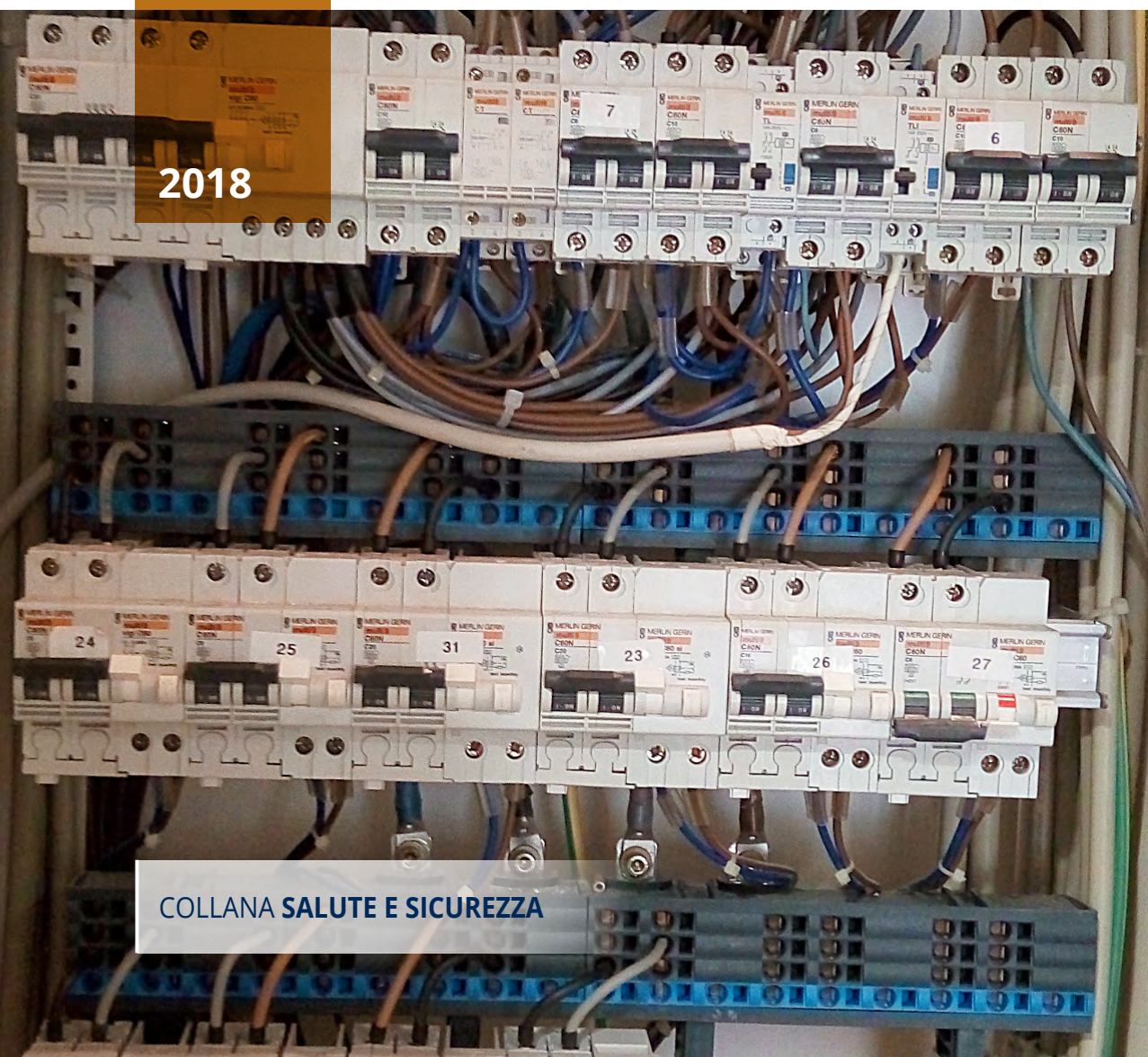


LAVORI SU IMPIANTI ELETTRICI IN BASSA TENSIONE

INAIL

2018

COLLANA SALUTE E SICUREZZA



LAVORI SU IMPIANTI ELETTRICI IN BASSA TENSIONE

INAIL

2018

Pubblicazione realizzata da

Inail

Dipartimento innovazioni tecnologiche
e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici

Autori

Giovanni Luca Amicucci¹

Fausto Di Tosto²

Fabio Fiamingo³

Maria Teresa Settino¹

¹ Inail, Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici

² Inail, Uot Roma

³ Università Campus Biomedico, Roma

per informazioni

Inail - Dipartimento innovazioni tecnologiche
e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici
via Roberto Ferruzzi, 38/40 - 00143 Roma
dit@inail.it
www.inail.it

© **2018 Inail**

ISBN 978-88-7484-116-5

Gli autori hanno la piena responsabilità delle opinioni espresse nelle pubblicazioni, che non vanno intese come posizioni ufficiali dell'Inail.

Distribuita gratuitamente. Vietata la vendita e la riproduzione con qualsiasi mezzo. È consentita solo la citazione con l'indicazione della fonte.

Prefazione

Il rischio elettrico è qualcosa a cui la maggior parte dei lavoratori sono esposti solo a seguito del venir meno delle barriere di sicurezza di cui sono stati dotati in fase realizzativa gli impianti o le apparecchiature, pertanto solo a seguito di un'errata realizzazione o di incuria nell'uso.

Vi sono invece lavoratori, come quelli che si occupano dell'esercizio, della manutenzione o delle verifiche dei sistemi elettrici, che hanno particolarmente a che fare con il rischio elettrico durante l'attività lavorativa.

Il Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro (d.lgs. 81/2008 e s.m.i.) dedica un intero "Capo" (il III del Titolo III) all'attenzione che il datore di lavoro deve dedicare alla riduzione del possibile rischio elettrico.

Con la pubblicazione del d.lgs. 81/2008 e delle norme CEI 11-15 e CEI 11-27, IV Edizione, e con il recepimento della norma EN 50110-1:2013, sono a disposizione dei datori di lavoro tutte le disposizioni legislative e normative da mettere in atto per ridurre il rischio nei lavori con rischio elettrico.

L'Inail ha preso parte all'evoluzione della normativa e svolge attività di ricerca e di formazione sulla valutazione del rischio anche in tale campo.

Il presente lavoro ha lo scopo di presentare:

- le disposizioni legislative e normative,
- esempi e procedure per la sicurezza dei lavoratori.

Indice

1. Obblighi di legge per i lavori elettrici sotto tensione a tensioni superiori a 1000 V a frequenza industriale	9
1.1 Introduzione	9
1.2 Definizioni	9
1.3 I lavori con rischio elettrico	13
1.3.1 <i>I lavori sotto tensione in bassa tensione</i>	14
1.3.2 <i>I lavori sotto tensione in media e alta tensione</i>	15
1.3.3 <i>I lavori in vicinanza di parti attive</i>	16
1.4. Il d.m. 4 febbraio 2011	17
 2. La sicurezza nell'esecuzione dei lavori elettrici	 19
2.1. Introduzione	19
2.2. Definizioni ulteriori rispetto a quelle del capitolo 1	21
2.2.1. <i>Esclusioni</i>	26
2.3. Valutazione del rischio	27
2.4. Sicurezza	27
2.4.1. <i>Personale (CEI 11-27, punti 4.2, 4.2.1, 4.2.2)</i>	28
2.4.2. <i>Organizzazione dell'attività lavorativa (CEI 11-27, punto 4.3)</i>	29
2.4.3. <i>Condizioni e posto (zona) di lavoro (CEI 11-27, punti 4.3.4 e 4.5, EN 50110-1, punto 4.5)</i>	32
2.4.4. <i>Condizioni ambientali (CEI 11-27, punto 6.1.3)</i>	33
2.4.5. <i>Manovre</i>	34
2.4.6. <i>Comunicazioni (CEI 11-27, punto 4.4)</i>	34
2.5. Procedure di lavoro	35
2.5.1. <i>Pianificazione del lavoro (CEI 11-27, punto 6.1.1)</i>	35
2.5.2. <i>Lavoro fuori tensione (CEI 11-27, punto 6.2.1)</i>	36
2.5.3. <i>Lavori in prossimità di parti attive (CEI 11-27, punto 6.4)</i>	42
2.5.4. <i>Lavori sotto tensione in bassissima e bassa tensione (categorie 0 e I) (CEI 11-27, punto 6.3)</i>	45
2.6. Protezione dal fuoco - Provvedimenti antincendio (CEI EN 50110-1, punto B.4)	52
2.7. Luogo di lavoro che presenta rischi di esplosione (CEI EN 50110-1, punto B.7)	52

2.8.	Misure di emergenza (CEI EN 50110-1, punto B.7)	53
3.	Persone coinvolte nei lavori elettrici	55
3.1.	Introduzione	55
3.2.	Persona o Unità Responsabile dell'impianto elettrico	55
3.3.	Persona designata alla conduzione dell'impianto elettrico	55
3.4.	Persona o Unità Responsabile della realizzazione del lavoro	56
3.5.	Persona preposta alla conduzione dell'attività lavorativa	56
3.6.	Alcune considerazioni sulle diverse figure coinvolte nell'organizzazione e nell'esecuzione dei lavori	57
3.7.	Considerazioni sulla figura del preposto ai lavori	57
4.	I dispositivi di protezione individuale	59
4.1.	Introduzione	59
4.2.	Definizione	59
4.3.	Obbligo di uso dei DPI	61
4.4.	Requisiti di sicurezza dei DPI e marcatura CE	62
4.5.	Classificazione in categorie	64
4.6.	Contenuti delle istruzioni e informazioni del fabbricante	66
4.7.	Requisiti di sicurezza supplementari contro lo shock elettrico	67
4.8.	Scelta dei DPI	68
4.9.	Dispositivi di protezione individuale per i lavori elettrici sotto tensione	71
4.10.	Panoramica non esaustiva di DPI, abbigliamento e attrezzature per i lavori elettrici	72
5.	La formazione per i lavori in bassa tensione	78
5.1.	Cosa si intende per lavori elettrici e chi può eseguirli?	78
5.2.	Cosa si intende per formazione in ambito di lavori elettrici?	79
5.3.	Quali devono essere le qualità di PES e PAV?	79
5.4.	Chi stabilisce se a un lavoratore può essere attribuita la condizione di PES o PAV?	80
5.5.	Quanto dura la condizione di PES o PAV?	80
5.6.	Come si sviluppa l'attività formativa per PES e PAV?	81
5.7.	Chi può svolgere i lavori sotto tensione?	83
5.8.	Cos'è l'idoneità?	83
5.9.	Come si acquisiscono le conoscenze teoriche e pratiche necessarie per ottenere l'idoneità?	83
5.10.	Quali sono le conoscenze necessarie per ottenere l'idoneità?	84
5.11.	Come viene attribuita l'idoneità ai lavoratori dipendenti?	85
5.12.	Come ottengono l'idoneità i datori di lavoro o i lavoratori autonomi?	85
5.13.	Quanto dura nel tempo l'idoneità?	85

6. Lavori in prossimità di linee elettriche aeree	87
6.1. Introduzione	87
6.2. La legislazione vigente	87
6.3. I riferimenti normativi	88
6.3.1. <i>Lavori non elettrici (in vicinanza) ad esclusioni dei Cantieri</i>	89
6.3.2. <i>Lavori non elettrici (in vicinanza) nei Cantieri</i>	90
6.4. Evoluzione normativa	91
6.5. Considerazioni sul calcolo delle distanze	91
7. Considerazioni su manutenzione, verifiche, misure, prove e ricerca di guasti	93
7.1. Scopo di verifiche, misure, prove e ricerca di guasti	93
7.2. Verifiche	95
7.3. Manutenzione	95
7.4. Predisposizione di procedure operative	98
8. Misure con valutazione del rischio semplificata	100
8.1. Valutazioni del rischio semplificate	100
8.2. Misura di tensione all'interno di un quadro elettrico (primo esempio, punto 5.3.1.2, CEI 11-27)	103
8.3. Misura di tensione all'interno di un quadro elettrico (secondo esempio, punto 5.3.1.2, CEI 11-27)	104
8.4. Misura di tensione all'interno di un quadro elettrico (terzo esempio, punto 5.3.1.2, CEI 11-27)	105
8.5. Misura di tensione all'interno di un quadro elettrico (quarto esempio, punto 5.3.1.2, CEI 11-27)	106
9. Esempi di moduli da utilizzare per i lavori elettrici	108
9.1. Introduzione	108
10. Le novità della norma CEI 11-27 ed. 2014	116
10.1. Introduzione	116
10.2. Elenco delle principali novità	116
11. Riferimenti	119
11.1. Legislazione	119
11.2. Norme tecniche	119
11.3. Guide	120
11.4. Bibliografia	121

1. Obblighi di legge per i lavori elettrici sotto tensione a tensioni superiori a 1000 V a frequenza industriale

1.1. Introduzione

Il rischio elettrico è il rischio a cui la maggior parte dei lavoratori sono esposti solo a seguito del venir meno delle barriere di sicurezza di cui sono stati dotati gli impianti o le apparecchiature, pertanto solo a seguito di un'errata realizzazione o di incuria nell'uso.

Altri lavoratori, invece, sono esposti a tale rischio poiché svolgono la propria attività lavorativa sugli impianti elettrici stessi, ad esempio per l'esercizio, le verifiche o la manutenzione; ulteriori lavoratori, infine, sono esposti a causa di una attività lavorativa svolta nei pressi di impianti elettrici, come ad esempio la potatura di piante o altre attività nei cantieri edili in presenza di linee elettriche aeree.

Il Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro (d.lgs. 81/2008 e s.m.i. nel seguito indicato semplicemente come "d.lgs. 81/2008" o come "Testo Unico" [1]) dedica il Capo III del Titolo III agli elementi di cui il datore di lavoro deve tener conto per ridurre il rischio di natura elettrica.

Se un lavoro comporta un rischio elettrico, devono essere adottati opportuni accorgimenti e procedure di lavoro, soprattutto se tale lavoro rientra nella definizione di "lavoro sotto tensione" ai sensi dell'art. 82 del Testo Unico. Non tutti i lavoratori possono eseguire un simile lavoro.

Per chiarire quali sono gli obblighi di sicurezza il Testo Unico fornisce alcune indicazioni e rimanda per ulteriori particolari alle norme tecniche pertinenti.

La norma tecnica internazionale che disciplina i lavori elettrici è la norma CEI EN 50110-1 [6].

Le norme tecniche nazionali che disciplinano i lavori elettrici sono la norma CEI 11-27 [5] (di cui a gennaio 2014 è stata pubblicata la IV edizione per allinearla alla norma internazionale) e la norma CEI 11-15 [8] (specifica per i lavori in media e alta tensione).

1.2. Definizioni

Le seguenti definizioni, che saranno usate nel seguito, sono tratte dalla norma CEI 11-27, IV Edizione (2014), che ha come oggetto i lavori svolti sugli impianti elettrici, e dal d.lgs. 81/2008:

PES: persona esperta in ambito elettrico (definizione 3.2.5 della CEI 11-27)

Persona con istruzione, conoscenza ed esperienza rilevanti tali da consentirle di analizzare i rischi e di evitare i pericoli che l'elettricità può creare.

PAV: persona avvertita in ambito elettrico (definizione 3.2.6 della CEI 11-27)

Persona adeguatamente avvisata da persone esperte per metterla in grado di evitare i pericoli che l'elettricità può creare.

PEC: persona comune (definizione 3.2.7 della CEI 11-27)

Persona che non è esperta e non è avvertita.

Supervisione (definizione 3.7.13 della CEI 11-27)

Complesso di attività svolte da PES, prima di eseguire un lavoro, ai fini di mettere i lavoratori in condizioni di operare in sicurezza senza ulteriori necessità di controllo predisponendo, ad esempio:

- ambienti,
- misure di prevenzione e protezione,
- messa fuori tensione e in sicurezza di un impianto elettrico o parte di esso,
- installazione di barriere e impedimenti,
- modalità d'intervento,
- istruzioni.

Sorveglianza (definizione 3.7.14 della CEI 11-27)

Attività di controllo costante svolta da PES o PAV nei confronti di altre persone generalmente con minore esperienza, in particolare di PEC, atta a prevenire azioni pericolose, derivanti dalla presenza di rischio elettrico, che queste ultime potrebbero compiere (volontariamente e/o involontariamente) ignorandone la pericolosità. Oltre ad una eventuale supervisione, la sorveglianza va utilizzata in casi particolari, specialmente per lavori complessi.

Posto e postazione di lavoro (definizione 3.3.1 della CEI 11-27)

Sito(i), luogo(luoghi) o area(e) dove si svolge, si sta svolgendo od è stato svolto un lavoro.

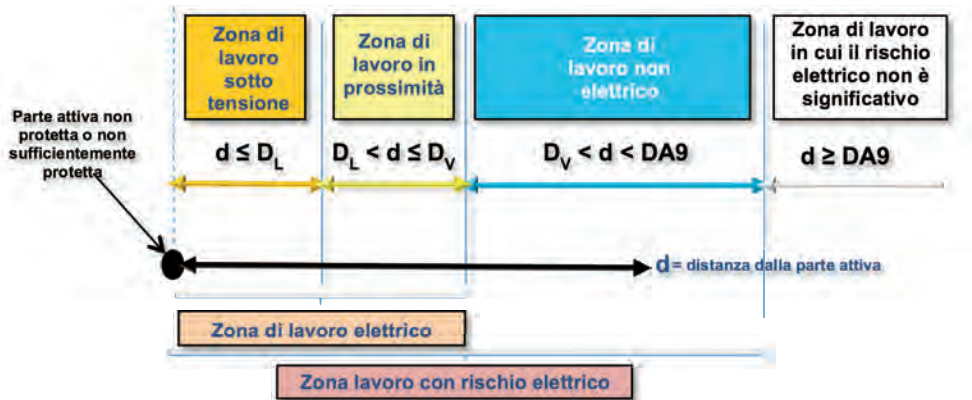


Figura 1.1: Zone di interesse per la valutazione del rischio elettrico

Zona di lavoro con rischio elettrico

Zona all'interno della quale sono compresi tutti i lavori con rischio elettrico. All'interno di tale zona di lavoro devono essere garantite le misure di prevenzione. Nessun estraneo deve entrarvi senza autorizzazione.

È suddivisa (figura 1.1) in: zona di lavoro sotto tensione, zona prossima, zona di lavoro non elettrico.

Zona di lavoro sotto tensione (D_L) (definizione 3.3.2 della CEI 11-27)

Spazio, delimitato dalla distanza D_L , intorno alle parti attive nel quale non è assicurato il livello di isolamento atto a prevenire il pericolo elettrico.

Zona prossima (D_V) (definizione 3.3.3 della CEI 11-27)

Spazio esterno alla zona di lavoro sotto tensione delimitato dalla distanza D_V .

Zona di lavoro non elettrico ($DA9$) (definizione 3.3.4 della CEI 11-27)

Spazio esterno alla zona prossima delimitato dalla distanza $DA9$.

Ai sensi della legislazione e della normativa sui lavori elettrici (figura 1.1), i lavori si dividono in:

- lavori con rischio elettrico e
- lavori senza rischio elettrico significativo.

I lavori con rischio elettrico, a seconda della distanza dai conduttori, possono essere classificati in:

- lavori elettrici e
- lavori non elettrici

A loro volta i lavori elettrici, a seconda della distanza dai conduttori, si dividono in lavori in prossimità di parti attive e lavori sotto tensione

Lavoro elettrico

Qualsiasi attività lavorativa che si svolga a distanza minore o uguale alla distanza D_V (Tabella A.1, CEI 11-27) da parti attive accessibili di linee e di impianti elettrici o che si svolga fuori tensione sulle stesse parti attive è definita “lavoro elettrico”, in quanto espone il lavoratore a rischio elettrico, sia che operi direttamente sulle parti attive in tensione o fuori tensione dell’impianto elettrico, sia che svolga lavori di qualsiasi natura in prossimità di un impianto elettrico [CEI 11-27, punto 3.4.2].

Lavoro non elettrico

Il lavoro svolto a distanza minore di DA_9 (Tabella 1 - Allegato IX, Testo Unico) e maggiore di D_V da parti attive accessibili di linee e di impianti elettrici (costruzione, scavo, pulizia, verniciatura, ecc.) è definito “lavoro non elettrico” [CEI 11-27, punto 3.4.3].

Nei titoli degli art. 83 e 117 del Testo Unico è usata la parola “prossimità” per definire la zona delimitata dalla distanza $d < DA_9$. Nella norma CEI 11-27 è definita “zona prossima” la zona tale che $D_L < d \leq D_V$. Per evitare confusione tra le due terminologie, nel presente documento si è scelto di riferirsi alla zona di lavoro non elettrico usando a volte la locuzione “in vicinanza”, che compare nel testo dell’art. 83 del Testo Unico.

Lavoro senza rischio elettrico significativo

Se il lavoro è svolto a distanza maggiore o uguale a DA_9 da parti attive non protette o non sufficientemente protette allora tale lavoro può ritenersi senza rischio elettrico significativo [CEI 11-27, punto 1], a condizione che il limite di cui all’Allegato IX del Testo Unico sia rispettato (il rispetto dei limiti di cui all’Allegato IX del Testo Unico è ritenuta, quindi, una condizione sufficiente ai fini della sicurezza elettrica).

Lavoro sotto tensione

Lavoro in cui un lavoratore deve entrare in contatto con le parti attive in tensione o deve raggiungere l’interno della zona di lavoro sotto tensione con parti del suo corpo o con attrezzi, con equipaggiamenti o con dispositivi che vengono da lui maneggiati [CEI 11-27, punto 3.4.4]. Si svolge a distanza minore o uguale alla distanza D_L (Tabella A.1, CEI 11-27) da parti attive accessibili. Sono considerati lavori sotto tensione anche quelli eseguiti sulle parti attive di un impianto elettrico che sono fuori tensione, ma non sono collegate a terra e in cortocircuito (art. 2, lett. b, d.m. 4 febbraio 2011).

Lavoro in prossimità di parti attive

Lavoro in cui un lavoratore entra nella zona di lavoro in prossimità con parti del

proprio corpo, con un attrezzo o con qualsiasi altro oggetto senza invadere la zona di lavoro sotto tensione [CEI 11-27, punto 3.4.5]. Si svolge a distanza minore o uguale di D_V e maggiore di D_L da parti attive accessibili.

1.3. I lavori con rischio elettrico

Con riferimento alla figura 1.1, che trae spunto dalla tabella A.1 della CEI EN 50110-1 e dalla Tabella 1, Allegato IX, del d.lgs. 81/2008, sono lavori con rischio elettrico i lavori svolti nella zona di lavoro sotto tensione ($d \leq D_L$), nella zona di lavoro in prossimità ($D_L < d \leq D_V$) e nella zona di lavoro non elettrico ($D_V < d < DA9$). I lavori che si svolgono nella zona di lavoro sotto tensione sono disciplinati dall'art. 82 del d.lgs. 81/2008, mentre i lavori che si svolgono nella zona di lavoro non elettrico sono disciplinati dall'art. 83 (art. 117 se i lavori si svolgono in un cantiere) dello stesso decreto.

Per poter applicare l'art. 82 del d.lgs. 81/2008 è necessario conoscere la classificazione dei sistemi elettrici.

Per sistema elettrico si intende la parte di un impianto elettrico costituito da un complesso di componenti elettrici aventi una determinata tensione nominale.

La classificazione dei sistemi elettrici sulla base della loro tensione nominale, di interesse per l'applicazione del d.lgs. 81/2008, può essere trovata nell'Allegato IX al decreto stesso ed è riportata per comodità nella tabella 1.1.

Qualora la tensione nominale verso terra sia superiore alla tensione nominale tra le fasi, agli effetti della classificazione del sistema si considera la tensione nominale verso terra.

Tabella 1.1 - Classificazione dei sistemi elettrici in base alla tensione nominale (d.lgs. 81/2008, allegato IX)

Categoria 0	Sistemi a tensione nominale $\leq 50V$ c.a. oppure $\leq 120V$ c.c.	bassa tensione
Categoria I	Sistemi a tensione nominale $> 50V$ c.a. e $\leq 1000V$ c.a. oppure $> 120V$ c.c. e $\leq 1500V$ c.c.	
Categoria II	Sistemi a tensione nominale $> 1000V$ c.a. e $\leq 30kV$ c.a. oppure $> 1500V$ c.c. e $\leq 30kV$ c.c.	media e alta tensione
Categoria III	Sistemi a tensione nominale $> 30kV$	

La tabella 1 dell'Allegato IX al d.lgs. 81/2008 da cui sono presi i valori delle distanze DA9 in funzione del valore della tensione nominale della parte attiva è riportata per comodità nella tabella 1.2.

Tabella 1.2 - Allegato IX al d.lgs. 81/2008

U_n (kV)	DA9 (m)
$U_n \leq 1$	3
$1 < U_n \leq 30$	3.5
$30 < U_n \leq 132$	5
$132 < U_n$	7

DA9 = Distanze di sicurezza da parti attive di linee elettriche e di impianti elettrici non protette o non sufficientemente protette da osservarsi, nell'esecuzione di lavori non elettrici, al netto degli ingombri derivanti dal tipo di lavoro, delle attrezzature utilizzate e dei materiali movimentati, nonché degli sbandamenti laterali dei conduttori dovuti all'azione del vento e degli abbassamenti di quota dovuti alle condizioni termiche.

1.3.1. I lavori sotto tensione in bassa tensione

I lavori che si svolgono nella zona di lavoro sotto tensione sono disciplinati dall'art. 82 del d.lgs. 81/2008, comma 1, lett. a) e b), per la bassa tensione (definita come nella tabella 1.1 precedente).

Tabella 1.3 - Articolo 82, d.lgs. 81/2008 - Lavori sotto tensione (parte relativa alla bassa tensione)

1. È vietato eseguire lavori sotto tensione. Tali lavori sono tuttavia consentiti nei casi in cui le tensioni su cui si opera sono di sicurezza, secondo quanto previsto dallo stato della tecnica o quando i lavori sono eseguiti nel rispetto delle seguenti condizioni:
 - a) le procedure adottate e le attrezzature utilizzate sono conformi ai criteri definiti nelle norme tecniche;
 - b) per sistemi di categoria 0 e I purché l'esecuzione di lavori su parti in tensione sia affidata a lavoratori riconosciuti dal datore di lavoro come idonei per tale attività secondo le indicazioni della pertinente normativa tecnica;

[...]

In questo caso la pertinente normativa è costituita dalla norma CEI 11-27.

Nella norma CEI 11-27, al punto 6.3.1.6, è possibile trovare i requisiti necessari per poter eseguire lavori sotto tensione in bassa tensione (sistemi di categoria 0 e I):

- il personale che lavora sotto tensione deve essere PES o PAV ed
- aver ottenuto l'idoneità ai lavori sotto tensione su sistemi di categoria 0 e I (tale idoneità deve essere attestata e rilasciata in forma scritta dal Datore di Lavoro).

1.3.2. I lavori sotto tensione in media e alta tensione

I lavori che si svolgono nella zona di lavoro sotto tensione sono disciplinati dall'art. 82 del d.lgs. 81/2008, comma 1, lett. a) e c), per la media e alta tensione (definite come nella tabella 1.1 precedente).

Tabella 1.4 - Articolo 82, d.lgs. 81/2008 – Lavori sotto tensione (parte relativa alla media e alta tensione)

1. È vietato eseguire lavori sotto tensione. Tali lavori sono tuttavia consentiti [...] quando i lavori sono eseguiti nel rispetto delle seguenti condizioni:
 - a) le procedure adottate e le attrezzature utilizzate sono conformi ai criteri definiti nelle norme tecniche;
 - [...]
 - c) per sistemi di II e III categoria purché:
 - 1) i lavori su parti in tensione siano effettuati da aziende autorizzate, con specifico provvedimento del Ministero del lavoro, della salute e delle politiche sociali, ad operare sotto tensione;
 - 2) l'esecuzione di lavori su parti in tensione sia affidata a lavoratori abilitati dal datore di lavoro ai sensi della pertinente normativa tecnica riconosciuti idonei per tale attività.
2. Con decreto del Ministro del lavoro, della salute e delle politiche sociali, da adottarsi entro dodici mesi dalla data di entrata in vigore del presente decreto legislativo, sono definiti i criteri per il rilascio delle autorizzazioni di cui al comma 1, lettera c), numero 1).
- [...]

In questo caso la pertinente normativa è costituita dalla norma CEI 11-15.

Il decreto di cui al comma 2 dell'art. 82 del d.lgs. 81/2008 è il d.m. 4 febbraio 2011, "Definizione dei criteri per il rilascio delle autorizzazioni di cui all'articolo 82, comma 2), lettera c), del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i." [2].

1.3.3. I lavori in vicinanza di parti attive

Il d.lgs. 81/2008 definisce comunque una zona di rispetto (DA9) intorno ad una parte attiva non protetta, superiore a quella definita dalla distanza di prossimità (D_V).

Ciò perché al di sotto della distanza DA9 la probabilità di avvicinarsi con oggetti o attrezzature di lavoro alle parti attive, ad esempio per movimenti non voluti, non è del tutto trascurabile.

In tali casi o si mantengono gli oggetti e le attrezzature di lavoro a distanza superiore a DA9 dalla parte attiva, o si ricorre a disposizioni organizzative e procedurali idonee, quali quelle che si trovano nella CEI 11-27.

Tabella 1.5 - Articolo 83, d.lgs. 81/2008 – Lavori in prossimità di parti attive

1. Non possono essere eseguiti lavori non elettrici in vicinanza di linee elettriche o di impianti elettrici con parti attive non protette, o che per circostanze particolari si debbano ritenere non sufficientemente protette, e comunque a distanze inferiori ai limiti di cui alla tabella 1 dell'Allegato IX, salvo che vengano adottate disposizioni organizzative e procedurali idonee a proteggere i lavoratori dai conseguenti rischi.
2. Si considerano idonee ai fini di cui al comma 1 le disposizioni contenute nelle pertinenti norme tecniche.

Nel caso ci si trovi in un cantiere, a causa della particolarità delle attrezzature di lavoro, del fatto che di solito i lavoratori non hanno conoscenza approfondita del rischio elettrico e del fatto che per le lavorazioni eseguite il rischio non consiste solo nell'altezza da terra rispetto a conduttori elettrici sovrastanti, è necessario mettere in atto una serie di misure e cautele volte a scongiurare situazioni di pericolo che possono presentarsi. Tali misure sono riassunte nell'art. 117 del d.lgs. 81/2008.

