

LA GESTIONE DEL RISCHIO ELETTRICO NELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE

Lombardi, M.¹, Rossi, G.² e Parise, G.³

¹ DICMA, Sapienza Università di Roma, mara.lombardi@uniroma1.it

² DICEA, Sapienza Università di Roma, giuliano.rossi@uniroma1.it

³ DIAEE, Sapienza Università di Roma, giuseppe.parise@uniroma1.it

SOMMARIO

L'analisi del fenomeno infortunistico nella complessità dei fattori che lo generano, evidenzia che le caratteristiche di elementi critici ricorrenti, spesso indotti da errori e/o omissioni procedurali, condizionano la pericolosità delle attività lavorative, soprattutto con riferimento al rischio elettrico e nell'ambito delle attività di cantiere.

E' altresì manifesto che in generale la realizzazione di un processo lavorativo "sicuro" è una prestazione attesa, che richiede competenze, investimenti e dedizione più frequentemente attuati nelle imprese grandi che non in quelle piccole e medie, nelle competenze lavorative mature che non in quelle più giovani o anziane, dalle maestranze nazionali meglio che da quelle straniere.

Queste risultanze statistiche contribuiscono a fornire il primo set di indicazioni utili a caratterizzare il rischio rispetto al caso concreto della specifica attività lavorativa e a gestirne gli effetti, progettando opportuni sistemi di prevenzione, soprattutto laddove l'aspetto del coordinamento può risultare particolarmente rilevante, essendo i rapporti più frequentemente orientati a stabilire confini di responsabilità piuttosto che delineare politiche comuni di prevenzione.

Spesso gli infortuni sul lavoro sono interpretati, a tali fini predittivi, mediante caratterizzazioni tendenzialmente informali. Questo contributo rappresenta un tentativo di trasformare gli eventi in unità statistiche utilizzabili per analisi esplicative del fenomeno.

Obiettivo preliminare dell'analisi presentata è di formalizzare la descrizione degli eventi di infortunio, disponibili nelle banche dati di settore in forma di schede descrittive di dettaglio, in casi algebrici rappresentabili nello spazio R^n dei determinanti (cause di infortunio) al fine di poter operare trattamenti statistici descrittivi finalizzati all'acquisizione di informazioni omogenee e predittive.

L'introduzione di questa potenzialità esplicativa consente, infatti, l'applicazione di tecniche di analisi statistica multivariata a campioni stratificati per modalità di infortunio, con l'obiettivo di ricercare modalità ricorrenti di infortunio a supporto delle attività di prevenzione del rischio totale (valore atteso del danno) e gestione del rischio residuo.

Sulla base della collezione di infortuni mortali - riconducibili, rispetto all'ambito generatore, al rischio elettrico - disponibile nel database Infor.Mo¹ - che costituisce a tutti gli effetti una serie storica del fenomeno osservato², si è proceduto, quindi, ad aggregare i casi di infortunio mediante tecniche di cluster analysis e di analisi multifattoriale (ACM) che, con riferimento alle cause prodromiche del flusso del pericolo, possano evidenziare modalità peculiari e ricorrenti di infortunio, ossia genesi preferenziali, esplicative del fenomeno infortunistico registrato e predittive delle future realizzazioni dello stesso.

In particolare, applicando questi modelli ai casi di infortunio mortale relativi al settore AtEco F³, con riferimento al "rischio elettrico", è possibile indirizzare in modo razionale gli interventi di prevenzione e/o protezione, in una prospettiva di massima efficienza gestionale.

¹ fonte: INAIL – Sbagliando s' impara

² orizzonte temporale di osservazione: 2002-2012

³ Settore di attività economica (AtEco 2007): Costruzioni

1. MODELLO DI ANALISI

1.1 Premessa

In considerazione degli elementi di criticità derivanti da attività complesse, si delinea la necessità di un approccio integrato alla sicurezza sul lavoro la cui giustificazione *cyndinica* discende dalla relazione esistente tra lo spazio etico-assiologico, che in questo contesto esprime l'azione normativa supportata da criteri etici e delinea, quindi, il profilo di responsabilità giuridica fissando gli obiettivi di sicurezza, e lo spazio epistemico-statistico, che interpreta i dati storico-statistici con modelli analitici esplicativi fornendo il profilo di rischio caratteristico del sistema.

La superficie di contatto tra i due spazi è costituita dal piano teleologico di sintesi che consente la verifica di *compliance*, mediante la comparazione tra il criterio di accettabilità espresso dallo spazio etico-assiologico e il livello di sicurezza conseguito dal sistema e misurato da un indicatore di rischio residuo opportunamente espresso nello spazio epistemico-statistico (cfr. Figura 1).

