenere elementi più sicuri per il confronto fra imprese di dimensioni diverse e permetterebbe anche un accurato confronto del quadro internazionale con la situazione nazionale rivolto, in particolare, a chiarire perché i settori della manifattura e dei trasporti mostrino variazioni relative normalizzate degli infortuni maggiori delle variazioni relative della popolazione attiva. Ne seguirebbe inoltre un quadro di indiscussa utilità, sia per orientare scelte personali che eventuali investimenti all'estero.

---

(\*) Dipartimento di Scienze Statistiche dell'Università Cattolica del Sacro Cuore, Milano, Italy.  
E-mail: dip.scienzestatiche@unicatt.it

\*\*\*

ABSTRACT. – Protection and prevention with regard to the accidents at work have become important aspects of Quality control, which evolved in the direction - from being mere technological - to a system which considers all production performance aspects linked to the *quality of goods and services*. The physical and psychological security of the workers represent an essential element of human resources to ensure the quality and qualification of a Company. The purpose of this paper is the application to work-accidents in 14 states of EU of the concentration that is typically used for the study of income, through the discrete function of Lorenz and the corresponding Gini Index. This method opens the need to obtain more sure elements for the analysis among companies of different sizes and would also allow an accurate comparison of the international situation facing to clarify why manufacturing and transport sectors in Italy show more relative work-accidents changes than variations of the active population. It also follows a framework of great utility for personal choices and investments abroad.

## INTRODUZIONE

La comunicazione presenta tre autori in quanto l'iniziativa, a cui accennerò fra poco, dell'Università Cattolica del Sacro Cuore, mi ha consentito di poter contare su due collaboratori: la Dott.ssa Danya Facchinetti, docente a contratto della Facoltà di Sociologia, che ha elaborato i dati, ed il Dott. Riccardo Bramante, ricercatore della Facoltà di Economia. Li ringrazio vivamente.

## REQUISITI PROFESSIONALI E FORMATIVI DELLA PROTEZIONE E DELLA PREVENZIONE

I requisiti professionali e formativi della protezione e della prevenzione nei confronti degli infortuni di chi opera sul luogo di lavoro sono divenuti fra gli aspetti più rilevanti dell'attuale controllo della Qualità. Questo, come è noto, nel corso dell'ultimo decennio, si è trasformato nel senso di non essere solo controllo tecnologico ma di occuparsi in senso unitario di tutti gli aspetti, anche gestionali, collegati alla *buona qualità* della produzione di beni e servizi. La messa in sicurezza della persona che lavora e la salvaguarda della sua integrità psico-fisica si presentano, quindi, come una componente essenziale per la qualità delle risorse umane, da cui consegue la *qualità e la qualificazione* di un'impresa. Ne è seguito un notevole sforzo per stabilire una normativa

giuridica cogente rivolta a sistemare e regolare la complessa materia, ciò che è stato fatto attraverso il dlgs. 81/2008 in tema di salute e sicurezza sul lavoro.

Il dlgs. 81/2008 stabilisce due precise figure professionali: **Responsabili (RSPP)** dei servizi di prevenzione e protezione dei lavoratori e **Addetti (ASPP)** dei servizi di prevenzione e protezione dei lavoratori. Per quanto riguarda i requisiti professionali e di formazione è richiesto il *possesso di capacità adeguate alla natura dei rischi presenti sul luogo di lavoro e connessi alle attività lavorative*; relativamente ai requisiti formali è richiesto:

- *possesso di un titolo di studio non inferiore al diploma di istruzione secondaria superiore;*
- *possesso di attestato di frequenza a specifici corsi di formazione con verifica dell'apprendimento e aggiornamenti periodici con cadenza minima quinquennale.*

La normativa **identifica** i soggetti deputati all'erogazione dei corsi e dei relativi attestati: tra questi figurano le Università ed enti come ISPESL (Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza sul Lavoro), INAIL (Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro), etc. .

