

L'invisibile onnipresente: il pericolo elettrico

Metodologia di valutazione del rischio elettrico alla luce del D.Lgs. 81/08

Ing. Lorenzo De Ambrosi

Ing. Oriano Crosignani¹

PREMESSA

L'energia elettrica nell'ultimo secolo è diventata fondamentale per la vita del genere umano, migliorando radicalmente la quotidianità di ogni soggetto del pianeta.

Questi indubbi benefici hanno introdotto in modo silenzioso e assolutamente invisibile un nuovo pericolo, che in natura non era presente con continuità ma solo in particolari eventi atmosferici (fulminazione). L'esposizione a questo "nuovo" fattore di rischio, di cui il genere umano **non ha nessuna percezione diretta**, ha comportato nel tempo il sacrificio di ignari soggetti, ma in parallelo (anche se con inaccettabili ritardi) si sono evolute le "regole" costruttive dei materiali e delle modalità di distribuzione al fine di ridurre quanto più possibile la probabilità di interagire "direttamente" o "indirettamente" con questo pericolo.

In effetti quando un soggetto interagisce con una sorgente elettrica in modo "deliberato" o "non deliberato", esso purtroppo comprende in ritardo a sue spese che l'organismo umano è coordinato da scambi di informazioni elettriche, per cui l'attraversamento di una corrente elettrica al suo interno provoca al metabolismo degli enormi stravolgimenti (tetanizzazione dei muscoli, fibrillazioni cardiache, necrotizzazioni di tessuti, ecc.) che possono portare in brevissimi tempi alla morte dell'individuo esposto. Se analizziamo le statistiche e le dinamiche, la quasi totalità degli infortuni è mortale o fortemente invalidante, quindi il soggetto sopravvissuto ad un incauto lavoro elettrico, raffigurato nell'icona votiva "Per Grazia Ricevuta" (inizi degli anni 50'), lo si deve considerare veramente un "miracolato". Qualcuno potrebbe sorridere affermando che dalla fine dell'800 ad ora la situazione è drasticamente cambiata ed ormai si può parlare di "rischio elettrico nullo". Detta affermazione purtroppo risulta essere una pia illusione, perché basta semplicemente sfogliare i giornali degli ultimi anni e si scoprono decine e decine di casi in cui i soggetti (lavoratori e non) rimangono folgorati con modalità pressoché identiche a quelle della tavoletta votiva. Ci si potrebbe quindi chiedere perché questo succede ancora? Una prima risposta potrebbe essere questa: noi tutti ci siamo assuefatti al rischio. Il compiere delle azioni quotidiane in ambito lavorativo o domestico ci ha fatto perdere la consapevolezza di essere potenzialmente tutti dei soggetti esposti al pericolo elettrico. Un banalissimo esempio per tutti: una macchina del caffè espresso (apparecchio in classe 1) connessa erroneamente senza adattatore (azione diffusissima) ad un impianto elettrico a regola d'arte crea una situazione in caso di guasto a rischio inaccettabile. Molti soggetti con una sorta di esorcizzazione, ritengono che il problema della sicurezza elettrica sia scomparso semplicemente con una dichiarazione di conformità degli impianti e attrezzature (sicurezza formale iniziale), mentre la realtà è decisamente più complessa. In conclusione ci sono fondamentalmente due modi per la gestione del rischio elettrico: una prima soluzione operativa restando in campo mistico sarà l'utilizzo continuativo dell'immagine di S.Lucia (Protettrice degli elettricisti), la seconda soluzione operativa sarà l'inizio di un percorso virtuoso di analisi delle modalità operative, degli impianti e delle attrezzature di lavoro utilizzate al fine di ridurre al minimo le esposizioni a questo insidioso pericolo.



VALUTAZIONE DEL RISCHIO ELETTRICO NEL D.LGS. 81/08

Se analizziamo la legislazione ante D.Lgs. 81/08, la valutazione del rischio elettrico era "affogata" nella generica valutazione del rischio, e veniva il più delle volte "liquidata" verificando la rispondenza di apparecchi e impianti alla normativa vigente.

