

INFORTUNI GRAVI O MORTALI CON LE LINEE ELETTRICHE AEREE: PREVENZIONE PER I LAVORI IN VICINANZA

INTRODUZIONE

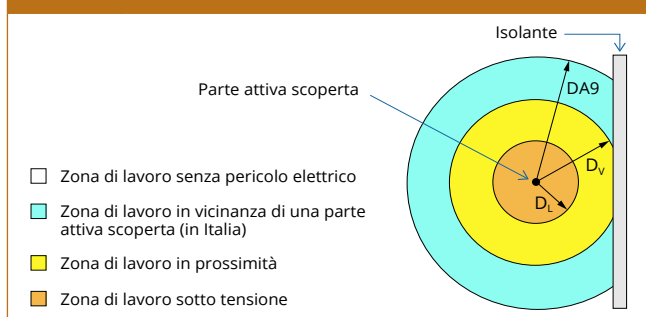
Gli infortuni gravi o mortali con le linee elettriche aeree coinvolgono lavoratori non consapevoli del rischio elettrico, che si trovano a lavorare in prossimità di una linea elettrica aerea per svolgere alcuni lavori non elettrici (lavori edili, sca-

vi, pulizia, verniciatura, potatura, carico), utilizzando attrezzature o veicoli con parti in grado di avvicinarsi alla linea. I dati e le informazioni qui considerati sono tratti dalla banca dati INFOR.MO. di INAIL, attiva dal 2002. In essa gli infortuni sono registrati tenendo conto delle dinamiche e delle responsabilità. Ciò permette di ottenere indicazioni utili per la prevenzione e il miglioramento della sicurezza.

ZONE DI LAVORO E PERICOLO ELETTRICO

Il rischio elettrico di un'attività lavorativa è definito dalla distanza, nello spazio di lavoro, dalla parte attiva non protetta. Secondo la norma europea armonizzata EN 50110-1 e le norme nazionali CEI 11-27 e CEI 11-15 la *zona di lavoro sotto tensione* è il volume intorno ad una tale parte attiva in cui è svolto un lavoro sotto tensione. Il limite esterno di tale zona è indicato dalla distanza D_L dalla parte attiva non protetta (Figura 1 e Tabella 1).

Figura 1 Zone di lavoro rispetto al pericolo elettrico



Il *lavoro sotto tensione* è qualsiasi attività lavorativa in cui un lavoratore è deliberatamente in contatto con parti sotto tensione o entra nella zona di lavoro sotto tensione con parti del corpo o con le attrezzature o gli utensili che maneggia. In bassa tensione ($U_n \leq 1$ kV), il lavoro sotto tensione avviene a contatto con le parti attive non protette (Tabella 1).

La *zona di lavoro in prossimità* è un volume, esterno alla zona di lavoro sotto tensione, il cui limite esterno è indicato dalla distanza D_V dalla parte attiva non protetta (Figura 1 e Tabella 1).

Si definiscono *lavori in prossimità* di parti attive tutte quelle attività nelle quali un lavoratore si introduce nella zona di lavoro in prossimità con un utensile, o qualsiasi altro oggetto, o parti del corpo, senza sconfinare nella zona di lavoro sotto tensione.

Per *lavoro fuori tensione* si intende un'attività lavorativa su impianti elettrici che non sono sotto tensione e non hanno conduttori carichi, svolta dopo aver messo in sicurezza l'impianto. In Italia l'articolo n. 82 del d.lgs. n. 81/2008 regola i lavori sotto tensione. Negli impianti a bassa tensione tale tipo di lavoro è consentito solo se eseguito da lavoratori esperti (PES)¹ e autorizzati dal datore di lavoro (riconosciuti idonei)². Negli impianti di media o alta tensione le aziende che svolgono lavori sotto tensione devono ottenere autorizzazione secondo il d.m. 4 febbraio 2011. Le aziende non autorizzate non possono operare sotto tensione e devono seguire le procedure di lavoro applicabili (lavoro fuori tensione o lavoro in prossimità) senza intromettersi in alcun modo nella zona di lavoro sotto tensione.