## L'IMPEGNO DELL'UNIVERSITÀ CATTOLICA DEL S. CUORE

Il Preside della Facoltà di Economia, Prof. Domenico Bodega, vista l'importanza anche etica di questo aspetto formativo, ha pensato di stipulare una Convenzione con AICQ (Associazione Italiana Cultura Qualità) per lo svolgimento di seminari di aggiornamento in tema di Salute e Sicurezza sul Luogo di Lavoro.

Ricordo i seminari proposti nel 2012 (ciascuno della durata di una giornata – 8 ore):

- *La valutazione del Rischio da Stress lavoro correlato*
- *L'analisi dei dati sugli infortuni a supporto dei piani di miglioramento*
- *Il Sistema di Gestione Salute e Sicurezza BS18001 (British Standard OHSAS 18001)*
- *L'Organizzazione della Formazione in conformità all'Accordo Stato-Regioni del 21.12.2011*

La relazione che andiamo ora a presentare vuol porre l'accento sull'aspetto internazionale, in parte affrontato nel terzo dei precedenti seminari.

## BANCA DATI EUROSTAT

E' possibile il confronto fra gli stati dell'Unione Europea utilizzando, per l'analisi statistica, i dati EUROSTAT relativi agli infortuni, una volta accettata la **definizione** di *infortuni gravi* sul lavoro che richiedono *un'assenza di almeno tre giorni del lavoratore o sono addirittura fatali*.

Si è esaminato il file HEALTH AND SAFETY AT WORK, che contiene indicazioni relative a 14 dei 28 Stati attualmente aderenti all'Unione Europea: Austria, Belgio, Bulgaria, Italia, Germania, Norvegia, Polonia, Portogallo, Repubblica Ceca, Romania, Slovacchia, Spagna, Svezia, Ungheria (Fig. 1).

### MAPPA DEI PAESI



Fig. 1.

Deve segnalarsi l'eccezione di Francia e Inghilterra, che si sono trascurate, poiché ottenibili solo sotto particolari condizioni, denominate *confidential*.

Per sommi capi le principali informazioni disponibili da EUROSTAT sono le seguenti:

Accidents

1. *Accidents at work* divisi per nazione dal 1998 al 2008 con un file a sé stante
2. *Number of accidents at work by economic activity, severity and sex*
3. *Number of accidents at work by economic activity, severity and age*
4. *Number of accidents at work by Member State and age*
5. *Details by economic sector*

Esistono files di dati INAIL, che non sono stati considerati vista la prospettiva internazionale di questo contributo.

## STUDIO EUROSTAT

Lo studio considera vari aspetti di dettaglio a cui si può solo accennare data la limitazione del tempo disponibile. Ad esempio, si analizza per ogni stato l'andamento della probabilità di un infortunio fatale ogni 1.000 lavoratori attivi e la sua variazione nel tempo, che risulta in genere negativa indicando un tipico miglioramento. Questo è illustrato nel grafico seguente dove gli istogrammi con ordinata negativa indicano il miglioramento medio nel decennio (Fig. 2).

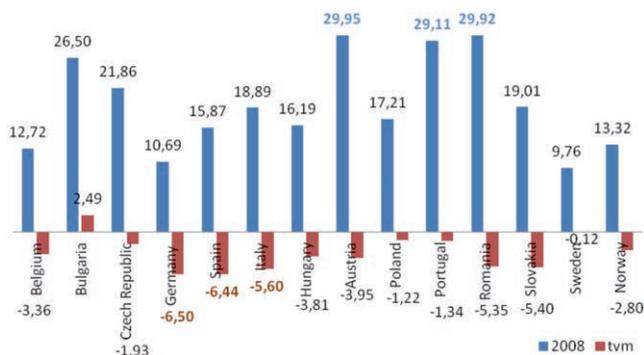


Fig. 2 – Andamento della probabilità degli infortuni letali dal 1999 al 2008: riferimento 2008-1.000 (Infortuni/Popolazione attiva)

Comunque quanto segue farà essenzialmente riferimento al tentativo di misurare la *concentrazione* degli infortuni *gravi ma non letali* in un certo anno nei diversi Stati, ciò che si pensa abbia carattere di novità.

