

LA RICOSTRUZIONE DELLE CAUSE E DELLE DINAMICHE INFORTUNISTICHE NEGLI AMBIENTI DI LAVORO ATTRAVERSO IL MODELLO “SBAGLIANDO S’IMPARA”

G. Campo **, A. Guglielmi **, M. Marconi **, G. Pianosi *

* ASL, Città di Milano

** ISPESL, Dipartimento Documentazione Informazione e Formazione

SINTESI

Lo sviluppo delle tecnologie e delle norme ha portato nel secolo passato una progressiva diminuzione degli infortuni sul lavoro, senza però rendere il fenomeno infortunistico di dimensioni marginali. Il modello “Sbagliando s’impara”, che rientra tra i modelli sistemici multifattoriali e multiassiali ad albero delle cause, ed ha preso spunto dalle caratteristiche dei modelli storicamente più rilevanti, offre una specifica metodologia per l’analisi delle dinamiche infortunistiche; ovvero quella sequenza di eventi o circostanze alle quali, ad infortunio avvenuto, può essere attribuita la funzione di spiegazione prossima di quell’infortunio, con l’obiettivo di fornire uno strumento comune, che possa far emergere elementi utili in un’ottica di prevenzione degli infortuni sul lavoro. Attualmente, nell’ambito dei Programmi per la ricerca finalizzata del Ministero della Salute, è in corso il progetto congiunto Ispesl-Regioni per la costruzione del “Sistema nazionale di sorveglianza epidemiologica degli infortuni lavorativi (mortalità), finalizzato alla ricerca delle cause”, nel quale il modello “Sbagliando s’impara” è applicato per l’analisi degli infortuni mortali avvenuti nel periodo 2002-2004.

(Parole chiave: *infortuni mortali, analisi delle cause, dinamica infortunistica*)

BOW PO/base indexing:

EUOSHA - OSH: Fatalities (48281D), Causes of accidents (46481C), Evaluation studies (24761D)

CIS: Fatalities (Yif), Analysis of accident causes (Qrua), Tests on models (Qrem), Accident-design relationship (Qrud)

EUOSHA - OSH: Infortuni mortali (48281D), Cause di infortunio (46481C), Studi di valutazione (24761D)

CIS: Infortuni mortali (Yif), Analisi delle cause degli incidenti (Qrua), Studi sui modelli (Qrem), Relazione sulla dinamica degli incidenti (Qrud)

INTRODUZIONE

Il ventesimo secolo è stato segnato dal forte sviluppo industriale e da profonde trasformazioni economiche e sociali, che hanno visto sensibilmente migliorare le condizioni generali di lavoro e parallelamente modificarsi i rischi lavorativi in rapporto all'evoluzione della normativa e del sistema di protezione sociale, all'evoluzione della tecnologia, all'automazione. Tuttavia, la relazione virtuosa tra miglioramenti tecnologici/evoluzione normativa e abbassamento del livello di rischio infortunistico non è bastata a ridurre il fenomeno degli incidenti sul lavoro a dimensioni marginali. In Italia negli ultimi anni si è osservata una diminuzione nell'andamento degli infortuni sul lavoro. Analizzando però i soli casi mortali, non si evidenziano nel complesso segnali significativi di flessione, anche per il forte contributo degli infortuni legati alla strada ed ai mezzi di trasporto, anche alla luce delle più recenti norme di tutela assicurativa che offrono una maggiore possibilità di riconoscimento agli infortuni cosiddetti in itinere, ossia avvenuti durante il tragitto casa-lavoro. I dati a disposizione ¹, depongono comunque per un'entità numerica sempre intollerabile e drammatica: ciò sottolinea la necessità di maggiori sforzi per accrescere ed integrare le informazioni disponibili, al fine di comprendere meglio quali siano i determinanti su cui agire per una significativa riduzione dei rischi, ed in particolare quali siano i meccanismi che causano eventi gravi. In altri termini, è opportuno e necessario il ricorso a nuovi modelli concettuali per l'analisi degli infortuni.

La letteratura sui modelli di analisi è assai vasta ², di cui diamo di seguito un breve quadro riassuntivo. Il modello 'Sbagliando s'impara', che focalizza l'attenzione sulla dinamica infortunistica, ha preso spunto dalle caratteristiche di alcuni di questi modelli.

Nei modelli decisionali l'individuo non è visto come "causa unica, diretta ed immediata degli infortuni ma piuttosto come destinatario di informazioni e come soggetto che prende decisioni più o meno rischiose per la sua sicurezza" ². Si tratta quindi di modelli dinamici ed interattivi, ispirati alle teorie psicologiche del trattamento dell'informazione.

All'interno di questa classe di modelli si possono distinguere due orientamenti principali: quello dei modelli descrittivi, che perseguono lo scopo di illustrare il modo in cui le decisioni vengono prese ed i fattori che le influenzano, e quello dei modelli sequenziali che introducono una scansione temporale e gerarchica degli eventi e delle situazioni che portano all'infortunio. Questi ultimi vengono definiti decisionali perché le sequenze che al loro interno si definiscono, prendono la forma di algoritmi che pongono domande cui è obbligatorio rispondere, in senso affermativo o negativo.

Con i modelli sequenziali e decisionali si opera la transizione da quelli monofattoriali e monoassiali (ovvero con una causa unica, di per sé sufficiente a giustificare il verificarsi degli infortuni, e con un solo asse d'indagine, l'individuo) a modelli che considerano una pluralità di fattori appartenenti a più di un asse d'indagine (ad esempio l'individuo e le attrezzature di lavoro). Li si può pertanto definire modelli multifattoriali ³ e multiassiali (in unico termine: sistemici). In questa logica, iniziano ad attirare l'attenzione degli analisti sia la descrizione dell'ambiente in cui il lavoratore opera, sia la relazione uomo-macchina immediata all'infortunio.

I modelli sistemici si basano sulla disamina dell'evento infortunistico, ovvero sulle "interazioni reciproche tra l'uomo, la macchina e l'ambiente, in modo tale che il sistema non può essere spiegato solo dalla somma di ciascuna delle sue parti" ². Si inizia a parlare così di "alberi delle cause": l'infortunio è considerato come il risultato di una sequenza di eventi, perturbazioni e variazioni che intervengono nello svolgimento normale dell'attività lavorativa. Le azioni poste in essere dall'individuo vengono messe in relazione con altri fattori quali le attrezzature e l'ambiente. Tra i risultati principali dell'applicazione dell'albero delle cause, emerge la considerazione che la sequenza degli eventi coinvolge fattori più o meno prossimi all'infortunio. Questa include anche i fattori che sono maggiormente distanti dall'infortunio e che spesso vengono dimenticati.

I modelli sistemici racchiudono anche la categoria di quelli che studiano il processo tecnico del lavoro. Questi cercano di trarre ulteriori informazioni sulla “dinamica infortunistica” ponendo attenzione alle relazioni temporali che legano tra loro i fattori che hanno contribuito all’infortunio. Inoltre, in tale contesto si inizia a parlare di trasferimento di energia dalla macchina o dall’ambiente all’uomo come condizione imprescindibile perché vi sia una lesione. Come afferma Laflamme “lo studio qualitativo della lesione subita, rappresenta una fonte di informazioni molto utili per la prevenzione nella misura in cui consente di localizzare delle sedi di lesione relativamente più frequenti. In questa prospettiva, lo studio degli infortuni a fini preventivi, non si limita alla conta dei casi ed all’identificazione delle persone, delle attività, degli attrezzi o delle macchine a rischio, ma include anche un apprezzamento qualitativo dei rischi ad essi annessi ²”.

1. METODI: IL MODELLO “SBAGLIANDO S’IMPARA”

Il metodo “Sbagliando s’impara” (in breve SSI), che rientra tra i modelli sistemici multifattoriali e multiassiali ad albero delle cause, ha tra i requisiti, l’applicabilità ad ogni situazione lavorativa e diverse tipologie di lavoratori, indipendentemente dal tipo di attività svolta nelle aziende, dalle relative dimensioni e dalle diverse caratteristiche di natura organizzativa. Inoltre ha le capacità di essere di ausilio tanto nella comprensione di un singolo caso, che nel riconoscimento degli elementi che accomunano casi diversi, ovvero, è in grado di estrapolare, ove ce ne fossero, catene di fattori che si relazionano con una certa frequenza nelle dinamiche infortunistiche.

La caratteristica principe del modello SSI è quella di analizzare nel dettaglio la dinamica degli eventi che ha comportato il verificarsi dell’infortunio. Con l’espressione “dinamica infortunistica” si intende quella sequenza di eventi e quell’insieme di circostanze che, ad infortunio avvenuto, si possono riconoscere attraverso opportuni metodi d’indagine ed alle quali può essere attribuita la funzione di spiegazione prossima di quell’infortunio. La dinamica infortunistica è quindi costituita dall’insieme degli elementi che l’analista riconosce come rilevanti ai fini dell’interpretazione di quel singolo caso d’infortunio su cui sta indagando; per alcuni di questi elementi si forniscono alcune precisazioni utili per la comprensione del modello SSI.

Il verificarsi di un incidente non comporta necessariamente il verificarsi di un infortunio ⁴: condizione ineliminabile perché ciò avvenga, è che vi sia uno *scambio di energia* di una certa intensità tra l’ambiente fisico ed almeno una persona. Cioè, perché si verifichi un danno biologico a seguito di un incidente è necessario che l’energia liberatasi passi, in tutto o in parte, dall’ambiente alla persona o viceversa e che tale scambio sia sufficientemente grande da provocare danni.