Come già detto in precedenza la sicurezza "formale" fotografa una situazione iniziale, che per la quasi totalità delle volte è cosa ben diversa dalla "sicurezza effettiva" presente sul campo, che risulta inevitabilmente legata alle naturali evoluzioni delle misure di prevenzione e protezione nel tempo. Questi concetti sono stati formalizzati nel capo III, titolo III del Testo Unico, "Impianti e apparecchiature elettriche" (da art. 80 a 87). In particolare all'**articolo 80 si richiede espressamente al datore di lavoro di effettuare una valutazione dei rischi** in modo da **proteggere i lavoratori da tutti i rischi di natura elettrica**.

¹ Sindar S.r.l., LODI

L'approccio del nuovo testo unico rispetto alla legislazione previgente è decisamente diverso. Se pensiamo al DPR 547/55, gli articoli pertinenti agli impianti ed ai lavori elettrici erano estremamente puntuali e fornivano dei valori numerici ben definiti, mentre il D.Lgs. 81/08 demanda in modo totale alle norme di buona tecnica che regolano la materia.

È fondamentale quindi il ruolo della Valutazione del Rischio Elettrico che muovendosi in un ambito quali - quantitativo fornirà una chiara indicazione dello stato di fatto degli impianti e attrezzature, evidenziando tutte le criticità dovute a carenze impiantistiche, che potranno essere tecnicamente risolte con eventuali ulteriori analisi di dettaglio, a errati comportamenti o a carenze formative.

UNA MODALITÀ DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO ELETTRICO

DEFINIZIONE DEGLI INDICI DI RISCHIO

Per la definizione degli indici di rischio per area e mansione si è proceduto sulla base della definizione di rischio, introdotta nell'analisi di affidabilità e sicurezza degli impianti chimici alla fine degli anni '70 ed oggi universalmente riconosciuta come quella più adatta a tradurre in termini analitici il concetto di rischio.

Per la valutazione degli indici di pericolo e di rischio si procede cioè sulla base dell'assunzione che il livello di rischio è esprimibile come il prodotto fra la frequenza attesa (F) di un evento indesiderabile e la grandezza (magnitudo) del danno (D) che esso può causare:

Pericolo = F x D (in assenza di misure di prevenzione e protezione)

Rischio = F x D (in presenza di misure di prevenzione e protezione)

Sviluppando il ragionamento si possono definire i parametri di seguito elencati:

- i parametri che **descrivono la frequenza** dell'evento in assenza di misure di prevenzione p_f
- i parametri che **descrivono la magnitudo** del danno in assenza di misure di protezione p_m
- i parametri che **descrivono le misure di prevenzione** (riduzione della frequenza) p_{rf}
- i parametri che **descrivono le misure di protezione** (riduzione della magnitudo del danno) p_{rm}

Definendo due opportuni indicatori caratteristici dell'esposizione, quindi uno specifico per l'assenza di misure di protezione e prevenzione (indice di pericolo) ed uno specifico per il rischio complessivo (indice di rischio) si ottiene

$$\begin{aligned} \text{indicatore del pericolo} &= \pi_i (p_f)_i \times \pi_k (p_m)_k \\ \text{indicatore del rischio} &= \pi_i (p_f)_i \times \pi_j (p_{rf})_j \times \pi_k (p_m)_k \times \pi_l (p_{rm})_l \end{aligned}$$

Per semplicità di rappresentazione si definiscono l'**Indice di pericolo** e l'**Indice di rischio** calcolando il logaritmo (in base 10) del valore sopra descritto.

Questo consente di avere a che fare con un intervallo di numeri molto più ristretto (ad esempio l'intervallo di valori 10 – 10000 viene trasformato in un intervallo 1-4) e di trasformare in sommatoria il prodotto dei fattori (il logaritmo di un prodotto è uguale alla somma dei logaritmi dei suoi fattori).

E' importante notare che alcuni dei termini presenti tra i fattori possono essere calcolati come somma di diversi contributi.

Gli indici sopra definiti assumono quindi la seguente forma:

$$\begin{aligned} \text{Indice di pericolo} &= \text{Log (indicatore pericolo)} = \\ \mathbf{I_P} &= \sum_i \text{Log}(p_f)_i + \sum_k \text{Log}(p_m)_k \\ \text{Indice di rischio} &= \text{Log (indicatore rischio)} = \\ \mathbf{I_R} &= \sum_i \text{Log}(p_f)_i + \sum_j \text{Log}(p_{rf})_j + \sum_k \text{Log}(p_m)_k + \sum_l \text{Log}(p_{rm})_l = \end{aligned}$$

da cui la formula

$$\mathbf{I_R = I_P + I_{Prev Prot}}$$

Essendo indicatore di prevenzione e protezione inferiore a 1, il suo l'indice logaritmico sarà minore di zero quindi sottrattivo.