## LA NOZIONE DELLA CONCENTRAZIONE

**La definizione di Caratteristica Trasferibile  $X$ , nel contesto in esame.** Si consideri un carattere quantitativo, quindi ordinale, non negativo misurato su una scala di rapporti – lo zero è oggettivo, i valori positivi, l'unità di misura arbitraria –, come nel caso di conteggi, del reddito di un soggetto, del numero di addetti di un'impresa, ecc. Data una certa situazione  $k_0$  caratterizzata dal totale  $T = \sum_i n_i x_i$  dove  $x_i$  è valore "tipico", vale a dire, nel caso in esame, trattasi del *totale degli infortuni* di un gruppo di  $n_i$  unità sperimentali considerato, cioè, di lavoratori. Inoltre abbia senso pensare, fermo restando  $T$ , ad altre situazioni diverse  $K$  in cui i valori  $x_i$  possono concettualmente ritenersi ottenuti per trasferimento, almeno, parziale, dei valori  $x_i$  ad altre unità sperimentali.

Nel caso di nostro diretto interesse i gruppi sono costituiti dalla popolazione attiva dei diversi 14 Stati  $x_{is}$  con  $X$  *numero totale di infortuni gravi, per un certo Stato ed anno*, e, quindi,  $x_i$ ,  $i=1,2,..14$ , *esprime il numero totale osservato di infortuni gravi in un determinato Stato ed anno*. In corrispondenza, per un determinato Stato  $i$ -mo ed un suo lavoratore  $s$ -mo,  $s \in [1,2,..,n_i]$ , poniamo  $x_{is}=0$ , se nell'anno il lavoratore non ha subito un infortunio,  $x_{is}=1$ , se nell'anno ha subito un infortunio. Si è ammessa convenzionalmente la *trasferibilità* degli infortuni non fatali - considerato trascurabile il numero di infortuni fatali - *e ragionevole che la possibile migrazione dei lavoratori dell'Unione Europea rendano ripetibile e, quindi, trasferibile, in analoghe circostanze*, in un altro paese la possibilità di infortunio. Le circostanze rendono, in sostanza, l'infortunio inevitabile, qualsiasi sia il lavoratore.

Si è adattata al nostro contesto l'utilizzazione della funzione di Lorenz per il carattere quantitativo ordinato  $X$ , con valori  $x_i$  dei **totali degli infortuni** Stato per Stato e per anno, e **ordinando i 14 Stati** esaminati per numero di infortuni non decrescente

$$0 \leq x_1 \leq x_2 \leq x_3 \leq \dots \leq x_{14}.$$

Si indicano con  $n_1, n_2, \dots, n_{14}$ , per ogni Stato, il corrispondente **numero dei lavoratori attivi**, di età compresa fra i 16 ed i 65 anni, che non

è detto abbiano lo stesso ordinamento delle  $x_i$  e sia  $N = \sum_{i=1}^{14} n_i$ , il totale dei lavoratori nei 14 Stati. Questi lavoratori, esaminati individualmente nei 14 Stati oggetto di studio, in un anno determinato, **permettono, in corrispondenza, di calcolare per ogni Stato il totale degli infortuni**, cioè, il valore della funzione “totale” o somma dei valori  $x_{is}=1$ , che è una funzione dello Stato  $i$ -mo e dell'insieme  $s$ -mo di  $n_i$  lavoratori.