L’energia che viene scambiata può provenire, in definitiva, da due tipi molto generali di situazioni:

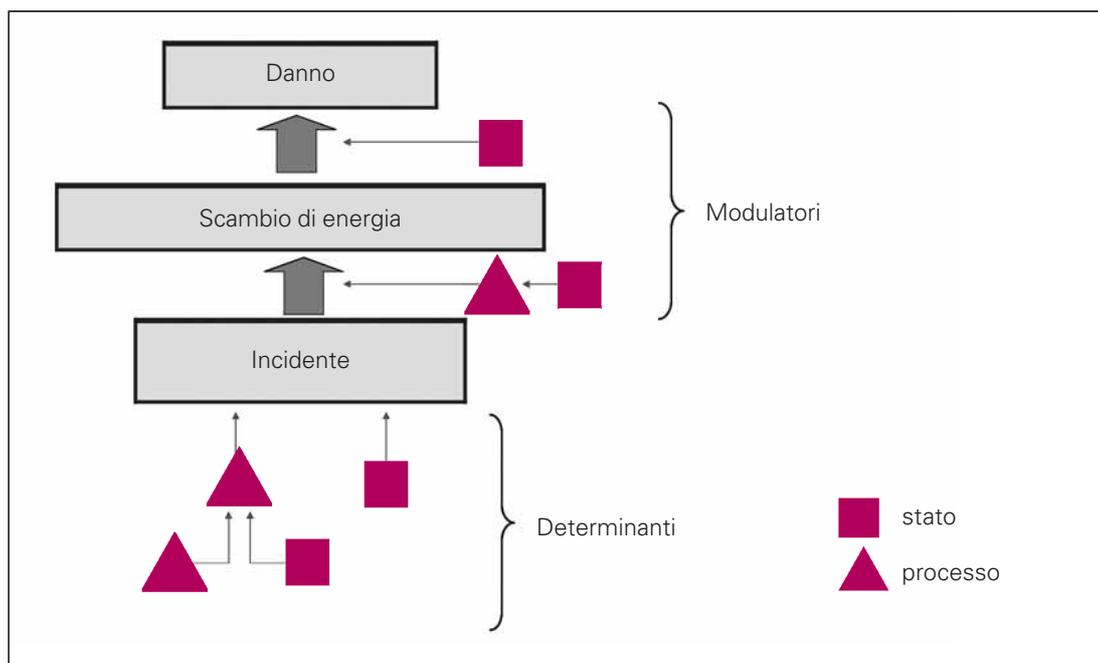
- 1) rapida e non intenzionale liberazione/trasformazione di energia;
- 2) non vi è alcuna modificazione nella situazione energetica, ma si assiste ad una rapida e non intenzionale inappropriata applicazione di energia.

In questa ottica, l’incidente è quel evento in cui si ha 1) una rapida e non intenzionale liberazione, trasformazione o 2) inappropriata applicazione d’energia che provoca, o è potenzialmente in grado di provocare, effetti indesiderati, quali danni alle persone o alle cose, costi economici, degrado ambientale ⁵. Un incidente, quindi, assume il carattere di infortunio quando si verificano entrambe le seguenti condizioni: vi sia, a seguito dell’incidente, un trasferimento di energia tra il lavoratore e l’ambiente fisico in cui si trova, ed a seguito del trasferimento di energia, insorga immediatamente un danno per il lavoratore. Sulla base delle definizioni date, gli elementi costitutivi di un infortunio sono pertanto l’incidente, lo scambio di energia, il danno.

Le azioni che hanno lo scopo di contenere il fenomeno infortunistico possono pertanto collocarsi a livelli diversi secondo lo schema in figura 1:

- azioni volte a eliminare o a contenere gli incidenti;
- azioni che, nella previsione che l'incidente possa avvenire, sono volte ad eliminare o a contenere l'intensità dello scambio di energia;
- azioni che, nella previsione che lo scambio di energia possa avvenire, sono volte a eliminare o a contenere i danni.

FIGURA 1 - Rappresentazione grafica del modello SSI



Le azioni al punto a) si collocano sul terreno della prevenzione "primaria", tendono cioè ad azzerare o, più frequentemente, a ridurre la probabilità che accadano incidenti attraverso l'identificazione dei loro determinanti e gli opportuni interventi per la loro rimozione o attenuazione. Lo scambio di energia, punto b), è ostacolato quando, prevedendo la possibilità dell'incidente, si prendono le misure adatte per il contenimento in assoluta sicurezza di tutta, o parte dell'energia liberata, il che vuol dire senza che si verifichi alcun contatto tra l'energia liberata e le persone. Ciò può avvenire, ad esempio, attraverso opportune compartimentazioni dei luoghi di lavoro realizzate con segnali d'avvertimento o altre barriere immateriali o materiali.

Per quanto riguarda le azioni che, nella previsione che lo scambio di energia possa avvenire, sono volte a eliminare o a contenere i danni (punto c), le principali tipologie sono misure che portano alla dissipazione in modo non dannoso di almeno una parte dell'energia scambiata (l'adozione di dispositivi di protezione individuale ne rappresenta un tipico esempio).

Avendo bene a mente le definizioni basilari per la corretta applicazione del metodo, l'analista deve, una volta individuati i tre elementi (incidente, scambio di energia e danno) che compongono la dinamica infortunistica del caso che sta indagando, categorizzare ciascuno di questi, ricorrendo al seguente set di attributi:

- **Asse**
Rappresenta l'ambito di appartenenza generale dell'elemento in esame. Empiricamente, si è visto come qualsiasi fattore appartenente alla dinamica infortunistica possa rientrare in una delle seguenti categorie: attività dell'infortunato, attività di terzi, utensili macchine e impianti, materiali, ambiente, dispositivi di protezione individuale e abbigliamento.

- *Descrizione*
È una specificazione dell’asse. Si tratta infatti di indicare (descrivendo), a livello di dettaglio desiderato, in che cosa consiste l’elemento individuato.
- *Determinanti e modulatori*
Viene definito come determinante (fattore di rischio d’incidente) ogni fattore che concorre a determinare un incidente aumentandone la probabilità di accadimento; viene definito modulatore ogni fattore che, ininfluenza sulla probabilità di accadimento dell’incidente, è però in grado d’impedire, attenuare o anche peggiorare il danno biologico che ne consegue.
- *Tipo di modulazione*
Questo attributo riguarda solo gli elementi riconosciuti come modulatori. La modulazione può risultare positiva, l’elemento in questione ha ridotto le conseguenze dell’incidente, o negativa, ovvero il modulatore ha aggravato le conseguenze dell’incidente.
- *Stato e processo*
Viene definito come stato ogni elemento preesistente all’inizio della dinamica infortunistica e che, nel corso della dinamica, resta invariato. Viene definito come processo ogni elemento che rappresenta qualcosa che accade nel corso della dinamica infortunistica. Nella rappresentazione grafica dell’evento, si può adottare la convenzione di indicare un elemento che ha il carattere di stato con un quadrato e di processo con un triangolo.
- *Problema di sicurezza*
Questa variabile spiega il motivo per cui l’elemento sotto esame è stato individuato dall’analista quale elemento che ha influito nella dinamica infortunistica.
- *Confronto con standard*
È una variabile che completa l’informazione contenuta nella precedente, fornendo il riferimento di confronto, appunto, del “Problema di sicurezza”. Gli standard sono raggruppati in tre categorie: leggi sulla sicurezza del lavoro, norme di buona pratica, standard e protocolli autoprodotti. Una volta indicato il tipo di standard impiegato per il confronto, le ulteriori specificazioni consistono nella circostanziata identificazione dello standard (ad esempio: il numero della legge) e del punto dello standard con cui si fa il confronto (ad esempio: l’articolo di legge).
- *Valutazione dei rischi*
Indica se l’elemento in esame è stato preso in considerazione nella “valutazione dei rischi” preventivamente svolta in azienda. La valutazione dei rischi è obbligatoria per il datore di lavoro secondo quanto contemplato nelle norme per la sicurezza sul lavoro.

Il processo di ricostruzione della dinamica infortunistica segue il classico percorso “a ritroso” in uso nel processo investigativo giudiziario, partendo quindi dall’ultimo avvenimento in ordine temporale, il **danno**, con i suoi aspetti qualitativi (sede e natura della lesione) e quantitativi (gravità) di non difficile rilevazione, e procedendo via via nella ricerca di “che cosa” ha causato quello specifico danno - lo “**scambio di energia**” - e poi quali fattori sono entrati in gioco nell’infortunio. Questi fattori sono gli elementi che hanno determinato l’evento (determinanti) o che hanno influito sulla gravità delle sue conseguenze (modulatori). Ovvero si cerca di capire come è avvenuto l’infortunio.

Per ricostruire la sequenza logico-cronologica della dinamica infortunistica il modello si avvale di un sistema di rappresentazione grafica degli elementi. Il grafico consente infatti di esplicitare, in una lettura dal basso verso l’alto, le relazioni tra tutti i fattori individuati nella ricostruzione dell’evento, ognuno dei quali caratterizzato dai propri attributi e collegato agli altri, appunto secondo i legami di natura logico-cronologica della dinamica.

Il modello SSI ha trovato una sua concreta applicazione nel Sistema di sorveglianza degli infortuni mortali avviato dall’ISPESL con le Regioni e l’INAIL. Tale sistema è stato sviluppato nell’ambito del

protocollo d'intesa firmato dai tre soggetti il 25 luglio 2002, un importante accordo di collaborazione per lo sviluppo, a partire dalle diverse esperienze già presenti, di un Sistema informativo nazionale di prevenzione, basato sulla sistematicità di scambio e sull'integrazione di ricerche prioritarie in materia di sicurezza e salute nei luoghi di lavoro.