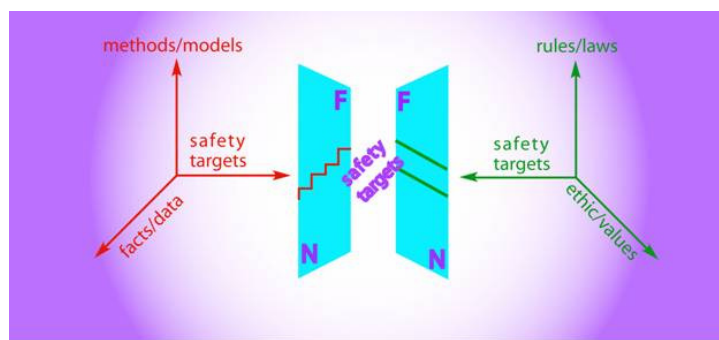


Figura 1. Iperspazio cindynico - Genesi delle regole etiche e logiche: Indicatori di Sicurezza e misura del rischio residuo

Allo scopo di misurare il rischio, l'approccio integrato si configura come un'analisi stratificata del processo lavorativo in cui l'allineamento delle inefficienze [1] che si manifestano sul piano tecnologico, organizzativo ed operativo comporta il fallimento del sistema complesso (cfr. Figura 2).

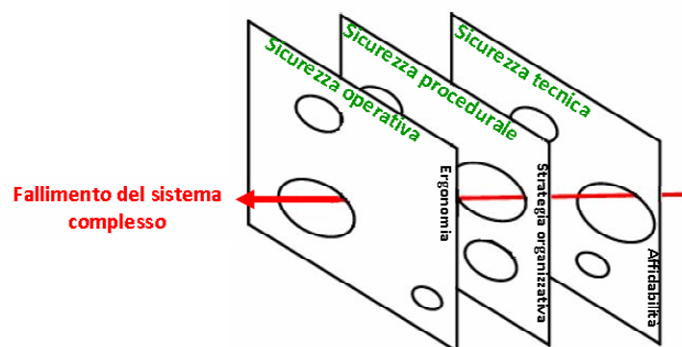


Figura 2. Approccio integrato alla sicurezza del lavoro: flow-chart per analisi stratificata

Tale fallimento genera l'infortunio quando il flusso del pericolo, originatosi per effetto di una variazione di energia⁴, investe uno o più lavoratori e si sostanzia in un danno quantificabile sulla base di un criterio di

⁴ Nel caso di rischio elettrico tale variazione è interpretata come un contatto deviato che comporta uno scambio energetico difforme dalla prestazione attesa.

gravità (esistenza di rilevanza clinica), di un criterio eziologico (diretta derivazione dall'energia scambiata) e di un criterio temporale (instaurazione a brevissima distanza di tempo).

L'archivio Infor.Mo, utilizzato per la definizione dei casi di infortunio, costituisce un database organizzato, coerentemente al protocollo di collezione ESAW⁵, mediante descrittori sintetici ed efficienti del fenomeno lesivo, caratterizzato in termini energetici per ricostruire razionalmente l'evento infortunistico.

Il campione estratto dalle banche dati ed utilizzato nell'analisi è costituito dagli eventi censiti negli anni dal 2002 al 2012 per il settore economico costruzioni e filtrati in secondo la variabile “**contatto elettrico**” (modalità di infortunio).

Le variabili disponibili per la codifica dei dati sono i seguenti:

Anno
Numero infortunati
Infortunio mortale
Sede della lesione
Natura della lesione
Sesso
Cittadinanza
Conoscenza dell'italiano;
Anni in Italia
Titolo di studio
Tipo di contratto
Mansione
Anzianità mansione
Settore attività economica
Luogo dell'incidente
Agente materiale infortunio
Ambiente lesivo
Tipo di incidente (in riferimento al modello “Sbagliando s'impara”)
Incidente o Deviazione.

I casi estratti presentano un elevato grado di omogeneità, essendo sempre presenti in tutte le schede ricostruttive dell'infortunio i descrittori principali.

L'analisi preliminare dei dati selezionati è stata operata mediante attribuzione degli eventi ai settori di attività economica censiti, nel periodo di tempo considerato (cfr. Figura 3) al fine di evidenziare la rilevanza nel settore F della modalità di infortunio analizzata.

Il passo successivo dell'analisi è stato condotto classificando i casi di infortunio, censiti sul settore F, rispetto all'anno di accadimento (cfr. Figura 4).

Per ciascun infortunio sono stati definiti i Modulatori o Determinanti, cioè gli ambiti generatori del flusso di pericolo lesivo per l'infortunato.