I 15 punti della funzione di Lorenz nel discreto, che inizia nell'origine – spezzata di Lorenz – hanno le coordinate:

$$p_j = \sum_{i=1}^j n_i / N; \quad q_j = (\sum_{i=1}^j x_i \cdot n_i) / T \quad j=1,2,\dots,14, \quad T = \sum_{i=1}^{14} x_i \cdot n_i,$$

quindi  $p_j$ , ascissa, rappresenta l'accumulo delle frequenze relative da 1 a 14 e  $q_j$  il corrispondente accumulo dei prodotti  $x_i n_i / T$ , degli infortuni totali  $x_i$  ponderati con la popolazione attiva  $n_i$ , e rapportati al loro totale  $T$ . Si definisce, inoltre,  $p_0=q_0=0$ .

Per il confronto con il consueto schema utilizzato nel calcolo della concentrazione dei redditi conviene considerare la seguente **conversione** al caso degli infortuni:

- **Redditi individuali**  $x_i$  ordinati in modo non decrescente  $\rightarrow$  corrisponde l'**ordinamento dei 14 Stati**  $i$  in modo che il **numero totale di infortuni**, ancora indicato con  $x_i$ , **risulti non decrescente**;
- **Frequenze** quale numero di volte  $n_i$  che ha condotto ad osservare  $x_i$   $\rightarrow$  corrisponde lo Stato  $i$  con popolazione attiva costante, **nel periodo in esame**, di  $n_i$  determinati individui: l'osservazione **comporta di esaminare tutti gli  $n_i$  lavoratori** e consente di accertare, come il totale di infortuni – totale di valori  $x_{is}=1$ , ovvero di 0 se non si ha infortunio – sia pari a  $x_i$ , carattere biiettivo con l'insieme dei totali degli infortuni.

Con ponderazione degli infortuni totali eguale a  $n_i$ , segue la funzione di Lorenz secondo le formule precedenti ed il calcolo, ad esempio, dell'indice di concentrazione  $R$  di Gini, di cui alla seguente formula:

$$\begin{aligned} R &= \frac{\frac{1}{2N} \sum_{j=1}^s n_j \{(p_{j-1} - q_{j-1}) + (p_j - q_j)\}}{\frac{1}{2} \frac{N-1}{N}} \\ &= \frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^s n_j \{(p_{j-1} - q_{j-1}) + (p_j - q_j)\} \end{aligned}$$

Fondamentale è il teorema che stabilisce la diseuguaglianza  $p_j \geq q_j$  che impone ai punti di coordinate  $(p_j, q_j)$ ,  $j=1,2,\dots,14$  di appartenere al triangolo – che è la metà inferiore del quadrato di lato unitario – il cui lato maggiore definisce **la cosiddetta retta di equi ripartizione**.

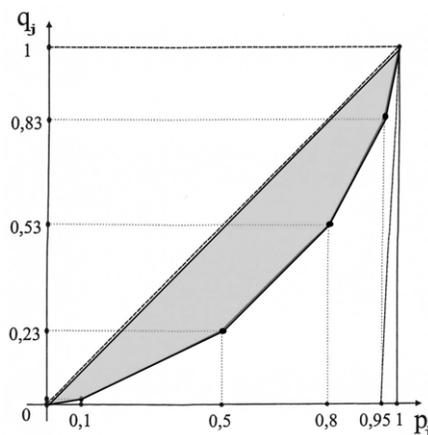
Nel caso degli infortuni in studio, per un determinato anno e Stato, la nozione statistica di **concentrazione** corrisponde alla tendenza degli infortuni totali  $x_j$  ad assumere valori grandi in modo tale che valga per l'ultimo rapporto normalizzato  $x_{14}n_{14}/T > n_{14}/N$ , sia, cioè,  $x_{14}n_{14}/T$  maggiore del corrispondente incremento relativo della popolazione attiva  $n_{14}/N$ .