Il protocollo d'intesa ha costituito, quindi, l'occasione per ottimizzare le risorse delle istituzioni coinvolte ed ampliare l'attività di ricerca sugli infortuni mortali inizialmente progettata dall'ISPESL con le Regioni ⁶, integrandola con il parallelo progetto sugli infortuni mortali avviato dall'INAIL in collaborazione con i Comitati Paritetici.

Gli obiettivi del progetto congiunto sono riassumibili nei seguenti punti:

- a) costruzione di un sistema nazionale degli infortuni mortali finalizzato all'individuazione e alla descrizione dei fattori di rischio;
- b) diffusione e adozione su tutto il territorio nazionale di un modello standardizzato di analisi e di registrazione degli accadimenti;
- c) promozione tra le imprese della metodologia in sperimentazione quale strumento per valutare sul piano del rischio particolari situazioni lavorative.

È importante sottolineare come il progetto non abbia mirato alla costituzione di una nuova struttura di rilevazione, che avrebbe comportato un notevole impegno di risorse, ma si sia basato sull'esistente e ricco patrimonio informativo delle inchieste infortuni condotte dai Servizi territoriali di prevenzione, che andando oltre il loro impiego rivolto principalmente all'individuazione di responsabilità, hanno consentito di acquisire nuove conoscenze sulle dinamiche infortunistiche attraverso lo sviluppo e l'uso del modello SSI.

Il sistema di sorveglianza sugli infortuni mortali utilizza un modello unico e informatizzato, per la raccolta dei dati. La scheda di rilevazione comprende varie sezioni, che definiscono e richiedono specifiche e articolate informazioni per:

- l'infortunio (dove accaduto, in che data, in quale momento della giornata, ecc.)
- l'infortunato (età, provenienza, titolo di studio, mansioni lavorative, anzianità lavorativa, ecc.)
- l'evento (descrizione della dinamica utilizzando le peculiarità del modello SSI).

Il disegno del progetto congiunto Regioni-ISPESL-INAIL e Comitati Paritetici prevede in ognuna delle 18 Regioni partecipanti un Gruppo tecnico di coordinamento, composto dal responsabile scientifico regionale per il Progetto ed i referenti regionali INAIL e ISPESL. Tale gruppo garantisce, fra l'altro, la completezza della raccolta delle informazioni e il monitoraggio dell'andamento del progetto con l'individuazione delle principali criticità emerse dall'attività, in costante collegamento con il Gruppo di coordinamento nazionale, in cui sono presenti rappresentanti centrali delle tre Istituzioni.

L'obiettivo di diffondere un comune modello di analisi degli infortuni, presso gli operatori di prevenzione del Sistema Sanitario Nazionale, dell'ISPESL e dell'INAIL, ha determinato una considerevole azione di aggiornamento professionale attraverso lo svolgimento di appositi corsi, sia a livello centrale che regionale.

Per la particolare complessità ed articolazione dell'indagine sono state individuate 3 distinte figure cui destinare una specifica attività di formazione: Operatori dei Servizi di prevenzione ASL e dell'INAIL (con compiti di conduzione di inchieste/indagini infortunistiche); responsabili scientifici Unità Operative regionali (con funzione di coordinamento regionale); personale borsista o a contratto (con incarichi di data entry). L'aggiornamento professionale ha riguardato più di 1.000 operatori dei Servizi di prevenzione, oltre 700 dei Servizi ASL, circa 300 delle sedi territoriali INAIL.

2. RISULTATI: IL SISTEMA DI SORVEGLIANZA DEGLI INFORTUNI MORTALI

Il sistema di sorveglianza sugli infortuni mortali e gravi, giunto oggi al completamento della prima concreta sperimentazione su larga scala, mette a disposizione un archivio di 2.550 casi rilevati nel triennio 2002-2004 utilizzando il modello SSI. Le analisi seguenti focalizzano l’attenzione sugli infortuni mortali, tenendo conto che il sistema di sorveglianza non è ancora esaustivo dell’intero ambito nazionale (mentre l’INAIL ha partecipato all’indagine con tutte le sue sedi, per il sistema Regioni e Province Autonome ne hanno partecipato 18), e che non tutte le tipologie di infortunio sono state considerate (gli infortuni stradali non sono stati indagati dai Servizi di prevenzione).

2.1. Il rischio lavorativo

Tra le variabili dell’archivio, i dati degli infortuni mortali possono essere suddivisi in relazione alla dimensione dell’impresa dove lavorava l’infortunato.

Si segnala che i **1.511 casi di infortunio mortale presenti** globalmente nell’archivio, possono variare nel loro ammontare riportato sulle tabelle seguenti e per il calcolo degli indicatori, ciò in base al numero di valori mancanti per ciascuna variabile considerata.

Per il calcolo degli indici di frequenza (quale rapporto tra gli infortuni e gli addetti, moltiplicato per mille) sono stati considerati gli 862 casi di infortunio mortale del triennio 2002-2004 riportanti sia la dimensione dell’impresa di appartenenza del lavoratore sia il settore economico; di questi, 564 hanno riguardato le microimprese (cioè le imprese con meno di 10 dipendenti, che notoriamente rappresentano più del 90% delle imprese attive nel paese), 194 le piccole imprese (entro i 15 dipendenti) e 104 le medie e grandi imprese. Abbiamo, in sostanza, un archivio consistente e rappresentativo (sulla base di verifiche con il database nazionale dell’INAIL) di casi mortali, dettagliatamente descritti in termini di variabili descrittive e della dinamica d’infortunio.

Una prima valutazione del rischio di infortunio mortale mostra che nei tre anni di osservazione, con riferimento al totale delle imprese dei rami Agricoltura, Industria e Servizi, i valori più elevati si registrano nei settori ⁽¹⁾: Estrazione di minerali (indice di frequenza pari a 0,249), Costruzioni (0,248), Agricoltura, Caccia e Pesca (0,113), altri Servizi Pubblici e Sociali (0,055) ed Attività Manifatturiere (0,044), tutti con valori superiori all’indice di frequenza medio (0,042).

L’indice di frequenza calcolato solo per le microimprese, in particolare, mostra dei valori quasi sempre più elevati rispetto a quelli riguardanti il complesso delle imprese, anche se in termini di significatività statistica è opportuna qualche cautela nel confronto tra i valori assunti dagli indici di frequenza (la disaggregazione dei dati comporta il dover considerare cifre molto piccole per il calcolo degli indicatori, che sono in questi casi soggetti a scarsa significatività). Il calcolo del rischio relativo evidenzia come la microimpresa in Italia sembra caratterizzarsi, sulla base dei dati del sistema di sorveglianza, per un maggior rischio di infortunio mortale (rischio relativo pari a 2,7).

La graduatoria dei rischi relativi, sempre per i settori con almeno 9 infortuni mortali riportati nell’archivio, indica che i differenziali di rischio più alti si registrano per i settori Trasporti, Magazzinaggio e Comunicazioni (4,0) ed Estrazione di minerali (3,5), mentre l’Agricoltura, Caccia e Pesca (0,5) mostra un rischio relativo inferiore al valore di riferimento 1.

Nel considerare la suddivisione per genere, disponibile per i settori Industria e Servizi, si osserva un indice di frequenza sensibilmente meno elevato per le donne a prescindere dalla dimensione d’impresa,

⁽¹⁾ ATECO91, classificazione dei settori economici omogenea alla classificazione europea NACE.

ma tale circostanza è legata al ridotto impiego di manodopera femminile nelle attività tradizionalmente più a rischio, come la pesca, le costruzioni, le estrazioni di minerali (tutte con percentuali di lavoratrici prossime al 10%), e nelle qualifiche professionali più esposte. In ogni caso, il maggior rischio di infortunio mortale per chi lavora in microimprese riguarda entrambi i generi.

2.2. Le caratteristiche degli infortuni mortali

Passando all'esame di ulteriori variabili registrate dal sistema di sorveglianza, si può osservare che la distribuzione per età dei lavoratori deceduti nel corso dell'attività, varia secondo la dimensione aziendale. In particolare, nelle microimprese le classi d'età oltre 50 anni raggruppano il 42,8% degli infortuni mortali, mentre le stesse classi si attestano attorno al 25% nelle restanti imprese.

Per contro, la percentuale di deceduti sul lavoro con meno di 40 anni è del 34,3% nelle microimprese e di circa il 48% nelle altre imprese: nelle microimprese le vittime di infortunio mortale hanno dunque un'età più avanzata che non nel resto delle imprese.

TABELLA 1 - Distribuzione degli infortuni mortali per età dell'infortunato e dimensione aziendale. Valori in %

Età infortunato	Dimensione impresa			Totale
	1 - 9	10 - 49	50 +	
14-20	2,2	4,1		2,4
21-30	14,2	15,2	18,0	14,9
31-40	17,9	30,5	27,1	21,8
41-50	22,7	23,5	30,1	23,8
51-64	31,6	24,3	24,8	29,2
65+	11,2	2,5		8,0
Totale	100,0	100,0	100,0	100,0

Sia per queste variabili che per le seguenti, si offre un puro quadro descrittivo degli infortuni mortali, dal momento che non sempre è possibile riferirsi alle stesse disaggregazioni di addetti sulla base dei dati disponibili.