Coerentemente al modello “sbagliando s'impara”, sono stati quindi selezionati i seguenti determinanti:

- Attività dell'infortunato (variabile x1)
- Attività di terzi (variabile x2)
- Utensili, macchine, impianti (variabile x6)
- Materiali (variabile x7)
- Ambiente (variabile x8)
- Dispositivi di protezione individuale (variabile x9)

⁵ European Statistics on Accidents at Work: progetto di armonizzazione delle statistiche europee degli infortuni sul lavoro coordinato congiuntamente dall'Unità E3 d'Eurostat e dall'Unità D/5 della Direzione Generale per l'Occupazione e gli affari sociali (DG OCC)

Inoltre, sono state inserite delle ulteriori variabili di controllo allo scopo di sviluppare un modello interpretativo del fenomeno che potesse immediatamente restituire un'indicazione utile ai fini della gestione del rischio elettrico:

- Errore procedurale (variabile x3)
- Errore organizzativo (variabile x4)
- Errore di valutazione (variabile x5)
- Dimensioni dell'azienda (Piccola, Media o Grande Impresa - variabile x10)

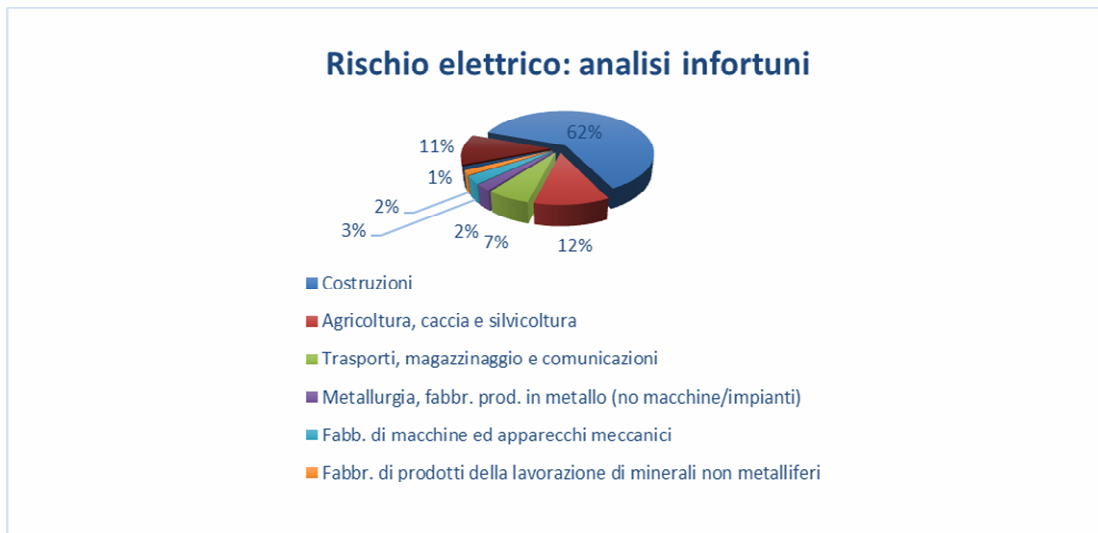


Figura 3. Analisi stratificata rispetto ai settori di attività economica (AtEco 2007)

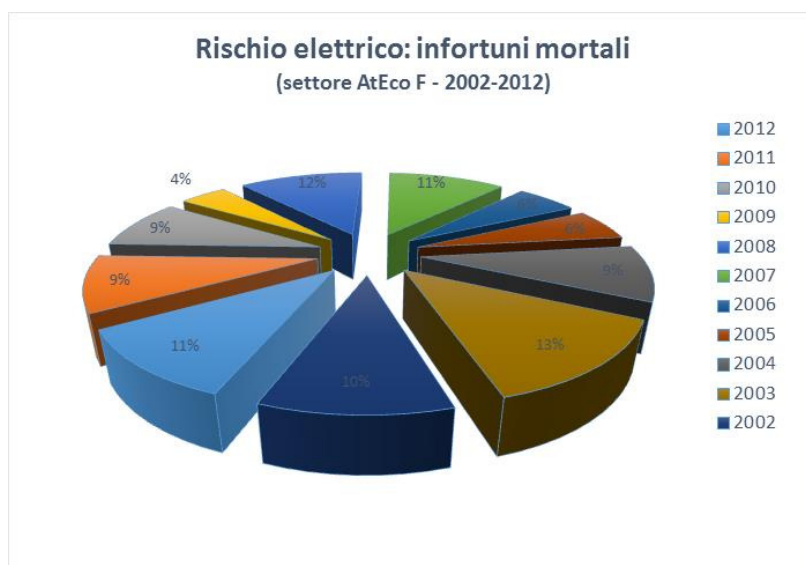


Figura 4. Analisi stratificata rispetto all'orizzonte temporale di rilevazione (2002-2012, settore F)

1.1 Cluster Analysis

Le tecniche di clustering raggruppano le unità statistiche considerate (records) in gruppi (cluster) con l'obiettivo di definire gruppi massimamente omogenei al loro interno e massimamente eterogenei tra loro rispetto al set di variabili indipendenti (per ipotesi), selezionate a priori come esplicative del fenomeno.