Tabella 1.6 - Articolo 117, d.lgs. 81/2008 - Lavori in prossimità di parti attive (cantieri)

1. Ferme restando le disposizioni di cui all'articolo 83, quando occorre effettuare lavori in prossimità di linee elettriche o di impianti elettrici con parti attive non protette o che per circostanze particolari si debbano ritenere non sufficientemente protette, ferme restando le norme di buona tecnica, si deve rispettare almeno una delle seguenti precauzioni:
 - a) mettere fuori tensione ed in sicurezza le parti attive per tutta la durata dei lavori;
 - b) posizionare ostacoli rigidi che impediscano l'avvicinamento alle parti attive;
 - c) tenere in permanenza, persone, macchine operatrici, apparecchi di sollevamento, ponteggi ed ogni altra attrezzatura a distanza di sicurezza.
2. La distanza di sicurezza deve essere tale che non possano avvenire contatti diretti o scariche pericolose per le persone tenendo conto del tipo di lavoro, delle attrezzature usate e delle tensioni presenti e comunque la distanza di sicurezza non deve essere inferiore ai limiti di cui all'allegato IX o a quelli risultanti dall'applicazione delle pertinenti norme tecniche.

1.4. Il d.m. 4 febbraio 2011

Le operazioni di manutenzione sotto tensione dei sistemi e dei componenti elettrici sono legate all'esigenza di garantire la continuità del servizio delle reti elettriche, esigenza che sta acquisendo importanza negli ultimi anni.

Fino pochi anni fa, la possibilità di effettuare lavori elettrici sotto tensione in alta tensione era stata concessa esclusivamente a pochissime aziende, sulla base del d.m. 9 giugno 1980 e del d.m. 13 luglio 1990, n. 442. Tali concessioni costituivano, di fatto, deroghe alle norme generali di sicurezza per le aziende interessate.

L'emanazione del d.lgs. n. 81/2008 ha ricondotto le deroghe a regole comuni, valide per qualsiasi azienda dotata di requisiti opportuni (tecnologie e procedure lavorative di comprovata efficacia e sicurezza).

L'esecuzione dei lavori elettrici sotto tensione è attualmente regolamentata dall'art. 82, d.lgs. 81/2008, secondo il quale, per i sistemi elettrici di II e III categoria, questi lavori possono essere effettuati a condizione che (tabella 1.4):

- siano effettuati da aziende autorizzate dal Ministero del Lavoro e delle Politiche sociali;
- l'esecuzione dei lavori sia affidata a lavoratori abilitati dal datore di lavoro, ai sensi della pertinente normativa tecnica, riconosciuti idonei per questa attività.

L'emanazione del decreto del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali del 4 febbraio 2011 (nel seguito indicato brevemente come "decreto del 4 febbraio 2011") ha chiarito i criteri per il rilascio delle autorizzazioni ai soggetti interessati all'effettuazione dei lavori sotto tensione in alta tensione e, contestualmente, ha abrogato la regolamentazione pregressa, concedendo la possibilità di operare nel

campo dei lavori elettrici sotto tensione in alta tensione a tutte le aziende in possesso dei requisiti specifici richiesti.

Il decreto del 4 febbraio 2011 è inerente a tutti i lavori sotto tensione effettuati su impianti elettrici alimentati a frequenza industriale a tensione superiore a 1000 V (nel seguito tali tensioni saranno sinteticamente indicate con la locuzione “media e alta tensione”, oppure semplicemente con la locuzione “alta tensione”, a seconda del contesto) e si applica:

- ai lavori sotto tensione eseguiti da parte di operatori agenti dal suolo, dai sostegni delle parti in tensione, dalle parti in tensione, da supporti isolanti e non, da velivoli e da qualsiasi altra posizione atta a garantire il rispetto delle condizioni generali per l'esecuzione dei lavori in sicurezza;
- alla sperimentazione sotto tensione che preveda lo sviluppo e l'applicazione di modalità, di tipologie di intervento e di attrezzature innovative.

Il decreto del 4 febbraio 2011 tratta anche i criteri di autorizzazione dei soggetti formatori del personale chiamato a operare durante i lavori.

Una trattazione completa degli obblighi legislativi e normativi riguardo ai lavori in media e alta tensione può trovarsi nel riferimento [37].

2. La sicurezza nell'esecuzione dei lavori elettrici

2.1. Introduzione

Ai fini pratici è definito lavoro con rischio elettrico qualsiasi lavoro (elettrico o non elettrico) che si svolge con distanze dalle parti attive non protette inferiori alle distanze dell'Allegato IX del Testo Unico, tali distanze sono state indicate nella CEI 11-27, IV edizione, col simbolo DA9.

Il lavoro con rischio elettrico si suddivide in lavoro elettrico e lavoro non elettrico.

- Il lavoro elettrico si ha quando la distanza di lavoro dalle parti attive accessibili è inferiore alla distanza di prossimità, chiamata D_V nella norma, o quando si lavora fuori tensione su tali parti.
- Il lavoro non elettrico si ha quando la distanza dalle parti attive accessibili è compresa tra D_V e DA9.

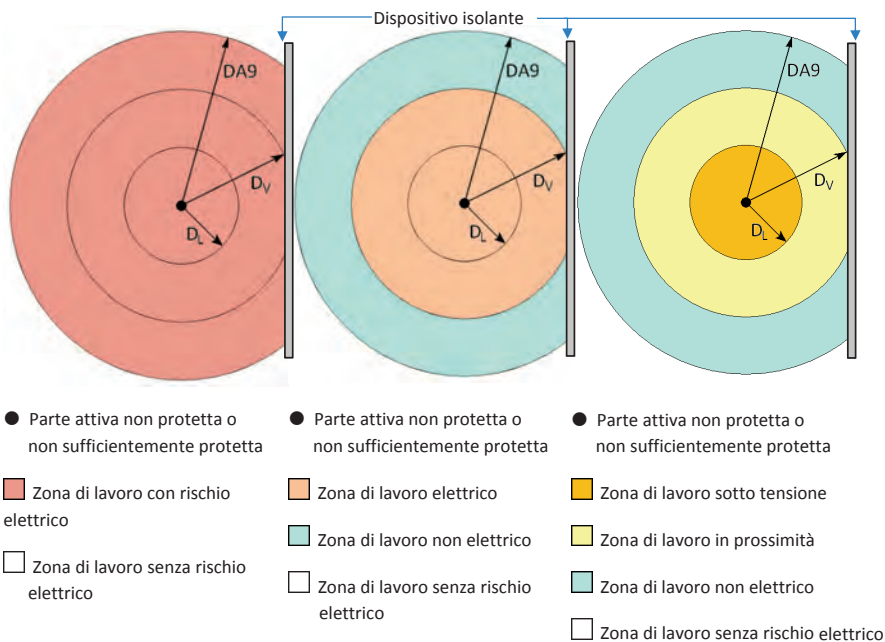


Figura 2.1: Le diverse zone di lavoro individuate dal Testo Unico e dalla norma CEI 11-27 IV edizione

Nel presente capitolo è considerato solo il lavoro elettrico.

Quando la distanza di lavoro dalle parti attive accessibili è inferiore alla distanza di prossimità (D_V), si ha:

- il lavoro (elettrico) in prossimità, se la distanza dalle parti attive è compresa tra D_L e D_V , dove D_L è la distanza di lavoro sotto tensione, o
- il lavoro (elettrico) sotto tensione, se la distanza dalle parti attive accessibili è inferiore a D_L .

Il lavoro in prossimità deve essere eseguito da:

- PES (persona esperta in ambito elettrico) o PAV (persona avvertita in ambito elettrico),
- oppure da PEC (persona comune, cioè non esperta e non avvertita, in ambito elettrico) sotto la supervisione di PES,
- oppure da PEC sotto la sorveglianza costante di PES o PAV.

Per supervisione si intende un complesso di attività, svolte prima di eseguire un lavoro, ai fini di mettere i lavoratori in condizioni di operare in sicurezza senza ulteriore necessità di controllo.

Il lavoro sotto tensione in bassa tensione deve essere eseguito da PES che abbiano idonea abilitazione rilasciata dal datore di lavoro (ai sensi dell'art. 82 del Testo Unico).

Il lavoro sotto tensione in media e alta tensione è invece disciplinato dal decreto 4 febbraio 2011, e deve essere eseguito solo da lavoratori abilitati di società autorizzate.

Le distanze utilizzate per definire le diverse zone di lavoro, illustrate nella figura 2.1, sono riportate nella tabella 2.1, in funzione della tensione nominale dell'impianto.

La tabella 2.1 coincide anche con la Tabella A.1 della norma CEI 11-27.

In tale tabella, D_L e D_V sono state introdotte quali valori amministrativi minimi, in base ai valori nei diversi Paesi Europei.

I valori di D_L della tabella A.1 della norma EN 50110-1 sono basati sul metodo di calcolo riportato nella CEI EN 61472 (CEI 78-4) [16]. Tuttavia, la distanza D_L è dettata da considerazioni amministrative e spesso non coincide con la distanza minima di avvicinamento che deve essere mantenuta dagli operatori rispetto alle parti a tensione diversa dalla propria. Nella CEI EN 61472 (CEI 78-4) è riportato un metodo di calcolo della distanza minima di avvicinamento che tiene conto dei seguenti fattori (caratteristiche della parte dell'impianto sulla quale si va a operare, caratteristiche della rete, condizioni ambientali); fattore di deviazione statistica; fattore di intervallo (gap); fattore atmosferico di altitudine; fattore di frazionamento; fattore di danneggiamento dell'isolamento.

I valori nella tabella 2.1 possono essere utilizzati anche per tensioni nominali fino a 70 kV in corrente continua.

Può essere utilizzata l'interpolazione lineare per i valori intermedi.

Tabella 2.1 - Tabella A.1 della norma EN 50110-1, integrata dalla Tabella 1, Allegato IX, d.lgs. 81/2008

U _n (kV) Tensione nominale del sistema (valore efficace)	D _L (cm) Distanza minima in in aria che definisce il limite esterno della zona di lavoro sotto tensione	D _V (cm) Distanza minima in aria che definisce il limite esterno della zona di lavoro in prossimità	DA9 (cm) Distanza minima in aria definita dalla legislazione come limite esterno della zona dei lavori non elettrici
≤ 1	Non a contatto	30	300
3	6	112	350
6	9	112	350
10	12	115	350
15	16	116	350
20	22	122	350
30	32	132	350
36	38	138	500
45	48	148	500
60	63	163	500
70	75	175	500
110	100	200	500
132	110	300	500
150	120	300	700
220	160	300	700
275	190	400	700
380	250	400	700
480	320	610	-
700	530	840	-

2.2. Definizioni ulteriori rispetto a quelle del capitolo 1

Sezionare (CEI 11-27, definizione 3.4.6)

Scollegare completamente un dispositivo o un circuito da altri dispositivi e circuiti creando una separazione fisica in grado di garantire la tenuta alle differenze di potenziale che si possono manifestare tra i contatti del dispositivo, o tra il circuito

e altri circuiti. Durante il sezionamento devono essere adottati mezzi idonei per evitare che i componenti possano essere alimentati intempestivamente. Devono essere anche previsti mezzi appropriati per assicurare la scarica dell'energia elettrica immagazzinata, quando essa possa costituire un pericolo per le persone. La messa in cortocircuito e a terra dei conduttori attivi può essere utilizzata come misura complementare per tali scopi.

Fuori tensione (CEI 11-27, definizione 3.4.7)

A tensione nulla o quasi nulla, vale a dire senza presenza di tensione e/o carica elettrica.

Lavoro fuori tensione (CEI 11-27, definizione 3.4.8)

Attività lavorativa su un impianto elettrico messo in sicurezza (fuori tensione).

Benestare all'inizio del lavoro (CEI 11-27, definizione 3.4.10)

Istruzione, da parte del PL, diretta ai lavoratori sul posto di lavoro per iniziare il lavoro stesso dopo che siano state messe in atto tutte le misure di sicurezza.

Schermo (CEI 11-27, definizione 3.5.1)

Ogni dispositivo, che può essere o non essere isolante, utilizzato per prevenire l'avvicinamento a qualsiasi componente elettrico o a parte di un impianto elettrico che presenta pericoli elettrici.

Barriera (CEI 11-27, definizione 3.5.2)

Parte che assicura la protezione contro i contatti diretti in tutte le direzioni abituali di accesso.

Protettore isolante (CEI 11-27, definizione 3.5.3)

Copertura rigida o flessibile costruita con materiale isolante utilizzata per coprire parti attive adiacenti allo scopo di prevenire contatti accidentali.

Involucro (CEI 11-27, definizione 3.5.4)

Parte che assicura la protezione dell'apparecchiatura contro determinate influenze esterne e la protezione, da ogni direzione, contro i contatti diretti.

Rivelatore di tensione (CEI 11-27, definizione 3.5.5)

Dispositivo portatile, conforme alle relative norme di prodotto (serie CEI EN 61243), utilizzato per rivelare in modo affidabile la presenza o assenza della tensione di esercizio e usato per verificare che l'impianto sia pronto per la sua messa a terra (può essere di tipo capacitivo o resistivo).

Dispositivo portatile per la messa a terra e in cortocircuito (CEI 11-27, definizione 3.5.6)

Dispositivo portatile che viene connesso manualmente mediante componenti isolanti alle parti di un impianto elettrico per la sua messa a terra e in cortocircuito (comprende componenti per la messa a terra, per il cortocircuito e uno o più componenti isolanti quali aste di messa a terra).

Parte attiva (CEI 11-27, definizione 3.7.2)

Conduttore o parte conduttrice destinata ad essere in tensione durante il normale servizio incluso il neutro, ma non, per convenzione, il neutro usato come conduttore di protezione (PEN).

Area d'intervento (CEI 11-27, definizione 3.7.3)

Area, compresa all'interno della zona di lavoro, posta frontalmente rispetto all'operatore, nella quale deve essere contenuta la parte attiva sulla quale l'operatore interviene per eseguire un lavoro sotto tensione in bassa tensione (a contatto). Essa deve essere ragionevolmente contenuta e coincidere praticamente con il campo visivo della persona.

Impianto in sicurezza (CEI 11-27, definizione 3.7.4)

Situazione in cui si trova un impianto o una parte d'impianto e tutte le sue parti attive dopo che siano state adottate tutte le misure previste per il lavoro fuori tensione.

Terra di sezionamento (CEI 11-27, definizione 3.7.5)

Collegamento di tutti i conduttori attivi dell'impianto a terra e in cortocircuito nel punto di sezionamento. L'opportunità di installare la terra di sezionamento è da valutarsi di volta in volta in base alla situazione impiantistica. Se previste, le terre di sezionamento devono essere evidenziate nel Piano di lavoro, sotto responsabilità del RI, e possono essere utilizzate come terre di lavoro.

Terra di lavoro (CEI 11-27, definizione 3.7.6)

Collegamento di tutti i conduttori attivi dell'impianto a terra e in cortocircuito nel punto in cui si esegue il lavoro o nelle immediate vicinanze. Le terre di lavoro possono essere più di una. Le terre di lavoro, ove necessarie, devono essere sotto la responsabilità del PL e indicate nel Piano di intervento eventuale e possono coincidere con le terre di sezionamento.

Impianto complesso (CEI 11-27, definizione 3.7.7)

Per impianto complesso, si intende un impianto o parti di impianto, ove si esegue l'attività, i cui circuiti risultino fisicamente alquanto articolati o poco controllabili visivamente per la particolare disposizione dei componenti e dei circuiti in occasione dei lavori, o per il numero di possibili alimentazioni, o per la presenza di impianti di Alta o Media tensione (AT o MT). Quali punti di alimentazione, devono essere considerate fonti di ogni natura come gruppi elettrogeni, gruppi di conti-

nuità, ecc., che siano materialmente in grado di rimettere e mantenere in tensione l'impianto elettrico su cui si sta lavorando. Un impianto è complesso se definito tale dalla RI sulla base di un'analisi preventiva del rischio mirata a valutare quali difficoltà potranno incontrare eventuali persone coinvolte in attività su tale impianto o su impianti ad esso connessi o vicini.

Lavoro elettrico complesso (CEI 11-27, definizione 3.7.8)

Attività svolta su un impianto complesso. Il PL può ritenere necessario definire "complesso" un lavoro da eseguire su un impianto elettrico "non complesso". In tal caso richiede al RI la compilazione del Piano di lavoro prima dell'inizio del lavoro stesso.

Piano di lavoro (PdL) (CEI 11-27, definizione 3.7.9)

Documento su cui sono riportate le operazioni da eseguire sull'impianto per poter condurre i lavori e le altre informazioni riguardo all'assetto che deve essere mantenuto durante i lavori (ad es.: i punti di sezionamento; i punti di messa a terra di sezionamento; l'inserzione o l'esclusione di protezioni o automatismi; i punti di apposizione di cartelli monitori; la modifica di tarature; l'adozione di schemi d'impianto particolari).

Il Piano di lavoro deve essere compilato quando il lavoro è complesso.

Qualora sullo stesso impianto o parte d'impianto vi siano contemporaneamente più piani di lavoro, essi devono essere opportunamente collegati.

A un unico Piano di lavoro, possono far capo più piani di intervento.

Il piano di lavoro sotto tensione riporta come minimo i seguenti dati:

- individuazione univoca dell'impianto o della parte sulla quale il lavoro sotto tensione deve essere effettuato;
- manovre per la messa in sicurezza dell'impianto prima dell'esecuzione del lavoro, inclusi i provvedimenti per evitare richiusure intempestive, l'apposizione di eventuali terre nei punti di sezionamento e posti dove apporre i cartelli che avvisano dei pericoli;
- nome del PL;
- nome e firma dell'estensore il piano di lavoro e del RI;
- nome e firma del URI.

Per la predisposizione dei piani di lavoro possono essere utilizzati strumenti informatici per la redazione automatizzata. Comunque anche i piani di lavoro "informatici" dovranno essere validati e approvati con l'apposizione delle firme necessarie.

Piano d'intervento (CEI 11-27, definizione 3.7.10)

Documento su cui sono riportate tutte le informazioni circa le misure di sicurezza e le modalità d'intervento, le attrezzature da utilizzare e i DPI da adottare (ad es.: numero e posizione delle terre di lavoro; installazione di barriere e protetto-

ri; adozione di DPI; valutazione delle distanze; compiti particolari degli addetti ai lavori). Le informazioni contenute nel Piano di lavoro e nel Piano di intervento possono essere descritte in un unico documento specialmente quando l'attività viene svolta in un ambito ristretto come ad esempio su un quadro BT o in una cabina MT/BT. Il Piano di intervento deve essere compilato quando il lavoro è complesso.

Più piani di intervento possono fare riferimento ad un unico piano di lavoro.

Il piano di intervento deve riportare come minimo i seguenti dati:

- identificazione univoca dell'intervento;
- nome del PL;
- individuazione dell'impianto o della parte d'impianto su cui si interviene;
- dati tecnici della parte d'impianto su cui si interviene;
- obiettivo dell'intervento;
- descrizione dell'intervento;
- valutazione delle misure da adottare nelle diverse situazioni di lavoro;
- modalità di valutazione o di misura delle distanze;
- descrizione della sequenza delle operazioni (riferendosi a procedure prestabilite);
- individuazione dell'attrezzatura specialistica e dei DPI di cui è previsto l'impiego;
- riferimento al piano di lavoro corrispondente;
- eventuale evidenziazione dei rischi ambientali;
- firma del PL e del responsabile della URL.

Qualora le tipologie e il numero di interventi da effettuare siano rilevanti, possono essere utilizzati strumenti informatici per la redazione automatizzata del piano di intervento. In questo caso la URL può demandare al PL l'uso di tali strumenti con la responsabilità dell'inserimento dei dati di ingresso necessari alla specifica attività da compiere. Il piano di intervento riporterà la firma del responsabile della URL e del PL che l'ha compilato.

Consegna dell'impianto da RI a PL (CEI 11-27, definizione 3.7.11)

Azione con cui il RI comunica al PL che l'impianto (o parte d'impianto) interessato ai lavori è nella condizione prevista, eventualmente dal Piano di lavoro, e che i lavori possono iniziare. La consegna dell'impianto deve essere documentata quando il PL non coincide con il RI. Dopo la consegna, non si devono modificare le condizioni elettriche della parte d'impianto all'interno della zona di lavoro, ma detta parte di impianto deve restare nelle condizioni previste e messe in atto per eseguire in sicurezza il lavoro stesso (ne è responsabile il RI).

Restituzione dell'impianto da PL a RI (CEI 11-27, definizione 3.7.12)

Azione con cui il PL comunica al RI che i lavori sono terminati, le misure di sicurezza rimosse, il personale allontanato e che è possibile riprendere il normale esercizio dell'impianto. Se la consegna dell'impianto è stata documentata, deve esserlo anche la sua restituzione.

Comunicazioni a una via (CEI 11-27, punto 4.4)

Quando chi trasmette non può ricevere risposta contestuale da chi riceve.

Le comunicazioni a una via hanno, di solito, un basso grado di affidabilità, poiché non esiste garanzia che chi riceve abbia correttamente inteso quanto comunicato. Per questo motivo, sono espressamente vietate quando le conseguenze di una errata comprensione possono essere gravi.

Esempi di comunicazioni ad una via sono: segnalazioni con mezzi ottici o acustici (quali bandiere, fari, petardi, spie luminose, altoparlanti); messaggi scritti recapitati con qualunque mezzo, ma senza che chi trasmette possa sapere se, quando e come il messaggio sia giunto (recapiti a mano a mezzo terzi, fax, messaggi di testo inviati con telefoni cellulari).

Comunicazioni a due vie (CEI 11-27, punto 4.4)

Quando chi trasmette e chi riceve possono comunicare contestualmente.

Nelle comunicazioni a due vie, è prescritto che chi riceve verifichi l'esattezza dell'informazione ripetendola a chi trasmette e solo dopo conferma proceda con le azioni conseguenti. Le comunicazioni a due vie sono elettivamente quelle orali, dirette o telefoniche, ma possono anche avvenire con mezzi telematici che permettono la comunicazione bidirezionale contestuale (in tal caso l'avvenuta comunicazione rimane documentata anche dopo la conclusione della comunicazione stessa).

La documentazione delle comunicazioni può avvenire con qualunque mezzo, scritto o con registrazione elettronica o altro. La documentazione scritta delle comunicazioni orali può avvenire riportando per iscritto il contenuto della comunicazione da parte di entrambi i soggetti, i quali devono poi identificare univocamente il proprio documento attribuendogli ognuno una diversa codifica *non prevedibile a priori* (cioè non facilmente falsificabile) e registrare tali identificazioni su entrambi i documenti.

2.2.1. Esclusioni

Le seguenti operazioni, a tutti i livelli di tensione, non sono considerati lavori sotto tensione (come riportato al punto 6.3.4.5 della CEI 11-27):

- manovra degli apparecchi di sezionamento, di interruzione e di regolazione e dei dispositivi fissi di messa a terra e in cortocircuito, nelle normali condizioni di esercizio;
- manovra mediante fioretti isolanti degli apparecchi sopraelencati, nelle normali condizioni di esercizio;
- uso di rivelatori e comparatori di tensione, costruiti e impiegati nelle condizioni specificate dal costruttore o dalle stesse norme di prodotto;
- uso di rilevatori di distanze isolanti nelle condizioni previste di impiego;
- lavaggio di isolatori effettuato da impianti fissi automatici o telecomandati;

- utilizzo di dispositivi mobili di messa a terra e in cortocircuito;
- lavori nei quali si opera su componenti che fanno parte di macchine o apparecchi alimentati a tensione non superiore a 1 000 V in c.a. anche se funzionanti a tensione superiore.

In realtà, alcuni di tali lavori possono essere fatti rientrare nella definizione di lavori sotto tensione di cui all'art. 2, comma 1, lett. b) del decreto del 4 febbraio 2011 (tabella 2.2), ma convenzionalmente e storicamente non è necessario che siano eseguiti esclusivamente da PES dotati di idoneità, in bassa tensione, o da lavoratori abilitati di società autorizzate ai sensi del d.m. 4 feb. 2011, in media e alta tensione.

Tabella 2.2 - Art. 2, comma 1, lett. b) del decreto del 4 febbraio 2011

- b) lavoro sotto tensione: lavoro eseguito sulle parti attive di un impianto elettrico che si trovano in tensione o che sono fuori tensione ma non collegate a terra ed in cortocircuito.
- Si considera altresì lavoro elettrico sotto tensione ogni altra attività in cui il lavoratore raggiunga con parti del suo corpo, con attrezzi, con equipaggiamenti o con dispositivi che vengono maneggiati, l'interno della zona dei lavori sotto tensione così come definita nella norma CEI EN 50110-1.

2.3. Valutazione del rischio

Prima di eseguire qualsiasi operazione sugli impianti elettrici o in loro presenza, il datore di lavoro deve condurre la valutazione dei rischi (CEI 11-27, punto 4.1).

La valutazione dei rischi è un'attività, alla base della prevenzione degli infortuni sul lavoro e delle malattie professionali, di analisi preventiva documentata, orientata all'individuazione delle misure di prevenzione da adottare per far fronte ai rischi correlati ai lavori elettrici e non elettrici oggetto delle attività lavorative.

In essa devono essere chiaramente specificate le procedure da adottare per eseguite le diverse attività e le misure e le precauzioni che debbono essere assunte per garantire la sicurezza. La figura 2.2 alla fine del capitolo può essere utile durante tale fase.

2.4. Sicurezza

Durante l'esecuzione dei lavori sotto tensione gli operatori sono soggetti ai seguenti rischi elettrici:

- shock elettrico (folgorazione) e ustioni dovuti al contatto con tensioni pericolose;

- effetti dannosi dovuti all'arco elettrico provocato da cortocircuito o da interruzione di circuiti con correnti circolanti elevate.

La sicurezza dei lavoratori nei lavori elettrici è basata sulla formazione dei lavoratori (argomento trattato nel capitolo 5 del presente lavoro), e sulla scrupolosa osservanza delle procedure di lavoro (argomento trattato nel presente capitolo). Tali procedure hanno aspetti comuni (la verifica di fattibilità del lavoro, la redazione del piano di lavoro, la redazione dei piani di intervento, le comunicazioni tra le diverse figure coinvolte, la valutazione delle condizioni di lavoro) e aspetti che variano in base alla metodologia di lavoro che si intende adottare (lavoro a distanza, lavoro a contatto, lavoro a potenziale).

Le responsabilità decisionali, organizzative e realizzative dei lavori sugli impianti elettrici sono ripartite tra le seguenti figure professionali, che sono responsabili anche dell'attuazione delle misure di sicurezza da applicare (si rimanda al capitolo 3 del presente lavoro per una trattazione dettagliata):

- URI, Persona o Unità Responsabile dell'impianto elettrico;
- RI, Persona designata alla conduzione dell'impianto elettrico;
- URL, Persona o Unità Responsabile della realizzazione del lavoro;
- PL, Persona preposta alla conduzione dell'attività lavorativa.

Per le manovre di esercizio (trattate nel paragrafo 2.4.5 del presente capitolo) e i controlli funzionali (trattati nei capitoli 7 e 8 del presente lavoro) devono essere impiegati, se necessari, attrezzi ed equipaggiamenti atti a prevenire pericoli elettrici per le persone. Tali operazioni devono essere sottoposte all'approvazione del RI, che deve poi essere avisato quando sono messe in atto (come deve essere per qualsiasi procedura, precedentemente pianificata ed approvata, che esula dal normale esercizio).

2.4.1. Personale (CEI 11-27, punti 4.2, 4.2.1, 4.2.2)

Tutto il personale coinvolto in un'attività lavorativa che si svolge su un impianto elettrico, o in sua prossimità, deve essere istruito sulle prescrizioni di sicurezza, sulle relative regole e sulle procedure aziendali applicabili al lavoro da eseguire. Quando il lavoro si protrae a lungo o è complesso, al personale coinvolto devono essere ripetute tali istruzioni, prescrizioni e regole, insieme all'obbligo di rispettarle.

Compito del PL è quello di assicurarsi, prima di iniziare e durante qualsiasi lavoro, che siano osservate tutte le prescrizioni, le procedure e le regole attinenti.

Il benessere di inizio al lavoro deve essere dato dal PL solo dopo aver fornito istruzioni a tutte le persone impegnate nell'esecuzione dell'attività lavorativa su tutti i pericoli ragionevolmente prevedibili che non siano di loro immediata percezione. Gli operatori devono sincerarsi di aver compreso le istruzioni prima di iniziare le attività.

Nessuna persona può intraprendere qualsiasi attività lavorativa che richieda conoscenze tecniche o esperienza atte a prevenire pericoli elettrici o infortuni senza possedere tali requisiti, o senza essere sottoposta alla supervisione o alla sorveglianza che il lavoro intrapreso richiede.

Il personale deve utilizzare indumenti idonei al luogo di lavoro e alle condizioni in cui esso sta lavorando. Ciò può comprendere l'uso di vestiario e DPI (Dispositivi di Protezione Individuale) specifici.

I lavori con rischio elettrico devono essere svolti da PES o PAV. I lavori fuori tensione e/o in prossimità, possono essere svolti da PEC sotto la responsabilità, per quanto riguarda il controllo del rischio elettrico, di PES attraverso la supervisione o in casi particolari sotto la sorveglianza di PES o PAV. Tutti i lavori sotto tensione, per i quali è necessaria anche l'idoneità ad eseguirli, devono essere eseguiti da PES o PAV idonei.

Deve essere valutata la complessità dell'attività lavorativa prima del suo inizio ai fini di operare la scelta opportuna tra persone esperte, avvertite o persone comuni per una simile attività.

Per valutare la competenza delle persone da coinvolgere nelle attività lavorative, ci si deve basare sui seguenti criteri:

- conoscenza dell'elettricità;
- esperienza di lavoro elettrico;
- conoscenza del tipo di impianto su cui si deve lavorare ed esperienza pratica di quel lavoro;
- conoscenza dei rischi che possono insorgere durante il lavoro e delle precauzioni che devono essere osservate;
- capacità di riconoscere, in ogni momento, se è sicuro continuare il lavoro.

Il personale è invitato a svolgere un ruolo attivo per la sicurezza. In particolare deve essere chiarita la responsabilità in merito alla verifica/ispezione del buono stato dei dispositivi e degli attrezzi in dotazione individuale in base alle istruzioni ricevute.

Nell'affidare lavori elettrici in appalto, i committenti datori di lavoro devono richiedere che il personale sia in possesso dei requisiti richiesti per l'esecuzione dei lavori secondo la norma CEI 11-27 e, eventualmente, secondo integrazioni deducibili dalla norma CEI 0-15 [23].