MODALITÀ DI VALUTAZIONE

Il processo di valutazione inizia con l'individuare la fonte di potenziale pericolo dovuta alla presenza o utilizzo di impianti e attrezzature elettriche, individuando la loro pericolosità intrinseca.

Il processo di analisi si sviluppa su due livelli:

1° LIVELLO: si determina un indice di rischio d'area e un indice di rischio per le attrezzature di lavoro presenti in una zona (area omogenea per tipologia di impianto, attività, struttura), **indipendentemente dall'attività svolta dai lavoratori.**

Si individuano due tipologie di rischi:

Rischio oggettivo (previsto), connesso alla presenza dell'impianto oppure alla tipologia costruttiva delle attrezzature, in base al quale si dimensionano i sistemi di prevenzione di impianti e attrezzature;

Rischio accidentale (non previsto anche indiretto ma eventualmente prevedibile).

2° LIVELLO: si determina l'indice di rischio connesso alla presenza nell'area di attività su con od in prossimità degli impianti o attrezzature elettriche.

In base a questa logica si sono individuati gli elementi che potevano influenzare l'indice di rischio.

Individuazione delle Aree di lavoro

Le Aree di lavoro devono essere suddivise in funzione della tipologia ed in correlazione all'omogeneità del rischio individuato che è connesso al tipologia di impianti e/o all'attività svolta.

Vengono analizzate le potenziali sorgenti di rischio connesse agli impianti ed alle condizioni ambientali determinando il Rischio d'area impiantistico.

Definizione delle fasi di analisi degli impianti

- Individuazione della pericolosità intrinseca degli impianti in area;
- Sistemi di prevenzione e protezione adottati (elementi strutturali ed impiantistici atti a limitare la probabilità che l'evento lesivo abbia luogo) e relativa valutazione dello stato di verifica dell'efficienza e manutenzione;
- Sistemi di gestione del rischio (interventi procedurali e organizzativi che influenzano la probabilità di accadimento) e relativa valutazione dello stato di verifica dell'efficienza e manutenzione;
- Effetti prevedibili indiretti (su strutture e su persone)
- Sistemi di gestione dell'emergenza (interventi atti al contenimento effetto indiretto)

Definizione delle fasi di analisi delle attrezzature

- Individuazione della pericolosità intrinseca delle attrezzature utilizzate in area
- Sistemi di prevenzione e protezione adottati (elementi di protezione atti a limitare la probabilità che l'evento lesivo abbia luogo) e relativa valutazione dello stato di verifica dell'efficienza e manutenzione;
- Sistemi di gestione del rischio (interventi procedurali e organizzativi che influenzano la probabilità di accadimento) e relativa valutazione dello stato di verifica dell'efficienza e manutenzione;
- Effetti prevedibili indiretti (su persone)
- Sistemi di gestione dell'emergenza (interventi atti al contenimento effetto indiretto)

Definizione delle fasi di analisi dell'attività

- Frequenza delle attività di tipo elettrico
- Effetti prevedibili (su persone che interagiscono con gli impianti)
- Individuazioni delle tipologie di attività su con od in prossimità svolte sugli impianti (connesse all'attività, previste o accidentali)
- Sistemi di gestione del rischio (interventi procedurali e organizzativi che influenzano la probabilità di accadimento)

CALCOLO DELL'INDICE DI RISCHIO

RISCHIO D'AREA

L'indice di rischio attribuito agli impianti presi in esame nell'area viene calcolato secondo la logica sopra dettagliata attraverso il seguente algoritmo di calcolo

$$IR_{\text{impianti}} = Po' - Psi' - Psg' + Pep' - Pge'$$

Po' indice pericolosità intrinseca impianti

Psi' parametro che tiene conto degli elementi di sicurezza intrinseca

Psg' parametro connesso ai sistemi di gestione del rischio durante l'esercizio

Pep' parametro che tiene conto effetti indiretti prevedibili su persone e beni

Pge' parametro connesso ai sistemi per gestione dell'emergenza

RISCHIO ATTREZZATURE ELETTRICHE

L'indice di rischio attribuito alle attrezzature elettriche presenti nell'area e utilizzate dagli addetti. Questo viene calcolato secondo la logica sopra dettagliata attraverso il seguente algoritmo di calcolo