Sono *lavori non elettrici* quei lavori svolti in vicinanza di una linea elettrica o di un impianto con parti attive non protette, come: i lavori edili, lo scavo, la pulizia, la verniciatura, la potatura, il carico. Nell'Allegato IX del d.lgs. n. 81/2008 è definita la distanza $DA9$ che delimita la *zona di lavoro in vicinanza* (Figura 1 e Tabella 1). In accordo con l'art. n. 83 del d.lgs. n. 81/2008 i lavori non elettrici non possono essere eseguiti a distanze inferiori da quelle indicate dal limite $DA9$ a meno di non adottare misure organizzative e procedure di lavoro idonee a proteggere i lavoratori. Disposizioni analoghe valgono per i lavori in cantiere nei pressi di linee elettriche aeree, secondo l'art. 117 del d.lgs. n. 81/2008.

Tabella 1 Distanze che definiscono i limiti esterni delle zone di lavoro

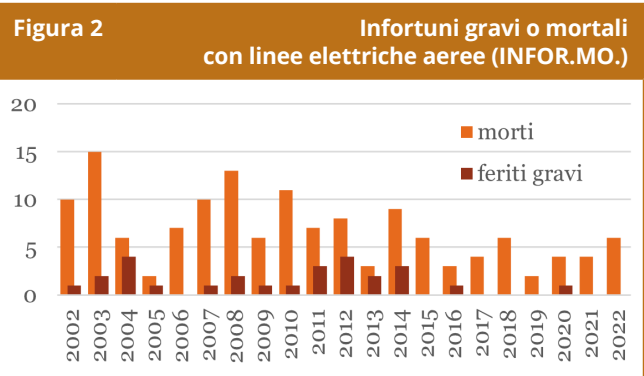
U_n (kV) Tensione nominale (val. effic.)	D_L (m) Zona di lavoro sotto tensione	D_V (m) Zona di lavoro in prossimità	$DA9$ (m) All. IX, d.lgs. 81/08 Zona di lavoro in vicinanza
≤ 1	Non a contatto	0,30	3,00
3	0,06	1,12	3,50
6	0,09	1,12	3,50
10	0,12	1,15	3,50
15	0,16	1,16	3,50
20	0,22	1,22	3,50
30	0,32	1,32	3,50
36	0,38	1,38	5,00
45	0,48	1,48	5,00
60	0,63	1,63	5,00
70	0,75	1,75	5,00
110	1,00	2,00	5,00
132	1,10	3,00	5,00
150	1,20	3,00	7,00
220	1,60	3,00	7,00
275	1,90	4,00	7,00
380	2,50	4,00	7,00
480	3,20	6,10	–
700	5,30	8,40	–

¹ PES = persona esperta (con istruzione, esperienza e conoscenza tali da consentire di analizzare i rischi e di evitare i pericoli che l'elettricità può creare). PAV = persona avvertita (adeguatamente informata da persone esperte per metterla in grado di evitare i pericoli che l'elettricità può creare). PEC = persona comune (che non è né esperta né avvertita).

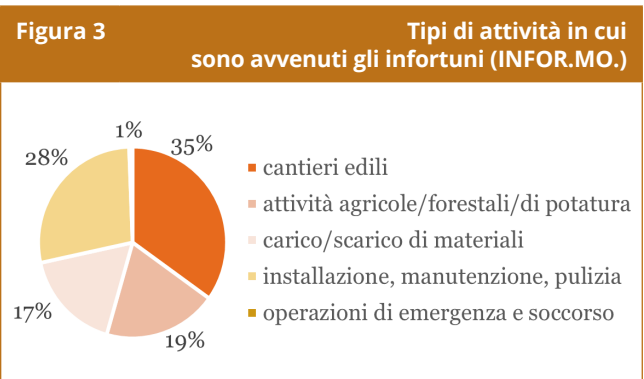
² L'idoneità è attribuita con documento rilasciato dal datore di lavoro.