2.4.2. Organizzazione dell'attività lavorativa (CEI 11-27, punto 4.3)

Gli impianti elettrici, durante qualsiasi attività lavorativa, devono essere affidati alla responsabilità di un RI. Se si deve svolgere un'attività lavorativa tra due o più impianti (interfacciati o interconnessi) che hanno diversi RI, è essenziale che siano istituite procedure (accordi formali di consultazione e cooperazione) tra gli RI designati e responsabili di ciascun impianto per garantire la sicurezza.

Ciascuna attività lavorativa deve essere posta sotto la responsabilità di un PL. Nessun lavoro deve svolgersi senza che il RI e il PL siano individuati. Il RI e il PL devono concordare preventivamente, tra loro, sugli assetti del sistema elettrico da mettere in atto per poter svolgere il lavoro e sulle modalità operative sull'impianto elettrico, ad esso connesso o in sua prossimità.

L'accesso ai luoghi in cui siano presenti rischi elettrici deve essere regolamentato. Il controllo dell'accesso ricade sotto la responsabilità del URI o, durante un lavoro, del RI designato.

Quando l'attività lavorativa è complessa, la preparazione deve essere effettuata per iscritto (Piano di lavoro, che deve essere predisposto dal RI, e Piano di intervento, che deve essere predisposto dalla URL o, in sua assenza, dal PL).

Un'attività lavorativa di tipo complesso deve essere suddivisa ogni volta che un unico PL non possa sovrintendere efficacemente all'intero lavoro (ad es. per l'estensione del cantiere). In tal caso, è necessario nominare un PL per ciascuna parte. È opportuno che tali PL siano coordinati da una sola persona soprattutto per facilitare i rapporti con il RI e armonizzare le diverse esigenze lavorative con gli obiettivi dell'intervento.

Le modalità di attuazione del coordinamento devono essere descritte nel Piano di intervento.

Numero minimo di operatori (CEI 11-27, punto 4.3.6)

Sul posto di lavoro è necessaria la presenza, oltre che dell'operatore, di una seconda persona quando si manifestino rischi non eliminabili e non controllabili da un solo operatore, che possono derivare da:

- considerevole complessità del lavoro;
- ubicazione o logistica del luogo delle installazioni;
- disposizione delle installazioni;
- efficienza delle installazioni;
- significativo livello di attenzione richiesto da alcuni interventi per il numero e la complessità dei fattori da tenere sotto controllo;
- illuminazione inadeguata delle parti attive su cui si interviene;
- lavoro in presenza di condizioni atmosferiche sub-ottimali ma non rientranti nel divieto di eseguire i lavori;
- impossibilità di comunicazioni telefoniche/radio per un singolo operatore in caso di emergenza (art. 2, d.m. 15 luglio 2003, n. 388, [4]).

Obiezioni sulla sicurezza operativa (CEI 11-27, punto 4.3.3)

Ogni lavoratore che per ragioni di sicurezza obietti sull'esecuzione di un'attività, deve poter riportare immediatamente le sue obiezioni al PL. Questi, prima di decidere se accogliere l'istanza, analizzerà la segnalazione e, se del caso, consulterà il suo superiore.

Personale formato per le emergenze (CEI 11-27, punto 4.9)

Per il lavoro elettrico su impianti elettrici, si deve formare e informare un numero sufficiente di persone in modo che esse siano capaci di fornire adeguato trattamento e primo soccorso ai colpiti da shock o arco elettrico.

Segnali (CEI 11-27, punto 4.8)

Quando è necessario, durante qualsiasi lavoro od operazione di esercizio, devono essere esposti idonei segnali che richiamino l'attenzione su ogni corrispondente rischio. Tali segnali devono soddisfare le prescrizioni delle norme europee, nazionali o internazionali applicabili.

Attrezzatura di lavoro (CEI 11-27, punto 4.3.5)

L'attrezzatura, gli utensili, i dispositivi per eseguire il lavoro devono essere individuati in fase di preparazione e verificati prima dell'uso. Le attrezzature rispondenti a norme tecniche esistenti devono rispondere ai relativi requisiti ed essere sottoposte alle prove periodiche eventualmente previste nelle stesse.

Ove non diversamente previsto da procedure aziendali, la responsabilità della verifica prima dell'uso, dell'efficienza e del buono stato di conservazione delle dotazioni ricade sul lavoratore che le ha in consegna. Egli deve segnalare ogni difformità e sospenderne l'utilizzo fino all'eventuale ripristino. Con le stesse condizioni e modalità, la verifica delle dotazioni di uso collettivo ricade sotto la responsabilità del PL.

Per quanto sopra indicato, le aziende devono fornire ai lavoratori tutte le istruzioni necessarie per la corretta esecuzione delle verifiche richieste, comprese le istruzioni redatte dai costruttori di attrezzature, utensili e dispositivi, nonché le informazioni inerenti le modalità previste per la segnalazione o l'alienazione temporanea o la sostituzione di quanto non risulti rispondente all'integrità o all'efficienza prescritte.

Attrezzi, equipaggiamenti e dispositivi (CEI 11-27, punto 4.6)

Gli attrezzi, gli equipaggiamenti (inclusi i dispositivi di protezione individuali, trattati più dettagliatamente nel capitolo 4) ed i dispositivi devono soddisfare le prescrizioni delle norme europee, nazionali o internazionali applicabili.

Esempi di attrezzi, equipaggiamenti e dispositivi sono:

- calzature, guanti e sovrascarpe isolanti;
- protezioni degli occhi o del viso;
- protezioni della testa;
- idonei indumenti di protezione;
- tappeti, piattaforme e pedane isolanti;
- schermi isolanti, flessibili o rigidi;
- attrezzi isolati o isolanti;
- tondi ed aste di manovra;
- blocchi, avvisi, cartelli;
- dispositivi e sistemi per la rivelazione della tensione;

- apparecchiature per l'individuazione dei cavi;
- dispositivi di messa a terra e in cortocircuito;
- barriere, bandiere, supporti.

Gli attrezzi, gli equipaggiamenti e i dispositivi devono essere usati in conformità alle istruzioni e/o alle direttive fornite dal fabbricante o dal fornitore. Tali istruzioni e direttive devono essere fornite nella o nelle lingue del Paese in cui sono utilizzate. Ogni attrezzo, equipaggiamento e dispositivo previsto per l'esercizio in sicurezza di impianti elettrici, o per lavoro su di essi, ad essi connesso, o in loro prossimità deve essere atto per tale uso ed essere mantenuto in condizioni tali da continuare ad essere atto all'uso (eseguendo esami periodici a vista e, dove necessario, prove elettriche, comprese le manutenzioni e/o le modifiche per verificare l'integrità elettrica e le proprietà meccaniche) ed essere utilizzato appropriatamente. Tutti gli attrezzi, gli equipaggiamenti e i dispositivi speciali usati durante le attività di lavoro sugli impianti elettrici, ad essi connesse, o in loro prossimità devono essere custoditi appropriatamente.

Schemi e documentazione (CEI 11-27, punto 4.7)

Schemi e documentazione aggiornati degli impianti elettrici devono essere disponibili per chi effettua lavori su impianti elettrici, ad essi connessi, o in loro prossimità.

2.4.3. Condizioni e posto (zona) di lavoro (CEI 11-27, punti 4.3.4 e 4.5, EN 50110-1, punto 4.5)

Il posto di lavoro deve essere definito e individuato chiaramente, eventualmente utilizzando opportune delimitazioni.

Il lavoro deve essere svolto in condizioni agevoli, per quanto ragionevolmente possibile.

Si deve provvedere ad adeguati spazi di lavoro e ai mezzi per accedervi.

Il posto di lavoro deve essere a temperatura accettabile e illuminato adeguatamente (ad es. provvedendo all'illuminazione di ogni parte di un impianto elettrico sulla quale, o nei cui pressi, si debbano eseguire attività lavorative a qualsiasi titolo).

Si devono prendere idonee precauzioni atte a prevenire infortuni alle persone causati da altre fonti di pericolo (ad es. sistemi meccanici, apparecchiature a pressione o cadute).

La eventuale delimitazione può essere semplice (ad es. catenelle, bande colorate o cartelli).

Quando è necessario, si devono chiaramente individuare gli accessi di sicurezza al posto di lavoro.

Nessun estraneo ai lavori deve poter entrare nell'area delimitata e nessun addetto deve compiere operazioni fuori da quell'area.

Nel caso il lavoro debba svolgersi in luogo pubblico, la relativa zona deve essere delimitata da barriere che impediscano l'accesso alle persone non autorizzate e devono essere messi in opera cartelli monitori ben visibili. Per lavori su linee aeree e per lavori non complessi, la delimitazione può non essere necessaria.

L'individuazione e l'eventuale delimitazione della zona di lavoro ricadono sotto la responsabilità del RI con la collaborazione del PL. Individuando la zona di lavoro, il RI assicura al PL che all'interno di quell'area (e non altrove) sia garantita l'adozione delle misure per il controllo del rischio elettrico previste dal Piano di lavoro.

Le vie di accesso e di fuga, verso o da apparecchiature di manovra o comando, e le aree dove il personale deve usare dette apparecchiature non devono avere nelle adiacenze, in sospensione o attraverso di esse, oggetti ingombranti o materiali infiammabili. I materiali infiammabili devono essere tenuti lontano da possibili inneschi di accensione.

2.4.4. Condizioni ambientali (CEI 11-27, punto 6.1.3)

I lavori all'aperto non devono essere eseguiti quando le condizioni ambientali sono avverse in modo da pregiudicare la sicurezza.

Infatti, nei lavori elettrici sotto tensione, le condizioni ambientali possono influenzare le prestazioni e la sicurezza (ad es. a causa della riduzione delle proprietà isolanti, della ridotta visibilità, della limitazione dei movimenti degli operatori e della possibile insorgenza di sovratensioni pericolose).

Durante un lavoro sotto tensione, all'aperto o all'interno, allorché si manifestano condizioni ambientali sfavorevoli, è lasciata al PL la valutazione circa l'eventuale necessità di sospendere il lavoro stesso. In tale circostanza, il PL deve prendere tutte le necessarie misure per lasciare l'impianto e gli equipaggiamenti in uno stato sicuro (soprattutto per quanto riguarda l'isolamento elettrico o la stabilità meccanica), anche nei confronti di terzi (potrebbe essere necessario organizzare un presidio); il personale deve abbandonare il posto di lavoro in modo sicuro. Quando le condizioni atmosferiche ritornano normali e prima della ripresa dei lavori, il PL deve verificare lo stato dell'attrezzatura.

Lavori all'aperto (CEI 11-27, punto 6.1.3.1)

I lavori sotto tensione su impianti all'aperto, o sulle apparecchiature collegate direttamente ai conduttori all'aperto, sono vietati (quindi non devono essere iniziati o, se in corso, devono essere sospesi) quando si svolgano in almeno una delle seguenti condizioni:

- sotto forte pioggia o neve;
- in presenza di temporali con scariche atmosferiche;
- in presenza di forte vento o temperature molto basse, tali da rendere difficoltoso l'utilizzo degli attrezzi e dell'equipaggiamento;
- in presenza di ghiaccio su conduttori nudi;

- in presenza di scarsa visibilità, tale da impedire agli operatori di distinguere chiaramente le installazioni e i componenti su cui essi operano ed al PL di svolgere il proprio compito.

Lavori all'interno (CEI 11-27, punto 6.1.3.2)

Nei lavori svolti all'interno, non occorre tener conto delle condizioni atmosferiche se l'installazione è alimentata da una rete totalmente in cavo sotterraneo o è adeguatamente protetta contro le sovratensioni di origine atmosferica (ciò può essere verificato rivolgendosi ai gestori della rete o ai distributori di energia elettrica). Altrimenti nessun lavoro sotto tensione può essere iniziato né proseguito in caso di temporale con scariche atmosferiche, se all'impianto afferiscono linee aeree non separate con l'interposizione di trasformatori o non protette dalle sovratensioni.

Inoltre, sono vietati i lavori sotto tensione quando si svolgano in ambienti bagnati.

2.4.5. Manovre

Le manovre di esercizio (come riportato al punto 5.2 della CEI 11-27) sono operazioni destinate a cambiare lo stato elettrico di un impianto e possono essere eseguite con comando locale o remoto. Sono di due tipi:

- a) manovre intese a modificare lo stato elettrico di un impianto per mezzo di componenti o apparecchiature, collegamenti, scollegamenti per avviamento o arresto di apparecchi elettrici progettati per essere usati senza rischio per quanto tecnicamente possibile;
- b) messa fuori servizio o in servizio per lavori sugli impianti.

Le manovre, di cui alla lettera b), come la messa fuori servizio prima dei lavori fuori tensione o la rimessa in servizio dopo gli stessi, devono essere eseguite da PES o PAV.

Le altre tipologie di manovre, di cui alla lettera a), possono essere eseguite da persone che abbiano avuto un adeguato addestramento e siano autorizzate dal RI (questo fornisce la ragione di alcune delle esclusioni precedentemente considerate).

Le manovre di emergenza su impianti di distribuzione elettrica al pubblico devono essere eseguite solo da PES o PAV.

2.4.6. Comunicazioni (CEI 11-27, punto 4.4)

Prima dell'inizio di ogni attività lavorativa, il RI deve essere informato del lavoro che si intende svolgere.

Le comunicazioni assolvono fundamentalmente a due scopi:

- trasmettere informazioni certe tra operatori contemporaneamente operanti;

- documentare le informazioni trasmesse e ricevute e permettere l'eventuale accertamento di responsabilità.

Le comunicazioni in occasione di lavori con rischio elettrico devono avere determinate caratteristiche per garantire la sicurezza.

Sono ammesse comunicazioni con qualunque mezzo [comunicazioni verbali (compresi il telefono, la radio personale e il passaparola), scritte (compreso il fax) e visive (compresi le unità video, i quadri di segnalazione, segnalazioni luminose, ecc.)], ma le modalità devono essere adeguate al grado di rischio correlato alla possibile errata comprensione.

I cartelli o altre segnalazioni di monito non rientrano nella categoria delle comunicazioni. Sono comunque vietate comunicazioni regolate da segnali o che avvengano sulla base di accordi preventivi allo scadere di un intervallo di tempo concordato.

Le comunicazioni più affidabili sono chiaramente quelle a due vie documentate.

È opportuno definire nelle procedure aziendali le modalità da adottare per le comunicazioni durante i lavori e introdurre moduli, registri o altri sistemi di registrazione predisposti. È importante che tali procedure siano il più possibile semplici e snelle per non intralciare le attività, soprattutto in situazioni di emergenza.

2.5. Procedure di lavoro

Nelle procedure di lavoro si realizza l'integrazione di competenze, attrezzature, procedure, coordinamenti e quant'altro ipotizzabile al fine di portare al termine i lavori elettrici conseguendo contestualmente l'abbattimento dei rischi.

Esse sono eseguite con successo grazie all'esperienza e alla preparazione del personale addetto. Tuttavia, la conoscenza degli impianti non deve mai giustificare comportamenti non rispettosi delle procedure.

Le procedure di lavoro contengono misure di protezione contro lo shock elettrico e gli effetti di cortocircuiti e archi elettrici e possono essere classificate in:

procedure per lavori fuori tensione (paragrafo 2.5.2);

procedure per lavori in prossimità di parti attive (paragrafo 2.5.3).

procedure per lavori sotto tensione (paragrafo 2.5.4);

2.5.1. Pianificazione del lavoro (CEI 11-27, punto 6.1.1)

Se in BT non si possono osservare completamente le prescrizioni per i lavori fuori tensione o per i lavori in prossimità di parti attive, si devono osservare le prescrizioni per i lavori sotto tensione.

Il livello di isolamento per i lavoratori deve essere assicurato, ad esempio, interponendo materiali isolanti solidi o ricorrendo al distanziamento in aria (Tabella 2.1).

Prima di iniziare il lavoro, il PL deve notificare al RI la natura, il luogo e l'impatto sull'impianto elettrico del lavoro da svolgere. È preferibile che detta notifica sia fatta per iscritto, specialmente nel caso di lavoro complesso. Solo il RI deve autorizzare il PL ad iniziare i lavori.

Prescrizioni in caso di induzione o trasferimento del potenziale di terra (CEI 11-27, punto 6.1.2)

I conduttori o gli elementi conduttivi vicini ai conduttori attivi possono essere assoggettati ad induzione (particolarmente sulle linee aeree) e a trasferimento di potenziali di terra. In tali casi si devono prendere le precauzioni di seguito riportate, che si devono aggiungere alle prescrizioni per i lavori fuori tensione o per i lavori in prossimità di parti attive:

- collegamenti a terra ad intervalli adeguati, allo scopo di ridurre il potenziale tra i conduttori e la terra ad un livello di sicurezza;
- collegamenti equipotenziali sul posto di lavoro allo scopo di evitare la possibilità che gli operatori si inseriscano in un anello di induzione.

2.5.2. Lavoro fuori tensione (CEI 11-27, punto 6.2.1)

L'identificazione della parte d'impianto che deve essere oggetto del lavoro è la premessa indispensabile per intraprendere le azioni per conseguire e mantenere le condizioni di sicurezza per l'esecuzione dei lavori fuori tensione.

L'identificazione della parte d'impianto comporta, fra gli altri aspetti, l'individuazione dei punti di sezionamento, di tutte le possibili sorgenti di alimentazione, della presenza nelle vicinanze del luogo di lavoro di altri impianti in tensione o meno.

Se vi sono parti attive che interferiscono con il posto di lavoro, queste ultime devono essere messe fuori tensione e in sicurezza, oppure nei loro confronti deve essere applicata la metodologia dei lavori in prossimità.

Dopo aver identificato gli impianti elettrici corrispondenti, si devono osservare nell'ordine specificato le seguenti cinque prescrizioni fondamentali a meno che non vi siano ragioni importanti per agire diversamente:

- sezionare la parte di impianto interessata dal lavoro;
- prendere provvedimenti contro la richiusura intempestiva dei dispositivi di sezionamento;
- verificare che l'impianto sia fuori tensione;
- eseguire la messa a terra e in cortocircuito delle parti sezionate in AT e in MT e, ove richiesta, anche in BT;
- provvedere alla protezione verso le eventuali parti attive adiacenti.

L'identificazione di cavi sotterranei BT o MT, soprattutto in presenza di altri cavi simili nello stesso scavo e percorso, è un'operazione che richiede particolare attenzione. In questi casi, dopo aver messo fuori tensione e in sicurezza il cavo agli

estremi, nei punti ove la sua identificazione è certa, ad esempio in cabina, si può procedere nel modo seguente a seconda dell'impianto:

- intervenendo sulla linea BT, tramite verifica di assenza di tensione con apposita strumentazione e attrezzatura (p.es. con l'uso di morsetti a perforazione d'isolante) o attraverso la tranciatura nel punto in cui si vuole intervenire;
- intervenendo sulla linea MT, attraverso tranciatura, che deve essere eseguita con cesoie trancia-cavi con isolamento adeguato alla tensione di esercizio del cavo, costruite secondo le relative norme di prodotto (ad esempio, per tensioni fino a 30 kV, secondo la norma CEI EN 50340 [21]).

In ogni caso la tranciatura vale anche come verifica di assenza di tensione sull'impianto.

Quando la procedura sia stata eseguita in tutti i punti sopra detti, l'impianto elettrico posto fuori tensione e in sicurezza non presenta rischi elettrici. Gli operatori, che devono eseguire un lavoro su quell'impianto, possono essere esentati dall'indossare guanti isolanti e visiera e dall'utilizzare attrezzi isolati.

Sezionare la parte d'impianto interessata dal lavoro (CEI 11-27, punto 6.2.2)

La parte d'impianto interessata dal lavoro deve essere sezionata da tutte le possibili fonti di alimentazione mediante l'apertura degli apparecchi di sezionamento o, in caso di loro assenza, con la rimozione di parti di circuito. Il sezionamento deve essere uno spazio in aria o un isolamento reale equivalente che assicuri che il punto di sezionamento non possa cedere elettricamente.

Il sezionamento comporta lo scollegamento fisico delle parti attive dell'impianto interessato al lavoro da tutte le possibili fonti di alimentazione elettrica. Esso è realizzato con la manovra di apparecchiature appositamente progettate, ma in MT e AT può anche effettuarsi aprendo connessioni normalmente chiuse (ad esempio i colli morti di una linea elettrica). Il sezionamento deve assicurare un livello d'isolamento sufficiente a garantire la tenuta in qualsiasi condizione di funzionamento, considerando anche eventuali sovratensioni.

Per gli impianti a tensione uguale o inferiore a 1 000 V in c.a., riguardo al sezionamento del conduttore di neutro, va tenuto presente che:

- nei sistemi di distribuzione TT il conduttore di neutro deve essere sempre sezionato (nel caso il sezionamento del conduttore di neutro non possa essere eseguito, si deve utilizzare un dispositivo di terra mobile sul posto di lavoro, oppure, durante tutto il tempo di esecuzione del lavoro, devono essere utilizzati guanti isolanti);
- nei sistemi elettrici utilizzatori TT e IT il conduttore di neutro deve essere sempre sezionato;
- nei sistemi TN-C il conduttore PEN non deve essere mai sezionato;
- nei sistemi TN-S non è richiesto il sezionamento del neutro, salvo nei circuiti a due conduttori fase-neutro, quando tali circuiti abbiano a monte un dispositivo di interruzione unipolare sul neutro, per esempio un fusibile.

Il sezionamento, nel caso di impianti BT, è considerato efficace quando è realizzato per mezzo di:

- sezionatori;
- apparecchi di interruzione idonei al sezionamento (requisiti specificati nella norma CEI 64-8/5 [15]), previa disinserzione/inibizione di eventuali organi di comando a distanza;
- dispositivi che assicurano la separazione dell'impianto di produzione dalla rete previsti nelle norme CEI 0-21 [25] e CEI 0-16 [24], nel caso di esistenza di impianti di produzione di energia elettrica (ad esempio impianti fotovoltaici, impianti eolici);
- prese a spina;
- cartucce per fusibili;
- barrette.

Provvedimenti per assicurarsi contro la richiusura intempestiva dei dispositivi di sezionamento (CEI 11-27, punto 6.2.3)

Tutti gli apparecchi di manovra, per sezionare l'impianto elettrico allo scopo di eseguire un lavoro, devono essere assicurati contro la richiusura. In pratica, occorre mettere in atto le misure necessarie per impedire che sia indebitamente ripristinato il collegamento nei punti in cui è stato effettuato il sezionamento.

Tali misure possono essere una delle seguenti:

- blocchi meccanici con dispositivo a chiave che impediscano la manovra dell'apparecchiatura o, in alternativa, blocchi meccanici che per essere sbloccati o raggruppati richiedono attrezzi o dispositivi specifici;
- impedire l'accesso a persone non autorizzate ad aree, locali o quadri contenenti il sezionamento;
- sorveglianza allo scopo di impedire manovre indebite.

Tali misure devono essere sempre accompagnate da appositi cartelli che vietino l'esecuzione di manovre.

La sorveglianza è automaticamente realizzata se il sezionamento rimane sotto il controllo di chi esegue il lavoro. In tal caso non è necessario predisporre prioritariamente blocchi o impedimenti.

Per gli impianti a tensione fino a 1 000 V in c.a., qualora nessuna delle misure suddette sia realizzabile con efficacia, deve essere realizzata obbligatoriamente la messa a terra e in cortocircuito dell'impianto sul posto di lavoro.

Se è richiesta una sorgente di energia ausiliaria per l'azionamento degli apparecchi di sezionamento, tale sorgente deve essere disattivata. Eventuali dispositivi di comando a distanza devono essere inibiti localmente.

Parti dell'impianto elettrico rimaste ancora cariche dopo il sezionamento completo dall'impianto, ad esempio condensatori e cavi, devono essere scaricate con dispositivi idonei.

Verifica che l'impianto sia fuori tensione (CEI 11-27, punto 6.2.4)

La rilevazione dell'assenza di tensione deve essere effettuata verso terra su tutte le parti attive dell'impianto sezionate, quando accessibili, il più possibile vicino alla zona interessata dal lavoro (per i sistemi IT deve essere prevista la verifica fase-fase).

Nel caso di impianti in BT, la rilevazione deve interessare anche l'eventuale neutro, nei sistemi TT e IT, e le eventuali masse non protette contro i contatti indiretti presenti sul posto di lavoro (ad esempio negli impianti esistenti dei distributori). Il funzionamento dello strumento rilevatore deve essere verificato prima e, ove possibile, dopo l'uso. In alternativa si possono utilizzare strumenti provvisti di autotest. Per i quadri elettrici di MT, sono ritenute idonee le lampade di segnalazione di presenza/assenza di tensione quando presenti e funzionanti.

Le verifiche eseguite utilizzando rivelatori di tensione, adatti al livello di tensione e costruiti secondo la serie di norme CEI EN 61243 [si veda la tabella 4.15 del capitolo 4] non sono considerate "lavori sotto tensione". In bassa tensione le verifiche eseguite con altri strumenti (ad esempio con multimetri) sono invece considerate misure (per le misure si vedano anche i capitoli 7 e 8). Comunque si deve valutare la presenza di parti attive prossime.

Nel caso di linee o connessioni in cavo o assimilabili, se non è possibile effettuare la verifica dell'assenza di tensione nella zona di lavoro, la verifica stessa può essere effettuata in corrispondenza di un punto in cui il conduttore risulti accessibile e sicuramente individuabile dal posto di lavoro.

Se in qualsiasi momento il lavoro viene interrotto o gli operatori devono lasciare il posto di lavoro, e di conseguenza non si può controllare continuamente l'impianto elettrico, l'assenza di tensione deve essere verificata nuovamente prima della ripresa dei lavori; se sul posto di lavoro sono ancora installati i collegamenti a terra e in cortocircuito, la verifica non è necessaria.

Se vengono utilizzati sezionatori di terra comandati a distanza adatti al cortocircuito per garantire che un impianto elettrico sia fuori tensione, la posizione del comando del sezionatore di terra deve essere segnalata dal sistema di controllo remoto in modo affidabile.

I sezionatori di terra, in impianti MT e AT, devono essere conformi alle norme CEI EN 62271-1 [18] e CEI EN 62271-102 [19].

Nel caso questi sezionatori di terra siano azionati localmente e le loro funzionalità possano essere osservate visivamente, si considera verificata l'operazione di messa a terra di tutti i conduttori.

Messa a terra e in cortocircuito delle parti attive sezionate (CEI 11-27, punto 6.2.5.1)

Sul posto di lavoro, su tutti gli impianti MT, AT e su alcuni impianti BT (si veda il prossimo paragrafo), tutte le parti sulle quali si deve lavorare devono essere messe a terra e in cortocircuito. Le apparecchiature e i dispositivi di messa a terra e in cortocircuito devono essere visibili, ogni volta che sia possibile, dal posto di

lavoro (per visibili si intende anche “sotto il diretto controllo dell’operatore”). In caso contrario, i collegamenti di terra devono essere applicati vicino al posto di lavoro quanto più ragionevolmente e praticamente possibile.

Qualora durante il corso del lavoro si debbano interrompere o unire dei conduttori e vi sia pericolo a causa di differenze di potenziale presenti nell’impianto, sul posto di lavoro si devono prendere idonee misure quali collegamenti equipotenziali e/o messe a terra prima di interrompere o unire i conduttori.

I dispositivi di messa a terra mobili e in cortocircuito devono rispondere alla norma CEI EN 61230 [11].

In tutti i casi, ci si deve assicurare che le apparecchiature o i dispositivi per la messa a terra e in cortocircuito, i cavi e i connettori per i collegamenti equipotenziali, usati per questo scopo, siano idonei e adeguatamente dimensionati per il valore della corrente di guasto e il tempo di intervento delle protezioni dell’impianto elettrico nel punto di installazione.

Si devono prendere precauzioni per assicurare che le messe a terra restino in condizioni sicure durante il corso dei lavori. Se durante le misure o le prove, i collegamenti di terra vengono rimossi, si devono prendere precauzioni aggiuntive o alternative particolari per evitare pericoli.

Messa a terra e in cortocircuito di impianti a bassissima e bassa tensione (categorie 0 e I) (CEI 11-27, punto 6.2.5.2)

Negli impianti a Bassa e Bassissima tensione, non è necessaria la messa a terra e in cortocircuito, ad eccezione di quando vi sia il rischio che l’impianto sia messo in tensione, per esempio:

su linee elettriche aeree intersecate o elettricamente influenzate da altre linee; se vi sono incertezze nella corretta individuazione di tutti i punti di possibile alimentazione delle parti attive o sull’efficacia delle misure adottate per evitare richiusure intempestive dei dispositivi di sezionamento.

Nel lavoro sulle linee aeree (in conduttori nudi o in cavo) con tensione nominale fino a 1000 V in c.a., tutti i conduttori devono essere messi a terra il più vicino possibile al posto di lavoro compreso il conduttore di neutro nonché i conduttori di controllo e commutazione (per esempio sulle linee aeree promiscue dell’illuminazione stradale). In ogni caso, tutti i conduttori citati devono risultare messi a terra e in cortocircuito.

Messa a terra e in cortocircuito di impianti di media e alta tensione (categorie II e III) (CEI 11-27, punto 6.2.5.3)

La messa a terra e in cortocircuito, obbligatoria, può essere eseguita con dispositivi fissi (sezionatori di terra) o, in loro assenza, con dispositivi mobili.

Un operatore che esegue la messa a terra e in cortocircuito di un impianto con dispositivi mobili deve mantenere una distanza, da tutte le parti attive in tensione, maggiore o uguale alla distanza che delimita la zona di lavoro sotto tensione (D_L).

Effettuato il sezionamento e constatata l'assenza di tensione, la sequenza operativa per la messa a terra e in cortocircuito con dispositivi mobili deve rispettare il seguente ordine:

- l'applicazione della morsa lato terra deve sempre precedere l'applicazione della morsa lato parte attiva per ciascuna fase;
- l'applicazione del collegamento a terra delle fasi dell'impianto deve sempre precedere l'eventuale applicazione del collegamento per il cortocircuito delle fasi fra loro.

Non si devono toccare con le mani i morsetti non ancora applicati a tutti i conduttori delle fasi.

Se è presente un'interruzione della continuità dei conduttori sul posto di lavoro, i collegamenti di messa a terra e in cortocircuito devono essere effettuati su ciascun tronco interrotto.

Per linee o connessioni in cavo o assimilabili, effettuata la messa a terra e in cortocircuito alle estremità sezionate, e eseguita la tranciatura in sicurezza del cavo, è indispensabile che sul posto di lavoro, anche in modo provvisorio prima dell'accesso al conduttore, sia ripristinata, mediante appositi dispositivi, la continuità elettrica tra i due tronchi tranciati. Allo stato attuale, la tecnica utilizzata in caso di lavori eseguiti su tratti di cavo in uscita da stazioni elettriche o da cabine primarie, poiché in caso di guasto a terra in tali impianti potrebbero essere trasferiti sul posto di lavoro potenziali non contenibili con i DPI e i dispositivi per il controllo del rischio elettrico, prevede come misura alternativa la sconnessione fisica dei conduttori di fase e delle guaine.