Per quanto riguarda il rapporto di lavoro, la percentuale di dipendenti vittima di infortunio mortale è, come era lecito aspettarsi, minore nelle microimprese (46,6%) che non nel resto delle imprese (59,2%), nelle microimprese si evidenziano le figure degli autonomi con o senza dipendenti (30,3%). La presenza di lavoratori irregolari deceduti sul lavoro tra le microimprese (5,3%) è circa il doppio rispetto al resto delle imprese.

TABELLA 2 - Distribuzione degli infortuni mortali per rapporto di lavoro dell'infortunato e dimensione aziendale. Valori in %

Rapporto di lavoro	Dimensione impresa			Totale
	1 - 9	10 - 49	50 +	
Dipendente	46,6	80,3	89,3	59,2
Autonomo senza dipendenti	21,5	0,4		14,2
Autonomo con dipendenti	8,8	1,7	1,5	6,4
Coadiuvante familiare	5,2	0,4		3,5
Socio (anche di cooperative)	8,6	10,9	5,3	8,7
Parasubordinato	0,8	2,1	1,5	1,2
Lavoratore interinale	0,1	0,4	0,8	0,3
Irregolare	5,3	2,9	1,5	4,3
Pensionato	2,9	0,8		2,1
Totale	100,0	100,0	100,0	100,0

Esaminando gli infortuni mortali secondo il settore economico e il tempo lavorato dall'infortunato, emerge la quota percentuale di eventi avvenuti nei primissimi giorni lavorativi.

Il 38,4% degli infortuni avviene nel primo anno, mentre il 16,4% di infortuni si verificano nel primo mese lavorativo, ma ben il 12,2% si concentra nella prima settimana dall'assunzione.

Suddividendo ancora in modo più fine, nella prima settimana, oltre i 3/4 riguardano i soli primi due giorni di lavoro.

TABELLA 3 - Distribuzione degli infortuni mortali per anzianità aziendale (esclusi i casi per i quali non c'è l'informazione)

Tempo dall'assunzione	Frequenza	Percentuale valida	Percentuale cumulata
1 giorno	75	7,6	7,6
2 giorni	14	1,4	9,0
3 - 7 giorni	31	3,2	12,2
8 giorni - 1 mese	41	4,2	16,4
>1 mese - 6 mesi	117	11,9	28,3
>6 mesi - 1 anno	100	10,2	38,4
>1 anno - 5 anni	268	27,2	65,7
oltre 5 anni	338	34,3	100,0
Totale	984	100,0	

Per il settore delle Costruzioni, nel solo primo giorno di lavoro avvengono l'11,4% degli infortuni complessivi. Tale dato è un plausibile (anche se parziale) indicatore di lavoro irregolare (al momento in cui si verifica l'infortunio il lavoratore non ha copertura assicurativa da parte dell'INAIL secondo le norme vigenti ⁽²⁾). Nelle microimprese, il fenomeno della concentrazione degli infortuni nei primissimi giorni di lavoro è ancora più accentuato.

Se si volesse tentare una stima indiretta del lavoro irregolare sulla base dei dati dell'archivio, si potrebbe effettuare la somma delle percentuali degli infortuni mortali riscontrati con posizione effettivamente irregolare (4,3%), con i lavoratori deceduti entro il tempo concesso per la denuncia di esercizio, che contempla: "Il datore di lavoro, contestualmente all'inizio dell'attività, deve darne comunicazione all'INAIL. Se, per la natura dei lavori o per l'urgenza del loro inizio, non è possibile fare la denuncia, la comunicazione può essere effettuata entro i 5 giorni successivi all'inizio delle attività, motivando il ritardo".

Considerando l'assunzione di "forte sospetto" che la concentrazione di infortuni nella prima settimana lavorativa possa, praticamente, configurarsi in toto come un tentativo di regolarizzare "a posteriori" situazioni sommerse, secondo le eccezioni previste dalla normativa, i lavoratori in posizione irregolare nel totale delle imprese possono essere stimati in una misura del 16,5%: 4,3% di irregolari direttamente riscontrati più il 12,2% di infortuni mortali avvenuti nei primi 6 giorni dal momento dell'inizio attività, percentuale quest'ultima che è conseguenza, sempre nell'ipotesi di "forte sospetto", di regolarizzazioni immediatamente successive all'infortunio. Tale stima sale al 19,5% per le microimprese ed al 23,4% per le sole microimprese del settore delle costruzioni.

In sostanza, le percentuali effettivamente riscontrate di lavoro irregolare (tra il 4% ed il 5% circa, secondo la dimensione d'impresa) possono arrivare ai valori sopra indicati (anche oltre il 23%) nell'ipotesi di "forte sospetto", o posizionate su valori intermedi per ipotesi di "minore sospetto".

2.3. Le modalità di accadimento degli infortuni mortali

L'utilizzo del modello di rilevazione ed analisi "Sbagliando s'impara", utilizzato per la raccolta dei dati del sistema di sorveglianza sugli infortuni mortali, permette - come già detto - di ricostruire la dinamica infortunistica. In altri termini, in base alle informazioni disponibili sull'evento infortunistico si tenta di descrivere la sequenza delle circostanze alle quali può essere attribuita la funzione di spiegazione prossima dell'infortunio.

Una prima analisi dei dati raccolti dal sistema, consente di valutare la distribuzione dei fattori di rischio intervenuti nella dinamica infortunistica, riassumibili in una delle seguenti categorie: attività dell'infortunato, attività di terzi, utensili macchine e impianti, materiali, ambiente, dispositivi di protezione individuale e abbigliamento.

Le due categorie di fattori più ricorrenti nelle dinamiche infortunistiche sono "attività infortunato" (36,8%) e "utensili, macchinari, impianti" (22%); il fattore ambiente (16,1%) occupa il terzo posto nella graduatoria.

Riguardo al fattore "attività infortunato", per la variabile problema di sicurezza la modalità più frequente è "errore di procedura" (60,2%), seguito a forte distanza dalle modalità "evento accidentale" (10%) e "formazione e informazione" (7,7%).

Per il fattore "utensili, macchinari, impianti", si è scelto di analizzare il problema di sicurezza rispetto all'assetto del dispositivo rilevato. Questo perché una prima analisi ha evidenziato come nel 59% dei casi il problema di sicurezza degli "utensili, macchinari, impianti" è dovuto all'assetto. È da sottolineare come nelle microimprese la modalità mancanza di protezioni arrivi ad una quota pari al 55,7%, superiore ai valori delle altre classi dimensionali d'impresa (43%).

⁽²⁾ INAIL <http://www.inail.it/assicurazione/assicurazione.htm>.

L'utilizzo di un modello multifattoriale per l'analisi delle circostanze che determinano gli infortuni offre dunque la possibilità di indagare più in dettaglio le cause che sono intervenute nel corso della dinamica infortunistica. Si tratta di informazioni di lettura meno immediata ma non prive di nuovi spunti interpretativi, di cui questo paragrafo offre solo alcuni aspetti quale anticipazione dei risultati del progetto.

2.4. Gli approfondimenti di particolari tipologie di eventi: un esempio dalle “cadute dall'alto” nel settore edile

L'idea di affiancare alle tradizionali elaborazioni statistiche alcuni approfondimenti, derivanti dalla lettura delle dinamiche infortunistiche di particolari insiemi (gruppi di lavoratori, settori produttivi, modalità di accadimento specifiche), era già stata ipotizzata nella fase progettuale del sistema di sorveglianza. Di seguito viene illustrato l'approfondimento sulle cadute dall'alto nel settore edile.

Tra i 258 casi mortali di cadute dall'alto selezionati dalla banca dati, oltre il 60% (158 casi) riguardano il settore delle Costruzioni. Guardando alle caratteristiche degli infortunati emerge un'età superiore ai 60 anni nel 22% dei casi e una posizione sul lavoro “irregolare” nel 7% dei casi. Quanto alla dimensione aziendale, il 95% circa degli infortunati lavora nelle microimprese (1-9 addetti), con un rischio di infortunio mortale superiore di circa 10 volte quello della media impresa (50-249 addetti). Si può osservare che nella sola **prima settimana lavorativa** si registra il 12% circa di tutti gli infortuni mortali.

L'analisi della dinamica infortunistica delle cadute dall'alto ha portato ad identificare come principale determinante l'attività svolta dallo stesso infortunato (36,3%), seguita dall'impiego di utensili, macchinari e impianti (24,2%) e dai dispositivi di protezione individuale (19%). Per questi ultimi è da osservare che compaiono molto spesso tra i fattori di rischio per il loro mancato utilizzo.

In relazione alla tipologia di evento qui analizzata, emerge anche la constatazione (non nuova ma interessante) che si muore non solo per caduta da altezze considerevoli ma anche, in un numero non trascurabile di casi, per caduta da 1-2-3 metri; è difficile fare in merito discorsi generali ma certo una riflessione che ne deve derivare è che determinati ausili, protezioni, cautele, ecc., dovrebbero cominciare ad essere utilizzati fin dal “basso”.

Per quanto concerne il fattore “attività dell'infortunato”, nel 65% dei casi il lavoratore stava svolgendo la sua abituale attività, mentre nel 21% dei casi era impegnato in un'altra attività oppure non svolgeva una specifica attività (14%), come, ad esempio, lo spostarsi su ponteggi ad inizio o fine turno. Il problema di sicurezza maggiormente riscontrato per il fattore “attività dell'infortunato” è l'errore di procedura (53%) seguito a forte distanza da una carenza di formazione/informazione (5%). Nel caso di “utensili, macchine, impianti”, il problema di sicurezza prevalentemente riscontrato riguarda le protezioni, in particolare la loro assenza e l'inadeguatezza strutturale.