L'applicazione della Cluster Analysis al campione disponibile ha lo scopo di verificare l'ipotesi di esistenza di familiarità degli elementi contenuti nei singoli gruppi [3].

Allo scopo dell'applicazione, i dati iniziali sono stati manipolati per la trasformazione di ciascun evento di infortunio in "caso statistico normalizzato", con l'attribuzione di una variabile dicotomica booleana (0 se assente, 1 se presente) dei determinanti dell'infortunio, scelti secondo il criterio di massima significatività [4]. Ciò ha consentito di costruire una matrice di dati informativi codificati in cui ciascuna riga individua un caso di infortunio, descritto rispetto alle variabili selezionate con il criterio booleano (cfr. Tabella 1).

Tabella 1. Esempio di codifica booleana dei casi di infortunio rispetto alle variabili interpretative.

CODICE	Attività dell'infortunato	Attività di terzi	Errore procedurale	Errore organizzativo	Errore di valutazione	Utensili, macchine e impianti	Materiali	Ambiente di lavoro	DPI	Piccola Impresa (n° dipendenti < 15)
1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
2	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
3	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1
4	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
5	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1
6	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0
7	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
8	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
9	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1
10	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
...
97	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0

1.1.1 K-means clustering

Nel caso specifico, la tecnica di analisi adottata consiste in una modalità di aggregazione dei casi statistici, effettuata con il criterio di massima omogeneità degli elementi nel gruppo e massima difformità tra i gruppi, che si traduce in termini di distanza euclidea degli stessi casi da un punto (centroide) rappresentativo del cluster e le cui coordinate sono preliminarmente fissate. Nell'analisi proposta il centroide iniziale dei cluster è stato fissato sulla base dell'ipotesi di segregazione dei cluster rispetto alla singola variabile, per verificare l'ipotesi che ciascun cluster sia caratterizzato da una sola delle variabili (cause di infortunio) attribuibili sulla base della codifica operata. Inoltre, è necessario fissare a priori il numero di cluster (K) rispetto al quale si effettua l'aggregazione dei casi. In funzione della significatività del risultato sarà possibile modificare il numero di cluster ripetendo l'analisi (il processo aggregativo) fino ad ottenere un risultato stabile.

L'analisi è quindi un processo iterativo in cui, ad ogni passo, viene variata la configurazione dei cluster, modificando le coordinate del centroide e riclassificando, conseguentemente, i casi rispetto alle nuove distanze, fino all'individuazione di una soluzione stabile (quando la differenza tra due iterazioni successive è inferiore ad un fissato valore) che può essere sintetizzata, per ogni cluster, in termini di numerosità dei casi selezionati e coordinate del centroide. La numerosità dei casi rappresenta, infatti, un indicatore di consistenza e di rappresentatività del cluster, le coordinate del centroide forniscono, invece, indicazioni sulle variabili di aggregazione: un valore della coordinata prossimo allo zero indica la non partecipazione della variabile stessa al criterio di selezione dei casi, un valore prossimo ad uno individua invece le variabili di selezione del cluster e quindi le cause che hanno indotto l'infortunio per tutti i casi selezionati.

L'analisi condotta ha individuato una soluzione (cfr. Tabella 4) che ha consentito di procedere ad un affinamento successivo sulla base delle evidenze risultanti [6, 7, 8]. Le variabili di segregazione dei cluster sono x1 e x2 (rispettivamente presenti nei cluster 1 e 2), mentre le variabili x3 e x5 sono uniformemente presenti nei tre cluster. Inoltre, ai fini della significatività dell'aggregazione, il cluster 3 viene escluso essendo costituito da un solo caso (cfr. Tabella 4).

L'analisi è stata quindi ripetuta sulla base di queste prime indicazioni includendo come variabili di aggregazione le sole restituite dalla valutazione preliminare e ricercando il numero minimo di cluster significativo per gli scopi dell'indagine (k variabile).

Tabella 4. Coordinate dei centroidi finali dei cluster e significatività dell'analisi.