INFORTUNI GRAVI O MORTALI CON LINEE AEREE

La distribuzione degli infortuni gravi o mortali con linee elettriche aeree, avvenuti dal 2002 al 2022, basata sui dati contenuti in INFOR.MO. (ad ottobre 2025), è riportata in Figura 2. Non sono inclusi gli infortuni non avvenuti con linee aeree e quelli avvenuti al di fuori dell'attività lavorativa (ad esempio quelli domestici). La figura prende in considerazione 169 eventi (142 morti e 27 feriti gravi). I lavoratori coinvolti in tali infortuni, quasi tutti non consapevoli del pericolo, erano soprattutto quelli che utilizzavano strumenti, utensili, attrezzature, macchine o veicoli con parti capaci di arrivare in prossimità delle linee aeree.



La Figura 3 considera il settore produttivo o le caratteristiche dell'azienda in cui operava il lavoratore vittima dell'infortunio.



Le lavorazioni coinvolte negli infortuni sono riportate in Tabella 2.

Tabella 2		Lavorazioni coinvolte negli infotuni
(A)	lavori edili, scavi	
(B)	lavori su impalcature, scale, trabattelli	
(C)	lavori con macchine per costruzione	
(D)	lavori con mezzi elevatori	
(E)	lavori con convogliatori	
(F)	montaggio di apparecchiature	
(G)	lavori di installazione	
(H)	lavori di pulizia, verniciatura, ristrutturazione	
(I)	trasporto, carico/scarico di materiali	

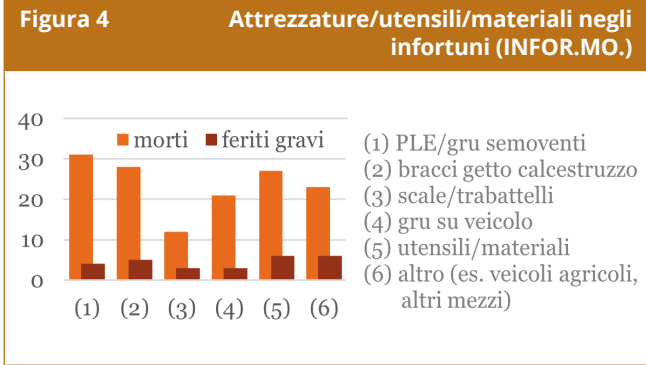
Il luogo dell'incidente è spesso un cantiere in prossimità della linea (35% dei casi). In tal caso, le lavorazioni sono quelle dalla (A) alla (I) in Tabella 2.

Gli infortuni in ambito agricolo, forestale o durante la potatura degli alberi, coprono una percentuale rilevante del campione (19% dei casi). La maggior parte delle volte è coinvolto un lavoratore che effettua la potatura con un utensile, dopo aver acceduto al posto di lavoro tramite una gru semovente, o una piattaforma di lavoro elevabile, o un'autogrù dotata di cestello, o un veicolo per lavori agricoli. In tal caso, le lavorazioni, tra quelle in Tabella 2, sono: (B), (D), (E), (F), (I).

Durante il carico o lo scarico di materiali, può verificarsi un numero significativo di infortuni (17% dei casi: trasporti dotati di gru per il carico, mezzi con bracci articolati per lo svuotamento dall'alto di silos verticali, svuotamento di cassoni).