Occorre precisare che se l'attività dell'infortunato rappresenta un determinante d'incidente ciò non significa individuare automaticamente una responsabilità dell'infortunato, né sul piano giuridico né su quello extragiuridico.

La capacità di trasporre in azione concreta un modello concettuale quale SSI costituisce un esempio di recupero, sviluppo e trasferimento delle conoscenze, con lo scopo primario di fornire un ulteriore supporto alle azioni di prevenzione.

3. CONCLUSIONE

Il progetto ha avviato nelle 18 regioni italiane aderenti all'iniziativa la raccolta e la descrizione delle dinamiche infortunistiche e delle modalità di accadimento degli eventi mortali sul lavoro. Si tratta della prima esperienza condotta in Italia di raccolta e standardizzazione delle informazioni disponibili presso i Servizi di Prevenzione e Sicurezza degli Ambienti di Lavoro delle Aziende Sanitarie Locali, integrate con le indagini infortunistiche effettuate dalle sedi territoriali dell'INAIL.

Nell'ambito dell'analisi degli infortuni sul lavoro, il metodo "Sbagliando s'impara" si inquadra tra i modelli sistemici multifattoriali multiassiali ad albero delle cause, e propone una nuova chiave di lettura degli eventi infortunistici. L'attenzione è posta sulla dinamica dell'infortunio, con lo scopo di ricostruire a ritroso il percorso terminato con il danno biologico del lavoratore. Ciò significa individuare i fattori intervenuti e le reciproche interazioni che hanno portato al verificarsi dell'infortunio stesso.

Nella rappresentazione dei singoli eventi entra in gioco anche la soggettività dell'analista, che si riflette inevitabilmente sulla interpretazione fornita della dinamica infortunistica. Partendo dal presupposto che qualsiasi modello, per definizione, risente della componente soggettiva, con il modello SSI si mira a diffondere tra gli analisti un linguaggio comune, generalizzabile alla molteplicità degli eventi infortunistici e rigoroso, in quanto tende a definire con accuratezza il significato dei termini proposti.

Tra gli obiettivi, il modello SSI vuole essere di supporto sia all'attività di ricerca e studio che all'attività pratica "sul campo", consentendo l'utilizzo ad una pluralità di figure professionali, pubbliche e private, che si occupano di sicurezza e prevenzione nei luoghi di lavoro.

Caratteristiche analoghe al metodo SSI si ritrovano nel recente studio degli infortuni sul lavoro accaduti durante la costruzione dell'aeroporto internazionale di Denver ⁷, dove gli eventi infortunistici sono stati indagati per evidenziare le circostanze ed i fattori causali intervenuti, classificando gli elementi riscontrati in quattro principali categorie, affini a quelle viste in SSI, quali: fattori umani, fattori organizzativi, ambiente e materiali/attrezzature.

Il sistema di sorveglianza sugli infortuni mortali e gravi dispone oggi di un archivio informatizzato di 2.550 casi rilevati nel triennio 2002-2004, la cui importanza risiede, oltre che nella disponibilità di sintesi quantitative delle informazioni contenute, nella possibilità di analisi qualitative di sottocategorie di eventi (ad esempio le cadute dall'alto), di lavoratori o di comparti economici.

È opportuno dare continuità all'iniziativa intrapresa sul fenomeno degli infortuni mortali, non solo per i risultati tecnico-scientifici che si stanno conseguendo, ma anche per il lavoro congiunto svolto in questi due anni dall'ISPESL, dall'INAIL, dalle Regioni e Province Autonome e dai Servizi territoriali di prevenzione delle ASL, che ha contribuito al rafforzamento di quei concetti di condivisione, tanto di obiettivi che di metodi, e di collaborazione sistematica tra le istituzioni.

Va considerata, al riguardo, la sempre maggiore attenzione del Ministero della Salute verso l'attivazione di sistemi di sorveglianza per la preparazione di rapide risposte *organizzate* ed *integrate* su tutto il territorio, nell'attuale quadro del Servizio Sanitario Nazionale, caratterizzato dalla regionalizzazione e dal decentramento delle decisioni, in cui le esigenze di coordinamento sono progressivamente aumentate, come indicato nelle linee operative per la pianificazione regionale descritte nel Piano Nazionale della Prevenzione 2005-2007 ⁸, che non a caso identifica, fra gli specifici obiettivi operativi, proprio il rafforzamento del sistema di sorveglianza degli incidenti nei luoghi di lavoro.

BIBLIOGRAFIA

1. Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro INAIL. Rapporto Annuale 2004. Roma: INAIL; luglio 2005
2. Laflamme L. Modelli e metodi per l'analisi degli infortuni sul lavoro: dall'organizzazione del lavoro alle strategie di prevenzione. Versione italiana a cura di G Pianosi. Roma: ARPAT; 2000
3. Pianosi G, Soncini-Sessa R. CIAO - Computer Assisted Indeep Analysis of Occupational accidents. Un sistema per l'analisi degli infortuni sul lavoro. Politecnico di Milano. Dipartimento di Elettronica e Informazione, USSL n. 34 - Unità Operativa per la Tutela della Salute nei Luoghi di Lavoro, Legnano. Ricerca finanziata dall'ISPESL. ISPESL 121/94; 1994
4. Laflamme L. A better understanding of occupational accident genesis to improve safety in the workplace. J of Occupational Accidents 1990;12(1-2):155-65
5. ISPESL Dipartimento Documentazione Informazione e Formazione. Corso di aggiornamento e addestramento sull'utilizzo del modello ISPESL-INAIL-Regioni per la ricostruzione delle cause e delle dinamiche infortunistiche negli ambienti di lavoro [CD Rom]. Roma: ISPESL; 2003
6. Bena A, Marconi M, Passerini M, Pianosi G. Il progetto ISPESL-Regioni per l'analisi degli infortuni sul lavoro. Workers Memorial Year 2000 - Seminario nazionale di presentazione. Waipai; 28 aprile 2000
7. Glazner J, Bondy J, Lezotte D, Lipscomb H, Guarini K. Factors contributing to construction injury at Denver International Airport. Am J Ind Med 2005; 47:27-36
8. Centro nazionale per la prevenzione e il controllo delle malattie CCM. Piano Nazionale della Prevenzione 2005-2007 [online] 2006. URL: <http://www.ccm.ministerosalute.it/ccm/ccmDettaglioInterne.jsp?id=137&label=ccm&men=vuoto&lingua=italiano> , 2006

THE RECONSTRUCTION OF THE CAUSES AND DYNAMICS OF WORK-RELATED INJURIES USING THE MODEL “WE LEARN BY OUR MISTAKES”

G. Campo **, A. Guglielmi **, M. Marconi **, G. Pianosi *

* ASL, Città di Milano

** ISPESL, Department of Documentation, Information and Training

ABSTRACT

The development of technology and laws during the last century brought about a progressive decrease in the number of work-related injuries, and yet these injuries were not reduced to a merely marginal phenomenon. The model, “We learn by our mistakes”, is a multi-factorial causal tree model. It was inspired by characteristics of historically significant models. It offers a specific method for analysing work-related injury dynamics, such as the sequence of events or circumstances that can provide an explanation of how the injury happened. It has the aim of providing a common instrument from which useful elements for occupational injury prevention can be produced. The Italian joint ISPESL (National Institute for Prevention and Safety at Work)-Regions project for the construction of the “National System of epidemiological surveillance of (fatal) workplace injuries aimed at researching causes” is among the current Ministry of Health Research Programmes. Within this system, the model “We learn by our mistakes” is used for the analysis of fatal injuries that occurred in the period 2002-2004.

(Key words: *fatal injuries, cause analysis, injury dynamics*)

BOW PO/base indexing:

EUOSHA - OSH: Fatalities (48281D), Causes of accidents (46481C), Evaluation studies (24761D)

CIS: Fatalities (Yif), Analysis of accident causes (Qrua), Tests on models (Qrem), Accident-design relationship (Qrud)

INTRODUCTION

The twentieth century was marked by great industrial development and by deep economic and social change. These led to a vast improvement in general working conditions and changes in work-related risks in connection with the great progress of the legal and social system, and the evolution of technology and automation. However, the positive relationship between technological improvements/legal evolution and a lowering of the level of occupational injury risk has not been enough to reduce the phenomenon of occupational accidents to a marginal reality.

It seems clear that although laws and their effective application are important, they are not sufficient in reducing work-related injuries to a very minimum. There has been a drop in the work-related injuries trend in Italy in the last few years, however, if we analyse only fatal injuries, there is no significant sign of a decrease. This could be due to the large amount of injuries that are linked to roads and transport, also in light of the most recent insurance norms that offer a greater possibility of acknowledging so called "in itinere" injuries, i.e. those that happen whilst commuting. The available data ¹ show a number which is always intolerable and dramatic. This underlines the need for greater efforts to increase and integrate the available information, with the aim of better understanding which determinants to work on for a significant reduction in risks and, in particular, which mechanisms cause fatal injuries. In other words, we should investigate new conceptual models for the analysis of work-related injuries.

There is a vast amount of literature on analysis models ², of which we will now give a brief outline. The model, "We learn by our mistakes", which focuses attention on industrial injury trends, was inspired by the features of some of these models.

In decisional models, the individual is not seen as "the sole, direct or immediate cause of injuries but rather as the receiver of information and the subject who makes decisions that are more or less risky for his/her safety" ². We are thus dealing with dynamics and interactive models that are inspired by the psychological theories of information handling.