Cluster									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x1	1	0	0	.	.	.	.	.	.
x2	0,13	1	0	.	.	.	.	.	.
x3	0,91	0,79	1	.	.	.	.	.	.
x4	0,01	0,13	0	.	.	.	.	.	.
x5	0,93	0,88	1	.	.	.	.	.	.
x6	0,29	0,38	0	.	.	.	.	.	.
x7	0,01	0	0	.	.	.	.	.	.
x8	0,24	0,33	0	.	.	.	.	.	.
x9	0,13	0	0	.	.	.	.	.	.

Cluster	1	135
	2	24
	3	1
	4	0
Valid		160
Missing		0

I risultati ottenuti e sinteticamente riportati in Tabella 5 evidenziano che, come era da attendersi, l'analisi non fornisce indicazioni dirimenti in quanto i settori interessati non sono omogenei e tale evidenza inficia la potenzialità predittiva del modello. In considerazione di questa ipotesi, verificata a posteriori, si è proceduto ad effettuare un'analisi specifica su un campione di dati ristretto, selezionato rispetto al settore Costruzioni, allo scopo di eliminare la disomogeneità che sembra costituire un fattore limitante per i risultati attesi.

Tabella 5. Coordinate dei centroidi finali dei cluster sulle variabili x1, x2, x3 e x5 per K=4.

Cluster				
	1	2	3	4
x1	1	0	0	.
x2	0,13	1	0	.
x3	0,91	0,79	1	.
x5	0,93	0,88	1	.

2.2 Step 2: Applicazione della cluster analysis al settore costruzioni

Al fine di migliorare il trattamento dei dati, il campione disponibile (ristretto a 97 casi) è stato diviso in quattro variabili categoriali [9], costituite da:

- Descrittore dell'area di pericolo (impianto di cantiere, dell'opera, linea di distribuzione, apparecchiatura);
- Descrittore dell'evento pericoloso (occasione del contatto a seguito di attività NON specifica sull'impianto, a seguito di attività sull'impianto, a seguito di imprevisto);
- Descrittore dell'ambito di responsabilità (dell'infortunato, del gruppo operativo, estesa anche al responsabile della sicurezza, del solo responsabile della sicurezza);
- Descrittore della pericolosità dell'ambiente di lavoro (impianto a norma, impianto non a norma).

Questa modalità di screening dei dati ha consentito l'immediato riconoscimento di due tipi di infortunio:

1. quello inerente attività generiche, che non avevano ad oggetto apparecchiature sotto tensione, e che ha comportato un contatto con linee in AT o MT (cfr. Figura 5)
2. quello inerente attività specifiche di manutenzione elettrica, svolte da operai specializzati e che ha comportato contatto diretto con apparecchiature (oggetto di intervento) sotto tensione.

Solo in pochi casi, non specificamente distribuiti, si evidenzia una condizione non a norma dell'impianto e solo in pochi casi è riscontrata una responsabilità diretta del livello superiore a quello operativo (Servizio di Prevenzione e Protezione). Resta che la responsabilità del soggetto coordinatore o comunque della figura di garanzia dal punto di vista della sicurezza è, almeno in parte, sempre presente.