Per le linee elettriche aeree isolate, per i cavi o per altri conduttori isolati, la messa a terra e in cortocircuito deve essere eseguita sulla parte nuda dei punti di sezionamento dell'impianto o quanto più possibile vicino a quei punti da ogni lato del posto di lavoro.

Protezione dalle parti attive adiacenti (CEI 11-27, punto 6.2.6)

Se in prossimità di un posto di lavoro vi sono parti di un impianto elettrico che non possono essere messe fuori tensione, sono necessarie specifiche precauzioni aggiuntive prescritte per il lavoro in prossimità di parti attive, che devono essere attuate prima dell'inizio del lavoro.

Benestare all'inizio del lavoro (CEI 11-27, punto 6.2.7)

Il benestare ad iniziare i lavori deve essere dato, agli addetti ai lavori, esclusivamente dal PL che ha la responsabilità della sicurezza nell'esecuzione del lavoro, dopo aver messo in atto i provvedimenti di sua competenza.

Ogni persona occupata nell'attività deve essere PES o PAV oppure deve essere sotto la supervisione di una PES.

Normalmente per i lavori in MT e AT, i dettagli dei sezionamenti e delle messe a terra devono essere formalizzati per iscritto, al fine di evitare malintesi.

Rimessa in tensione dopo il lavoro (CEI 11-27, punto 6.2.8)

Dopo che il lavoro è stato completato, gli addetti al lavoro devono essere avvertiti che non è più permesso lavorare sull'impianto e allontanati dopo aver rimosso tutti gli attrezzi, le apparecchiature e i dispositivi utilizzati durante il lavoro. Successivamente il PL deve:

- a) rimuovere i dispositivi di messa a terra e in cortocircuito che erano stati installati sul posto di lavoro;
 - b) rimuovere le protezioni eventualmente installate verso parti in prossimità;
 - c) ripristinare le protezioni eventualmente rimosse per eseguire il lavoro;
- ricesegnare l'impianto al RI.

Subito dopo aver annullato un provvedimento preso per rendere sicuro l'impianto, la corrispondente parte dell'impianto deve essere considerata in tensione.

Quando il PL si è assicurato che l'impianto elettrico è pronto per la rimessa in tensione, deve procedere alla restituzione al RI, con la dichiarazione che il lavoro è terminato e che l'impianto elettrico è pronto per il ritorno in servizio.

Ricevuto l'impianto dal PL, il RI deve:

- a) rimuovere eventuali terre di sezionamento;
- b) rimuovere dispositivi di blocco per evitare la richiusura intempestiva;
- c) rimuovere i cartelli monitori;
- d) ripristinare le previste condizioni di esercizio dell'impianto.

2.5.3. Lavori in prossimità di parti attive (CEI 11-27, punto 6.4)

Si ha lavoro in prossimità quando per l'esecuzione di un'attività è prevista la possibilità di invadere direttamente o indirettamente la zona prossima con l'esclusione della possibilità di invadere direttamente o indirettamente la zona di lavoro sotto tensione.

Per come è definito, il lavoro in prossimità è un'attività che si compie su un oggetto diverso dall'impianto nei confronti del quale si adottano le misure di prevenzione di tale tipologia di lavoro. Tali attività possono essere di natura elettrica o meno. Una situazione diffusa in cui si ha lavoro in prossimità è il lavoro fuori tensione (o sotto tensione) su una parte di impianto accanto ad un'altra parte che deve rimanere in servizio posta ad una distanza inferiore alla distanza di prossimità. Nei confronti della prima parte si adotteranno le misure previste per il lavoro fuori tensione (o sotto tensione) mentre, contemporaneamente, si adotteranno le misure previste per il lavoro in prossimità nei confronti della parte che rimane in servizio.

Allo scopo di controllare i rischi elettrici nella zona prossima di parti attive, in special modo sugli impianti in BT, si può provvedere con schermi, barriere, involucri o protettori isolanti (come spiegato nel sotto-paragrafo a pag. 37).

Se dette misure non possono essere messe in atto, come ad esempio negli

impianti MT e AT, si deve provvedere alla protezione mantenendo una distanza di sicurezza non inferiore a D_L dalle parti nude attive (come spiegato nel sotto-paragrafo a pag. 38) e, se necessario, si deve provvedere ad un'adeguata supervisione/sorveglianza.

Se le suddette misure non sono soddisfatte, l'impianto che si trova in prossimità deve essere messo fuori tensione e in sicurezza.

Si deve assicurare una postazione di lavoro stabile che lasci libere entrambe le mani del lavoratore.

Prima dell'inizio del lavoro, il PL deve istruire il personale, in particolare quello che non ha familiarità con i lavori in prossimità di parti attive, sul mantenimento delle distanze di sicurezza e sulle misure di sicurezza che sono state messe in atto. Il confine del posto di lavoro deve essere delimitato, se ritenuto necessario, in maniera precisa e si deve prestare attenzione a circostanze o condizioni insolite. Le istruzioni devono essere ripetute ad intervalli appropriati o dopo un cambiamento delle condizioni di lavoro.

I lavori in prossimità devono essere svolti da PES o PAV. Le persone comuni (PEC) possono svolgere lavori in prossimità a condizione che una PES gestisca il rischio elettrico mediante una supervisione o una sorveglianza (quest'ultima può essere svolta anche da una PAV). Il posto di lavoro dovrebbe essere delimitato da idonee barriere, funi, bandierine, lampade, cartelli. I quadri di manovra attivi adiacenti devono essere segnalati con ulteriori mezzi chiaramente visibili, ad esempio segnali e/o cartelli di avvertimento sul davanti delle porte.

Protezione per mezzo di schermi, barriere, involucri o protettori isolanti (CEI 11-27, punto 6.4.2)

Consiste nel mettere in opera un protettore o una barriera o sistemi di blocco meccanico o sistemi equivalenti che impediscano la penetrazione nella zona di lavoro sotto tensione. La finalità è evitare le conseguenze di azioni involontarie o inconsapevoli compiute dagli operatori.

Quando tali dispositivi di protezione devono essere installati all'interno della zona di lavoro sotto tensione, si devono adottare le procedure per i lavori fuori tensione o quelle per lavori sotto tensione.

Quando devono essere installati al di fuori della zona di lavoro sotto tensione, devono essere posizionati o con le procedure per i lavori fuori tensione o con l'impiego di dispositivi per evitare che il personale che li installa penetri all'interno della zona di lavoro sotto tensione. Se è necessario, si devono usare le procedure per i lavori sotto tensione.

Dopo avere soddisfatto le suddette condizioni, i lavori nella zona prossima possono essere eseguiti da PES, PAV o da PEC senza osservare prescrizioni aggiuntive particolari. I dispositivi usati come schermi, barriere, involucri o protettori isolanti devono essere sostenuti e assicurati in modo idoneo durante l'esecuzione dei lavori. Se tali dispositivi non assicurano una completa protezione delle parti nude attive (per la Bassa tensione IPXXB o IP2X corrispondenti ai livelli di protezione

IPXXC o IP3X per gli impianti MT e AT) le persone comuni che lavorano in prossimità di dette parti devono lavorare sotto sorveglianza.

Protezione mediante distanza di sicurezza, supervisione e/o sorveglianza (CEI 11-27, punto 6.4.3)

Consiste nel posizionare l'operatore (o la macchina operatrice) ad una distanza tale dalla zona di lavoro sotto tensione che, in funzione dell'attività da svolgere, non sia possibile entrare in tale zona, pur potendo comunque verificarsi l'ingresso nella zona prossima. A tale scopo devono essere considerate le dimensioni degli oggetti maneggiati o movimentati, le situazioni di stabilità precaria (anche in relazione alle condizioni del terreno), l'azione del vento e gli altri elementi che possono influire. L'operatore stesso deve assicurarsi che, per quanti movimenti involontari possa fare, non possa raggiungere la zona di lavoro sotto tensione né con parti del proprio corpo né con attrezzi od oggetti da lui maneggiati. Si deve fare particolare attenzione nel maneggiare oggetti lunghi, per esempio attrezzi, estremità di cavi, tubi, scale o altro.

Il metodo deve comprendere almeno:

- il mantenimento della distanza di sicurezza non inferiore a D_L tenendo conto della natura del lavoro;
- i criteri per la designazione del personale che può essere incaricato dell'esecuzione del lavoro;
- le procedure da adottare durante il lavoro per prevenire il superamento del limite della zona sotto tensione.

Disposizioni particolari per gli impianti in bassissima e bassa tensione (categorie 0 e I) (CEI 11-27, punto 6.4.3.1)

Per gli impianti con tensione fino a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c., la distanza D_L è ridotta a zero (ovvero al non contatto con le parti attive in tensione) e la distanza di prossimità D_V vale 0,30 m.

Le dimensioni ridotte della zona prossima, comparabili a quelle degli arti umani, rendono problematica l'adozione della distanza di sicurezza. Tale misura può essere pertanto adottata solo in casi particolari, dopo averne vagliato con attenzione l'effettiva efficacia.

Le parti attive prossime, che possono essere accessibili direttamente o indirettamente con movimenti involontari, devono quindi essere protette fisicamente mediante l'installazione di un idoneo impedimento, in genere un protettore costituito da un telo isolante o barriere rigide.

L'impedimento deve essere fissato in modo idoneo in punti stabili della struttura. La sua rimozione deve avvenire solo con azione volontaria.

Se l'impedimento assicura una protezione dalle parti attive almeno di grado IPXXB, la zona prossima si riduce fino alla superficie esterna dell'impedimento stesso.

Non necessitano di impedimenti, o ulteriori impedimenti, le parti attive situate in posizione ritenuta raggiungibile solo volontariamente.

In particolare, le parti attive che si trovano di fronte e al di sopra della parte di impianto su cui un operatore (PES o PAV) sta operando con attrezzi di lunghezza limitata (quali cacciaviti o pinze isolati o isolanti) e senza l'ausilio di gradini o scale possono non necessitare del posizionamento di impedimenti.

Se la permanenza in zona prossima di un PES/PAV è di breve durata (ad esempio il tempo necessario per fare una manovra o una misura elettrica) la probabilità di compiere gesti involontari in quel breve lasso di tempo è trascurabile, per cui non è necessaria l'installazione di impedimenti. A tal fine, si applica la norma CEI EN 50274 (CEI 17-82) [10], dove è riportato che, se sono rispettati i requisiti e le distanze previste e l'operazione da svolgere è semplice, come azionare un pulsante o eseguire una misura, non si tratta di un lavoro elettrico.

In alternativa all'installazione di impedimenti, possono essere usati DPI isolanti per proteggere le parti del corpo che potrebbero entrare in contatto con le parti attive.

Disposizioni particolari per gli impianti in media e alta tensione (categorie II e III) (CEI 11-27, punto 6.4.3.2)

Il tipo di disposizione nell'ambiente, le dimensioni e le distanze in gioco in questi impianti rendono spesso impossibile l'installazione di barriere, soprattutto alle tensioni più elevate. La scelta di adottare la distanza di sicurezza è quasi sempre obbligata.

L'adozione di tale misura è agevolata, soprattutto per le tensioni più elevate, dalle dimensioni degli impianti che prevedono di per sé distanze elevate necessarie a garantire l'isolamento funzionale.

In casi in cui fosse possibile, soprattutto quando dovesse rimanere in opera per periodi ragguardevoli, l'installazione di una barriera (oppure di un protettore, quando la tecnologia lo consente per il livello di tensione interessato), rappresenta la soluzione più conveniente.

In impianti in media e alta tensione, costruiti rispettando le distanze previste nella norma CEI EN 61936-1 [14] (o nel rispetto dell'abrogato d.p.r. 547/55 e della norma CEI 11-1 precedente alla CEI EN 61936-1), le attività in prossimità di parti attive che comportino uso di oggetti di dimensioni contenute e non prevedano elevazione dal suolo dell'operatore, di macchine o del loro carico, non richiedono piano di lavoro o piano d'intervento e sono considerate automaticamente a distanza di sicurezza.

2.5.4. Lavori sotto tensione in bassissima e bassa tensione (categorie 0 e I) (CEI 11-27, punto 6.3)

I lavori sotto tensione regolati dalla norma CEI 11-27 sono ammessi esclusivamente su sistemi di categoria 0 e I (tensione fino a 1000 volt in c.a e 1500 volt in c.c.). I lavori sotto tensione su impianti di media e alta tensione (categoria II e III), con

tensione nominale superiore a 1000 V in c.a., sono considerati nel decreto 4 febbraio 2011 e nella norma CEI 11-15 (si veda anche il riferimento [37]).

Le procedure di lavoro per i lavori sotto tensione hanno lo scopo di ridurre al minimo i rischi di shock elettrico e di arco elettrico, sia per gli operatori impegnati nel lavoro, sia per altre persone non direttamente interessate allo stesso.

Le procedure di lavoro per i lavori sotto tensione devono essere eseguite solo dopo aver eliminato rischi di incendio o di esplosione.

Durante le procedure di lavoro sotto tensione gli operatori entrano in contatto con parti attive in tensione sia con parti del loro corpo che con attrezzi, equipaggiamenti o dispositivi (sia conduttori sia isolati e/o isolanti) da loro maneggiati.

Le procedure devono definire anche:

- i criteri per l'individuazione dei ruoli e delle relative responsabilità,
- le modalità di comunicazione tra le persone e
- la modulistica di supporto.

Si deve assicurare all'operatore che lavora sotto tensione una posizione stabile che lasci libere entrambe le mani.

Si devono prendere misure di protezione al fine di evitare shock elettrici e cortocircuiti, tenendo conto di tutti i diversi potenziali (tensioni) circostanti il posto di lavoro.

Il personale deve indossare idonei e adeguati dispositivi di protezione individuale. Il personale non deve indossare oggetti metallici, per esempio gioielli personali, se questi possono essere causa di rischio.

Il personale che lavora sotto tensione deve essere PES o PAV e aver ottenuto l'idoneità ai lavori sotto tensione su sistemi di Categoria 0 e I. Tale idoneità deve essere attestata e rilasciata dal datore di lavoro.

I lavori sotto tensione in sistemi di bassa tensione (Categoria 0 e I) possono essere eseguiti utilizzando tre metodi di lavoro che dipendono dalla posizione dell'operatore in relazione alle parti attive e dai mezzi usati per prevenire il rischio elettrico (shock elettrico ed effetti dell'arco elettrico): lavoro a distanza, lavoro a contatto, lavoro a potenziale.

Lavoro con aste isolanti – lavoro a distanza (CEI 11-27, punto 6.3.4.2)

Metodo di lavoro sotto tensione in cui l'operatore entra in contatto con la parte attiva solo attraverso un'asta isolante rimanendo con il corpo, di fatto, fuori dalla zona prossima: poco utilizzabile per la maggior parte degli impianti in bassa tensione.

Lavoro con guanti isolanti – lavoro a contatto (CEI 11-27, punto 6.3.4.3)

Metodo di lavoro sotto tensione in cui l'operatore, le cui mani sono protette dal punto di vista elettrico con guanti isolanti, esegue il proprio lavoro a contatto con parti attive in tensione nude anche usando attrezzi, equipaggiamenti o dispositivi, isolati o isolanti.

Nell'esecuzione dei lavori sotto tensione a contatto è necessario che siano rispettate le seguenti condizioni:

- le parti a potenziale diverso (fasi, neutro, masse) nella parte di impianto su cui si esegue il lavoro siano separate da schermi isolanti (setti, nastri o fasce isolanti, mastice isolante o altro) per evitare il rischio di cortocircuiti accidentali e conseguente arco elettrico (l'assenza di tali schermi è ammessa solo nei casi in cui le dimensioni della parte metallica nuda degli elementi maneggiati (attrezzi, conduttori) siano inferiori alle distanze libere minime esistenti tra parti a potenziale diverso);
- lo stato dei componenti su cui si esegue il lavoro sotto tensione sia tale da escludere il pericolo di rotture e di spostamenti delle parti metalliche in tensione e il pericolo di cortocircuiti;
- le parti attive mobili, ad esempio le estremità non isolate dei cavi, non siano abbandonate dall'addetto fino a che non vengano isolate o fissate.

L'operatore, per eseguire lavori sotto tensione a contatto, deve indossare, nei confronti del rischio elettrico, i seguenti dispositivi di protezione individuale (DPI):

- guanti isolanti,
- visiera di protezione,
- elmetto isolante,
- idoneo vestiario che non lasci scoperte parti del tronco e degli arti (si veda anche al capitolo 4 la tabella 4.14).

Inoltre l'operatore deve:

- a) realizzare la condizione di doppio livello di protezione isolante in serie nel circuito ideale tra parti attive e terra in cui è inserito il corpo umano: il primo livello è costituito obbligatoriamente dai guanti isolanti, il secondo livello è costituito dall'uso di uno tra i dispositivi isolanti o isolati disponibili (ad esempio: attrezzi isolati, tappeti isolanti sul terreno, calzature isolanti ai piedi);
- b) evitare il contatto con masse, o strutture a potenziale diverso, verso le quali non sia realizzata la condizione di protezione isolante nei confronti di parti del corpo.

Lavoro a mani nude – lavoro a potenziale (CEI 11-27, punto 6.3.4.4)

Metodo di lavoro sotto tensione in cui l'operatore è allo stesso potenziale della parte attiva su cui opera, mantenendosi isolato rispetto a parti a potenziale diverso. Nei sistemi di categoria 0 e I questo metodo di lavoro sotto tensione è utilizzato solamente in alcune attività particolari (ad esempio nei lavori su linee di contatto delle tramvie con un solo conduttore di alimentazione).

Nei lavori a potenziale devono essere osservate le seguenti precauzioni:

- la zona di lavoro deve essere costituita da una zona ben individuata;
- non deve essere possibile per gli operatori toccare, anche fuori dalla zona di lavoro, parti a potenziale diverso (ad esempio il terreno o costruzioni in muratura o in cemento);

- gli operatori devono essere sistemati su piattaforme isolate o metalliche munite di parapetti metallici, isolate da terra; le piattaforme metalliche devono essere collegate stabilmente alla parte attiva prima che la parte stessa sia toccata dagli operatori; deve essere assicurata l'equipotenzialità di tutte le parti metalliche connesse alla piattaforma;
- non è ammesso alcun collegamento fisico tra piattaforma e altre parti a potenziale diverso che non sia realizzato con aste o funi isolanti; l'isolamento della piattaforma da terra deve essere controllato con periodicità opportuna.

Misure di sicurezza (CEI 11-27, punto 6.3.5)

Le misure di sicurezza nei lavori sotto tensione sono essenzialmente:

- l'organizzazione del lavoro (nei lavori complessi può essere contenuta in un documento);
- il rispetto delle normative e delle relative procedure di lavoro;
- l'utilizzo dei DPI che proteggono contro gli effetti dannosi del cortocircuito e/o isolano l'operatore dalle parti in tensione (i DPI devono rispondere alle relative norme di prodotto, si veda in proposito il capitolo 4);
- la doppia protezione isolante verso terra, che si ottiene con l'utilizzo dei guanti isolanti e con l'adozione degli attrezzi isolanti (e/o isolati) oppure, come alternativa agli attrezzi, con un isolamento verso terra (tappeto isolante o tronchetti isolanti); gli attrezzi utilizzati devono essere conformi alla norma CEI EN 60900 (CEI 11-16) [si veda la tabella 4.15 del capitolo 4];
- l'adeguata preparazione del lavoro da eseguire;
- l'adeguata informazione agli operatori relativa al tipo di lavoro da eseguire e alle misure di sicurezza predisposte;
- la formazione ed esperienza del personale.

Inoltre, è necessario evidenziare che:

- le procedure relative ai lavori sotto tensione non possono essere attuate in presenza di rischi di incendio e/o di esplosione (maggiori approfondimenti sono contenuti nell'Allegato B della norma CEI EN 50110-1, riportati nei paragrafi 2.6 e 2.7);
- sul posto di lavoro può essere necessaria la presenza, oltre all'operatore, di una seconda persona nei casi di maggior complessità del lavoro (si veda al riguardo anche il paragrafo 2.4.2); l'opportunità della presenza di un secondo operatore può derivare anche dalle dimensioni e dalla tipologia del posto di lavoro e non direttamente dall'attività che si deve eseguire, oppure dall'impossibilità di comunicazioni telefoniche/radio per un singolo operatore in caso di emergenza (art. 2, d.m. 15 luglio 2003, n. 388, [4]);
- stabilire la complessità del lavoro è compito del datore di lavoro, in base all'analisi del rischio relativa alla singola attività e alla formazione e all'esperienza delle persone incaricate di eseguire quel determinato lavoro;
- l'operatore che lavora da solo (mono operatore – che coincide, pertanto, con il

PL) deve essere in grado di tener conto e di controllare tutti i rischi che può incontrare.

Modalità operative (CEI 11-27, punto 6.3.6)

La scelta della modalità di esecuzione del lavoro è di competenza del PL (le modalità di esecuzione dell'intervento sono di competenza della URL, o del PL quando la URL non è presente), in base alle caratteristiche dell'impianto, alla natura dell'intervento, al personale in possesso dei requisiti previsti che si ha a disposizione.

Nella valutazione da fare prima di decidere di eseguire un lavoro sotto tensione deve essere considerata anche la corrente di cortocircuito presunta nel punto in cui si esegue il lavoro e il tipo dispositivo di protezione contro i cortocircuiti installato a monte (fusibili, interruttori limitatori di corrente, o altro). Dove non è prevista idonea protezione contro il cortocircuito (come ad esempio nel cavo di collegamento del secondario di un trasformatore MT/BT all'interruttore o al quadro generale) è vietato eseguire lavori sotto tensione a meno di adottare accorgimenti che escludano con certezza la possibilità di cortocircuiti.

Il lavoro sotto tensione può essere svolto direttamente dal proprietario o esercente dell'impianto con proprio personale oppure può essere affidato in appalto. In entrambi i casi il personale che esegue il lavoro sotto tensione deve possedere tutti i requisiti previsti.

Esecuzione del lavoro (CEI 11-27, punto 6.3.7)

Prima di eseguire il lavoro sotto tensione, è necessario che RI e PL, ciascuno per le proprie competenze, procedano alla preparazione del lavoro, collaborando alla previsione delle misure di sicurezza.

La zona di lavoro, che nei lavori sotto tensione è pericolosa in quanto contiene la parte attiva su cui si deve intervenire, deve essere delimitata chiaramente in presenza di PEC. Devono inoltre essere apposti cartelli di avviso che vietino l'accesso alle persone non autorizzate.

Nella zona di lavoro sono ammessi unicamente il PL e le persone da lui autorizzate. Il personale addetto al lavoro deve ricevere, dal PL, specifiche informazioni, necessarie per eseguire il lavoro in sicurezza. Si devono fornire istruzioni su come utilizzare correttamente e mantenere in buono stato gli attrezzi, gli equipaggiamenti e i dispositivi di protezione e come verificarli prima di iniziare il lavoro.

Per alcuni lavori tipici per cui il personale è stato specificamente addestrato, lo svolgimento del lavoro si può attuare sulla base di schede di lavoro predefinite.

Prima di iniziare i lavori, e durante la loro esecuzione, l'addetto ai lavori deve:

- controllare a vista l'efficienza delle attrezzature e dei DPI;
- attenersi alle prescrizioni impartite dal PL, in particolare deve indossare i DPI previsti e utilizzare attrezzi isolati o isolanti fatta eccezione per i lavori a potenziale;
- attenersi alle prescrizioni normative relative alla metodologia di lavoro sotto tensione che si sta eseguendo;

- segnalare al PL eventuali imprevisti che dovessero sopravvenire nel corso dei lavori.

La sconnessione o il taglio di un conduttore va eseguito dopo aver interrotto il carico.

È comunque consentito tagliare o sconnettere sotto carico conduttori di sezione non superiore a 6 mm² in rame e 10 mm² in alluminio, facenti parte di circuiti protetti contro le sovracorrenti.

Anche in questi casi non è consentito tagliare o sconnettere conduttori con corrente induttiva impressa (ad esempio secondari di TA) o inseriti in circuiti fortemente induttivi soprattutto in corrente continua.

Non è consentito tagliare o sconnettere conduttori sottoposti a sollecitazione meccanica, se prima non si elimina tale sollecitazione con opportuni mezzi (effetto molla).

Organizzazione del lavoro (CEI 11-27, punto 6.3.8)

Nessun lavoro deve svolgersi senza che siano stati individuati il RI e il PL.

Per i lavori complessi la preparazione del lavoro deve essere fatta per iscritto e in anticipo.

Quando si deve eseguire un lavoro su un impianto, il relativo piano di lavoro, se previsto, deve essere predisposto dal RI designato per quel lavoro, avvalendosi, possibilmente, della collaborazione del PL designato per lo stesso lavoro.

Il RI deve mettere e mantenere l'impianto o la parte di esso sulla quale si deve eseguire il lavoro, in uno stato definito corrispondente a quanto riportato sul piano di lavoro, quando previsto. Tale stato può comprendere modifiche delle tarature delle protezioni elettriche e/o un diverso assetto dell'impianto elettrico.

Tra i compiti del RI vi è quello di individuare la zona di lavoro.

Prima di dare inizio all'esecuzione dei lavori, il PL deve:

- a) aver concordato con il RI le modalità di esecuzione del lavoro;
- b) aver verificato che i lavori siano eseguibili nel rispetto della norma CEI 11-27 e delle prescrizioni aziendali;
- c) aver verificato che non vi siano altre parti attive in tensione accessibili a distanza inferiore a DV (e anche a DL) all'interno della zona di lavoro in cui si sta operando (le altre parti attive possono appartenere allo stesso impianto su cui si lavora, ma anche a impianti diversi da quello su cui si sta lavorando, nel qual caso è necessario accertarsi della posizione spaziale della relativa D_L); in caso contrario nei confronti di queste ultime, il PL dovrà adottare le metodologie dei lavori fuori tensione o dei lavori in prossimità;
- d) aver verificato che eventuali parti metalliche non protette contro i contatti indiretti, e con cui si possa venire a contatto durante i lavori, non siano in tensione o aver adottato le necessarie misure di prevenzione;
- e) aver verificato che le attrezzature collettive da utilizzare, ad un esame a vista, risultino efficienti;

- f) aver verificato che chi deve eseguire il lavoro, impieghi i mezzi di protezione e le attrezzature previste;
- g) aver verificato che chi deve eseguire il lavoro possa operare in modo agevole (posizione ben salda, entrambe le mani libere, e così via);
- h) aver comunicato agli addetti ai lavori specifiche informazioni circa il lavoro da svolgere, il ruolo individuale, le modalità di esecuzione e le misure da adottare, necessarie per eseguire il lavoro in sicurezza;
- i) aver ricevuto dal RI la comunicazione che si possono iniziare i lavori (consegna dell'impianto).

Se il lavoro deve essere sospeso, il PL deve prendere idonee misure di sicurezza in modo da non determinare situazioni ambientali o impiantistiche che possano costituire pericolo e ciò deve essere notificato al RI.

Il grado di attenzione nel coordinare le operazioni deve essere corrispondente alla complessità del lavoro.

Il PL deve considerare e tener conto delle condizioni ambientali presenti sul posto di lavoro.

Il benessere all'inizio dei lavori deve essere dato agli operatori solo dal PL.

Al termine dei lavori, il PL deve informare, con le modalità previste, il RI (restituzione dell'impianto).

Prescrizioni specifiche per impianti a bassissima tensione (CEI 11-27, punto 6.3.9)

Per gli impianti SELV con tensione non superiore a 25 V c.a. e a 60 V c.c., è consentita l'esecuzione dei lavori sotto tensione senza precauzioni contro i contatti diretti; si devono invece prendere le eventuali precauzioni contro gli effetti dei cortocircuiti in relazione alla potenza della sorgente di alimentazione.

Anche per impianti PELV con tensione non superiore a 25 V c.a. e a 60 V c.c. in luoghi asciutti all'interno di edifici con Collegamento Equipotenziale Principale (EQP), o con tensione non superiore a 12 V c.a. e a 30 V c.c. all'interno di edifici senza EQP, sono consentite le stesse modalità previste per i sistemi SELV.

In tutti gli altri casi di impianti alimentati a bassissima tensione si applicano le modalità e le prescrizioni previste per gli impianti alimentati in bassa tensione (categoria I) contenute nel paragrafo 2.5.4.

Prescrizioni specifiche per impianti in media e alta tensione (CEI 11-27, punto 6.3.11)

Le prescrizioni per gli impianti in media e alta tensione sono contenute nel decreto 4 febbraio 2011 e nella norma CEI 11-15 (si veda anche il riferimento [37]).

Lavori specifici su parti attive (CEI 11-27, punto 6.3.12)

Lavori quali la pulitura, la verniciatura e la rimozione di depositi di brina sugli isolatori devono essere regolati da specifiche istruzioni operative. Il personale impie-

gato deve essere PES o PAV. Nel caso le suddette attività, per ragioni particolari, risultino essere lavori sotto tensione in BT, il personale deve essere in possesso di idoneità per tali lavori.

2.6. Protezione dal fuoco – Provvedimenti antincendio (CEI EN 50110-1, punto B.4)

Durante l'esercizio di impianti elettrici, non può essere esclusa la possibilità di insorgenza di incendio.

Se l'incendio scoppia, le parti pericolose o in pericolo dell'impianto elettrico dovrebbero essere spente se non sono direttamente installate per la lotta contro l'incendio o se lo spegnimento può provocare ulteriori pericoli.

Per combattere gli incendi negli impianti elettrici, dovrebbero essere tenuti pronti e accessibili estintori o attrezzature antincendio di tipo adatto per la classe di fuoco e di tipo e dimensione adattata all'installazione.

Dovrebbe essere istruite persone, in modo appropriato, circa il funzionamento degli estintori antincendio sulle apparecchiature sotto tensione. Queste istruzioni dovrebbero essere ripetute a intervalli adeguati.

Quando si utilizzano estintori e sistemi di estinzione sugli impianti elettrici, dovrebbero essere osservate le opportune distanze di sicurezza.

Il personale dovrebbe essere a conoscenza che i materiali caldi e combustibili possono emettere sostanze tossiche.

I materiali e gli oggetti facilmente infiammabili dovrebbero essere ubicati o conservati in modo tale che essi non siano facilmente raggiungibili dalle fiamme.