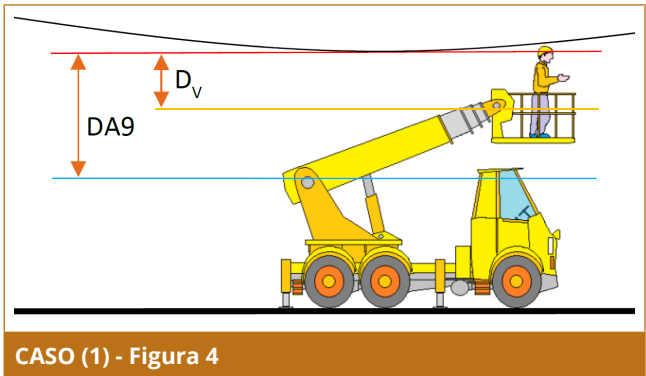
I lavoratori addetti alle operazioni di installazione, manutenzione o pulizia (della segnaletica stradale, delle insegne, dei pannelli solari, dei sistemi di protezione dalle scariche atmosferiche o di altro) coprono una certa percentuale (28% dei casi). Le lavorazioni, tra quelle in Tabella 2, sono: (B), (D), (F), (G), (H).

Infine, 1% del campione è dovuto ad incidenti avvenuti durante le operazioni di emergenza e soccorso.



La Figura 4 è ottenuta organizzando i dati in base all'attrezzatura, agli utensili o ai materiali utilizzati durante l'attività lavorativa.

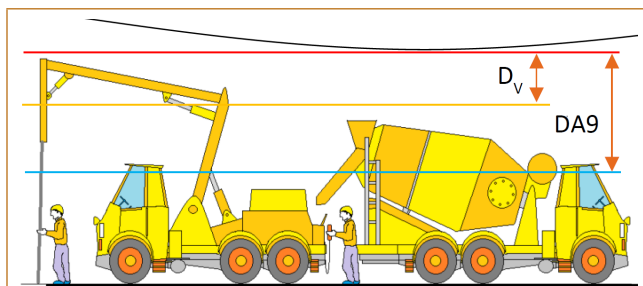
Nelle figure seguenti, che rappresentano infortuni avvenuti in media/alta tensione, per migliorare la leggibilità, la distanza D_L non è riportata, pur essendo diversa da zero.



CASO (1) - Figura 4

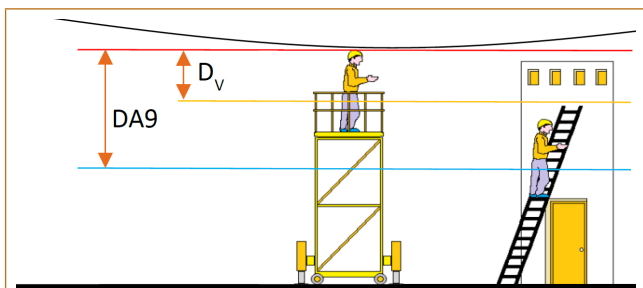
Nel caso (1) di Figura 4 sono inclusi infortuni con piattaforme di lavoro elevabili (PLE) o gru semoventi e, per analogia, anche quelli con operai in cestelli sollevati da gru.

Esiste però una differenza significativa, poiché il lavoratore in quota su una PLE o su una gru semovente dispone di comandi che consentono l'intervento diretto sulla traiettoria. Nel caso invece del cestello appeso ad una gru, un secondo operatore (gruista) sposta il cestello rimanendo vicino al suolo. Il lavoratore in quota aiuta l'operatore nello spostamento, ma il rischio di incidenti è comunque influenzato da fattori quali: la differenza di punto di vista, la valutazione della distanza, il ritardo dei tempi di reazione.



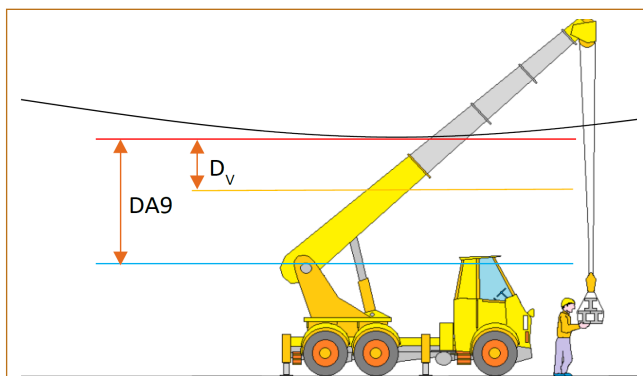
CASO (2) - Figura 4

Nel caso (2) di Figura 4 sono inclusi gli infortuni avvenuti con betoniere e bracci articolati per il getto di calcestruzzo e il luogo è quasi sempre un cantiere edile.