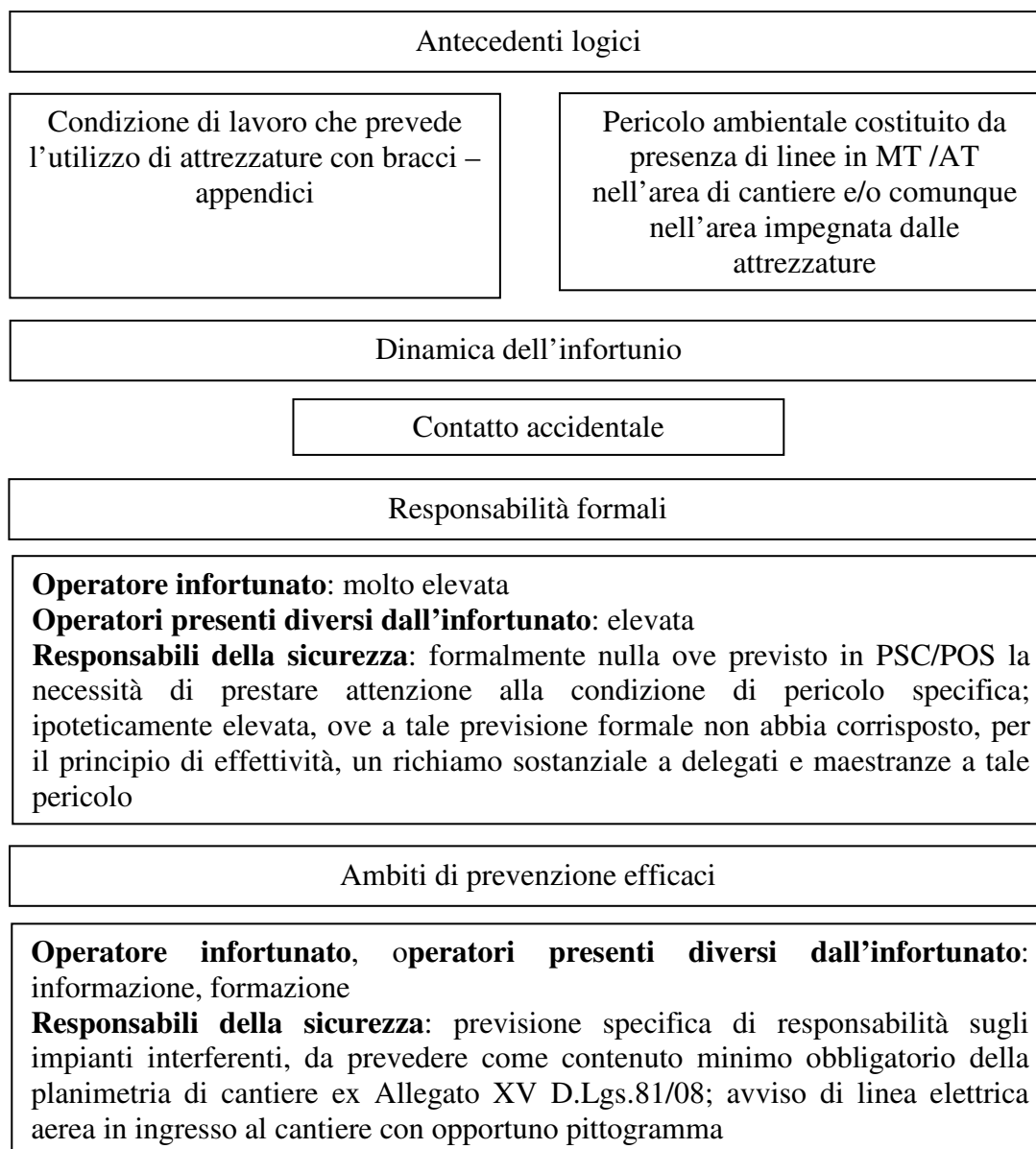


Figura 5. Modalità di infortunio 1: Scheda descrittiva delle caratteristiche per ambito di rilevanza

I risultati ottenuti dall'analisi esplorativa di familiarità (Analisi Cluster K-medie senza attribuzione dei centroidi iniziali) ha restituito per il settore Costruzioni le seguenti evidenze:

- una soluzione a soli 2 cluster evidenzia che, a meno di un effetto di rumore statistico relativamente contenuto, il discrimine tra i casi è costituito dalla natura dei lavori svolti dall'infortunato, con una chiara riconoscibilità delle dinamiche di infortunio per pericolosità ambientale (attività edili che hanno portato a contatto con il conduttore sotto tensione) e per pericolosità propria delle lavorazioni elettriche (attività sugli impianti svolte in condizioni di insicurezza).

Tabella 6. Coordinate dei centroidi finali per soluzione a 2 cluster (settore Costruzioni)

	Cluster	
	1	2
IMP_cantiere	,031	,000
IMP_opera	,123	,063
IMP_distribuzione	,846	,000
IMP_macchinario	,000	,938
EDILE	,985	,031
IMPIANTISTICA	,000	,906
IMPREVISTA	,015	,063
att_infortunato	,385	,656
att_lavoratori	,369	,250
estesa_responsabile	,231	,094
solo_responsabile	,015	,000
A_NORMA	,892	,688
NON_A_NORMA	,108	,313
Cluster	1	65,000
	2	32,000
Validi		97,000
Mancanti		,000

Per l'interpretazione più approfondita del campione sembra comunque opportuno procedere a screening delle soluzioni a cluster crescenti. Le conclusioni che di seguito si riportano sinteticamente fanno riferimento all'interpretazione dei risultati più significativi, riconducibili alle analisi a 3 e a 6 cluster, riportate nelle Tabelle 7 e 8.