2.7. Luogo di lavoro che presenta rischi di esplosione (CEI EN 50110-1, punto B.7)

Quando le attività di lavoro elettriche devono essere effettuate dove ci può essere un rischio di esplosione, dovrebbero essere attuate le seguenti raccomandazioni:

- a) vietare o sospendere tutte le attività di lavoro fino a che non vengano prese misure adeguate per eliminare il rischio di esplosione (ad esempio, l'eliminazione di emissioni di gas infiammabili, adeguata ventilazione, o altro), o
- b) adottare le misure adeguate, in conformità con il tipo di rischio di esplosione, per controllarlo, ad esempio:
 - 1) con un monitoraggio continuo dell'atmosfera e vietando l'uso di qualsiasi fonte di energia che possa innescare la miscela esplosiva;
 - 2) con una ventilazione continua e con un monitoraggio dell'atmosfera;
 - 3) limitando le attività di lavoro all'uso di apparecchi elettrici a sicurezza intrinseca.

2.8. Misure di emergenza (CEI EN 50110-1, punto B.7)

La persona responsabile di un impianto elettrico deve valutare i rischi connessi con il suo funzionamento e, se necessario, sviluppare e implementare misure di emergenza in materia. A seconda delle dimensioni dell'installazione elettrica, si possono mettere in atto alcune o tutte le misure di emergenza o i suggerimenti del seguente elenco non esaustivo:

- stabilire un sistema di comunicazione in cui sia la persona responsabile del controllo dell'impianto elettrico durante le attività lavorative (RI) che la persona responsabile del controllo di una attività lavorativa (PL) possano inserire la segnalazione di tutti gli infortuni e gli incidenti elettrici; il sistema dovrebbe permettere anche l'invio di rapporti alla persona responsabile dell'impianto elettrico (URI), se necessario;
- segnalare lo svolgimento di qualsiasi attività relativa al funzionamento dell'impianto elettrico; ciò dovrebbe accadere sia durante il normale orario di lavoro, sia al di fuori di esso;
- i lavoratori di terze parti potrebbero doversi conformare ai sistemi utilizzati per la segnalazione di rapporti e ai requisiti del sistema informatico della propria azienda; ciò potrebbe rendere necessario adottare sistemi flessibili in grado di gestire rapporti in formato diverso;
- a seconda della dimensione dell'impianto, la persona responsabile dell'impianto elettrico (RI) deve instaurare una stretta cooperazione con i servizi di emergenza;
- dovrebbe essere garantita la disponibilità e la validità degli schemi elettrici dell'installazione;
- quando la persona responsabile dell'impianto elettrico (URI) utilizza un centro di controllo, allora potrebbero essere necessari opportuni accordi (comprese le comunicazioni) tra la persona responsabile del controllo dell'impianto elettrico durante le attività lavorative (RI), la persona designata al controllo di una attività lavorativa (PL), i servizi di emergenza e il personale del centro di controllo;
- in caso di tragica fatalità, si dovrebbe immediatamente notificare l'accaduto alla persona responsabile dell'impianto elettrico (URI) e dei servizi di emergenza; il luogo dell'incidente dovrebbe essere lasciato così com'è, se non si pongono in ulteriore pericolo il personale, i fornitori o terze parti;
- le misure di emergenza possono includere il dislocamento di squadre di pronto intervento, il cui ruolo include il rendere il sito elettricamente sicuro e il mantenere i contatti con le terze parti presenti sul sito per assicurare che queste ultime non entrino nella zona di pericolo durante il soccorso e/o fino a quando il sito non è reso elettricamente sicuro;
- a seguito di un incidente, la persona responsabile del controllo dell'impianto elettrico durante le attività lavorative (RI) attua le misure appropriate per garantire la sicurezza del luogo e preservare intatte, per quanto ragionevolmente praticabile, le condizioni del sito; ciò per garantire un'indagine approfondita sull'in-

- cidente condotta sia internamente, o, in caso estremo, da autorità esterne ad esempio forze di polizia o ispettori della sicurezza;
- formare il personale per la prestazione di pronto soccorso personale e per l'uso di attrezzature antincendio;
 - fornire al personale idonei dispositivi di protezione individuale (DPI), nonché la formazione per l'utilizzo ed il mantenimento in efficienza.

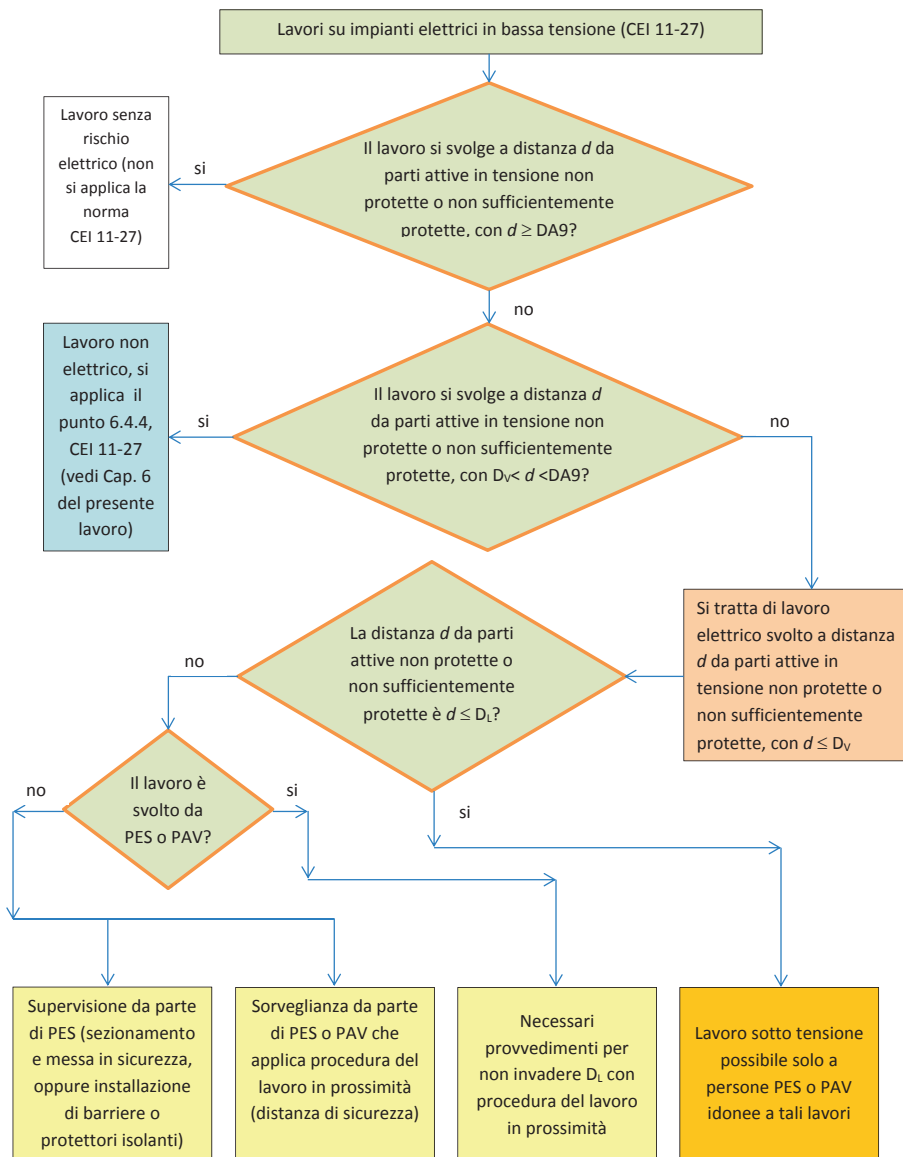


Figura 2.2: Sintesi dei lavori su impianti elettrici in bassa tensione (i colori usati per i riquadri terminali coincidono con i colori delle zone di lavoro già utilizzati nelle figure 1.1 e 2.1)

3. Persone coinvolte nei lavori elettrici

3.1. Introduzione

Le responsabilità decisionali, organizzative e realizzative, durante i lavori sugli impianti elettrici, sono ripartite tra le seguenti figure professionali:

- URI, Persona o Unità Responsabile dell'impianto elettrico;
- RI, Persona designata alla conduzione dell'impianto elettrico;
- URL, Persona o Unità Responsabile della realizzazione del lavoro;
- PL, Persona preposta alla conduzione dell'attività lavorativa.

3.2. Persona o Unità Responsabile dell'impianto elettrico

URI, Persona o Unità Responsabile dell'impianto elettrico: è l'unità responsabile della gestione in sicurezza dell'impianto elettrico durante il normale esercizio (in assenza di lavori di qualunque natura). Come tale, può pianificare e programmare i lavori. Poiché è di fatto l'utilizzatore dell'impianto, ne conosce le eventuali necessità di lavori o di interventi manutentivi. Se l'URI coincide con la RI, deve essere necessariamente una PES.

3.3. Persona designata alla conduzione dell'impianto elettrico

RI, Persona designata alla conduzione dell'impianto elettrico: è la persona responsabile, durante l'attività di lavoro, della sicurezza dell'impianto elettrico. È designata dalla URI quando si debba effettuare un'attività lavorativa (comprese le manutenzioni).

La RI ha le seguenti responsabilità:

- redige i piani di lavoro;
- condivide la scelta metodologica e organizzativa del lavoro con l'URL (o col PL se l'URL manca);
- attua (anche tramite delega scritta a PES o PAV) le manovre per la messa in sicurezza dell'impianto prima dell'esecuzione del lavoro, inclusi i provvedimenti per evitare richiusure intempestive, l'apposizione di eventuali terre nei punti di sezionamento e i cartelli che avvertono dei pericoli;

- identifica e delimita la zona di lavoro (in collaborazione con il PL);
- fa in modo che le condizioni di sicurezza dell'impianto siano mantenute durante l'esecuzione del lavoro;
- consegna l'impianto al PL e lo autorizza all'inizio del lavoro;
- riceve dal PL la comunicazione di conclusione del lavoro e di ripristino del normale assetto di esercizio;
- riconsegna l'impianto alla URI, al termine dei lavori.

3.4. Persona o Unità Responsabile della realizzazione del lavoro

URL, Persona o Unità Responsabile della realizzazione del lavoro: è l'unità a cui è demandato l'incarico di eseguire il lavoro. Può coincidere con la stessa persona che ricopre il ruolo di persona preposta alla conduzione dell'attività lavorativa (PL). La URL ha le seguenti responsabilità:

- verifica e condivisione con la RI della scelta metodologica e organizzativa del lavoro;
- predispone l'eventuale Piano di intervento;
- individua il PL e gli addetti al lavoro;
- organizza gli operatori;
- verifica della disponibilità di procedure, attrezzature, dispositivi di protezione e mezzi di supporto per la corretta realizzazione del lavoro;
- verifica della formazione ed eventuale idoneità degli operatori addetti al lavoro; organizzazione degli operatori.

Se identificata in un'unica persona, tale figura può essere ricondotta al PL, in tal caso deve necessariamente essere una PES.

3.5. Persona preposta alla conduzione dell'attività lavorativa

PL, Persona preposta alla conduzione dell'attività lavorativa: è la persona che ha la responsabilità della conduzione operativa del lavoro. Deve possedere un'approfondita esperienza lavorativa sugli impianti elettrici su cui può operare. Deve avere la professionalità riconosciuta di PES (solo in casi particolari può essere una PAV).

Il PL ha le seguenti responsabilità:

- recepisce e condivide l'eventuale Piano di intervento;
- conduce operativamente i lavori secondo l'eventuale Piano di intervento;
- prende in carico l'impianto elettrico dalla URL cui poi lo riconsegna al termine dei lavori (se manca la URL allora lo scambio avviene con la RI);
- nei lavori fuori tensione, verifica l'assenza di tensione e, nei casi previsti, verifica l'installazione della messa a terra e in cortocircuito sul posto di lavoro;

- adotta le procedure previste per i lavori in prossimità di parti attive;
- erifica all'inizio e durante l'attività, la sussistenza delle condizioni previste;
- controlla il comportamento del personale, relativamente all'uso di attrezzature e DPI;
- decide l'inizio, la continuazione, la sospensione, la ripresa, il termine dei lavori, anche in riferimento alle condizioni atmosferiche.

3.6. Alcune considerazioni sulle diverse figure coinvolte nell'organizzazione e nell'esecuzione dei lavori

Mentre la URI è presente anche nella CEI EN 50110-1, la URL è presente solo nella IV edizione della norma CEI 11-27.

URI e URL sono state introdotte per tener conto della suddivisione dell'attività lavorativa che avviene presso le aziende/società organizzate e strutturate (ad esempio di medie e grandi dimensioni). In tali aziende ogni attività lavorativa è studiata e progettata più che da una singola persona, da uno staff aziendale. Quest'ultimo può essere formato da personale appartenente a più comparti, che viene coinvolto per le più svariate ragioni in relazione alle mansioni aziendali e/o alle responsabilità assegnate.

Per le aziende/società meno strutturate, la URI è sempre presente in quanto proprietaria dell'impianto elettrico, mentre le figure di URL, di RI, e di PL possono essere distinte o possono coincidere in un'unica persona, se questa ha tutte le competenze necessarie.

In realtà la norma non presenta un organico aziendale rigido, ma consente qualsiasi combinazione o somma di compiti. Quello che prescrive riguarda, piuttosto, l'identificazione delle mansioni e delle relative responsabilità, per favorire la sicurezza e rendere agevole l'identificazione dei responsabili di comportamenti erronei durante l'esecuzione dei lavori.

3.7. Considerazioni sulla figura del preposto ai lavori

I lavori elettrici rientrano nell'ambito delle attività soggette al d.lgs. 81/2008. Sono lavori previsti dall'art. 82 che fissa i requisiti e le condizioni per il loro svolgimento. Il datore di lavoro effettua la valutazione del rischio elettrico al fine di adottare le misure tecniche e organizzative necessarie a eliminare o a ridurre al minimo i rischi presenti, a individuare i dispositivi di protezione collettivi e individuali necessari alla conduzione in sicurezza del lavoro e a predisporre le procedure di uso e di manutenzione atte a garantire nel tempo la permanenza del livello di sicurezza raggiunto.

La figura del "preposto ai lavori elettrici" non è mai menzionata nel Capo III del Titolo III del d.lgs. 81/2008, relativo al rischio elettrico. La figura del preposto ai

lavori, invece, è introdotta nell'art. 2, d.lgs. 81/2008 e le sue responsabilità non possono andare oltre quelle previste dall'art. 19, d.lgs. 81/2008, pertanto laddove nelle norme tecniche è introdotta la figura del preposto ai lavori, questa deve necessariamente conformarsi a quanto riportato nel d.lgs. 81/2008.

Il preposto non ha il compito di adottare (nel senso di concepire) misure di prevenzione, ma solamente di fare applicare le misure scelte e fatte predisporre da altri, intervenendo con le proprie direttive a impartire le cautele che devono essere osservate.

Allo stesso modo, al preposto non possono essere attribuite responsabilità legate in maniera più o meno diretta ad attività inerenti alla valutazione del rischio (elettrico), perché questa responsabilità è di competenza esclusiva del datore di lavoro e non è da questi delegabile in alcun modo (art. 17, d.lgs. 81/2008).

4. Dispositivi di protezione individuali per il rischio elettrico

4.1. Introduzione

Il d.lgs. 81/2008 all'art. 15 elenca le misure generali di tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori nei luoghi di lavoro. Tra le misure elencate vi è la priorità da dare alle misure di protezione collettiva rispetto alle misure di protezione individuale.

Nei lavori sotto tensione in bassa tensione rimane comunque, in alcuni casi, la necessità di far ricorso a dispositivi di protezione individuale (nel seguito indicati solo con l'acronimo DPI):

- i requisiti per la progettazione e la fabbricazione di tali dispositivi, in modo che possano essere messi a disposizione sul mercato al fine di garantire la protezione della salute e della sicurezza degli utilizzatori, sono contenuti nel Regolamento UE 2016/425 del 9 marzo 2016 che, essendo un regolamento, supera il recepimento nazionale della precedente direttiva (il d.lgs. 475/1992, poi modificato dal d.lgs. 10/1997) [3];
- i criteri per l'individuazione e l'uso, ad oggi, sono contenuti nel decreto del Ministro del lavoro e della previdenza sociale del 2 maggio 2001 e nel Capo II del Titolo III del d.lgs. 81/2008 (artt. 76, 77, 79 e allegato VIII);
- l'uso dei DPI durante l'attività lavorativa è trattato nel Capo II del Titolo III del d.lgs. 81/2008 (artt. da 74 a 79 e allegato VIII).

4.2. Definizione

Sulla base dell'art. 74 del d.lgs. 81/2008, un dispositivo di protezione individuale è "qualsiasi attrezzatura destinata ad essere indossata e tenuta dal lavoratore allo scopo di proteggerlo contro uno o più rischi suscettibili di minacciarne la sicurezza o la salute durante il lavoro, nonché ogni complemento o accessorio destinato a tale scopo" (tabella 4.1).

Tabella 4.1 - Articolo 74, d.lgs. 81/2008 - Definizione dei DPI ed esclusioni**Articolo 74 - Definizioni**

1. Si intende per *dispositivo di protezione individuale*, di seguito denominato “DPI”, qualsiasi attrezzatura destinata ad essere indossata e tenuta dal lavoratore allo scopo di proteggerlo contro uno o più rischi suscettibili di minacciarne la sicurezza o la salute durante il lavoro, nonché ogni complemento o accessorio destinato a tale scopo.
2. Non costituiscono DPI:
 - a) gli indumenti di lavoro ordinari e le uniformi non specificamente destinati a proteggere la sicurezza e la salute del lavoratore;
 - b) le attrezzature dei servizi di soccorso e di salvataggio;
 - c) le attrezzature di protezione individuale delle forze armate, delle forze di polizia e del personale del servizio per il mantenimento dell'ordine pubblico;
 - d) le attrezzature di protezione individuale proprie dei mezzi di trasporto;
 - e) i materiali sportivi quando utilizzati a fini specificamente sportivi e non per attività lavorative;
 - f) i materiali per l'autodifesa o per la dissuasione;
 - g) gli apparecchi portatili per individuare e segnalare rischi e fattori nocivi.

Per la definizione e le esclusioni si rimanda, oltre che al già citato art. 74 del d.lgs. 81/2008, anche all'art. 3 (per le definizioni) e all'art. 2 (per le esclusioni) del Regolamento UE 2016/425 del 9 marzo 2016 (tabella 4.2).

Sono da considerare dispositivi di protezione individuale, non soltanto l'insieme costituito da prodotti diversi, collegati ad opera del costruttore, e destinati a tutelare la persona da uno o più rischi simultanei, ma anche i componenti intercambiabili di un DPI (quando sono utilizzabili esclusivamente quali parti di quest'ultimo e indispensabili per il suo corretto funzionamento) e i sistemi di collegamento di un DPI ad un dispositivo esterno (anche se non destinati ad essere utilizzati per l'intero periodo di esposizione a rischio).

Indicazioni più dettagliate possono essere trovate negli articoli del Regolamento UE 2016/425 (tabella 4.2).

Tabella 4.2 - Articoli 2 e 3, Regolamento UE 2016/425 - Definizione dei DPI ed esclusioni**Articolo 2 - (Ambito di applicazione)**

1. Il presente regolamento si applica ai dispositivi di protezione individuale (DPI).
2. Il presente regolamento non si applica ai DPI:
 - a) progettati specificamente per essere usati dalle forze armate o nel mantenimento dell'ordine pubblico;
 - b) progettati per essere utilizzati per l'autodifesa, ad eccezione dei DPI destinati ad attività sportive;
 - c) progettati per l'uso privato per proteggersi da:
 - i) condizioni atmosferiche non estreme;
 - ii) umidità e acqua durante la rigovernatura;
 - d) da utilizzare esclusivamente su navi marittime o aeromobili oggetto dei pertinenti trattati internazionali applicabili negli Stati membri;
 - e) per la protezione della testa, del viso o degli occhi degli utilizzatori, oggetto del regolamento n. 22 della Commissione economica per l'Europa delle Nazioni Unite concernente prescrizioni uniformi relative all'omologazione dei caschi e delle relative visiere per conducenti e passeggeri di motocicli e ciclomotori.

Art. 3 - (Definizioni)

Ai fini del presente regolamento si applicano le definizioni seguenti:

- 1) «dispositivi di protezione individuale» (DPI):
 - a) dispositivi progettati e fabbricati per essere indossati o tenuti da una persona per proteggersi da uno o più rischi per la sua salute o sicurezza;
 - b) componenti intercambiabili dei dispositivi di cui alla lettera a), essenziali per la loro funzione protettiva;
 - c) sistemi di collegamento per i dispositivi di cui alla lettera a) che non sono tenuti o indossati da una persona, che sono progettati per collegare tali dispositivi a un dispositivo esterno o a un punto di ancoraggio sicuro, che non sono progettati per essere collegati in modo fisso e che non richiedono fissaggio prima dell'uso;

[...]

4.3. Obbligo di uso dei DPI

L'art. 75 del d.lgs. 81/2008 chiarisce quando sia obbligatorio l'uso dei dispositivi di protezione individuale (tabella 4.3).

I DPI devono essere impiegati quando i rischi non possono essere gestiti in altro modo e quindi non possono essere evitati o sufficientemente ridotti (da misure di protezione in grado di agire riducendo la probabilità dell'evento nocivo causato dal pericolo o l'entità del danno associato) per mezzo di misure di protezione collettiva, o con procedimenti di riorganizzazione dell'attività lavorativa.

Tabella 4.3 - Articolo 75, d.lgs. 81/2008 - Obbligo di uso**Articolo 75 - Obbligo di uso**

1. I DPI devono essere impiegati quando i rischi non possono essere evitati o sufficientemente ridotti da misure tecniche di prevenzione, da mezzi di protezione collettiva, da misure, metodi o procedimenti di riorganizzazione del lavoro.

4.4. Requisiti di sicurezza dei DPI e marcatura CE

I DPI devono soddisfare opportuni requisiti di sicurezza per poter essere commercializzati (tabella 4.4).

L'insieme degli artt. 4, 5, 15 e 16 del Regolamento UE 2016/425 stabilisce che la presenza della marcatura CE è garanzia del rispetto dei requisiti essenziali di sicurezza. Di conseguenza, i DPI che non la recano non possono essere immessi sul mercato o in servizio. L'elenco dei requisiti essenziali di sicurezza è contenuto nell'Allegato II del Regolamento UE 2016/425.

La marcatura CE deve essere apposta su ogni DPI in modo visibile, leggibile e indelebile per tutto il prevedibile periodo di durata del DPI. Tuttavia, se ciò risulta impossibile date le caratteristiche del prodotto, la marcatura CE può essere apposta sull'imballaggio o sui documenti di accompagnamento. Sul DPI o sul suo imballaggio possono essere apposti anche altri marchi, purché non limitanti la visibilità o la leggibilità della marcatura CE.

Per l'apposizione della marcatura CE il fabbricante deve poter esibire, su richiesta delle autorità competenti, la dichiarazione di conformità UE (che attesta esplicitamente la conformità ai requisiti essenziali di sicurezza), inoltre, nel caso di DPI di categoria II o III, anche il certificato di esame UE del tipo (rilasciato da un organismo notificato). Per i DPI di categoria III, il numero di identificazione dell'organismo notificato che è intervenuto segue la marcatura CE.

Qualora i DPI siano disciplinati da altre norme relative ad aspetti diversi e che prevedano l'apposizione della marcatura CE, quest'ultima indica che il DPI si presume conforme anche a tali norme. Per tale motivo si consiglia di cercare nei documenti, nelle avvertenze o nei fogli d'istruzione che devono accompagnare i DPI, i riferimenti alle norme comunitarie applicate.

Tabella 4.4 - Articoli 4, 5, 15 e 16, Regolamento UE 2016/425 - Rispetto dei requisiti essenziali di sicurezza

Articolo 4 Messa a disposizione sul mercato

I DPI sono messi a disposizione sul mercato solo se, laddove debitamente mantenuti in efficienza e usati ai fini cui sono destinati, soddisfano il presente regolamento e non mettono a rischio la salute o la sicurezza delle persone, gli animali domestici o i beni.

Articolo 5 Requisiti essenziali di salute e di sicurezza

I DPI devono soddisfare i requisiti essenziali di salute e di sicurezza, di cui all'allegato II, ad essi applicabili.

Articolo 15 Dichiarazione di conformità UE

1. La dichiarazione di conformità UE attesta il rispetto dei requisiti essenziali di salute e di sicurezza applicabili di cui all'allegato II.
- [...]
4. Con la dichiarazione di conformità UE, il fabbricante si assume la responsabilità della conformità del DPI ai requisiti stabiliti dal presente regolamento.

Articolo 16 Principi generali della marcatura CE

La marcatura CE è soggetta ai principi generali di cui all'articolo 30 del regolamento (CE) n. 765/2008.

Tabella 4.5 - Articolo 76, d.lgs. 81/2008 - Requisiti dei DPI per l'uso nell'attività lavorativa

Articolo 76 - Requisiti dei DPI

1. I DPI devono essere conformi alle norme di cui al decreto legislativo 4 dicembre 1992 n. 475, e sue successive modificazioni⁽¹⁾.
2. I DPI di cui al comma 1 devono inoltre:
 - a) essere adeguati ai rischi da prevenire, senza comportare di per sé un rischio maggiore;
 - b) essere adeguati alle condizioni esistenti sul luogo di lavoro;
 - c) tenere conto delle esigenze ergonomiche o di salute del lavoratore;
 - d) poter essere adattati all'utilizzatore secondo le sue necessità.
3. In caso di rischi multipli che richiedono l'uso simultaneo di più DPI, questi devono essere tra loro compatibili e tali da mantenere, anche nell'uso simultaneo, la propria efficacia nei confronti del rischio e dei rischi corrispondenti.

⁽¹⁾ Il Regolamento UE 2016/425 del 9 marzo 2016 supera e sostituisce il d. lgs. 475/1992 e le sue modifiche.

Nell'attività lavorativa il DPI deve essere adeguato a proteggere il lavoratore dai rischi per cui è stato scelto, senza aggiungerne di ulteriori, inoltre deve avere caratteristiche ergonomiche ed essere adattabile al corpo del lavoratore (in pratica, se il DPI non resta nella posizione in cui è previsto sia utilizzato, allora non è efficace). Infine il DPI deve essere adeguato alle condizioni esistenti sul luogo di lavoro (art. 76, d.lgs. 81/2008, riportato nella tabella 4.5).

4.5. Classificazione in categorie

I DPI sono divisi in tre categorie, in funzione del tipo di rischio (tabella 4.6):

- **categoria I:** dispositivi di progettazione semplice, destinati a salvaguardare gli utilizzatori da danni lievi (per tali dispositivi è sufficiente la dichiarazione di conformità CE, cioè l'autocertificazione del fabbricante);
- **categoria II:** dispositivi non rientranti nelle altre due categorie che però riguardano rischi di una certa entità (il DPI deve essere valutato da un organismo notificato per ottenere il certificato di esame UE del tipo, seguito dalla conformità al tipo basata sul controllo interno della produzione);
- **categoria III:** dispositivi di progettazione complessa, destinati a proteggere da rischi di morte o di lesioni gravi (il DPI deve essere valutato da un organismo notificato per ottenere il certificato di esame UE del tipo, inoltre, a scelta del costruttore, è verificata la conformità al tipo basata sul controllo interno della produzione e sul controllo a campione del prodotto finito o è verificata la conformità al tipo basata sulla garanzia di qualità del processo di produzione).

Tabella 4.6 - Allegato I, Regolamento UE 2016/425 - Categorie di rischio dei DPI**Allegato I - (Categorie di rischio dei DPI)**

Il presente allegato definisce le categorie di rischio da cui i DPI sono destinati a proteggere gli utilizzatori.

Categoria I

La categoria I comprende esclusivamente i seguenti rischi minimi:

- a) lesioni meccaniche superficiali;
- b) contatto con prodotti per la pulizia poco aggressivi o contatto prolungato con l'acqua;
- c) contatto con superfici calde che non superino i 50 °C;
- d) lesioni oculari dovute all'esposizione alla luce del sole (diverse dalle lesioni dovute all'osservazione del sole);
- e) condizioni atmosferiche di natura non estrema.

Categoria II

La categoria II comprende i rischi diversi da quelli elencati nelle categorie I e III.

Categoria III

La categoria III comprende esclusivamente i rischi che possono causare conseguenze molto gravi quali morte o danni alla salute irreversibili con riguardo a quanto segue:

- a) sostanze e miscele pericolose per la salute;
- b) atmosfere con carenza di ossigeno;
- c) agenti biologici nocivi;
- d) radiazioni ionizzanti;
- e) ambienti ad alta temperatura aventi effetti comparabili a quelli di una temperatura dell'aria di almeno 100 °C;
- f) ambienti a bassa temperatura aventi effetti comparabili a quelli di una temperatura dell'aria di - 50 °C o inferiore;
- g) cadute dall'alto;
- h) scosse elettriche e lavoro sotto tensione;
- i) annegamento;
- j) tagli da seghe a catena portatili;
- k) getti ad alta pressione;
- l) ferite da proiettile o da coltello;
- m) rumore nocivo.

I DPI destinati a salvaguardare dai rischi connessi ad attività che espongano a tensioni elettriche pericolose o utilizzati come isolanti per alte tensioni elettriche sono di III categoria.

4.6. Contenuti delle istruzioni e informazioni del fabbricante

Il DPI dev'essere dotato di istruzioni del fabbricante (punto 1.4, Allegato II, Regolamento UE 2016/425), che deve comprendere, tra l'altro (tabella 4.7):

- le istruzioni di deposito, impiego, pulizia, manutenzione, revisione e disinfezione;
- le prestazioni ottenute agli esami tecnici per stabilire la classe di protezione;
- le classi di protezione adeguate ai diversi livelli di rischio e i corrispondenti limiti di utilizzo;
- la data o il termine di scadenza.