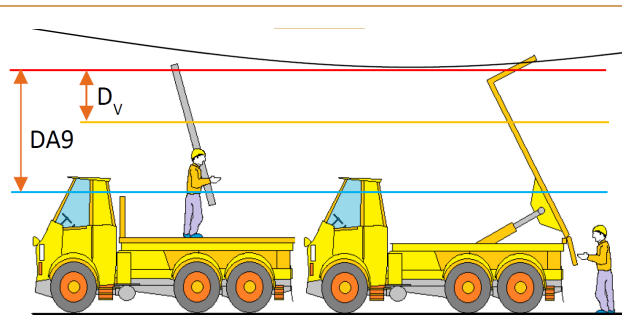
CASO (3) - Figura 4

Nel caso (3) di Figura 4 sono inclusi gli infortuni avvenuti con scale, trabattelli, ponteggi o cavalletti, utilizzati per accedere a luoghi di lavoro elevati. Il luogo è un cantiere, un'attività commerciale, un'attività agricola, forestale o un luogo di potatura.



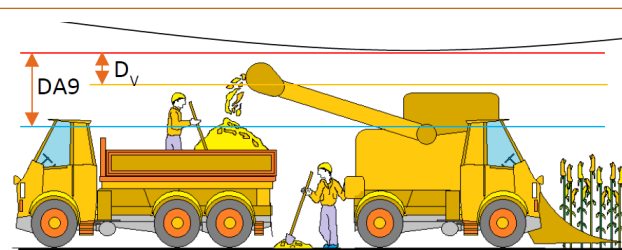
CASO (4) - Figura 4

Nel caso (4) di Figura 4 sono inclusi gli infortuni avvenuti con gru su veicolo, per il carico, la movimentazione o lo scarico di materiali. Anche in questo caso gli infortuni sono avvenuti principalmente in un cantiere edile.



CASO (5) - Figura 4

Nel caso (5) di Figura 4 sono inclusi gli infortuni avvenuti con utensili, con materiali metallici, con oggetti di grandi dimensioni durante la movimentazione (anche manuale), o con mezzi di trasporto. Questo è il motivo per cui è importante mantenere un'opportuna distanza di sicurezza tra la linea elettrica aerea e l'estremità di tali oggetti. Ad esempio, tentare di svuotare il pianale di un camion sollevandolo sotto una linea elettrica aerea può risultare pericoloso.



CASO (6) - Figura 4

Nel caso (6) di Figura 4 sono inclusi gli infortuni avvenuti con altre attrezzature (ad esempio i veicoli agricoli).

PREVENZIONE PER I LAVORI IN VICINANZA

Come anticipato, il lavoro (non elettrico) nella zona dei lavori in vicinanza è regolato dagli artt. 83 e 117 del d.lgs. n. 81/2008. Operare in tale zona è possibile seguendo la procedura indicata nella norma CEI 11-27 (riassunta in Tabella 3).

Tabella 3 Procedura per i lavori in vicinanza (cioè tra D_v e DA_9 - CEI 11-27)

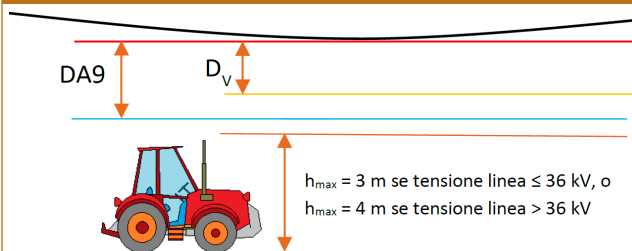
Se il lavoro può spostarsi a distanze inferiori a D_v , adottare le procedure di lavoro per lavori in prossimità e/o sotto tensione.