- È consistente la famiglia di infortuni (cfr. Tabella 7), con 53 casi selezionati, che vede la dinamica di accadimento costituita dall'improvvido avvicinamento e quindi contatto con linea di distribuzione elettrica presente nella prossimità dell'area di lavoro. La numerosità di questa famiglia è stabile al variare del numero di cluster K imposti per la soluzione. Quanto alla dinamica dell'infortunio, il contatto avviene in modo accidentale, durante lo svolgimento di attività edili e di costruzione, sempre a causa di una interferenza tra un mezzo sbracciante (gru, autopompa, trabattello) con la linea sotto tensione. La responsabilità diretta dei lavoratori infortunati è in genere sempre verificata (pochissime eccezioni) e spesso partecipata da errori/sottovalutazioni dei colleghi costituenti la squadra di lavoro. La responsabilità dell'accaduto può a ragione essere estesa al preposto, ove esistente. Non è frequente il coinvolgimento della responsabilità del responsabile della sicurezza, laddove si consideri la forma di previsione generale che nel POS/PSC si risolve nella semplice dichiarazione di pericolosità della linea di distribuzione interferente. La dinamica di infortunio mette in evidenza, quindi, che l'ambito di prevenzione più efficace è costituito dall'informazione/formazione e dalla gestione delle aree di cantiere con eventuale segregazione degli spazi pericolosi. Non rileva mai la conformità alla norma dell'impianto in MT e in AT, per il quale non sono previste modalità di protezione da contatti accidentali.
- E' consistente una seconda famiglia di eventi (aggregati - con 29 casi censiti) nell'ipotesi di soluzione a 3 cluster – cfr. Tabella 8) costituiti da infortuni mortali ad elettricisti/impiantisti, che operano su parti di

impianto e realizzano le condizioni di infortunio a causa di errori operativi personali, dei colleghi e, solo in modo residuale (peso 1/10 circa), per coesistente responsabilità del responsabile della sicurezza (DdL o altra figura). Questa famiglia tende a disgregarsi nell'ipotesi di soluzione a più di 3 cluster, e i casi tendono a popolare 2 cluster ben definiti (famiglia 3 e 5 della soluzione a 6 cluster), il cui discrimine principale è costituito dalla condizione (a norma o meno) dell'impianto. In tutti i casi di infortunio il rispetto delle precauzioni di intervento previste da norma avrebbe ragionevolmente evitato l'evento.

- L'aggregazione in cluster residuali (ottenuta imponendo un numero variabile di famiglie, e comunque facendo riferimento alla soluzione a 6 cluster) evidenzia l'esistenza di due casi di infortunio per non rispondenza dell'impianto di cantiere (cluster n. 6 su 6), e due casi di infortunio per impreveduto/crollo durante le attività edili (cluster 1 di 6), mentre il cluster 4 (di 6) raccoglie 10 eventi residuali.

Tabella 7. Coordinate dei centroidi finali per soluzione a 6 cluster (settore Costruzioni)

	Cluster					
	1	2	3	4	5	6
IMP_cantiere	,000	,000	,000	,000	,000	1,000
IMP_opera	1,000	,000	,000	,800	,000	,000
IMP_distribuzione	,000	1,000	,000	,200	,000	,000
IMP_macchinario	,000	,000	1,000	,000	1,000	,000
EDILE	,000	1,000	,077	,900	,000	1,000
IMPIANTISTICA	,000	,000	,846	,100	1,000	,000
IMPREVISTA	1,000	,000	,077	,000	,000	,000
att_infortunato	,500	,340	,308	,800	,882	,000
att_lavoratori	,500	,415	,615	,100	,000	,000
estesa_responsabile	,000	,245	,077	,000	,118	1,000
solo_responsabile	,000	,000	,000	,100	,000	,000
A_NORMA	1,000	1,000	,308	,400	1,000	,000
NON_A_NORMA	,000	,000	,692	,600	,000	1,000
Cluster 1	2,000					
2	53,000					
3	13,000					
4	10,000					
5	17,000					
6	2,000					
Validi	97,000					
Mancanti	,000					

Alla soluzione a 6 cluster è associata la significatività per quasi tutte le variabili di classificazione del campione. Un buon livello di qualità della soluzione è riconoscibile anche per la soluzione a 3 cluster (cfr. Tabella 8) che sembra cogliere meglio le caratteristiche fondamentali del campione.

Tabella 8. Coordinate dei centroidi finali per soluzione a 3 cluster (settore Costruzioni)

	Cluster		
	1	2	3
IMP_cantiere	,133	,000	,000
IMP_opera	,667	,000	,000
IMP_distribuzione	,133	1,000	,000
IMP_macchinario	,067	,000	1,000
EDILE	,800	1,000	,000
IMPIANTISTICA	,067	,000	,966
IMPREVISTA	,133	,000	,034
att_infortunato	,600	,340	,655
att_lavoratori	,200	,415	,241
estesa_responsabile	,133	,245	,103
solo_responsabile	,067	,000	,000
A_NORMA	,400	1,000	,724
NON_A_NORMA	,600	,000	,276
Cluster	1		15,000
	2		53,000
	3		29,000
Validi			97,000
Mancanti			,000

3. PRINCIPALI CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI

Sulla base dei risultati presentati si può dedurre che:

- le modalità di infortunio tendono a riprodursi secondo pattern ricorrenti nell'ambito del settore lavorativo di interesse
- è sempre determinante l'errore operativo dei singoli attori dell'attività lavorativa e come tale:
 - l'ambito di prevenzione più efficace, per logica di processo, è costituito dalla attività di formazione - informazione.