Di seguito si riporta una esemplificazione (*Tab. 1 e Fig. 3*), riguardante il calcolo dell'indice di concentrazione che risulta pari a:

$$R = \frac{739}{(2.000 - 1)} = 0,3696$$

*Tab. 1 – Tavola degli elementi per il calcolo del rapporto di concentrazione: esempio.*

|   | N. Infortuni<br>nei diversi<br>Stati | Frequenze<br>Lavoratori<br>attivi | Prodotti<br>$x_j n_j$ | Frequenze<br>cumulate<br>$P_j$ | N. Infortuni<br>cumulati<br>$Q_j$ | Frequenze<br>cumulate<br>relative<br>$p_j$ | N. Infortuni<br>cumulati<br>relativi<br>$q_j$ |
|---|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--|---|
| 1 | 3                                    | 200                               | 600                   | 200                            | 600                               | 0,10                                       | 0,03  |
| 2 | 5                                    | 800                               | 4.000                 | 1.000                          | 4.600                             | 0,50                                       | 0,23  |
| 3 | 10                                   | 600                               | 6.000                 | 1.600                          | 10.600                            | 0,80                                       | 0,53  |
| 4 | 20                                   | 300                               | 6.000                 | 1.900                          | 16.600                            | 0,95                                       | 0,83  |
| 5 | 34                                   | 100                               | 3.400                 | 2.000                          | 20.000                            | 1,00                                       | 1,00  |
|   |                                      | 2.000                             | 20.000                |                                |                                   |  |   |



*Fig. 3 – Spezzata di Lorenz: applicazione all'esempio.*

L'area compresa tra la retta di equi distribuzione e la spezzata di Lorenz, divisa per l'area del triangolo che include questi elementi dà il valore dell'Indice di Gini. La retta di equi distribuzione corrisponde al caso  $q_j=p_j$ , cioè alla retta  $y=x$ , vale a dire alla bisettrice del primo quadrante (Fig. 4).

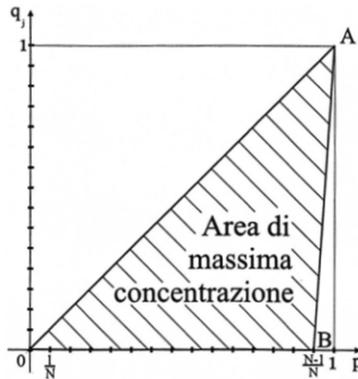


Fig. 4 – Area di massima concentrazione.

## LA CONCENTRAZIONE DEGLI INFORTUNI

Si è condotto lo studio per i settori per i quali sono disponibili i dati: *costruzioni, manifattura, trasporti, distribuzione*. Si è ripetuta la stessa analisi per tre dimensioni aziendali: *piccole aziende*  $1 \leq 49$ , *medie aziende*  $50 \leq 249$ , *grandi aziende*  $\geq 250$  collaboratori. Di seguito sono presentati alcuni grafici esemplificativi della concentrazione in base alla funzione di Lorenz, al livello di singoli settori. In ascissa nel presente e nei successivi grafici figura la frequenza relativa cumulata dei lavoratori, in ordinata l'indice analogo per gli infortuni (Figs. 5-8).

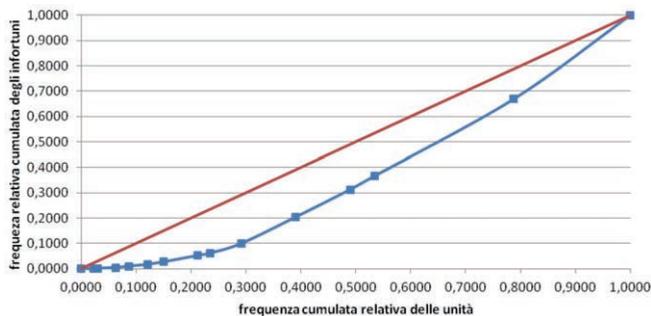


Fig. 5 – Costruzioni (Spagna).