Se il lavoro tra D_v e DA_9 non si svolge in cantiere:

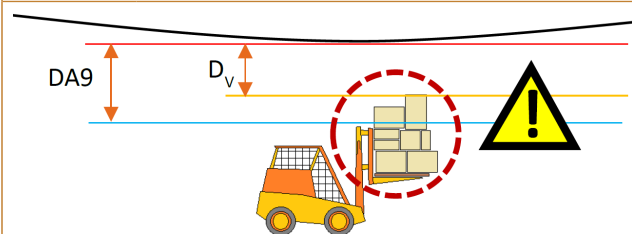
- 1) può essere svolto da PES/PAV evitando di invadere $D_v^{(a)}$, o
- 2) può essere svolto da PEC con attività preventiva o sorveglianza svolta da PES (quest'ultima può essere svolta da PAV)^(a), o
- 3) può essere svolto da PEC se l'attività comporta l'uso di mezzi o attrezzature per i quali il pericolo è dovuto soltanto all'altezza da terra nei confronti di una linea sovrastante e avviene ad altezza da terra (inclusa quella della persona e degli attrezzi o mezzi maneggiati) minore di 4 m per linee BT o MT (tens. ≤ 36 kV) o minore di 3 m per linee AT (tens. > 36 kV)^(a), oppure

Tabella 3
(segue)

Procedura per i lavori in vicinanza
(cioè tra D_v e DA_9 - CEI 11-27)

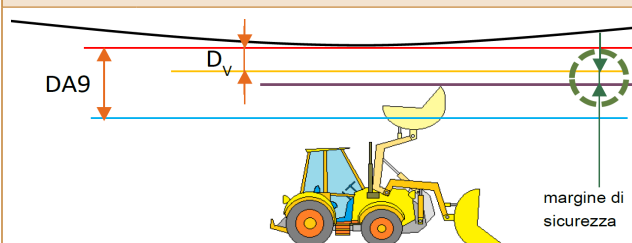


se è necessario superare le precedenti altezze da terra o si devono eseguire lavori in vicinanza in cui il pericolo non è dovuto soltanto all'altezza da terra, il datore di lavoro deve predisporre un documento di valutazione delle distanze e delle altre condizioni di sicurezza da rispettare per operare in sicurezza e non invadere la zona di lavoro in prossimità^(b).

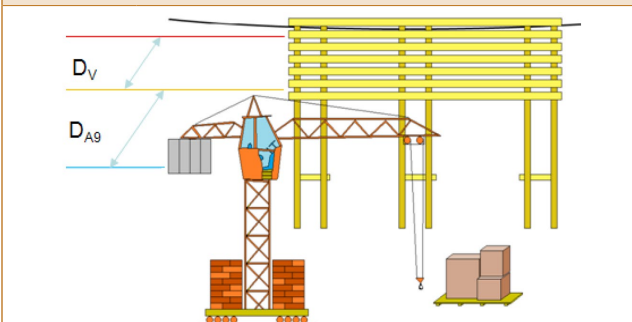


Se il lavoro tra D_v e DA_9 si svolge in cantiere:

- si devono mantenere le persone, le macchine e le attrezzature a distanza di sicurezza (una distanza tale che il limite D_v sia rispettato con un opportuno margine di sicurezza)^(b); oppure



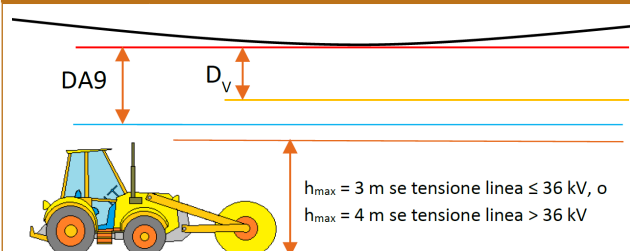
- si devono posizionare ostacoli, blocchi, gioghi, ecc. che impediscano l'accesso alla zona di lavoro in prossimità^(b); oppure
- si deve far mettere fuori tensione ed in sicurezza la linea accordandosi con il gestore della stessa^(b).