Tabella 4.7 - Allegato II, punto 1.4, Regolamento UE 2016/425 - Istruzioni e informazioni del fabbricante

Allegato II REQUISITI ESSENZIALI DI SALUTE E DI SICUREZZA

1. Requisiti di carattere generale applicabili a tutti i DPI

1.4. Istruzioni e informazioni del fabbricante

Le istruzioni fornite obbligatoriamente dal fabbricante con i DPI devono recare, oltre al nome e all'indirizzo del fabbricante, ogni informazione utile concernente:

- a) le istruzioni di magazzinaggio, di impiego, di pulizia, di manutenzione, di revisione e di disinfezione. I prodotti per la pulizia, la manutenzione o la disinfezione consigliati dai fabbricanti non devono avere nell'ambito delle loro modalità di impiego alcun effetto nocivo per i DPI o per l'utilizzatore;
- b) le prestazioni registrate durante le pertinenti prove tecniche effettuate per verificare i livelli o le classi di protezione dei DPI;
- c) se del caso, gli accessori che possono essere utilizzati con i DPI e le caratteristiche dei pezzi di ricambio appropriati;
- d) se del caso, le classi di protezione adeguate a diversi livelli di rischio e i corrispondenti limiti di utilizzo;
- e) laddove applicabile, il mese e l'anno o il termine di scadenza dei DPI o di alcuni dei loro componenti;
- f) se del caso, il tipo di imballaggio appropriato per il trasporto;
- h) il significato delle eventuali marcature (cfr. il punto 2.12);
- i) il rischio da cui il DPI è destinato a proteggere;
- j) il riferimento al presente regolamento e, se del caso, i riferimenti ad altre normative di armonizzazione dell'Unione;
- k) il nome, l'indirizzo e il numero di identificazione dell'organismo notificato o degli organismi notificati coinvolti nella valutazione della conformità dei DPI;
- l) i riferimenti alla o alle pertinenti norme armonizzate utilizzate, compresa la data della o delle norme, o i riferimenti ad altre specifiche tecniche utilizzate;
- m) l'indirizzo internet dove è possibile accedere alla dichiarazione di conformità UE.

Le informazioni di cui alle lettere i), j), k) e l) non devono essere contenute nelle istruzioni fornite dal fabbricante, se la dichiarazione di conformità UE accompagna il DPI.

4.7. Requisiti di sicurezza supplementari contro lo shock elettrico

Oltre ai requisiti di carattere generale e ad alcuni requisiti supplementari comuni, secondo quanto riportato nel punto 3.8 dell'Allegato II del Regolamento UE 2016/425, i DPI (di categoria III) per la protezione contro gli shock elettrici devono soddisfare requisiti supplementari specifici (tabella 4.8), ad esempio:

- avere grado di isolamento adeguato;
- riportare indicazione della classe di protezione e/o della tensione d'impiego;
- riportare indicazione del numero di serie e della data di fabbricazione.

Nelle istruzioni, il fabbricante deve indicare l'uso esclusivo di tali tipi di DPI, nonché la natura e la frequenza delle prove dielettriche alle quali devono essere assoggettati durante la loro vita.

Tabella 4.8 - Allegato II, punto 3.8, Regolamento UE 2016/425 - Protezione dalle scosse elettriche

Allegato II

REQUISITI ESSENZIALI DI SALUTE E DI SICUREZZA

3. Requisiti supplementari specifici per rischi particolari

3.8. Protezione dalle scosse elettriche

3.8.1. Dispositivi isolanti

I DPI destinati a proteggere tutto il corpo o parte di esso dagli effetti della corrente elettrica devono possedere un grado di isolamento adeguato ai valori di tensione ai quali l'utilizzatore è esposto nelle condizioni prevedibili d'impiego più sfavorevoli.

A tal fine, i materiali costitutivi e gli altri componenti di questi tipi di DPI devono essere scelti o concepiti e combinati in modo che la corrente di fuga, misurata attraverso l'involucro protettivo in condizioni di prova effettuate a tensioni corrispondenti a quelle che possono incontrarsi in loco, sia quanto più bassa possibile e in ogni caso inferiore a un valore convenzionale massimo ammissibile, corrispondente alla soglia di tolleranza.

I tipi di DPI destinati esclusivamente ad attività o interventi su impianti elettrici sotto tensione o che possono essere sotto tensione devono recare l'indicazione, ripetuta anche sulla confezione, della classe di protezione o della tensione di impiego, del numero di serie e della data di fabbricazione. All'esterno dell'involucro protettivo dei DPI si deve inoltre prevedere uno spazio sul quale si possano segnare successivamente la data di messa in servizio e le date delle prove o dei controlli da effettuare periodicamente.

Il fabbricante deve indicare nelle istruzioni, in particolare, l'uso esclusivo al quale tali tipi di DPI sono destinati nonché la natura e la frequenza delle prove dielettriche alle quali devono essere sottoposti durante la loro vita utile.

3.8.2. Dispositivi conduttori

I DPI conduttori destinati agli operatori che lavorano sotto tensione ad alte tensioni devono essere progettati e fabbricati in modo tale da garantire che non vi sia alcuna differenza di potenziale tra l'utilizzatore e gli impianti sui quali interviene.

Il fabbricante deve prevedere all'esterno dell'involucro di protezione uno spazio sul quale si possa indicare la data di messa in servizio e quelle delle prove o dei controlli periodici. Le informazioni relative alle prove dielettriche e alle altre prove eventualmente previste devono essere riscontrabili in appositi documenti (schede) che fanno parte della documentazione del sistema di gestione della sicurezza aziendale.

4.8. Scelta dei DPI

Il datore di lavoro sceglie i DPI (art. 77 e 79 del d.lgs. 81/2008) sulla base dell'analisi e della valutazione dei rischi che non possono essere evitati con altri mezzi (tabella 4.9). Il datore di lavoro individua le caratteristiche dei DPI necessarie affinché questi siano adeguati ai rischi, tenendo conto delle eventuali ulteriori fonti di rischio rappresentate dai DPI stessi.

Tabella 4.9 - Articolo 77, d.lgs. 81/2008 - Obblighi del datore di lavoro

Articolo 77 - Obblighi del datore di lavoro

1. Il datore di lavoro ai fini della scelta dei DPI:
 - a) effettua l'analisi e la valutazione dei rischi che non possono essere evitati con altri mezzi;
 - b) individua le caratteristiche dei DPI necessarie affinché questi siano adeguati ai rischi di cui alla lettera a), tenendo conto delle eventuali ulteriori fonti di rischio rappresentate dagli stessi DPI;
 - c) valuta, sulla base delle informazioni e delle norme d'uso fornite dal fabbricante a corredo dei DPI, le caratteristiche dei DPI disponibili sul mercato e le raffronta con quelle individuate alla lettera b);
 - d) aggiorna la scelta ogni qualvolta intervenga una variazione significativa negli elementi di valutazione.
2. Il datore di lavoro, anche sulla base delle norme d'uso fornite dal fabbricante, individua le condizioni in cui un DPI deve essere usato, specie per quanto riguarda la durata dell'uso, in funzione di:
 - a) entità del rischio;
 - b) frequenza dell'esposizione al rischio;
 - c) caratteristiche del posto di lavoro di ciascun lavoratore;
 - d) prestazioni del DPI.
3. Il datore di lavoro, sulla base delle indicazioni del decreto di cui all'articolo 79, comma 2, fornisce ai lavoratori DPI conformi ai requisiti previsti dall'articolo 76.
4. Il datore di lavoro:
 - a) mantiene in efficienza i DPI e ne assicura le condizioni d'igiene, mediante la manutenzione, le riparazioni e le sostituzioni necessarie e secondo le eventuali indicazioni fornite dal fabbricante;

- b) provvede a che i DPI siano utilizzati soltanto per gli usi previsti, salvo casi specifici ed eccezionali, conformemente alle informazioni del fabbricante;
 - c) fornisce istruzioni comprensibili per i lavoratori;
 - d) destina ogni DPI ad un uso personale e, qualora le circostanze richiedano l'uso di uno stesso DPI da parte di più persone, prende misure adeguate affinché tale uso non ponga alcun problema sanitario e igienico ai vari utilizzatori;
 - e) informa preliminarmente il lavoratore dei rischi dai quali il DPI lo protegge;
 - f) rende disponibile nell'azienda ovvero unità produttiva informazioni adeguate su ogni DPI;
 - g) stabilisce le procedure aziendali da seguire, al termine dell'utilizzo, per la riconsegna e il deposito dei DPI;
 - h) assicura una formazione adeguata e organizza, se necessario, uno specifico addestramento circa l'uso corretto e l'utilizzo pratico dei DPI.
5. In ogni caso l'addestramento è indispensabile:
- a) per ogni DPI che, ai sensi del decreto legislativo 4 dicembre 1992, n. 475⁽¹⁾, appartenga alla terza categoria;
 - b) per i dispositivi di protezione dell'udito.

⁽¹⁾ Il Regolamento UE 2016/425 del 9 marzo 2016 supera e sostituisce il d. lgs. 475/1992 e le sue modifiche.

Il datore di lavoro informa preliminarmente i lavoratori dei rischi dai quali si dovranno proteggere utilizzando i DPI. Inoltre, rende disponibile nell'azienda (ovvero unità produttiva) informazioni adeguate su ogni DPI, assicura una formazione adeguata e organizza, se necessario, uno specifico addestramento circa l'uso corretto e l'utilizzo pratico dei DPI. In ogni caso l'addestramento è indispensabile per i DPI di categoria III.

I lavoratori si sottopongono al programma di formazione e addestramento organizzato dal datore di lavoro. Di conseguenza utilizzano i DPI messi a loro disposizione conformemente all'informazione, alla formazione e all'eventuale addestramento ricevuti.

I lavoratori provvedono alla cura dei DPI messi a loro disposizione, non vi apportano modifiche di propria iniziativa e segnalano immediatamente al datore di lavoro o al dirigente o al preposto qualsiasi difetto o inconveniente da essi rilevato nei DPI messi a loro disposizione (art. 78 del d.lgs. 81/2008, riportato nella tabella 4.10).

Tabella 4.10 - Articolo 78, d.lgs. 81/2008 - Obblighi dei lavoratori**Articolo 78 - Obblighi dei lavoratori**

1. In ottemperanza a quanto previsto dall'articolo 20, comma 2, lettera h), i lavoratori si sottopongono al programma di formazione e addestramento organizzato dal datore di lavoro nei casi ritenuti necessari ai sensi dell'articolo 77 commi 4, lettera h), e 5.
2. In ottemperanza a quanto previsto dall'articolo 20, comma 2, lettera d), i lavoratori utilizzano i DPI messi a loro disposizione conformemente all'informazione e alla formazione ricevute e all'addestramento eventualmente organizzato ed espletato.
3. I lavoratori:
 - a) provvedono alla cura dei DPI messi a loro disposizione;
 - b) non vi apportano modifiche di propria iniziativa.
4. Al termine dell'utilizzo i lavoratori seguono le procedure aziendali in materia di riconsegna dei DPI.
5. I lavoratori segnalano immediatamente al datore di lavoro o al dirigente o al preposto qualsiasi difetto o inconveniente da essi rilevato nei DPI messi a loro disposizione.

L'Allegato VIII del d.lgs. 81/2008 contiene criteri che possono essere utilizzati per la scelta dei DPI in molte situazioni di lavoro. Altri elementi sono contenuti nel decreto del Ministro del lavoro e della previdenza sociale del 2 maggio 2001. Prossimi decreti potrebbero aggiungere ulteriori criteri di scelta tra quelli contenuti nelle fonti legislative (tabella 4.11).

Tabella 4.11 - Articolo 79, d.lgs. 81/2008 - Criteri per l'individuazione**Articolo 79 - Criteri per l'individuazione e l'uso**

1. Il contenuto dell'Allegato VIII, costituisce elemento di riferimento per l'applicazione di quanto previsto all'articolo 77, commi 1 e 4.
2. Con decreto del Ministro del lavoro, della salute e delle politiche sociali, di concerto con il Ministro dello sviluppo economico, sentita la Commissione consultiva permanente di cui all'articolo 6, tenendo conto della natura, dell'attività e dei fattori specifici di rischio sono indicati:
 - a) i criteri per l'individuazione e l'uso dei DPI;
 - b) le circostanze e le situazioni in cui, ferme restando le priorità delle misure di protezione collettiva, si rende necessario l'impiego dei DPI.
- 2-bis. Fino all'adozione del decreto di cui al comma 2 restano ferme le disposizioni di cui al decreto del Ministro del lavoro e della previdenza sociale in data 2 maggio 2001, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 126 del 1 giugno 2001.

4.9. Dispositivi di protezione individuale per i lavori elettrici sotto tensione

I DPI e le attrezzature progettate per garantire la sicurezza nei lavori elettrici sotto tensione sono sottoposti a prove specifiche per verificare che il grado di isolamento sia adeguato.

Il simbolo del doppio triangolo (figura 4.1) sta ad indicare l'idoneità di tali DPI ai lavori sotto tensione.



Figura 4.1: Simbolo del doppio triangolo per indicare l'idoneità del DPI come misura contro lo shock elettrico

La scelta del DPI e delle attrezzature è influenzata dalla metodologia di lavoro adottato (la descrizione delle diverse metodologie di lavoro è contenuta al capitolo 2 del presente lavoro):

- **lavoro sotto tensione a distanza;**
- **lavoro sotto tensione a contatto** (usato in media tensione fino a circa 30 kV);
- **lavoro sotto tensione a potenziale.**

I lavoratori che operano a potenziale devono indossare calzature a suola conduttrice e, eventualmente, abiti conduttori completi. In questo caso non si devono indossare guanti, bracciali, calzature o soprascarpe isolanti e non si devono impiegare attrezzi isolati.

Ogni lavoratore, prima di toccare una parte in tensione, deve stabilire l'equipotenzialità tra tale parte e il proprio corpo con un apposito dispositivo di collegamento. Nel caso dei lavori sotto tensione i DPI sono scelti soprattutto per proteggere dal rischio dovuto agli effetti dello shock elettrico e dal rischio dovuto agli effetti dell'arco elettrico.

Lo **shock elettrico** causato dal passaggio di una corrente elettrica attraverso il corpo può dar luogo ad effetti diversi che vanno dalla contrazione muscolare, alla difficoltà di respirazione, fino all'arresto cardiaco. Le ustioni sono le lesioni più evidenti e comuni.

La contrazione muscolare involontaria può provocare movimenti bruschi e pericolosi, cadute e altri incidenti.

La gravità di una scossa elettrica dipende da:

- l'intensità e il tipo di corrente della corrente (alternata o diretta) che attraversa il corpo;
- il tempo di esposizione durante il quale il corpo è attraversato dalla corrente.

L'intensità della corrente che può attraversare il corpo è data dal rapporto tra la tensione cui il corpo è sottoposto e la resistenza del corpo stesso (che varia in relazione alle condizioni della superficie di contatto, che a loro volta dipendono da umidità, secchezza e spessore della pelle, e da peso, salute e sesso del soggetto interessato).

I dispositivi di protezione isolanti contro lo shock elettrico sono caratterizzati dal valore del voltaggio massimo dai cui effetti sono in grado di offrire protezione.

Lo sviluppo di un **arco elettrico**, invece, può rappresentare un pericolo a causa:

- dell'elevato calore generato,
- dell'esplosione dell'aria rapidamente riscaldata,
- della vaporizzazione di metalli e dell'intensa emissione di raggi ultravioletti.

I danni prodotti all'organismo sono di tipo termico (ustioni) e meccanico (fratture, danni agli organi interni).

I materiali specificamente testati all'arco (con proprietà ignifughe o resistenti alla fiamma) possono offrire una protezione adeguata.

4.10. Panoramica non esaustiva di DPI, abbigliamento e attrezzature per i lavori elettrici

Nella tabella 4.13 sono riportati una lista di DPI e attrezzature isolanti e una lista di DPI, abbigliamento e attrezzature per la protezione contro l'arco elettrico.

Tabella 4.13 - Alcuni DPI, attrezzature e abbigliamento da usare nei lavori sotto tensione

DPI e attrezzature isolanti	DPI, abbigliamento e attrezzature per la protezione contro l'arco elettrico
Guanti/manicotti	Guanti/manicotti
Elmetti/visiere	Elmetti/visiere
Calzature	Abbigliamento ignifugo
Tappeti	Coperte
Attrezzi isolanti	
Tubi, coperte	

Nella tabella 4.14 sono riportate una serie di norme per DPI e abbigliamento da usare nei lavori sotto tensione (alcune norme riguardano specificamente i lavori in bassa tensione).

Tabella 4.14 - Alcune norme per DPI e abbigliamento da usare nei lavori sotto tensione

- [d1] CEI EN 60743 (CEI 11-24), Terminologia per gli attrezzi e gli equipaggiamenti usati per lavori sotto tensione.
- [d2] CEI EN 60895 (CEI 11-23), Abiti conduttori per lavori sotto tensione fino a 800 kV di tensione nominale in corrente alternata.
- [d3] CEI EN 60984 (CEI 11-30), Manicotti di materiale isolante per lavori sotto tensione.
- [d4] CEI EN 60903 (CEI 11-31), Lavori sotto tensione. Guanti di materiale isolante.
- [d5] CEI EN 61236 (CEI 11-41), Selle, manicotti ed accessori per lavori sotto tensione.
- [d6] CEI EN 50237 (CEI 11-44), Guanti e muffole con protezione meccanica per scopi elettrici.
- [d7] CEI EN 50321 (CEI 11-59) Calzature elettricamente isolanti per lavori su impianti di bassa tensione.
- [d8] CEI EN 50365 (CEI 11-73) Elmetti isolanti da utilizzare su impianti di Categoria 0 e 1.
- [d9] IEC 61482-2:2009, Live working - Protective clothing against the thermal hazards of an electric arc - Part 2: Requirements.
- [d10] IEC 61482-1-1, Live working – Protective clothing against the thermal hazards of an electric arc – Part 1-1: Test methods – Method 1 – Determination of the arc rating (ATPV or EBT50) of flame resistant materials for clothing.
- [d11] IEC 61482-1-2:2007, Live working – Protective clothing against the thermal hazards of an electric arc – Part 1-2: Test methods – Method 2 – Determination of arc protection class of material and clothing by using a constrained and directed arc (box test).
- [d12] ASTM F1959 / F1959M – 14, Standard Test Method for Determining the Arc Rating of Materials for Clothing ^(*)
- [d13] EN 166, Protezione personale degli occhi.
- [d14] GS-ET 29, Supplementary requirements for the testing and certification of face shields for electrical works ^(**)

^(*) Norma statunitense non armonizzata della American Society for Testing Materials

^(**) Norma tedesca non armonizzata

Guanti isolanti

I guanti isolanti, proteggendo dal contatto con parti attive non protette, sono i DPI più importanti per alcuni lavori elettrici. Infatti, possono essere utilizzati come protezione diretta (lavori a contatto) o come protezione secondaria (in abbinamento ad attrezzi isolanti).

La EN 60903 considera principalmente due tipi di guanti:

- guanti isolanti da utilizzare con sopra guanto per protezione meccanica;
- guanti isolanti "composite" con protezione meccanica inclusa (prove specifiche per l'abrasione, il taglio, la perforazione e lo strappo).

Test indipendenti dimostrano che i guanti composite presentano resistenza anche all'arco elettrico.

I guanti isolanti sono classificati nel seguente modo:

- 6 classi di protezione (00, 0, 1, 2, 3 e 4) a seconda della tensione di utilizzo raccomandata:
- da 500 V a.c. a 36.000 V a.c.;
- 4 proprietà speciali: A (acido), H (olio), Z (ozono), R (A + H + Z), C (temperatura molto bassa).

Non si tratta di guanti con resistenza chimica, tuttavia tali guanti devono garantire la protezione elettrica anche dopo essere stati a contatto con determinate sostanze chimiche (che possono essere fuoriuscite da trasformatori o batterie o essersi prodotte a seguito di scariche in aria) o esposti ad agenti esterni.

Rispettare le istruzioni per l'uso e la manutenzione è fondamentale per mantenere adeguati livelli di sicurezza.

Ad esempio, i guanti isolanti sono realizzati con lattice naturale, materiale deperibile se esposto a luce, calore e aria, pertanto per un corretto utilizzo è consigliabile:

- prima di ogni utilizzo: controllare i guanti visivamente e gonfiare con aria per verificare eventuali perdite;
- dopo l'uso: pulire e asciugare i guanti accuratamente;
- conservare i guanti lontano da fonti di calore, ozono e luce diretta;
- collaudare o sostituire i guanti ogni 6/12 mesi;
- se uno dei due guanti appartenenti ad un paio è ritenuto non sicuro, il paio non dovrebbe essere utilizzato.

Maniche isolanti

Le maniche isolanti sono utilizzate per prevenire contatti tra la parte superiore del braccio e parti attive non protette.

Poiché sono di solito utilizzate in abbinamento con i guanti isolanti sono classificate con gli stessi livelli di protezione.

La norma di riferimento è la EN 60984.

Protezione della testa e del viso

• Elmetti

Gli elmetti sono utilizzati per prevenire il rischio di lesioni dovute alla caduta di oggetti o per proteggere da colpi alla testa; gli elmetti di sicurezza devono soddisfare la norma EN 397.

In bassa tensione, per le operazioni elettriche fino a 1000 V a.c., gli elmetti di sicurezza idonei devono soddisfare i requisiti previsti dalla norma EN 50365. Tali elmetti, quando utilizzati insieme ad altri equipaggiamenti di protezione isolanti, impediscono che correnti pericolose possano attraversare il corpo delle persone entrando dalla testa.

• Visiere

Indossare visiere od occhiali serve a proteggere il viso o gli occhi da aggressioni meccaniche (ad es. proiezioni di schegge), chimiche (ad es. spruzzi o polveri) o radiazioni (UV).

Per quanto riguarda i lavori elettrici, solo le visiere sono in grado di offrire una protezione adeguata ed efficace dall'arco elettrico (norma EN 166, simbolo "8"). Una norma tedesca non armonizzata (GS-ET 29 Supplementary requirements for the testing and certification of face shields for electrical works) tratta in maniera più specifica il rischio di arco elettrico, mentre è allo studio una norma internazionale al riguardo.

Calzature isolanti

Gli stivali (tronchetti) o le scarpe isolanti proteggono l'utilizzatore impedendo il passaggio di corrente pericolosa attraverso i piedi. Esistono anche sopra-calzature (da indossare sopra le calzature da lavoro).

In bassa tensione (fino a 1000 V a.c.) le calzature isolanti devono soddisfare la norma EN 50321 che prevede:

- 2 classi di protezione: classe 00 (500V a.c.) e classe 0 (1000V a.c.);
- prove dielettriche sulla calzatura completa (non solo la suola).

Abbigliamento protettivo contro l'arco elettrico

Per quanto riguarda la protezione contro l'arco elettrico occorre considerare diversi fattori:

- il valore della corrente massima di guasto
- la tensione nominale fase / terra
- la distanza dalla sorgente dell'arco
- il numero dei cicli della corrente alternata e il tipo di circuito
- il luogo in cui si verifica l'arco (spazio confinato)

Un'accurata analisi del rischio è fondamentale per scegliere una protezione adeguata.

La IEC 61482-2 (Lavori sotto tensione. Indumenti di protezione contro gli effetti termici dell'arco elettrico – Parte 2: Requisiti) è applicabile agli abiti protettivi usati in lavori ove vi sia pericolo dovuto all'arco elettrico. La norma specifica i requisiti e i metodi di prova applicabili ai materiali e agli indumenti usati per realizzare abiti protettivi per proteggere i lavoratori dagli effetti termici dell'arco, sulla base:

- delle principali proprietà generali dei tessuti, provati con metodi di prova per tessuti selezionati,
- delle proprietà di resistenza termica all'arco, come:
 - a) la certificazione all'arco dei materiali (con metodo ATPV o EBT50), quando provati con un arco elettrico aperto, in condizioni di prova determinate dalla IEC 61482-1-1, o
 - b) la classe di protezione dall'arco di materiali e indumenti (Classe 1 o 2), quando provati con un arco forzato e diretto (box test), in condizioni di prova determinate dalla IEC 61482-1-2.

I requisiti elencati nella norma non servono per la protezione dal pericolo di shock elettrico, però la norma può essere utilizzata in combinazione con altre norme che coprono tale pericolo.

La IEC 61482-1-1 riguarda il metodo di prova per la determinazione del valore ATPV (Arc Thermal Performance Value – metodo di prova statunitense).

La IEC 61482-1-2 riguarda il metodo di prova per la determinazione delle classi di protezione dall'arco elettrico di materiali e indumenti usando il metodo dell'arco forzato e diretto (box test 4 kA o 7 kA – metodo di prova europeo)

Attrezzature

Per quanto riguarda le attrezzature, si applicano le disposizioni contenute nel d.lgs. 81/2008, in particolare gli artt. 70 (per quanto applicabile) e 81.

Nei lavori sotto tensione hanno un ruolo non secondario le attrezzature “isolanti” rispondenti alle specifiche norme tecniche di riferimento.

Questo tipo di attrezzature sono distinte da quelle “non conduttrici”, anche per il fatto che le loro caratteristiche isolanti devono essere verificate periodicamente.

Per le attrezzature esiste un vasto parco normativo (per un elenco non esaustivo si veda la tabella 4.15).

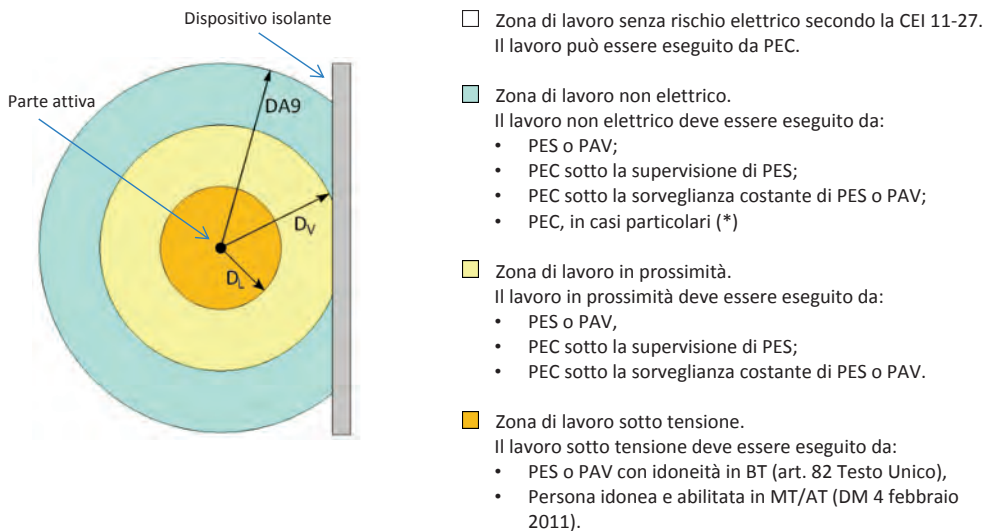
Tabella 4.15 - Alcune norme per attrezzature da usare nei lavori sotto tensione

- [a1] CEI EN 60743 (CEI 11-24), Terminologia per gli attrezzi e gli equipaggiamenti usati per lavori sotto tensione.
- [a2] CEI EN 60855 (CEI 11-21), Tubi isolanti con anima di schiuma e tondi isolanti massicci per il lavoro sotto tensione.
- [a3] CEI EN 60832 (CEI 11-22), Aste isolanti ed attrezzi adattabili per lavori sotto tensione.
- [a4] CEI EN 61057 (CEI 11-33), Elevatori a braccio isolante utilizzati per lavori sotto tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- [a5] CEI EN 61219 (CEI 11-34), Lavori sotto tensione. Apparecchio di messa a terra o di messa a terra ed in cortocircuito, utilizzando delle lance come dispositivo di messa in cortocircuito. Messa a terra con lance
- [a6] CEI EN 61235 (CEI 11-38), Lavori sotto tensione. Tubi isolanti vuoti per lavori elettrici.
- [a7] CEI EN 61230 (CEI 11-40), Lavori sotto tensione. Dispositivi portatili di messa a terra o di messa a terra e in cortocircuito.
- [a8] CEI EN 61229 (CEI 11-42), Protettori rigidi per lavori sotto tensione su installazioni in corrente alternata.
- [a9] CEI EN 61243-1 (CEI 11-45), Lavori sotto tensione. Rivelatori di tensione Parte 1: Rivelatori di tipo capacitivo utilizzati per tensioni alternate superiori a 1 kV.
- [a10] CEI EN 61243-2 (CEI 11-50), Lavori sotto tensione. Rivelatori di tensione Parte 2: Rivelatori di tipo resistivo utilizzati per tensioni da 1kV a 36 kV in corrente alternata.
- [a11] CEI EN 61478 (CEI 11-72), Lavori sotto tensione. Scale in materiale isolante
- [a12] CEI EN 62193 (CEI 78-1), Lavori sotto tensione. Aste telescopiche e aste telescopiche per misure
- [a13] CEI EN 62237 (CEI 78-5), Lavori sotto tensione. Tubi isolanti flessibili con terminali adattabili ad attrezzature e dispositivi idraulici
- [a14] CEI EN 60900 (CEI 11-16), Lavori sotto tensione. Attrezzi di lavoro a mano per tensioni fino a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua.

5. La formazione per i lavori in bassa tensione

5.1. Cosa si intende per lavori elettrici e chi può eseguirli?

La norma tecnica nazionale che disciplina i lavori elettrici è la norma CEI 11-27 (IV edizione) pubblicata nel 2014. In tale edizione il rischio è stato messo in correlazione con la zona di lavoro (si veda la figura 5.1), definita in base alla distanza dalle parti attive non protette (o non sufficientemente protette).



(*) I casi particolari si hanno nei lavori al di sotto delle linee elettriche aeree quando il rischio è legato solo all'altezza da terra rispetto alle linee sovrastanti, se l'altezza da terra dell'attività lavorativa è inferiore a 4 m in BT/MT (≤ 35 kV) oppure inferiore a 3 m in AT (> 35 kV), oppure se l'attività si svolge in un cantiere e sono state adottate le precauzioni previste dall'art. 117 del d.lgs. 81/2008.

Figura 5.1: Zone di lavoro ai fini della norma CEI 11-27 (IV edizione)

Ai fini pratici è definito lavoro con rischio elettrico qualsiasi lavoro (elettrico o non elettrico) che si svolge con distanze dalle parti attive non protette inferiori alle distanze dell'Allegato IX del Testo Unico. Tali distanze sono state indicate nella nuova norma col simbolo DA9.

Il lavoro con rischio elettrico si suddivide in lavoro non elettrico e lavoro elettrico. Il lavoro non elettrico si ha quando la distanza dalle parti attive accessibili è compresa tra D_V e DA_9 .

Il lavoro elettrico si ha quando la distanza di lavoro dalle parti attive accessibili è inferiore alla distanza di prossimità, chiamata D_V nella norma, o quando si lavora fuori tensione su tali parti.

Il lavoro elettrico deve essere eseguito da (si vedano i capitoli 2, 6, 7, 8 e la legenda della figura 5.1): PES o PAV, oppure, se non si tratta di lavoro sotto tensione, da PEC sotto la supervisione di PES, o da PEC sotto la sorveglianza costante di PES o PAV.

PES è l'acronimo di "persona esperta" in ambito di lavori elettrici, PAV è l'acronimo di "persona avvertita" in ambito di lavori elettrici, PEC è l'acronimo di persona comune, cioè non esperta e non avvertita, in ambito di lavori elettrici. Per supervisione si intende, invece, un complesso di attività, svolte prima di eseguire un lavoro, al fine di mettere i lavoratori in condizioni di operare in sicurezza senza ulteriore necessità di controllo.