In particolare, per il settore costruzioni sembra necessario richiamare l'attenzione sulla necessità di verificare le condizioni di prossimità delle aree di lavoro ad impianti pericolosi, e alla loro verifica in termini di segregazione/isolamento rispetto alle attività di cantiere. Relativamente pochi sono i casi in cui l'elettrocuzione è dovuta a scarica dell'impianto di cantiere, e ciò indica una buona (in termini relativi) efficacia della norma sulla sicurezza elettrica adottata per impianti di cantiere.

L'effetto combinato della presenza di impianto aereo di MT o AT e di attrezzature con bracci o appendici mobili risulta essere la condizione di massima rischiosità propria e potrebbe, pertanto, indirizzare a valorizzare al meglio le previsioni di norma (ex D. Lgs. 81/08) sull'analisi delle interferenze con l'ambiente, e a proporre un dettaglio aggiuntivo nella definizione dei contenuti minimi ex Allegato XV del D. Lgs. 81/08, che preveda la predisposizione di una specifica planimetria dei servizi della zona di cantiere.

Una analisi ricostruttiva analoga, effettuata per il settore agricoltura (secondo per numerosità dei casi specifici di infortunio) allo scopo di proporre una verifica comparativa, sembrerebbe far emergere una modalità infortunio nuova rispetto a quelle tipiche del settore costruzioni, dovuta ad improprio utilizzo di attrezzature elettriche e rilevanza del caso di impianti non a norma. Il campione è costituito da soli 19 casi, e solo tre sono riconducibili a questa modalità, con l'esito di non integrare la numerosità campionaria minima per analisi statistiche. L'evidenza è tuttavia così marcata da ipotizzare, oltre alle due modalità tipiche emerse nel comparto costruzioni, l'esistenza di una terza modalità di infortunio, rispetto alle due tipiche del settore Costruzioni (cfr. § 2.1), che potrebbe essere definita come:

3. attività di lavoro (specifica del comparto) svolta con l'utilizzo di attrezzatura e/o impianto non a norma.

Questa terza modalità di infortuni è forse verificabile (sotto traccia) anche nel comparto Costruzioni, ma è schiacciata dalla preponderanza degli altri due casi.

Il passo successivo dell'attività di ricerca dovrà necessariamente prevedere l'integrazione del modello, sulla base di questa ultima risultanza, e l'estensione dello stesso agli altri comparti di attività economica con l'obiettivo di verificare se l'adozione di procedure di lavoro integrabili anche nel settore Costruzioni possa restituire un effetto positivo in termini di gestione del rischio residuo.

RIFERIMENTI

- [1] Lombardi, M., Guarascio, M., Rossi, G., The management of uncertainty: model for evaluation of human error probability in railway system. *Am. J. Applied Sci.*, 11, 2014, pp. 381–390.
- [2] Lombardi, M., Rossi, G., Cluster Analysis Of Fatal Accidents Series In Infor.mo Database: Analysis, Evidence And Research Perspectives, *International Journal of Safety and Security Engineering*, 3, Issue 4, 2013, pp. 318–332.
- [3] Rand, W.M., Objective criteria for the evaluation of clustering methods. *Journal of the American Statistical Association*, 66(336), 1971, pp. 846–850.
- [4] Zadeh, L.A., Fuzzy Set Theoretic interpretation of linguistic hedges, *Journal of Cybernetics*, Vol. 2, 1972, pp. 434–445.
- [5] Abdi, H., Valentin, D., Multiple correspondence analysis, N.J. Salkind (Ed.): *Encyclopedia of Measurement and Statistics*, 2007, pp. 651–657.
- [6] Abdi, H., Valentin, D., Williams, L.J., Principal component analysis. *Wiley Interdisciplinary Reviews. Computational Statistics*, 2, 2010, pp. 433–459.
- [7] Greenacre, M. J., Interpreting multiple correspondence analysis, *Applied Stochastic Models and Data Analysis* 7, Issue 2, 1991, pp. 195–210.
- [8] Greenacre, M.J., Interpreting multiple correspondence analysis. *Applied Stochastic Models and Data Analysis*, 7(2), 1991, pp. 195–210.
- [9] Parise, G., Nabours, R.E., McClung, L.B., Relevance of competence in risk reduction for electrical safety, *EEE Transactions on Industry Applications*, 44 (6), 2008, pp. 1892–1895.