- Se l'attività comporta l'uso di mezzi o attrezzi per i quali il pericolo è dovuto soltanto all'altezza da terra nei confronti di una linea aerea sovrastante, il lavoro può essere svolto da PEC se avviene ad altezza da terra (inclusa quella della persona e degli attrezzi o mezzi maneggiati) minore di 4 m per linee BT o MT (tens. ≤ 36 kV) o minore di 3 m per linee AT (tens. > 36 kV)^(a).

Tabella 3
(segue)

Procedura per i lavori in vicinanza
(cioè tra D_v e DA_9 - CEI 11-27)



NOTE:

- (a) Non è necessario compilare Piani di Lavoro/Intervento.
(b) Conservare la documentazione relativa ai provvedimenti attuati

DISPOSITIVI DI ALLARME COMMERCIALI

Il Regolamento (UE) 2023/1230, relativo alle macchine, tra i requisiti di sicurezza, al punto 3.5.4, prevede che a seconda dell'altezza, in relazione all'uso previsto, "una macchina o un prodotto correlato mobile devono essere progettati, costruiti ed equipaggiati in maniera tale da prevenire il rischio di contatto con una linea elettrica aerea sotto tensione o il rischio di creare un arco elettrico tra qualsiasi parte della macchina o un operatore che conduce la macchina e una linea elettrica aerea sotto tensione. Se il rischio di contatto con una linea elettrica aerea sotto tensione non può essere evitato completamente per le persone che operano la macchina, allora le macchine o i prodotti correlati mobili devono essere progettati, costruiti ed equipaggiati in maniera tale da prevenire qualsiasi pericolo elettrico".

Esistono diversi metodi che i fabbricanti di macchine o di prodotti correlati mobili potrebbero adottare per soddisfare tale requisito (ad es.: rivestire di materiale isolante adeguato le parti che possono avvicinarsi alle linee elettriche aeree, e/o utilizzare giunzioni isolanti tra tali parti e il resto della macchina e/o utilizzare allarmi azionati da rilevatori di tensione).

Sul mercato esistono rivelatori di tensione che operano senza contatto con la linea. Possono essere assicurati ad una parte di una macchina o essere utilizzati come rivelatori personali (in questo caso non sono DPI e non sostituiscono la strumentazione prevista per verificare l'assenza di tensione nei lavori elettrici). Una segnalazione acustica di allarme, di intensità e ritmo crescenti, si attiva all'aumentare dell'intensità del campo elettrico (ad es.: in caso di avvicinamento alla linea o di ripristino imprevisto della tensione). Operano sulla base del valore del campo elettrico misurato, che dipende dal valore effettivo di tensione della linea, dalla distanza dai conduttori e dai parametri elettrici dell'aria (costante dielettrica relativa e conducibilità), che variano con l'umidità e l'inquinamento. Per questo motivo l'attivazione dell'allarme non è un'indicazione certa dell'ingresso nella zona delimitata da DA_9 .

SANZIONI

Le sanzioni per violazioni degli artt. 83 e 117 del d.lgs. 81/2008 sono l'incarcerazione o l'ammenda per il datore di lavoro e il dirigente. Inoltre, l'art. 14 del d.lgs. 81/2008 prevede la sospensione dell'attività imprenditoriale per la mancata adozione di misure organizzative e di procedure a tutela dei lavoratori dai rischi cor-

relati in caso di lavoro in prossimità di linee elettriche. L'art. 27 del d.lgs. 81/2008 introduce una patente da 30 crediti per le imprese e i lavoratori autonomi operanti nei cantieri temporanei o mobili (sono esentate le imprese in possesso dell'attestazione di qualificazione SOA pari o superiore alla III, ai sensi del codice contratti pubblici d.lgs. 36/2023).