5.2. Cosa si intende per formazione in ambito di lavori elettrici?

La norma stabilisce che, quando si è in presenza di rischio elettrico, nessun lavoro deve essere eseguito da persone prive di adeguata formazione, dove per formazione si intende l'insieme delle iniziative che conducono il soggetto a possedere:

- conoscenze teoriche,
- abilità esecutive e
- capacità organizzative (nonché effettuare valutazioni e prendere decisioni),

sufficienti a permettere di compiere in piena sicurezza le attività affidate (CEI 11-27 punto 4.10).

5.3. Quali devono essere le qualità di PES e PAV?

In pratica PES e PAV devono possedere le seguenti qualità (CEI 11-27 punto 4.15.1):

- istruzione: conoscenza dell'impiantistica elettrica e della relativa normativa di sicurezza, nonché capacità di riconoscere i rischi e i pericoli connessi ai lavori elettrici;
- esperienza di lavoro maturata: conoscenza delle situazioni caratterizzanti una o più tipologie di lavori elettrici e della maggior parte delle situazioni anche non ricorrenti nello svolgimento di tali lavori;
- caratteristiche personali, significative per la professione: equilibrio psicofisico, attenzione, precisione e ogni altra caratteristica che concorra a far ritenere affidabile il lavoratore.

Una persona per poter essere definita PES deve possedere pienamente le qualità necessarie precedentemente citate.

Una PAV non possiede completamente tutte le qualità, ma le possiede almeno in parte, ad esempio ad un livello base (è una figura in evoluzione verso la condizione di PES).

Una PEC non possiede le qualità indicate per la tipologia di lavoro elettrico in corso.

5.4. Chi stabilisce se a un lavoratore può essere attribuita la condizione di PES o PAV?

Per i lavoratori dipendenti la condizione di PES o PAV è attribuita dal datore di lavoro (con l'indicazione delle tipologie dei lavori cui si riferisce), sulla base dell'istruzione, dell'esperienza e delle caratteristiche personali significative dal punto di vista professionale (CEI 11-27 punto 4.15.2). Il datore di lavoro si avvale anche delle valutazioni del medico competente.

Per i lavoratori autonomi è sufficiente un'autocertificazione basata su una documentazione idonea (CEI 11-27 punto 4.15.3).

5.5. Quanto dura la condizione di PES o PAV?

Le condizioni di PES o PAV attribuite possono venir meno nel tempo qualora, per una data tipologia di lavoro elettrico, una persona non possieda più le qualità necessarie (CEI 11-27 punto 4.15.1).

Il datore di lavoro può decidere di far acquisire al lavoratore l'istruzione richiesta qualora questi non sia sufficientemente formato in materia di lavori elettrici. Viceversa se a mancare è l'esperienza necessaria, questa può essere acquisita anche a seguito di opportuno affiancamento.

La figura 5.2 riassume quanto appena descritto.

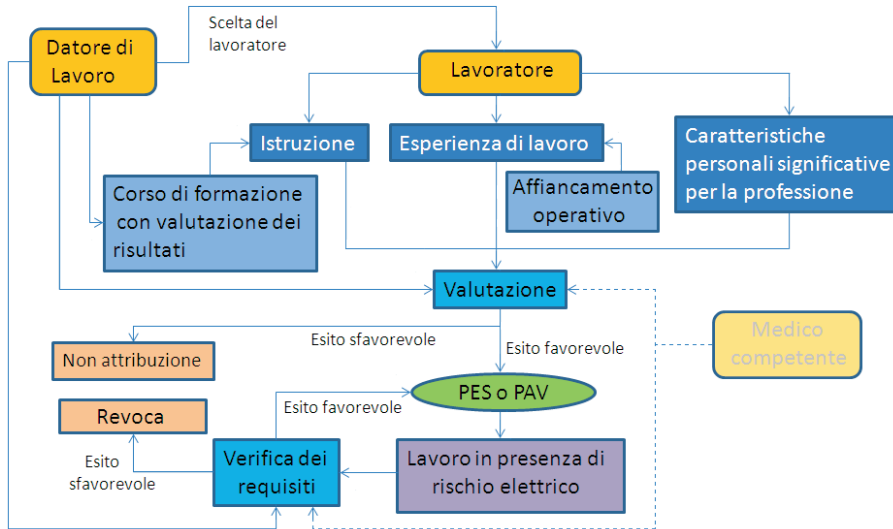


Figura 5.2: Processo che porta all'attribuzione della condizione di PES o PAV

5.6. Come si sviluppa l'attività formativa per PES e PAV?

L'azione formativa si sviluppa comprendendo corsi tradizionali o multimediali, addestramento operativo, simulazioni, affiancamento e/o altre iniziative utili al raggiungimento dello scopo.

Tutte le attività formative svolte devono essere documentate e devono prevedere momenti di valutazione dei risultati raggiunti.

La durata e l'ampiezza dell'attività formativa dipendono da vari fattori non ultima la valutazione della preparazione scolastica e dell'esperienza pregressa.

Per quanto riguarda la bassa tensione (sistemi di Categoria 0 e I, cioè, per chiarezza, fino a 1000 V c.a. e 1500 V c.c.), è raccomandata, comunque, una durata minima per la preparazione teorica (livello 1A) non inferiore alle 10 ore (CEI 11-27), oltre alla preparazione pratica (livello 1B).

La formazione, o parte di essa, può essere svolta sia all'interno sia al di fuori dell'azienda di appartenenza, purché il soggetto formatore sia in possesso delle necessarie conoscenze professionali (CEI 11-27 punto 4.15.5).

Tabella 5.1a - Conoscenze teoriche del livello 1A**Livello 1A - Conoscenze teoriche** (CEI 11-27 punto 4.15.5)

- Conoscenze di elettrotecnica generale;
- conoscenze specifiche per la tipologia di lavoro;
- conoscenza delle principali disposizioni legislative in materia di sicurezza elettrica (con particolare riguardo al decreto legislativo 81/08);
- conoscenza delle prescrizioni delle norme:
 - CEI EN 50110-1 e CEI 11-27, per gli aspetti comportamentali;
 - CEI 64-8 per gli aspetti costruttivi di impianti in BT;
 - CEI EN 61936-1 (CEI 99-2) e CEI EN 50522 (CEI 99-3) per gli aspetti costruttivi di impianti AT e MT;
 - di eventuali altre norme pertinenti alla tipologia impiantistica su cui si dovrà operare;
- nozioni sugli effetti dell'elettricità (compreso l'arco elettrico) sul corpo umano;
- cenni di primo intervento di soccorso;
- attrezzatura e DPI: impiego, verifica e conservazione;
- le procedure di lavoro generali e/o aziendali:
 - le responsabilità ed i compiti del RI e del PL;
 - la preparazione del lavoro;
 - la documentazione;
 - le sequenze operative di sicurezza;
 - le comunicazioni;
 - il cantiere;
- il livello 1A deve prevedere anche gli aspetti teorici delle conoscenze pratiche di cui al livello 1B.

Tabella 5.1b - Conoscenze pratiche del livello 1B**Livello 1B - Conoscenze e capacità per l'operatività** (CEI 11-27 punto 4.15.5)

- Metodologie di lavoro richieste per l'attività (specifiche di ogni azienda),
- predisposizione e corretta comprensione dei documenti specifici aziendali (ad es.: Piano di lavoro, documenti di consegna e restituzione impianto, ecc.);
- modalità di scambio delle informazioni;
- definizione, individuazione, delimitazione della zona di lavoro;
- valutazione delle distanze;
- apposizione di barriere e protezioni;
- apposizione di blocchi ad apparecchiature o a macchinari;
- messa a terra e in cortocircuito;
- verifica dell'assenza di tensione;
- valutazione delle condizioni ambientali;
- uso e verifica dei DPI previsti nelle disposizioni aziendali.

5.7. Chi può svolgere i lavori sotto tensione?

Per la bassa tensione (sistemi di Categoria 0 e I), il Testo Unico sulla salute e sicurezza sul lavoro (d.lgs. 81/2008 e s.m.i.) all'art. 82 consente i lavori sotto tensione quando le procedure adottate e le attrezzature utilizzate sono conformi ai criteri definiti nelle norme tecniche (nel caso della bassa tensione le Norme EN 50110-1 e CEI 11-27) e purché l'esecuzione di lavori su parti in tensione sia affidata a lavoratori riconosciuti dal datore di lavoro come idonei per tale attività (secondo le indicazioni delle norme citate).

I lavori sotto tensione in bassa tensione possono essere eseguiti solo da PES o PAV idonei. Come già visto, per poter ottenere dal datore di lavoro la qualifica di PES o PAV è necessaria un'adeguata formazione ed è raccomandata una durata minima di eventuali corsi per la preparazione teorica (livello 1A) non inferiore alle 10 ore, oltre alla preparazione pratica (livello 1B), però per l'idoneità, cioè per poter effettuare lavori sotto tensione, si devono aggiungere almeno ulteriori 4 ore di formazione teorica (livello 2A), oltre ad un'ulteriore preparazione pratica (livello 2B).

Infatti, in accordo con l'art. 82 del Testo Unico, la Norma CEI 11-27 prevede, al punto 6.3.1.6, come requisiti per poter eseguire lavori sotto tensione in bassa tensione due cose: in primo luogo il personale che lavora sotto tensione deve essere PES o PAV, inoltre deve aver ottenuto l'idoneità ai lavori sotto tensione su sistemi di Categoria 0 e I. Tale idoneità deve essere attestata e rilasciata dal datore di lavoro.

5.8. Cos'è l'idoneità?

L'idoneità è quella condizione per la quale ad una persona è riconosciuta la capacità tecnica e pratica ad eseguire uno o più lavori sotto tensione specificati dal datore di lavoro (come riportato al punto 6.3.2 della CEI 11-27). Essa sottintende il possesso di un insieme di qualità personali e professionali della persona interessata.

Per l'attestazione e il rilascio dell'idoneità, il datore di lavoro deve accertare che l'operatore abbia le conoscenze teoriche e l'esperienza pratica nell'ambito delle attività lavorative previste.

5.9. Come si acquisiscono le conoscenze teoriche e pratiche necessarie per ottenere l'idoneità?

La conoscenza teorica si può ottenere tramite processi formativi conclusi con esito positivo. I corsi formativi possono essere erogati dal datore di lavoro, o da soggetti esterni. In quest'ultimo caso, tali soggetti devono rilasciare un attestato di regolare frequenza ai corsi di formazione, comprensivo delle valutazioni finali di apprendimento.

Le conoscenze pratiche possono essere acquisite tramite affiancamento della persona da formare con PES idonee, durante l'attività lavorativa o formativa.

5.10. Quali sono le conoscenze necessarie per ottenere l'idoneità?

Per il conseguimento dell'idoneità, la persona deve possedere conoscenze dei lavori sotto tensione in Categoria 0 e I che completano le conoscenze di base (secondo la terminologia adottata dalla norma le conoscenze teoriche devono essere di livello 2A e quelle pratiche di livello 2B).

Tabella 5.2a - Conoscenze teoriche del livello 2A

Livello 2A - Conoscenze teoriche di base per lavori sotto tensione (CEI 11-27 punto 6.3.2.3)

- Conoscenze proprie del livello 1A;
- Norme CEI 50110-1, CEI EN 50110-2 e CEI 11-27 (con riguardo ai lavori sotto tensione);
- Criteri generali di sicurezza con riguardo alle caratteristiche dei componenti elettrici su cui si può intervenire nei lavori sotto tensione;
- Attrezzatura e DPI: particolarità per i **lavori sotto tensione**;
- prevenzione dei rischi;
- copertura di specifici ruoli anche con coincidenza di ruoli.
- Il livello 2A deve prevedere anche gli aspetti teorici di cui al livello 2B;
- Durata minima di **4 ore** per la formazione teorica del livello 2A.

Tabella 5.2b - Conoscenze pratiche del livello 2B

Livello 2B - Conoscenze pratiche sulle tecniche di lavoro sotto tensione (CEI 11-27 punto 6.3.2.3)

- Esperienza specifica della tipologia di lavoro per la quale la persona dovrà essere idonea:
 - analisi del lavoro;
 - scelta dell'attrezzatura;
 - definizione, individuazione e delimitazione del posto di lavoro;
 - preparazione del cantiere;
 - adozione delle protezioni contro parti in tensione prossime;
 - padronanza delle sequenze operative per l'esecuzione del lavoro.
- Esperienza organizzativa:
 - preparazione del lavoro;
 - trasmissione o scambio d'informazioni tra persone interessate ai lavori.

5.11. Come viene attribuita l'idoneità ai lavoratori dipendenti?

L'attestazione dell'idoneità per i lavori sotto tensione in bassa tensione deve essere formalizzata per iscritto, quando si tratta di lavoratori dipendenti (punto 6.3.2.1, CEI 11-27).

Il datore di lavoro può autorizzare a svolgere i lavori sotto tensione solo quelle persone che prima abbia riconosciuto come idonee.

Per il conferimento dell'idoneità, il datore di lavoro deve effettuare una valutazione completa della persona che vuole riconoscere come idonea e per far ciò considererà, accanto alla formazione posseduta, anche l'idoneità psicofisica (avvalendosi delle valutazioni del medico competente), il curriculum professionale e i comportamenti tenuti durante l'attività lavorativa svolta (con riferimento alla sicurezza).

Per la valutazione della formazione posseduta, il datore di lavoro può assumere a riferimento, una o più delle seguenti attività formative:

- le attività lavorative e formative pregresse, anche eseguite in affiancamento;
- la documentazione attestante l'avvenuta frequenza con esito positivo di specifici corsi di formazione, con indicata la valutazione finale del corso espressa dall'organizzazione erogatrice del corso;
- la formazione svolta in ambito aziendale.

5.12. Come ottengono l'idoneità i datori di lavoro o i lavoratori autonomi?

Nel caso degli stessi datori di lavoro o di lavoratori autonomi che svolgono attività lavorativa sotto tensione su sistemi di Categoria 0 e I, questi devono possedere le conoscenze necessarie per l'idoneità all'esecuzione dei suddetti lavori e, quando richiesto, autocertificare tale idoneità (punto 6.3.2.2, CEI 11-27).

Tale autocertificazione deve essere basata sul possesso dei requisiti necessari per poter svolgere lavori sotto tensione su sistemi di Categoria 0 e I (senza trascurare il requisito relativo al possesso di un'adeguata esperienza lavorativa su tali sistemi).

5.13. Quanto dura nel tempo l'idoneità?

L'idoneità ad eseguire lavori sotto tensione deve essere mantenuta con la pratica o con successivi addestramenti, come previsto al punto 6.3.3 della CEI 11-27.

La validità dell'autorizzazione al lavoro sotto tensione deve essere rivista se necessario, in accordo con il livello di idoneità della persona interessata. È comunque buona norma riesaminare l'idoneità con cadenza annuale.

L'idoneità può essere revocata dal datore di lavoro qualora dovesse risultare evidente il venire meno del possesso dei requisiti personali dell'operatore, ad esempio a seguito del verificarsi di palesi violazioni dei principi di sicurezza.

La figura 5.3 riassume quanto appena descritto.

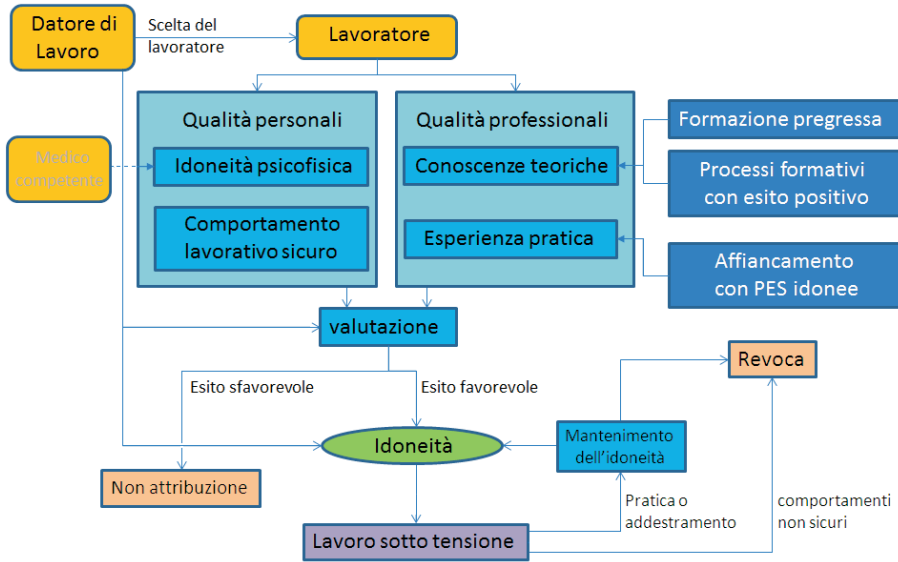


Figura 5.3: Processo che porta all'attribuzione della condizione di idonea ad una PES o PAV

Tabella 5.3 - Procedure di lavoro con attribuzioni e livelli formativi minimi richiesti per i lavoratori PES o PAV

Livello 2A - Conoscenze teoriche di base per lavori sotto tensione (CEI 11-27 punto 6.3.2.3)

Tipi di procedure di lavoro (CEI 11-27 punto 6.1.1):

- Lavori fuori tensione (CEI 11-27 punto 6.2).
(PES o PAV con livello almeno 1A e 1B)
- Lavori in prossimità di parti attive (CEI 11-27 punto 6.4).
(PES o PAV con livello almeno 1A e 1B)
- Lavori sotto tensione (CEI 11-27 punto 6.3 e CEI 11-15 punto 8.2).
(BT: PES o PAV con idoneità e livello 2A e 2B)
(MT e AT: Persona idonea e abilitata – d.m. 4 febbraio 2011)

Principali metodi di lavoro sotto tensione

- Lavoro a distanza (con aste isolanti)
- Lavoro a contatto (con guanti e protezioni isolanti)
- Lavoro a potenziale (a mani nude)

6. Lavori in prossimità di linee elettriche aeree

6.1. Introduzione

Molti lavori (non elettrici) avvengono nella zona lavori non elettrici (figura 1.1 o figura 2.2, con $D_V < d < DA_9$). In tale situazione vi è il rischio di invadere inavvertitamente qualcuna delle zone più vicine ai conduttori, come la zona lavori in prossimità o la zona lavori sotto tensione. L'avvicinamento alle linee elettriche aeree di media o alta tensione può causare scariche elettriche e folgorazione anche se non vi è stato contatto. Le conseguenze degli infortuni elettrici che ne derivano possono risultare gravi e spesso fatali. In tali situazioni sono coinvolti, in prevalenza, lavoratori che utilizzano mezzi o attrezzature che durante il lavoro possono arrivare nei pressi delle linee elettriche, come gli operatori del settore edile e di ingegneria civile che lavorano in cantieri che si sviluppano in vicinanza di tali linee. I mezzi coinvolti sono spesso betoniere con bracci articolati per lo scarico del calcestruzzo, piattaforme di lavoro elevabili (PLE), carrelli semoventi o autogru, scale o trabattelli, attrezzature o utensili. Una trattazione completa dell'argomento può trovarsi in [36].

Le procedure di lavoro da seguire per ridurre il rischio sono riportate nel presente capitolo.

6.2. La legislazione vigente

La legislazione e la normativa tecnica consentono di individuare le procedure di sicurezza da adottare nel caso in cui si debbano effettuare lavori non elettrici in vicinanza di linee elettriche o di impianti elettrici con parti attive non protette o non sufficientemente protette.

I riferimenti legislativi sono:

- art. 83, Capo III del Titolo III del d.lgs. 81/2008;
- art. 117, Capo II del Titolo IV del d.lgs. 81/2008.

L'art. 83 (Capo III, Titolo III) del Testo Unico riguarda i lavori che si svolgono in vicinanza di parti attive. Tali lavori (che di solito sono lavori non elettrici) non possono essere eseguiti se ci si trova a distanze inferiori ai limiti di cui alla Tabella 1

dell'Allegato IX al Testo Unico (riportata nella tabella 1.2 del capitolo 1 del presente lavoro), salvo che vengano adottate disposizioni organizzative e procedurali idonee a proteggere i lavoratori dai conseguenti rischi. A tal fine possono essere ritenute idonee le disposizioni contenute nei riferimenti normativi citati nel prossimo paragrafo.

L'art 117 (Capo II, Titolo IV) del Testo Unico riguarda i lavori che si svolgono in vicinanza di parti attive nei cantieri. Per tali lavori, ferme restando le disposizioni di cui all'art. 83 e le norme di buona tecnica, si deve rispettare almeno una delle seguenti precauzioni:

- a) mettere fuori tensione ed in sicurezza le parti attive per tutta la durata dei lavori;
- b) posizionare ostacoli rigidi che impediscano l'avvicinamento alle parti attive;
- c) tenere in permanenza, persone, macchine operatrici, apparecchi di sollevamento, ponteggi ed ogni altra attrezzatura a distanza di sicurezza.

La distanza di sicurezza di cui alla lettera c) deve essere tale che non possano avvenire contatti diretti o scariche pericolose per le persone tenendo conto del tipo di lavoro, delle attrezzature usate e delle tensioni presenti e comunque la distanza di sicurezza non deve essere inferiore ai limiti di cui all'Allegato IX o a quelli risultanti dall'applicazione dei riferimenti normativi citati nel prossimo paragrafo.

Le sanzioni a carico del datore di lavoro e del dirigente per le violazioni dell'art. 83 o dell'art.117 sono l'arresto da tre a sei mesi o l'ammenda da 2.740,00 a 7.014,00 euro.

Il testo completo degli articoli 83 e 117 del Testo Unico è riportato rispettivamente nelle tabelle 1.5 e 1.6.

6.3. I riferimenti normativi

I riferimenti normativi sono:

- il punto 6.4.4 della norma EN 50110-1:2013 e
- il punto 6.4.4 della norma CEI 11-27, IV Edizione (2014).

In base a tali riferimenti è consentita la possibilità di effettuare lavori a distanze inferiori ai limiti dell'Allegato IX solo in casi specifici e nel rispetto di opportune procedure.

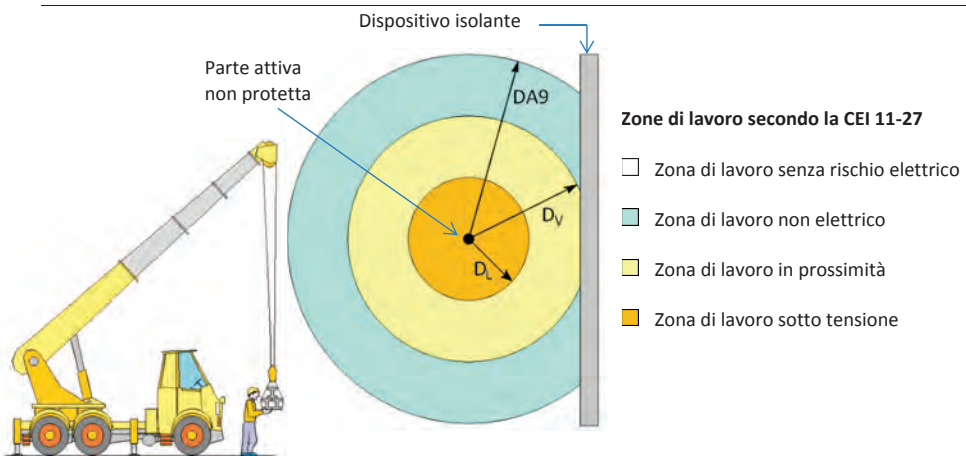


Figura 6.1: Zone di lavoro individuate dalla norma CEI 11-27 IV edizione

I lavori che si svolgono nello spazio compreso tra D_V e DA9 (figura 6.1), devono essere oggetto di attenta valutazione da parte del datore di lavoro, che può, eventualmente, avvalersi di un esperto come specificato nel paragrafo 6.3.1.

I lavori che si svolgono nella zona compresa tra D_V e DA9 sono illustrati nel paragrafo 6.3.1 nel caso generale, con esclusione dei cantieri, e nel paragrafo 6.3.2 nel caso dei cantieri (per comprendere meglio quando derogare ai limiti del Testo Unico si consiglia la rilettura delle definizioni relative alle zone di interesse per la valutazione del rischio elettrico riportate nel paragrafo 1.2).

Se durante il lavoro si scende al di sotto della distanza D_V , si devono adottare le procedure previste per i lavori in prossimità o sotto tensione oggetto della norma CEI 11-27.

6.3.1. Lavori non elettrici (in vicinanza) ad esclusioni dei Cantieri

Il punto 6.4.4 della norma CEI 11-27 permette di derogare ai limiti della Tabella 1 dell'Allegato IX del Testo Unico se i lavori compresi tra D_V e DA9 sono svolti:

- 1) soltanto da PES (persona esperta in ambito elettrico) o PAV (persona avvertita in ambito elettrico), allora:
 - Misura di sicurezza: procedura per evitare di invadere la zona interna a D_V
 - Non è necessaria la compilazione di: Piani di lavoro, Piani di intervento, ecc.

Se i lavori compresi tra D_V e DA9 sono svolti:

- 2) anche da PEC (persona comune, che non è esperta né avvertita), allora:

- Misura di sicurezza: una PES svolge azione di supervisione o sorveglianza (quest'ultima può essere svolta anche da PAV)
- Non è necessaria la compilazione di: Piani di lavoro, Piani di intervento, ecc.

Se i lavori compresi tra D_V e $DA9$ sono svolti:

3) soltanto da PEC, allora:

Se l'attività comporta mezzi o attrezzi il cui uso dà luogo al pericolo dovuto soltanto all'altezza da terra nei confronti di una linea elettrica sovrastante

- Misura di sicurezza: è sufficiente fare in modo che l'altezza da terra di tali mezzi o attrezzatura (compresa quella del lavoratore e delle attrezzature o utensili da lui maneggiati) non superi:
 - 4,00 m se la linea è in Bassa o Media tensione (≤ 35 kV);
 - 3,00 m per le linee in Alta tensione (>35 kV).

Se è necessario superare tali altezze o si devono eseguire lavori in vicinanza in cui il pericolo non è dovuto soltanto all'altezza da terra (ad es. i lavori eseguiti con gru, attrezzature provviste di bracci, sistemi di elevazione, ecc.) è necessario:

- Misura di sicurezza: predisporre un documento di valutazione delle distanze e delle altre condizioni di sicurezza da rispettare.

Nota: Il documento è predisposto da PES o persona competente (a giudizio del datore di lavoro) o professionista esperto nell'applicazione della norma (vedere CEI 11-27, Allegati C, D, E per la valutazione delle distanze).

Nota: L'altezza della linea rispetto al terreno è quella progettata ed attuata in fase di costruzione della linea stessa. Se vi sono stati riporti successivi di terreno o accumuli di raccolto, occorre tener conto di ciò nel documento di valutazione delle distanze e delle altre condizioni di sicurezza da rispettare. Dei riporti successivi si deve tener conto anche nel caso di attività che comporti mezzi o attrezzi il cui uso dà luogo a pericolo soltanto a causa dell'altezza da terra nei confronti di una linea elettrica sovrastante. In questo caso è necessario essere sicuri che l'altezza da terra di mezzi o attrezzature (compresa quella del lavoratore e delle attrezzature o utensili da lui maneggiati) sia tale che vi sia un opportuno margine di sicurezza per cui non sia possibile durante il lavoro invadere la zona delimitata dalla distanza D_V .

Se vi il dubbio che le altezze non siano più quelle nominali, è preferibile farle valutare da un esperto.

6.3.2. Lavori non elettrici (in vicinanza) nei Cantieri

Nei cantieri edili, posti a distanza minore di $DA9$ da parti in tensione non protette o non sufficientemente protette, occorre tenere in considerazione l'art. 117 del Testo Unico. In un simile cantiere, fermo restando quanto già visto al paragrafo 1.3.1, occorre, in via preliminare, valutare, mantenendo un *sufficiente margine di*

sicurezza, se, nelle condizioni più sfavorevoli ragionevolmente prevedibili, sia possibile tenere in permanenza persone, mezzi, macchine operatrici, apparecchi di sollevamento, ponteggi e ogni altra attrezzatura alla distanza D_V .

Qualora ci sia pericolo di invadere la zona prossima delimitata da D_V occorre: mettere in atto mezzi quali ostacoli, blocchi, gioghi, ecc., tali da impedire l'accesso alla zona prossima, oppure

far mettere fuori tensione e in sicurezza la linea elettrica mediante accordi con il gestore la linea stessa.

In ogni caso, nel cantiere edile si deve conservare la documentazione pertinente relativa ai provvedimenti attuati tra quelli sopra descritti (da allegare al PSC e al POS).

Riguardo al *sufficiente margine di sicurezza*, la norma EN 50110-1 raccomanda che i lavori di tipo non elettrico siano eseguiti a una distanza maggiore di D_V , che tenga conto dei movimenti dei conduttori (per la temperatura o gli eventi atmosferici), del tipo dei mezzi e degli operatori impiegati nei cantieri (che possono essere PEC). Se l'attività di cantiere prevede l'utilizzo di mezzi o attrezzi il cui uso comporta pericoli dovuti soltanto all'altezza da terra, nei confronti di una linea elettrica sovrastante, è sufficiente fare in modo che l'altezza da terra di tali mezzi o attrezzature (compresa quella del lavoratore e delle attrezzature o utensili da lui maneggiati) non superi i valori di cui al punto 6.4.4, terzo punto elenco, della norma CEI 11-27 (4 m per linea in Bassa o Media tensione e 3 m per linea in Alta tensione); in questo caso non è necessaria la predisposizione di documentazione.

6.4. Evoluzione normativa

Prima dell'approvazione del d.lgs. 81/2008, era in vigore il d.p.r. 164/1956 (abrogato dal d.lgs. 81/2008) che già stabiliva un limite di avvicinamento quando dovevano essere svolti lavori in prossimità di linee elettriche (art. 11).

Tale limite (unico) è stato sostituito da quelli contenuti nella Tabella 1 dell'Allegato IX del Testo Unico.

Pertanto la nuova edizione della norma CEI 11-27 (IV edizione) relativa ai lavori elettrici ha fornito le disposizioni normative integrative, estendendo il proprio campo di applicazione anche alla zona cosiddetta di *vicinanza* (compresa tra la distanza $DA9$ della Tabella 1 dell'Allegato IX al Testo Unico e la D_V della Tabella A.1 della CEI 11-27) ove si svolgono i lavori non elettrici.

Nel presente lavoro la locuzione "in vicinanza" è usata proprio per distinguere la *zona dei lavori non elettrici* da altre zone.