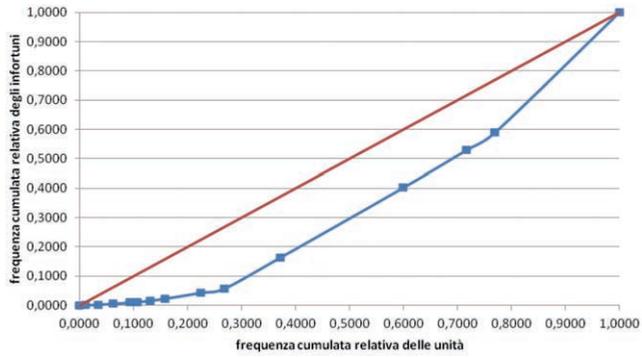


Fig. 6 - Manifattura (Italia).

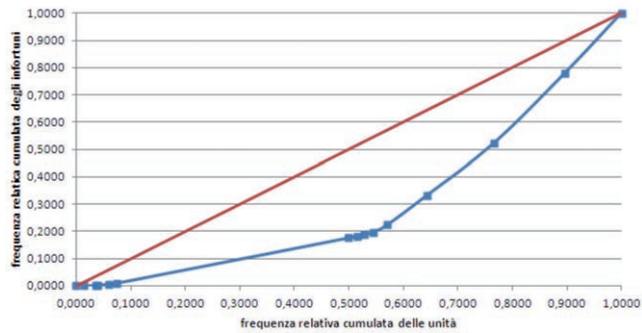


Fig. 7 - Trasporti (Italia).

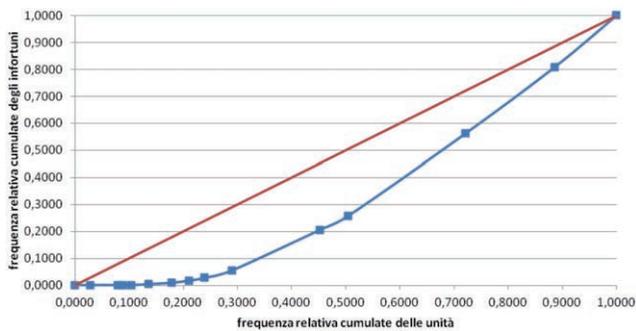


Fig. 8 - Imprese di distribuzione (Polonia).

## CONCLUSIONI

Si tratta di ottenere elementi più sicuri per il confronto fra imprese di dimensioni diverse.

Chiarito questo aspetto, ne seguirebbe un quadro di indiscussa utilità, sia per orientare scelte personali che eventuali investimenti all'estero; sarà possibile anche un accurato confronto con la situazione nazionale rivolto, in particolare, a chiarire perché i settori della **manifattura** e dei **trasporti** mostrino in Italia variazioni relative normalizzate degli infortuni maggiori delle variazioni relative della popolazione attiva.

In questo contesto potranno approfondirsi le proposte collegate ai lavori di Michele Zenga quale, ad esempio, (2011) M. Zenga *et al.*, Decomposition of Zenga's inequality index by sources, Rapporto n. 216, Dip. Metodi Quantitativi per le Scienze Economiche ed Aziendali, Università di Milano – Bicocca.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Bricchi M., Fabrizi E., Quattrone G. , Timpani F. (2011), *La sicurezza diseguale. Gli infortuni sul lavoro in provincia di Piacenza*, Franco Angeli, Cap. 8.
- Frosini B. V. (2009), *Metodi Statistici: Teoria e applicazioni economiche e sociali*, Carocci, Roma.
- Zanella A. (1995), *Elementi di Statistica descrittiva*, Edizioni CUSL, Milano.
- Zenga M. (2007), *Lezioni di statistica descrittiva*, Edizioni Giappichelli, Torino.
- A.A.V.V. (2010), *Sicurezza nel lavoro, tolleranza zero*, Tutela, agosto-novembre.