Within this class of models, it is possible to distinguish two main directions: descriptive models which have the aim of illustrating the way in which decisions are made and the factors that influence these decisions, and sequential models which introduce a temporary and hierarchical articulation of events and situations that result in the injury. The latter belong to the class of decisional models because the sequences that are defined within them take the form of algorithms that pose questions which must be answered with yes/no answers.

With sequential and decisional models, there is a transition from mono-factorial and mono-axial models (i.e. with a sole cause which, per se, is sufficient to justify the occurrence of the injury, and with a sole axis of investigation, i.e. the individual) to models which consider a plurality of factors belonging to more than one axis of investigation (e.g. the individual and the work equipment). In this case we can define them as multi-factorial ³ and multi-axial models (or in a single word: systemic). Within this logic, analysts' attention is drawn both to the description of the environment in which the worker operates and to the immediate man-tool relationship to the injury.

Systemic models are based on the examination of the injury, i.e. on the "reciprocal interaction between man, machine and environment, so that the system cannot be explained only by the sum of its parts" ². Thus we start to talk about "causal trees": the injury is considered as the result of a sequence of events, disturbances and variations that interfere in the normal carrying out of the work activity. The actions put into being by the individual are put into a relationship with other factors, such as machinery and environment. Amongst the main results of the application of the causal tree is the consideration that the sequence of events comprises factors that are more or less close to the injury. These include factors that are more distant from the injury that are often forgotten about.

Systemic models also include the category of models that study the technical work process. These try to draw information on "injury dynamics" by focussing attention on the temporal relations that link the

factors which contributed to the injury. Furthermore, in this context we start to talk about the transfer of energy from the machine or the environment to the man as a circumstance that cannot be disregarded, due to the presence of damage. As Laflamme states “the qualitative study of the damage represents a source of very useful information for prevention as it allows the locating of most frequent injuries. In this perspective, the study of work-related injuries for preventive aims is not limited to counting cases and identifying the people, activities, equipment or machines at risk, but also includes a qualitative assessment of the risks connected to these”².

1. METHODS: THE “WE LEARN BY OUR MISTAKES” MODEL

The method “We learn by our mistakes” (“Sbagliando s’impara” in Italian and thus SSI hereafter), is a systemic multi-factorial and multi-axial causal tree model. Amongst its advantages is its applicability to any working situation and many variants of workers, regardless of the type of work done in the company, the size thereof or its different organizational characteristics. Furthermore, this model has the ability of being helpful both for understanding a single case and for recognizing elements that link different cases, i.e. it is capable of extrapolating chains of factors that relate to each other with a certain frequency in work-related injury dynamics.

The principal feature of the SSI model is that of analysing in detail the dynamics of events which lead to an injury. “Injury dynamics” mean the sequence of events and the group of circumstances that, once the injury has occurred, can be identified by using specific investigation methods and that can provide the explanation of the injury. Injury dynamics are thus constructed from the group of elements that the analyst recognizes as relevant for interpreting the single case being investigated; some useful specifications are provided for some of these elements in order to understand the SSI model.

An accident does not necessarily lead to an injury⁴: there must be an energy transfer of a certain intensity between a physical environment and at least one person, i.e. because there is biological damage after an accident, the released energy must have passed (completely or at least in part) from the environment to the person or vice versa and this transfer must have been sufficiently large to cause damage.

The energy that is transferred can be caused by two very general types of situations:

- 1) the fast and unintentional release/transfer of energy;
- 2) when there is no change in the energy situation but there is a rapid and unintentional application of energy that is inappropriate.

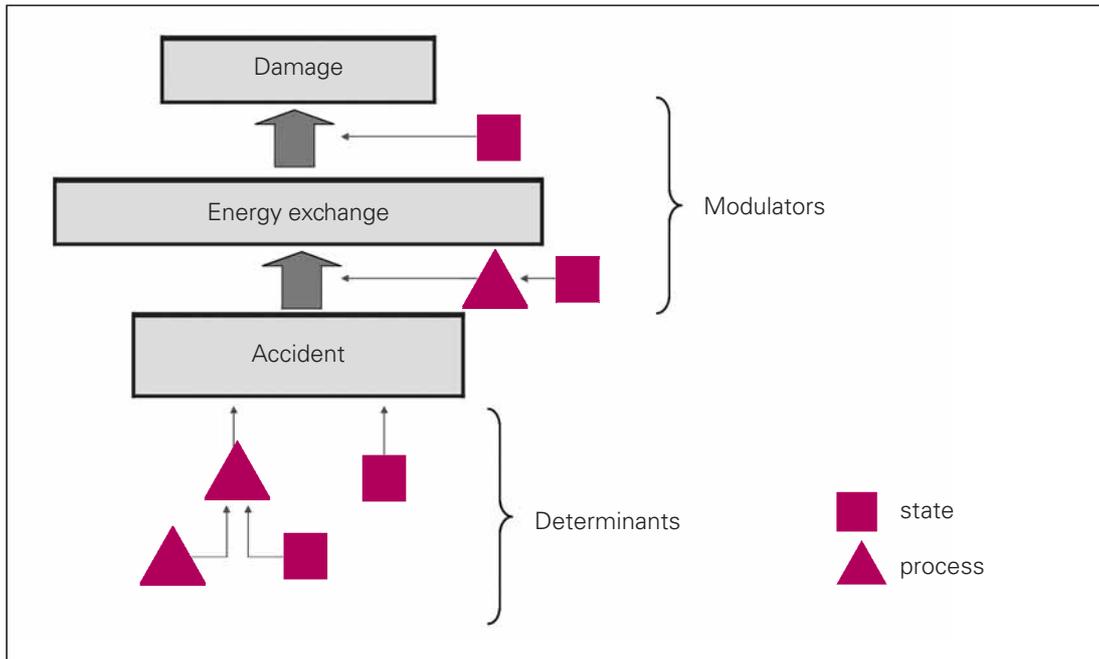
Thus from this point of view, an accident is an event in which there is a 1) quick and unintentional release/transformation or 2) inappropriate application of energy that provokes, or is potentially capable of provoking, undesired effects such as damage to people or objects, economic costs or environmental harm⁵.

An accident thus takes on the character of an injury when both of the following conditions are present: there is an energy transfer between the worker and the physical environment that he/she is in as a result of the accident, and damage to the worker occurs immediately following the energy transfer.

On the basis of these definitions, the essential elements of an injury are the accident, the energy transfer and the damage.

Actions to contain the injury phenomenon can therefore be carried out at different levels, according to the diagram shown in figure 1:

- a) actions aimed at eliminating or containing accidents,
- b) actions that, with the foresight that an accident could happen, are aimed at eliminating or containing the intensity of the energy exchange,
- c) actions that, with the foresight that the energy exchange could happen, are aimed at eliminating or containing the damage.

FIGURE 1 - Graphic representation of the SSI model

The actions in point a) are linked to “primary” prevention, i.e. they tend to eliminate or, more frequently, reduce the probability of an accident happening, by identifying their determinants and the correct intervention for their removal or attenuation. The energy exchange in point b) is obstructed when, anticipating the possibility of an accident, measures are taken which are adapted for the containment of all or part of the released energy in complete safety, i.e. without any contact between the released energy and the person. This can be done, for example, by using warning signs or other material or immaterial barriers to establish good compartmentalization of the workplace. As for actions that aim to eliminate or contain the damage (point c), in the anticipation that the energy exchange is possible, the main types of measures are those that lead to the dissipation of the exchanged energy in a harmless way (the adoption of personal protective equipment is a typical example).

Once the analyst has a clear understanding of the basic definitions for the correct application of the method and once s/he has identified the three elements (the accident, the energy transfer and the damage) which make up the injury dynamics, s/he must categorize each of these by referring to the following set of variables:

- *Axis*
The axis represents the general area that the element being examined belongs to. Empirically we see how all factors that are part of the injury dynamics fall into one of the following categories: injured person’s activity, other people’s activity, machine, tools and equipment, materials, environment, and personal protective equipment and clothing.
- *Description*
This is a specification of the axis. It involves describing what the element identified consists of in the required detail.
- *Determinants and modulators*
Any factor that contributes to causing an accident by increasing the probability of its happening is defined as a determinant (accident risk factor). Whilst a modulator is any factor that, whilst irrelevant

for the probability of whether the accident happens or not, can however impede, attenuate or even worsen the biological damage that follows.

- *Type of modulation*

The type of modulation only concerns elements that are recognized as modulators. Modulation is positive if the element in question has reduced the consequences of the accident and negative if the modulator increases the consequences of the accident.

- *State and process*

Any element that was pre-existing when the accident occurred and which remains unchanged during the event is defined as state. Any element that represents something that happened during the accident is defined as a process. In graphs that represent the event, *state* is represented by a square and process by a triangle.

- *Safety problems*

This variable explains the reason why the element under examination was identified by the analyst as an element that affected the injury dynamics.

- *Comparison with the standard*

The comparison with the standard is a variable that completes the information contained in the “safety problems” variable by supplying reference for comparison. Standards are grouped together in three categories: occupational safety laws, best practice norms and internal protocols. Once the type of standard used for comparison has been indicated, further specifications consist in the circumstantiated identification of the standard (e.g. the number of the law) and the point of the standard with which comparison is made (e.g. the article of the law).

- *Risk assessment*

Risk assessment indicates which element under examination was taken into consideration in the “risk assessment” that was preventatively carried out in the company. The assessment of risks is obligatory for the employer as set out in occupational safety norms.