$$IR_{attrezzature} = Po'' - Psi'' - Psg'' + Pep'' - Pge''$$

Po'' indice pericolosità intrinseca attrezzature

Psi'' parametro che tiene conto degli elementi di sicurezza intrinseca

Psg'' parametro connesso ai sistemi di gestione del rischio durante l'utilizzo

Pep'' parametro che tiene conto effetti indiretti prevedibili su persone e beni

Pge'' parametro connesso ai sistemi per gestione dell'emergenza

RISCHIO ATTIVITÀ E RISCHIO MANSIONALE

L'indice di rischio viene valutato come nel seguito riportato:

$$IR_{attività} = IR_{IMPIANTI} + IR_{ATTREZZATURE} + P_{mo} - P_{gr}$$

$$IR_{attività} = IR_{IMPIANTI} + IR_{ATTREZZATURE} + IR_{mod-operative}$$

Pmo parametro che tiene conto delle mansioni / attività svolte

Pgr parametro connesso alle modalità di gestione del rischio nell'attività svolta

L'indice di rischio per mansione lavorativa sarà a titolo conservativo posto pari al massimo indice di attività ottenuto sulle varie aree.

$$IR_{mansione} = MAX_i (IR_{attività i})$$

La metodologia descritta operativamente risulta implementata in una serie di tabelle che compilate durante i sopralluoghi, quantificheranno i parametri indicati nelle formule.

I risultati complessivi di un'analisi di questo tipo forniranno delle tavole riassuntive come di seguito riportato, che forniscono a colpo d'occhio dove / quali / quanto gravi possano essere le criticità riscontrate, fornendo quantitativamente un livello di rischio nei suoi contributi principali.

ESEMPIO DI TAVOLA RIASSUNTIVA INDICI RISCHIO IMPIANTI E ATTREZZATURE

Reparto	area	Attività	IMPIANTI	ATTREZZATURE	MODALITA' OPERATIVE	COMPLESSIVO ATTIVITA' / AREA
PRODUZIONE	Cabina MT/BT	Manutenzione elettromeccanica	BASSO	REMOTO	BASSO	BASSO
	Saldatura	Manutenzione elettromeccanica	BASSO	REMOTO	ALTO	ALTO
		Utilizzo saldatrici ad arco	BASSO	MEDIO BASSO	REMOTO	MEDIO BASSO
	verniciatura	Manutenzione elettromeccanica	BASSO	REMOTO	ALTO	ALTO
		Utilizzo impianti verniciatura	BASSO	BASSO	REMOTO	BASSO
	Magazzino	Manutenzione elettromeccanica	BASSO	REMOTO	ALTO	ALTO
		Utilizzo impianti sollevamento e movimentazione	REMOTO	BASSO	REMOTO	BASSO
	Uffici	Manutenzione elettromeccanica	BASSO	REMOTO	MEDIO	MEDIO
Utilizzo attrezzature ufficio		REMOTO	REMOTO	REMOTO	REMOTO	

ESEMPIO DI TAVOLA RIASSUNTIVA RISCHIO PER MANSIONE

Reparto	area	ATTIVITA'	01	02	03	04	05
			ADDETTO MANUTENZIONE	ADDETTO SALDATURA	ADDETTO VERNICIATURA	ADDETTO MAGAZZINO	IMPIEGATO
PRODUZIONE	Cabina MT/BT	Manutenzione elettromeccanica	BASSO				
	Saldatura	Manutenzione elettromeccanica	ALTO				
		Utilizzo saldatrici ad arco		MEDIO BASSO			
	verniciatura	Manutenzione elettromeccanica	ALTO				
		Utilizzo impianti verniciatura			BASSO		
	Magazzino	Manutenzione elettromeccanica	ALTO				
		Utilizzo impianti sollevamento e movimentazione				BASSO	
	Uffici	Manutenzione elettromeccanica	MEDIO				
Utilizzo attrezzature ufficio						REMOTO	

RISCHIO ELETTRICO PER MANSIONE ASSUNTO COME MAX INDICE DI RISCHIO ATTIVITA' SVOLTE NELLE AREE

ALTO	MEDIO BASSO	BASSO	BASSO	REMOTO
------	-------------	-------	-------	--------

LEGENDA

Remoto	Basso	Medio Basso	Medio	Alto	Molto Alto	Inaccettabile
--------	-------	-------------	-------	------	------------	---------------