È prevista una decurtazione di crediti per le violazioni dell'All. I-bis del d.lgs. 81/2008, tra cui, di interesse per i lavori in vicinanza, vi sono:

- la mancata redazione del documento di valutazione dei rischi;
- i lavori in prossimità di linee elettriche o di conduttori nudi in tensione, in assenza di disposizioni organizzative e procedurali idonee a proteggere i lavoratori;
- gli infortuni gravi o mortali occorsi a seguito di violazione delle norme sulla prevenzione degli infortuni sul lavoro.

CONCLUSIONI

L'adozione di procedure di lavoro corrette può ridurre sensibilmente gli infortuni in vicinanza di linee elettriche aeree, ad esempio:

- pianificare in anticipo i lavori da eseguire;
- effettuare sopralluoghi preventivi sul luogo di lavoro;
- verificare l'esistenza di segnaletica di avviso della presenza di parti scoperte in tensione o di linee elettriche aeree;
- evitare errori nelle procedure di lavoro (errori sistematici, errori di esecuzione o negligenza deliberata), come il mancato rispetto delle distanze di sicurezza o la rimozione delle barriere di protezione;
- informare, formare o addestrare i lavoratori;
- attuare controlli da parte del responsabile dei lavori;
- coordinamento tra il responsabile dei lavori e il gestore della linea.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI E NORMATIVI

- [1] EN 50110-1, "Esercizio degli impianti elettrici. Parte 1: Prescrizioni Generali", 2023.
- [2] CEI 11-27, "Lavori su impianti elettrici", 2025.
- [3] CEI 11-15+EC1, "Esecuzione di lavori sotto tensione su impianti elettrici di Categoria II e III in corrente alternata", CSV 2025.
- [4] G. L. Amicucci, M. T. Settino, et al., Lavori in prossimità di linee elettriche aeree: valutazione del rischio e misure di prevenzione, Monografia, Editore INAIL 2016, ISBN 978-88-7484-515-6
- [5] G. L. Amicucci, M.T. Settino, Statistica infortuni nei lavori in prossimità di linee elettriche aeree, "Costozero", n.1, febbraio/marzo 2017, pp. 52-53, Editore Assindustria Salerno Service.
- [6] G. L. Amicucci, M. T. Settino, "Accidents with injuries or death during non-electrical work activities near overhead power lines", IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC) 2017, Milano, ISBN 978-1-5386-3917-7, INSPEC Accession Number: 17029847, DOI: 10.1109/EEEIC.2017.7977834, pp. 2501-2506.
- [7] G. L. Amicucci, M. T. Settino, Infortuni elettrici gravi o mortali durante le attività lavorative nei pressi di linee elettriche aeree, Rivista degli Infortuni e delle Malattie Professionali, Fascicolo n. 3/2018, Editore INAIL, ISSN 0035-5836, pp. 453-472.
- [8] G. L. Amicucci, M. T. Settino, Electrical accidents with injuries or death during electrical and non-electrical work activities in Italy, 2nd International Conference on Electrical, Computer, Communications and Mechatronics Engineering (ICECCME) 2022, Maldives, ISBN 978-1-6654-7095-7, pp. 2461-2467.
- [9] D.lgs. del 9 Aprile 2008 n. 81 e successive modificazioni ed integrazioni, "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007 n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".
- [10] Regolamento (UE) 2023/1230 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 14 giugno 2023 relativo alle macchine e che abroga la direttiva 2006/42/CE del Parlamento europeo e del Consiglio e la direttiva 73/361/CEE del Consiglio.