The process of reconstructing injury dynamics follows the classic backwards path in use in the legal investigative process. Thus it departs from the last event in a temporal order, “**the damage**” with its qualitative (location and type of the injury) and quantitative (severity) aspects which are not difficult to assess, and proceeds in search of “what” caused this specific damage - the “**exchange of energy**” - and then which factors come into play in the accident. These factors are the elements that caused the event (determinants) or that influenced the gravity of its consequences (modulators). In other words, we try to understand how it happened.

In order to reconstruct the logical-chronological sequence of the injury dynamics, the model uses a graph to summarize the elements. By reading from the bottom upwards, the graph shows the relationship between all the identified factors in the reconstruction of the event. Every factor has its own modalities and is connected to the others, exactly according to the logical-chronological links of the dynamics.

The SSI model has found concrete application in a surveillance system of fatal injuries set up by ISPESL with the Regions and INAIL (Italian Workers’ Compensation Authority). This system was developed within an agreement signed by these three bodies on 25 July 2002. It was an important agreement for the development of a national information system for prevention, starting with knowledge from previous experience and based on the systematic nature of exchanges and the integration of prior research on occupational safety and health.

The agreement provided the opportunity to optimize these institutions’ resources for surveillance and to extend research into fatal injuries. This was originally planned by ISPESL with the Regions⁶ integrating it with the parallel project on fatal injuries started by INAIL in collaboration with the Joint Committees.

The aims of the joint project can be summarized by the following:

- a) the construction of a national surveillance system of fatal injuries aimed at identifying and describing risk factors,
- b) the diffusion and adoption of a standardized model of analysis and event recording,
- c) promotion within the companies of the method being tested as an instrument for assessing the level of risk in particular working situations.

It is important to highlight that the joint project was not set up in order to construct a new investigation structure, that would have involved considerable resources. Instead it was based on the existing and rich information resources from work-related injury investigations conducted by local prevention services principally for identifying responsibility. Going beyond this use, the information has allowed us to acquire new knowledge about injury dynamics through the development and use of the SSI model.

The fatal injuries surveillance system uses a single information form for collecting data. The survey chart contains various sections that define and request specific and articulated information for:

- the injury (where it happened, on what date, at what time of the day, etc.)
- the injured party (age, nationality, qualifications, work duties, years of service, etc.)
- the event (description of the dynamics using the distinctive features of the SSI model).

The design of the combined ISPESL-Regions-INAIL and Joint Committees project provides for a technical coordination group in each of the participating 18 Regions. This group is composed of an appointed regional scientist for the project and the regional INAIL and ISPESL reference points. This group guarantees, amongst other things, complete information gathering. It also monitors the direction of the project with the identification of the principal critical points that emerged from the activity in constant connection with the national coordination group in which key representatives from each of the three institutions are present.

The aim of spreading an injury analysis model to prevention operators in the National Health Service, ISPESL and INAIL, has led to considerable professional updating through special courses, both at central and regional levels.

Given the complexity and structure of the investigation, members of three distinct groups were identified for specific training: ASL (Local Health Unit) and INAIL Prevention Service Operators (with the task of conducting injury enquiries/investigations), regional scientists for the Operational Unit (with the task of regional coordination), and contracted personnel or interns (to carry out data entry). Professional updating involved more than 1 000 operators of prevention services - over 700 from ASL Services and around 300 from local INAIL offices.

2. RESULTS: THE FATAL INJURY SURVEILLANCE SYSTEM

The first phase of large-scale experimentation of the surveillance system for fatal or critical injuries has been completed and has provided an archive of 2 550 cases over the three-year period 2002-2004 using the SSI model. The following analyses focus attention on fatal injuries, taking into account the fact that the surveillance system is not yet exhaustive for the whole of Italy (whilst INAIL has carried out studies in all its offices, only 18 out of the 20 offices in the Region and Autonomous Province system participated) and that not all types of injury were considered (traffic injuries are not investigated by prevention services).

2.1. Risk at work

From amongst the variables of the archive, fatal occupational injuries data can be subdivided in relation to the size of the company where the injured persons work.

It should be noted that the 1 511 cases of fatal injuries present in the archive can vary in their sum shown in the following tables and for the calculation of the indicators, on the basis of the number of missing values for each variable considered.

In order to calculate the incidence rate (i.e. the ratio between injured workers and total number of workers, multiplied by 1000), 862 cases of fatal injuries that occurred in the three-year period 2002-2004 and that reported both the size of the workers' company and the economic sector were considered. Of those cases, 564 involved micro-enterprises (i.e. enterprises with less than 10 workers, which represent more than 90% of active enterprises in Italy), 194 involved small enterprises (up to 15 workers) and 104 involved small and medium-sized enterprises. Confirmed by verifications with the national INAIL database, we have an archive that is consistent and representative of fatalities, which are described in detail in terms of the descriptive variables and injury dynamics.

A first assessment of fatal occupational injury risk shows that in three years of observation of all enterprises in Agriculture, Industry and Services, the highest values recorded were in the sectors ⁽¹⁾ of Mining (incidence rate of 0.249), Construction (0.248), Agriculture, hunting and fishing (0.113), Other public and social services (0.055) and Manufacturing (0.044). All these sectors had values that were greater than the average incidence rate (0.042).

The incidence rate calculated solely for micro-enterprises shows values that are almost always higher than the values regarding the whole complex of enterprises. However, in terms of statistical significance, some caution is required in comparing the values taken for the incidence rates (the disaggregation of data requires the consideration of figures that are very small for the calculation of indicators that are of little significance in these cases). On the basis of the data from the surveillance system, the calculation of the relative risk highlights how micro-enterprises in Italy seem to be characterized by a greater risk of fatal injuries (relative risk equal to 2.7).

The classification of relative risks (for sectors in the archive with at least 9 fatal injuries) indicates that the highest risk differentials are recorded for the sectors of Transport, warehousing and communications (4.0) and Mining (3.5), whilst Agriculture, hunting and fishing (0.5) show a risk that is lower than the reference value of 1.

If we consider subdivision by sex (a variable which is available for the Industry and Services sectors), we can see a considerably lower incidence rate for women, regardless of the size of the enterprise. This is however linked to the small number of women employed in activities that are traditionally more risky such as fishing, construction, mining (female workers make up approximately 10% in all these sectors) and in the professions that are most at risk. At any rate, the greatest risk of a fatal injury for people working in micro-enterprises relates to both sexes.

2.2. Characteristics of fatal occupational accidents

Examining additional variables recorded by the surveillance system, we find that the distribution by the age of workers who died while working varies according to the size of the company. In particular, the over-50s make up 42.8% of fatal injuries in micro-enterprises whilst this group makes up approximately 25% of the fatal injuries in the other enterprises.

In contrast, the percentage of deaths at work of people under 40 is 34.3% in micro-enterprises and approximately 47% in other enterprises: thus victims of fatal injuries in micro-enterprises are older than in the rest of the enterprises.

⁽¹⁾ ATECO91, Italian classification of economic sectors that corresponds to the European NACE classifications

TABLE 1 - Distribution of fatal occupational injuries by victims' age and enterprise size. Values in %

Age of injured person (in years)	Size of enterprise (no. of workers)			Total
	1 - 9	10 - 49	50 +	
14-20	2.2	4.1		2.4
21-30	14.2	15.2	18.0	14.9
31-40	17.9	30.5	27.1	21.8
41-50	22.7	23.5	30.1	23.8
51-64	31.6	24.3	24.8	29.2
65+	11.2	2.5		8.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

A purely descriptive outline of fatal injuries is offered for these variables and for the following ones, given that as it is not always possible to refer to the same disaggregations of workers on the basis of the data available.

As far as types of employment are concerned, the percentage of employees who are victims of fatal injuries is lower in micro-enterprises (46.6%) than in the rest of the enterprises (59.2%). But in micro-enterprises, the percentage of self-employed workers - with or without employees - is higher (30.3%) than in the other sized enterprises. The presence of undeclared workers who have died in micro-enterprises (5.3%) is about double compared to the rest of the enterprises.

TABLE 2 - Distribution of fatal work-related injuries by the injured person's type of employment and the size of the company. Values in %

Type of employment	Size of enterprise			Total
	1 - 9	10 - 49	50 +	
Employees	46.6	80.3	89.3	59.2
Self-employed with no employees	21.5	0.4		14.2
Self-employed with employees	8.8	1.7	1.5	6.4
Family member	5.2	0.4		3.5
Partner (also of cooperatives)	8.6	10.9	5.3	8.7
Quasi-subordinate	0.8	2.1	1.5	1.2
Temporary worker	0.1	0.4	0.8	0.3
Undeclared	5.3	2.9	1.5	4.3
Retired	2.9	0.8		2.1
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

By examining fatal injuries according to time worked by the individual, we can observe the percentage of events that occur in the very first days of work.

38.4% of fatal injuries take place in the first year of employment, whilst 16.4% occur during the first month of employment. However, 12.2% happen in the week after the worker has been hired, and to be even more precise, three quarters of worker fatalities that occur in the first week take place on the first two days of work.

TABLE 3 - Distribution of fatal injuries by length of service in the enterprise (with the exception of cases for which no information was collected)

Time worked since hiring	Frequency	Valid percentage	Cumulated percentage
1 day	75	7.6	7.6
2 days	14	1.4	9.0
3 - 7 days	31	3.2	12.2
8 days - 1 month	41	4.2	16.4
>1 month - 6 months	117	11.9	28.3
>6 months - 1 year	100	10.2	38.4
>1 - 5 years	268	27.2	65.7
over 5 years	338	34.3	100.0
Total	984	100.0	

With reference to the Construction sector, 11.4% of fatal accidents happen on the first day alone. This datum is a plausible (even if partial) indicator of undeclared work (when the injury takes place, the worker is not covered by INAIL in accordance with the law ⁽²⁾). In micro-enterprises in the Construction sector, the concentration of work-related injuries in the very first days is even more accentuated.

In order to indirectly estimate undeclared work based on the archive data, we summed the percentages of fatal injuries involving undeclared workers (4.3%) and the deceased workers within the time allowed for reporting the work, which states: “At the beginning of the activity, the employer must communicate the activity to INAIL. If, due to the nature of the work and its urgency, it is not possible to carry out the communication, it can be done within 5 days of the beginning of the work, with justification for the delay.” Considering the “strong suspicion” that the concentration of work-related fatalities injuries in the first working week can basically be explained almost entirely as an attempt to regulate undeclared situations after the event (according to the exceptions provided for by the law), undeclared workers in all enterprises can be estimated at 16.5%: 4.3% of undeclared workers found directly plus the 12.2% of work-related fatalities that occurred within the first 6 days of the start of the activity. The latter percentage is a result of immediate regularization following the injury (always bearing in mind the hypothesis of a “strong suspicion”). This estimate rises to 19.5% for micro-enterprises and to 23.4% for micro-enterprises in the Construction sector.

In summary, the percentages of undeclared work actually found (between about 4 and 5%, according to the size of the enterprise) can reach the values indicated above (even greater than 23%) when there is “strong suspicion”, whilst the values can be intermediate when there is less suspicion.

⁽²⁾ INAIL <http://www.inail.it/assicurazione/assicurazione.htm>

2.3. How fatal work-related accidents happen

The SSI model, which is utilized for collecting data from the fatal injury surveillance system, allows us to reconstruct injury dynamics. In other words, on the basis of available information regarding the event, there is an attempt to describe the sequence of circumstances that allow the explanation of the injury.

A first analysis of data collected from the system allows us to assess the distribution of risk factors that intervened in the injury dynamics. These can be categorized by the axis variable as follows: injured person's activities; other people's activities; machines, tools and equipment; material; environment; PPE and clothing.

The two most recurrent axes in injury dynamics are "the injured person's activity" (36.8%) and "machines, tools and equipment" (22%). The "environment" factor is third in the classification (16.1%). In regards to the factor "injured person's activity", for the variable "safety problems" the most frequent modality is "procedure error" (60.2%), followed at some distance by "incidental event" (10%) and "training and information" (7.7%).

For the factor "machines, tools and equipment", it was decided to analyse the variable "safety problem" (when it was found) regarding the structure of the machinery. This was done because a first analysis showed how the safety problem of "machines, tools and equipment" in 58% of cases is caused by the structure. Concerning this factor in micro-enterprises, it should be underlined how the "lack of protection" provided on the equipment reaches 55.7%, which is higher than the corresponding values in the other enterprise sizes (43%).

The use of a multi-factorial model to analyse the circumstances that determine work-related injuries thus offers the possibility of investigating the elements that intervened in the course of the injury dynamic in more detail. This is information which offers new possibilities for interpretation. Yet this chapter deals with only some aspects.

2.4. The analysis of particular types of events: an example of "falls from height" in the building sector

The idea of supporting traditional statistical developments with some analyses from the injury dynamics of particular groups (groups of workers, production sectors, specific ways of occurrence) has already been considered during the planning phase of the surveillance system. An analysis of falls from height in the building sector follows.

Out of the 258 fatal cases of falls from height selected from the database, over 60% (158 cases) occurred in the Construction sector. Looking at the injured persons' details, it emerges that 22% of cases involve people over 60 and 7% of cases involve undeclared work. As far as the size of the enterprise is concerned, about 95% of injured people work in micro-enterprises (1-9 employees), with a fatality risk about 10 times higher than in a medium-sized enterprise (50-249 employees). About 12% of falls from height are recorded **in the first week of work**.

The analysis of injury dynamics among falls has led to the identification of the activity carried out by the injured person as the principle determinant (36.3%), followed by the use of machines, tools and equipment (24.2%) and the use of PPE (19%). It should be noted that the use of PPE often appears among risk factors, due to their lack of use.

In relation to the type of event analysed here, there is also the observation that a person dies not only from falling from considerable heights but also, in a substantial number of cases, from falling 1, 2 or 3 metres. It is difficult to go into suitable depth here but a recommendation that should certainly arise is that specific aids, protections, caution, etc. should be used from "low" heights upwards.

As far as the “injured person’s activity” factor is concerned, in 65% of cases the worker was carrying out his normal activity whilst in 21% of cases, s/he was involved in a different activity or s/he was not carrying out any specific activity (14%), e.g. walking along scaffolding at the beginning or end of a shift. The most common safety problem found for the “injured person’s activity” factor is procedure error (53%), followed at a great distance by a lack of training/information (5%).

In the case of “tools, machines and equipment”, the main safety problem regards protection, and in particular its absence or structural inadequacy.

It must be specified that if the injured person’s activity represents a determinant of an accident, this does not mean automatically identifying the injured person as responsible, legally or otherwise.

The capacity of transposing a conceptual model such as the SSI model into concrete action is an example of collecting, developing and transferring knowledge with the primary aim of providing further support to preventive actions.

3. CONCLUSION

The project started the collection and description of injury dynamics and how fatal occupational events happen in the 18 Italian regions that adhere to the initiative. This is the first experience of its kind in Italy of collecting and standardizing the information available at the Workplace Prevention and Safety Services of Local Health Agencies, which is then integrated with work-related injury investigations carried out by INAIL offices.

In the field of work-related injury analysis, the SSI model is a multi-factorial causal tree model and is a new tool for detailed examination of injuries. Attention is placed on the injury dynamics with the aim of reconstructing backwards the sequence of events that ended in the worker’s biological damage. This means identifying the factors involved and the reciprocal interactions that resulted in the injury itself.

The analyst’s subjectivity, which is inevitably reflected in his/her interpretation of the injury, comes into play in the representation of single events. Starting with the assumption that, by definition, every model shows traces of a subjective component, the SSI model aims to spread a common language amongst analysts, generalizable to the multiplicity of injuries and rigorous in the way it attempts to accurately define the meaning of the terms proposed.

Amongst its objectives, the SSI model acts as a support both for research and study activities, as well as for practice in the field. This thus allows a plurality of professional figures (both public and private) working in occupational health and safety to use it.

Similar characteristics of the SSI model can be found in the recent study of work-related injuries during the construction of Denver International Airport⁷. Injuries were investigated in order to highlight the circumstances and the causal factors involved, classifying the elements found in four principal categories, similar to those seen in SSI. These elements were human factors, organizational factors, the environment and materials/equipment.

Today the surveillance system of fatal and critical injuries provides an information archive of 2 550 cases recorded in the three-year period, 2002-2004. The importance of this resides in the possibility of qualitative analyses of subcategories of events (e.g. falls from heights), workers and economic sectors, as well as providing quantitative summaries.

This initiative should be continued not only for its technical-scientific results but also for the joint work carried out by ISPESL, INAIL, the Regions, the Autonomous Provinces and the ASL Local Prevention Services over the last two years, which has contributed to strengthening the common concepts of both objectives and methods and the systematic collaboration between the institutions.

We should also consider the Ministry of Health’s increasing attention shown in the current National

Health Service Plan towards the activation of surveillance systems for the preparation of rapid responses organized and integrated throughout Italy. This is characterized by the regionalization and the decentralization of decisions, the necessary coordination of which is progressively increasing, as indicated in the operational lines for regional planning described in National Prevention Plan 2005-2007⁸. Not by chance, this identifies "the strengthening of occupational injury surveillance systems" as among its specific operational aims.

REFERENCES

1. Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro INAIL. Rapporto Annuale 2004. Roma: INAIL; luglio 2005
2. Laflamme L. Modelli e metodi per l'analisi degli infortuni sul lavoro: dall'organizzazione del lavoro alle strategie di prevenzione. Versione italiana a cura di G Pianosi. Roma: ARPAT; 2000
3. Pianosi G, Soncini-Sessa R. CIAO - Computer Assisted Indeep Analysis of Occupational accidents. Un sistema per l'analisi degli infortuni sul lavoro. Politecnico di Milano. Dipartimento di Elettronica e Informazione, USSL n. 34 - Unità Operativa per la Tutela della Salute nei Luoghi di Lavoro, Legnano. Ricerca finanziata dall'ISPESL. ISPESL 121/94; 1994
4. Laflamme L. A better understanding of occupational accident genesis to improve safety in the workplace. *J of Occupational Accidents* 1990;12(1-2):155-65
5. ISPESL Dipartimento Documentazione Informazione e Formazione. Corso di aggiornamento e addestramento sull'utilizzo del modello ISPESL-INAIL-Regioni per la ricostruzione delle cause e delle dinamiche infortunistiche negli ambienti di lavoro [CD Rom]. Roma: ISPESL; 2003
6. Bena A, Marconi M, Passerini M, Pianosi G. Il progetto ISPESL-Regioni per l'analisi degli infortuni sul lavoro. *Workers Memorial Year 2000 - Seminario nazionale di presentazione*. Waipai; 28 aprile 2000
7. Glazner J, Bondy J, Lezotte D, Lipscomb H, Guarini K. Factors contributing to construction injury at Denver International Airport. *Am J Ind Med* 2005; 47:27-36
8. Centro nazionale per la prevenzione e il controllo delle malattie CCM. Piano Nazionale della Prevenzione 2005-2007 [online] 2006. URL: <http://www.ccm.ministerosalute.it/ccm/ccmDettaglioInterne.jsp?id=137&label=ccm&men=vuoto&lingua=italiano>, 2006