6.5. Considerazioni sul calcolo delle distanze

Secondo la EN 50110-1 al punto 6.4.4 (lavori di costruzione ed altri lavori non elettrici), per i lavori di costruzione e gli altri lavori non elettrici, quali:

- lavori su impalcature,
- lavori con mezzi elevatori, macchine per costruzione e convogliatori,
- lavori di installazione,
- lavori di trasporto,
- verniciature e ristrutturazioni,
- montaggio di altre apparecchiature e di apparecchiature per la costruzione,

si deve costantemente mantenere una distanza specificata, in particolare durante l'oscillazione di carichi, l'uso mezzi di trasporto e di sollevamento.

Tale distanza deve essere misurata partendo dai conduttori o dalle parti nude attive più vicini.

La distanza specificata deve essere derivata da D_V (Tabella A.1 della EN 50110-1) aggiungendo un'ulteriore distanza che tenga conto:

- della tensione della rete,
- della natura del lavoro,
- dell'equipaggiamento da impiegare,
- del fatto che le persone che operano sono persone comuni.

Per le linee aeree, si deve tener conto di tutti i movimenti possibili delle linee stesse e di tutti i movimenti, degli spostamenti, delle oscillazioni, dei colpi di frusta o della caduta degli equipaggiamenti usati per eseguire i lavori.

La norma europea non fornisce raccomandazioni per tali distanze ma rimanda alle regole nazionali. La regola nazionale è stata stabilita dai limiti della Tabella 1 dell'Allegato IX al Testo Unico, poi ripresa ed usata per integrare la Tabella A.1 della EN 50110-1 come riportato nella Tabella A.1 della norma CEI 11-27, IV edizione (si veda la tabella 2.1 del presente lavoro). Come abbiamo già visto, vi sono casi in cui a tali limiti si può derogare, ad esempio se si è sicuri dell'esistenza di un *sufficiente margine di sicurezza*, per cui non è possibile invadere la zona prossima delimitata da D_V .

7. Considerazioni su manutenzione, verifiche, misure, prove e ricerca di guasti

7.1. Scopo di verifiche, misure, prove e ricerca di guasti

La regolare effettuazione di verifiche, misure e prove sugli impianti consente la scoperta di difetti e deterioramenti, permettendo di intervenire per ripristinare la sicurezza prima che si verifichi un guasto.

In tal modo è possibile attuare una gestione più economica, riducendo la frequenza di interventi di manutenzione correttiva eseguiti in emergenza a seguito di un guasto.

Ciò permette anche un sensibile miglioramento della disponibilità e della qualità del servizio.

A volte, invece, la constatazione dell'avvenimento di un guasto non fornisce tutte le informazioni sufficienti per l'individuazione e la circoscrizione del problema, e devono essere condotte misure e prove al fine del riconoscimento e della circoscrizione delle parti di circuito e dei componenti interessati dal guasto (ricerca del guasto).

Gli strumenti di misura e i metodi di prova devono essere adeguati e sicuri e ciò è possibile se sono stati scelti in conformità alle norme applicabili (la serie CEI EN 61557). Strumenti di misura diversi devono fornire livelli equivalenti di prestazioni e sicurezza, e metodi di prova diversi devono dare risultati parimenti affidabili. Gli strumenti devono essere controllati prima dell'uso e, se necessario, dopo l'uso.

Durante una verifica, quando una misura o una prova indica la presenza di un guasto, una volta risolto il guasto, se questo può aver alterato i risultati di misure o prove precedenti, queste devono essere tutte ripetute.

Definizioni di misure e prove

Misure: (punto 5.3.1.1, CEI EN 50110-1)

Operazioni svolte per misurare parametri fisici all'interno dell'impianto elettrico. Le misure comportano l'accertamento di valori mediante l'uso di strumenti elettrici adeguati e sicuri.

Prove: (punto 5.3.2.1, CEI EN 50110-1)

Operazioni sull'impianto elettrico destinate al controllo del funzionamento di un

componente o al controllo dello stato elettrico, meccanico o termico di un componente. Comprendono anche le operazioni per il controllo dell'efficacia dei circuiti di protezione e di sicurezza. Le prove possono comprendere misure.

Considerazioni sulla sicurezza di misure e prove

Le misure e le prove da effettuare su un impianto elettrico sono da considerare lavori con rischio elettrico (CEI 11-27, punto 5.3.3.5).

In dipendenza della situazione di lavoro (misure, prove, ricerca di guasti), si dovranno adottare le regole previste per i lavori fuori tensione (punto 6.2, CEI EN 50110-1 e CEI 11-27) o sotto tensione (punto 6.3, CEI EN 50110-1 e CEI 11-27) o in prossimità di parti attive (punto 6.4, CEI EN 50110-1 e CEI 11-27).

Durante l'effettuazione delle prove, potrebbe rendersi necessario alterare lo stato o la configurazione dell'impianto (ad esempio variare la configurazione dei dispositivi di protezione o rimuovere misure di sicurezza o anche alimentare o disalimentare temporaneamente parti dell'impianto).

Le prove da eseguire su un impianto messo fuori tensione devono essere eseguite in conformità alle regole riguardanti i lavori fuori tensione. Se è necessario aprire o rimuovere dispositivi di messa a terra e in cortocircuito, si devono prendere precauzioni adeguate per prevenire che l'impianto sia rimesso in tensione da ogni possibile sorgente di alimentazione e per prevenire shock elettrici al personale (facendo attenzione anche a eventuali tensioni indotte da impianti vicini).

La CEI 11-27 aggiunge che, in caso di prove complesse, deve essere predisposto un documento (Piano di Prova) che riporti la sequenza prevista delle operazioni con l'individuazione delle misure di prevenzione da adottarsi e le responsabilità dei soggetti coinvolti. Tale documento può sostituire il Piano di Lavoro ed il Piano d'Intervento. In tal caso il suo contenuto minimo deve essere quello previsto in tali documenti.

Secondo la CEI EN 50110-1 e la CEI 11-27 le misure e/o le prove in presenza di rischio elettrico devono essere eseguite:

solo da PES o PAV o,

- da PEC sotto la **supervisione** di PES, o
- da PEC sotto la **sorveglianza** di PES o PAV.

Comunque valgono i dettami dell'art. 82 del d.lgs. 81/2008, pertanto, per sistemi di categoria 0 e I, quando le misure e le prove sono lavori sotto tensione possono essere svolti solo da lavoratori riconosciuti dal datore di lavoro come idonei per tale attività (PES dotati di idoneità ai lavori sotto tensione), mentre per sistemi di categoria II e III si applica il regime stabilito dal decreto interministeriale del 4 febbraio 2011.

Quando si effettuano prove usando una sorgente di alimentazione esterna, si devono prendere le necessarie precauzioni per assicurare che:

- l'impianto sia sezionato da tutte le sorgenti di possibile normale alimentazione;
- l'impianto non possa essere rimesso in tensione da qualsiasi altra sorgente di alimentazione diversa da quella esterna in uso;

- durante le prove siano attuate misure di sicurezza contro il rischio elettrico per tutto il personale presente;
- i punti di separazione abbiano caratteristiche di isolamento adeguate per sopportare l'applicazione simultanea della tensione di prova da una parte e di quella di esercizio dall'altra.

7.2. Verifiche

La legislazione prevede diversi tipi di "verifiche", che dal punto di vista tecnico si svolgono in maniera molto simile: *verifica eseguita dall'installatore* (sugli impianti, ai sensi del d.m. 37/2008), *verifiche* (nei luoghi di lavoro, su impianti di terra, impianti di protezione dalle scariche atmosferiche e impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione, ai sensi del d.p.r. 462/01) o *controlli* (nei luoghi di lavoro, su impianti elettrici e impianti di protezione dalle scariche atmosferiche, ai sensi dell'art. 86, del d.lgs. 81/2008). Le norme spesso non usano una terminologia univoca per tali momenti, riferendosi ad essi talvolta come "verifiche", talvolta come "ispezioni".

Lo scopo è verificare che un impianto elettrico risponda alle regole di sicurezza e alle prescrizioni tecniche specificate dalle norme attinenti e può comprendere la verifica del normale stato di esercizio dell'impianto. Gli impianti elettrici nuovi, le modifiche e gli ampliamenti degli impianti esistenti devono essere verificati prima della loro messa in servizio e poi ad intervalli periodici, allo scopo di rilevare difetti che possono manifestarsi durante l'esercizio e che possono ostacolarlo o dare origine a rischi. Le ispezioni devono essere eseguite da PES o PAV con esperienza nell'ispezione di impianti simili (già in esercizio).

Una verifica è articolata in un esame della documentazione (schemi elettrici e specifiche d'impianto) e in un esame sul campo.

L'esame sul campo comprende due momenti:

- esame a vista;
- misure e/o prove.

I risultati delle verifiche devono essere registrati. Qualora nel corso di una verifica si riscontrino difetti, questi devono essere tempestivamente eliminati, con adeguate azioni correttive, o le parti difettose devono essere sconnesse, impedendone la riconnessione, le azioni intraprese devono essere registrate.

Qualora si alterassero o rimuovessero misure di protezione, si dovrà adottare la procedura di lavoro che la nuova situazione dovesse richiedere (ad es. per lavori in prossimità o sotto tensione).

7.3. Manutenzione

Scopo della manutenzione è quello di mantenere l'impianto elettrico nelle condi-

zioni prescritte. La manutenzione può consistere in manutenzione preventiva (programmi di lavoro con l'intento di prevenire interruzioni e di mantenere le apparecchiature in buone condizioni) e in manutenzione correttiva (lavoro attuato per riparare o sostituire parti difettose).

Considerazioni sulla sicurezza delle attività di manutenzione (CEI 11-27, punti 7.1, 7.2, 7.5 e 7.6)

Nei lavori di manutenzione possono essere presenti i rischi di shock, cortocircuiti o archi elettrici, nel qual caso si devono applicare procedure di lavoro idonee (per il lavoro fuori tensione, per il lavoro in prossimità di parti attive, o per il lavoro sotto tensione), o tali rischi possono non esserci, poiché la concezione delle apparecchiature consente una manutenzione senza rischio elettrico.

Tutte le procedure di manutenzione che devono essere eseguite devono essere approvate dal Responsabile dell'impianto elettrico (URI o RI).

Quando su un impianto elettrico si effettuano lavori di manutenzione:

- si deve chiaramente individuare la parte dell'impianto interessata;
- si deve designare il PL preposto all'attività di manutenzione.

Il personale che deve eseguire i lavori deve essere PES o PAV e idoneo ai lavori sotto tensione, quando necessario.

Si devono prendere tutte le necessarie misure di sicurezza comprese le precauzioni eventualmente necessarie per prevenire pericoli per altre persone e per la protezione di animali e cose.

Il personale che esegue i lavori deve avere in dotazione e usare attrezzi, dispositivi di misura e di prova e dispositivi di protezione individuale appropriati che devono essere mantenuti in buone condizioni.

In caso di interruzioni temporanee del lavoro di manutenzione, il PL deve prendere tutte le misure necessarie per impedire l'accesso alle parti attive e l'esercizio non autorizzato dell'impianto elettrico. Se necessario, si deve informare il RI di ogni interruzione.

Al termine del lavoro di manutenzione, il PL preposto alla manutenzione deve riconsegnare l'impianto al RI. Lo stato dell'impianto elettrico sottoposto a manutenzione deve essere notificato al RI.

Ricerca di guasti e riparazioni (CEI 11-27, punto 7.3)

Le norme CEI EN 50110-1 e CEI 11-27 parlano di ricerca dei guasti nei rispettivi punti 7.3, che trattano dei lavori di riparazione. Questi possono articolarsi nelle seguenti operazioni:

- individuazione del guasto;
- riparazione del guasto e/o sostituzione di componenti;
- rimessa in servizio di parti riparate dell'impianto.

Può essere necessario applicare procedure diverse per ogni fase del lavoro.

Si devono stabilire specifiche condizioni di lavoro quando si individuano e si circoscrivono i guasti con l'impianto in tensione o durante l'applicazione della tensione di prova.

L'individuazione, la circoscrizione e l'eliminazione dei guasti devono essere eseguite in accordo con le procedure di lavoro applicabili.

Si devono eseguire idonee prove funzionali e di verifica e messa a punto per assicurare che le parti riparate dell'impianto siano adatte ad essere rimesse in tensione.

Se per caso dovesse presentarsi la necessità di eseguire operazioni che comportino pericoli che non rientrano nel campo di applicazione delle norme, il datore di lavoro deve effettuare un'adeguata valutazione del rischio, mettere in atto procedure opportune e adottare le necessarie misure di sicurezza. Ad esempio, per le operazioni tecnicamente eseguibili soltanto **in assenza** di messa a terra e in cortocircuito di parti attive messe fuori tensione devono essere adottate, a seguito di un'attenta analisi del rischio, adeguate precauzioni che prevengano l'esistenza di tensioni o correnti residue e la possibilità che le predette parti attive siano rimesse in tensione da ogni possibile sorgente di alimentazione.

Sostituzione di fusibili (CEI 11-27, punto 7.4.1)

Generalmente, la sostituzione di fusibili deve essere eseguita fuori tensione, a meno che non si adotti una procedura sicura per la loro sostituzione sotto tensione in BT.

Per gli impianti in bassa tensione, se il fusibile è montato in un dispositivo che protegge la persona dai contatti diretti e dalla possibilità di cortocircuiti, la sostituzione può essere eseguita senza verificare l'assenza di tensione e anche da una PEC. Per gli impianti in MT e AT, la sostituzione deve essere eseguita da PES o PAV in conformità alle procedure di lavoro fuori tensione appropriate.

Sostituzione di lampade ed accessori (CEI 11-27, punto 7.4.2)

In genere, la sostituzione di lampade, tubi fluorescenti o di accessori estraibili deve essere eseguita fuori tensione.

Per gli impianti a bassa tensione tali sostituzioni fuori tensione possono essere eseguite da una PEC se l'apparecchiatura è conforme alle relative norme di prodotto e la PEC è stata preventivamente istruita sul comportamento da tenere nell'esecuzione dell'intervento.

In tutti gli altri casi, specialmente per gli impianti in MT e AT, la sostituzione deve essere eseguita in conformità alle procedure di lavoro applicabili. La sostituzione degli accessori non estraibili deve essere eseguita in accordo con le procedure di lavoro applicabili.

Si deve avere cura di assicurare che le parti di ricambio siano idonee all'impiego nelle apparecchiature sottoposte a manutenzione.

7.4. Predisposizione di procedure operative

Le attività di manutenzione, verifica, misura, prova e ricerca di guasti si eseguono:

- sistematicamente (a intervalli di tempo prefissati, ad esempio quelli previsti per le verifiche e i controlli);
- al verificarsi di condizioni particolari (al verificarsi di un evento, ad esempio un guasto).

Come già visto, per eseguire manutenzioni, verifiche, misure, prove o ricerca di guasti, di solito, si alterano le normali condizioni di funzionamento dell'impianto, allentando le sicurezze. Tale situazione richiede particolare precauzione, in quanto il rilassamento di alcune sicurezze è uno dei fattori che fa sì che si manifestino i guasti.

In genere i guasti potrebbero manifestarsi sia durante l'attività di manutenzione, verifica, misura, prova o ricerca di guasti, sia alla ripresa del normale funzionamento dell'impianto.

L'attività di ricerca dei guasti può essere influenzata da alcuni fattori:

- l'imprevedibilità del guasto;
- l'ignoranza di quale sia il guasto;
- l'urgenza.

L'imprevedibilità e l'urgenza fanno sì che spesso gli attrezzi, gli strumenti e le persone più adatti non siano disponibili.

Per i guasti più ricorrenti si possono predisporre procedure specifiche, ma per gli altri è necessario:

- presupporre le possibili cause,
- decidere che cosa fare per individuare la causa del guasto,
- decidere una procedura operativa non specifica da seguire.

Misure di prevenzione per la ricerca dei guasti si trovano nella tabella 7.1 [30], e strumenti per ridurre l'aleatorietà durante la ricerca dei guasti si trovano nella tabella 7.2 [30].

Tabella 7.1 - Misure di prevenzione durante l'attività di ricerca dei guasti**Prove e misure**

- Predisporre **procedure** dettagliate per ogni singola attività;
- Preparare il **piano di prova** per i casi complessi e comunque tutte le volte in cui si altera l'assetto dell'impianto;
- **Formazione continua** (corsi e seminari di aggiornamento con teoria e pratica, quest'ultima svolta di solito per affiancamento).

Ricerca guasti

- Predisporre **procedure** per i casi ricorrenti;
- **Formazione** sul modo di procedere (senza condizionamenti dovuti all'urgenza);
- **Raccolta di dati** sull'evento (cause, errori, soluzioni, ecc.).

Tabella 7.2 - Strumenti per ridurre l'aleatorietà durante la ricerca dei guasti**Piano di controlli sistematici**

- Permette di organizzare la formazione adeguata;
- Permette di privilegiare le attività a minore impatto economico ed organizzativo;
- Costringe ad approfondire la conoscenza dell'impianto.

Programmazione della manutenzione ordinaria

- Favorisce la conoscenza tecnica dell'impianto da parte degli operatori;
- Riduce i guasti;
- Costa globalmente meno di un disservizio.

8. Misure con valutazione del rischio semplificata

8.1. Valutazioni del rischio semplificate

Le misure e le prove da effettuare su un impianto elettrico sono da considerare lavori con rischio elettrico, per cui per la loro esecuzione devono essere seguite le prescrizioni delle norme che trattano dei lavori elettrici.

Vi sono tuttavia casi in cui si può derogare alle prescrizioni di sicurezza, in quanto il rischio è ridotto (soprattutto perché, data la situazione, è trascurabile la probabilità che si verifichi un pericolo).

La valutazione dei rischi è il mezzo che permette di riconoscere in quali casi la deroga è possibile ed in quali no.

La norma CEI 11-27 riporta alcuni esempi, per mezzo dei quali è possibile comprendere come eseguire un'attenta e accorta valutazione dei rischi nel caso di misure su quadri di distribuzione.

I quadri di distribuzione devono essere conformi alla serie di Norme CEI EN 61439 o alla Norma CEI 23-51 (si veda la tabella 8.1).

Tabella 8.1 - Norme relative ai quadri di distribuzione

- [Q1] CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Regole generali
- [Q2] CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 2: Quadri di potenza
- [Q3] CEI EN 61439-3 (CEI 17-116) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)
- [Q4] CEI EN 61439-4 (CEI 17-117) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 4: Prescrizioni particolari per quadri per cantiere (ASC)
- [Q5] CEI EN 61439-5 (CEI 121-4) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 5: Quadri di distribuzione in reti pubbliche
- [Q6] CEI EN 61439-6 (CEI 17-118) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 6: Condotti sbarre
- [Q7] CEI 23-51, Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare

Qualora si alterassero o rimuovessero misure di protezione, si dovrà adottare la procedura che la nuova situazione dovesse richiedere. Ad esempio: se per accedere ad una morsetteria in tensione viene rimosso un protettore isolante, si dovranno adottare le procedure del lavoro sotto tensione. (CEI 11-27, punto 5.3.3.6)

Invece, una misura su parti attive non accessibili con grado di protezione almeno IPXXB, eseguita utilizzando strumenti e puntali costruiti secondo la relativa norma di prodotto, che una volta a contatto con la parte attiva consentano di mantenere un grado di protezione IPXXB, può essere eseguita senza adottare dispositivi di protezione individuale, in quanto, anche in base alla definizione di lavoro elettrico, nel caso specifico non si devono adottare misure di sicurezza per evitare il rischio elettrico.

Infatti, in una simile eventualità non sono presenti rischi di arco elettrico e shock elettrico e conseguentemente non è necessario fare uso dei relativi dispositivi di protezione individuale, (come sarà illustrato in dettaglio nel paragrafo 8.2).

Per comprendere meglio le affermazioni precedenti è utile ricordare che un involucro che ha un grado di protezione IP non inferiore a IPXXB non è accessibile al dito di prova (figura 8.1).



Figura 8.1: Dito di prova

Un tale involucro protegge dai contatti diretti con le parti attive al suo interno.

Durante l'esecuzione di una misura per mezzo di uno strumento dotato di puntali, per evitare il rischio di cortocircuiti accidentali, le dimensioni delle parti conduttive dei puntali (d) devono essere inferiori alle distanze minime (l) esistenti tra le parti attive ($d < l$).

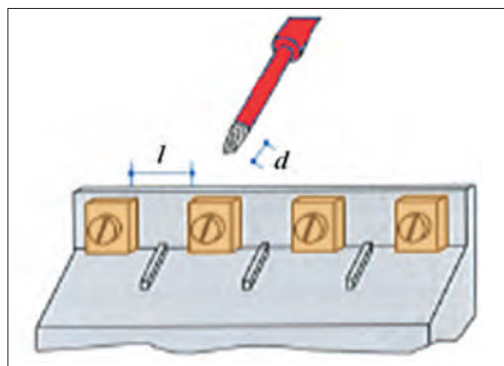


Figura 8.2: Dimensioni caratteristiche di morsetti e puntali

Puntali con le caratteristiche evidenziate non riducono il grado di protezione IPXXB. Pertanto, per non sottoporre l'operatore inutilmente a pericoli, è preferibile usare simili strumenti e puntali.

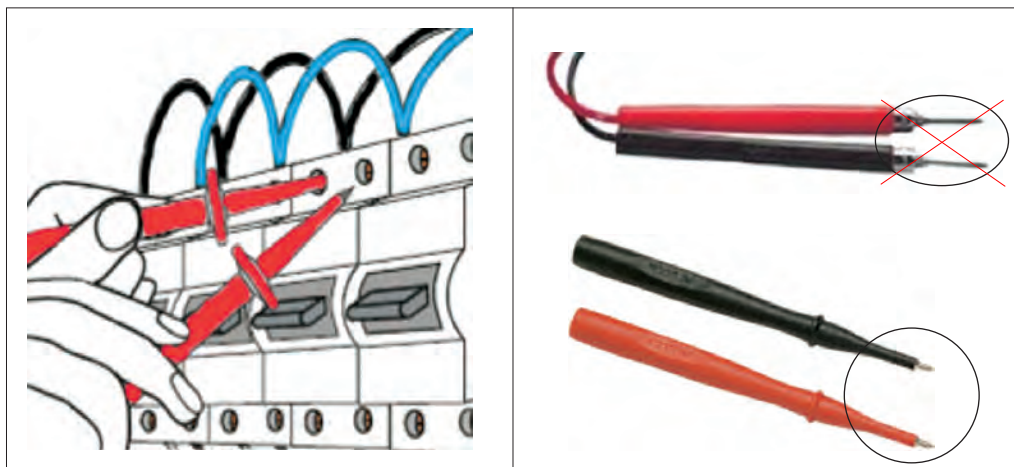


Figura 8.3: Puntali che conservano il grado di protezione IPXXB e puntali che non lo conservano

8.2. Misura di tensione all'interno di un quadro elettrico (primo esempio, punto 5.3.1.2, CEI 11-27)

La figura 8.4 fornisce un esempio di misura senza rischio elettrico che può essere eseguita senza indossare i guanti isolanti e la visiera di protezione contro il cortocircuito e senza supervisione di PES.

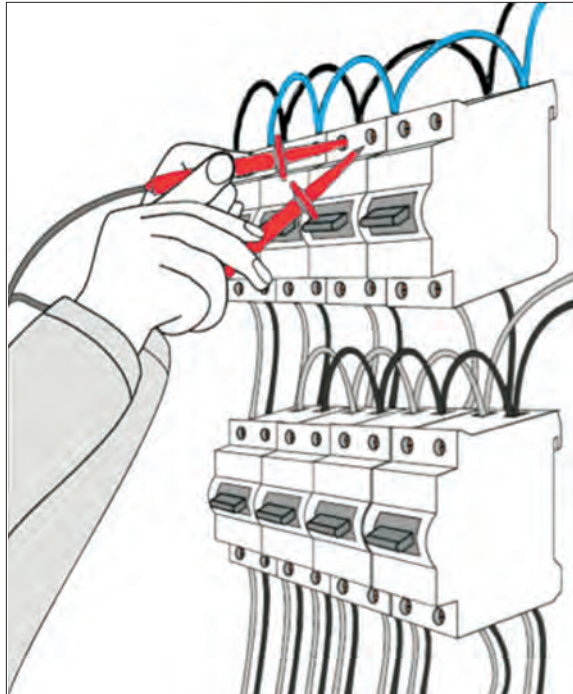


Figura 8.4: : Esempio di misura senza guanti isolanti e senza visiera di protezione contro il cortocircuito

Infatti:

- il quadro aperto presenta una protezione verso le parti attive non inferiore a IPXXB (ridotta probabilità di contatti diretti);
- la parte conduttiva dei puntali, che entra in contatto con le parti attive, ha una lunghezza minore della separazione esistente tra le parti attive stesse e tra queste e la massa (ridotta probabilità di cortocircuito e archi elettrici).

Tenuto conto del tipo di puntali impiegati (dimensioni e forma della punta di contatto nuda) e della distanza delle parti attive tra di loro e verso le masse, non c'è rischio di contatto accidentale, né di cortocircuito accidentale.

Pertanto è una misura che può essere eseguita:

- da una PEC (sotto supervisione o sorveglianza),
- senza indossare i guanti isolanti e la visiera di protezione contro il cortocircuito.

Deve essere comunque valutata la presenza di eventuali parti attive prossime, che possono determinare un lavoro in prossimità.

8.3. Misura di tensione all'interno di un quadro elettrico (secondo esempio, punto 5.3.1.2, CEI 11-27)

Se le parti attive sono accessibili (grado di protezione inferiore a IPXXB) o sono rese accessibili dall'inserimento dei puntali dello strumento, è necessario seguire le procedure del lavoro sotto tensione.

La figura 8.5 fornisce un esempio di misura che deve essere effettuata rispettando le procedure del lavoro sotto tensione, ma che può essere eseguita senza indossare la visiera di protezione contro il cortocircuito.

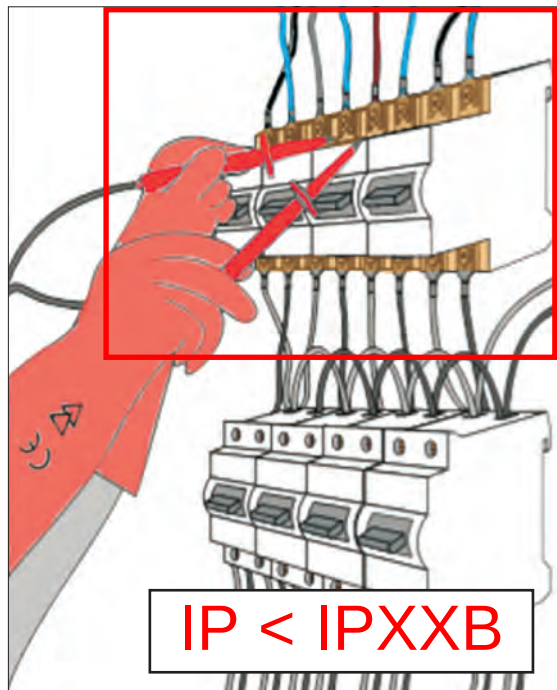


Figura 8.5: Esempio di misura senza visiera di protezione contro il cortocircuito

Infatti:

- il quadro aperto presenta una protezione verso le parti attive inferiore a IPXXB (rischio di contatti diretti con le parti attive accessibili);

- la parte conduttiva dei puntali, che entra in contatto con le parti attive, ha una lunghezza minore della separazione esistente tra le parti attive stesse e tra queste e la massa (ridotta probabilità di cortocircuito e archi elettrici).

Tenuto conto del tipo di puntali impiegati (dimensioni e forma della punta di contatto nuda) e della distanza delle parti attive tra di loro e verso le masse, c'è il rischio di contatto accidentale, ma non c'è rischio di cortocircuito accidentale.

Pertanto è un esempio di misura che deve essere eseguita:

- da PES o PAV idonee ai lavori sotto tensione in BT,
- indossando i guanti isolanti, ma senza la necessità della visiera di protezione contro il cortocircuito.

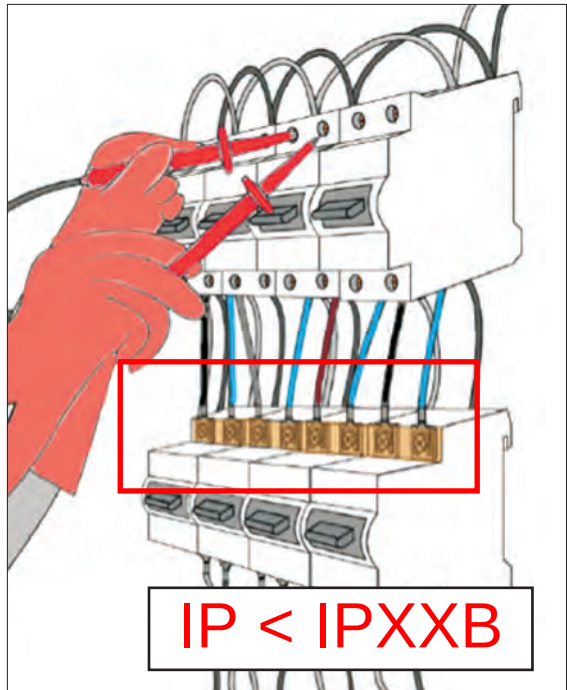
Anche in questo caso deve essere comunque valutata la presenza di eventuali parti attive prossime, che possono determinare un lavoro in prossimità.

8.4. Misura di tensione all'interno di un quadro elettrico (terzo esempio, punto 5.3.1.2, CEI 11-27)

La figura 8.6 fornisce un altro esempio di misura che deve essere effettuata rispettando le procedure del lavoro sotto tensione, ma che può essere eseguita senza indossare la visiera di protezione contro il cortocircuito.

Infatti:

- il quadro aperto presenta una protezione verso le parti attive inferiore a IPXXB (rischio di contatti diretti con le parti attive accessibili);
- la parte conduttiva dei puntali, che entra in contatto con le parti attive, ha una lunghezza minore della separazione esistente tra le parti attive stesse e tra queste e la massa (ridotta probabilità di cortocircuito e archi elettrici).



Tenuto conto del tipo di puntali impiegati (dimensioni e forma

Figura 8.6: Secondo esempio di misura senza visiera di protezione contro il cortocircuito

della punta di contatto nuda) e della distanza delle parti attive tra di loro e verso le masse, non c'è rischio di cortocircuito accidentale. C'è il rischio di contatto accidentale con le parti attive accessibili in prossimità.

È un esempio di misura che deve essere eseguita:

- da PES o PAV idonee ai lavori sotto tensione in BT,
- indossando i guanti isolanti, ma senza la necessità della visiera di protezione contro il cortocircuito.

In pratica i rischi a cui è sottoposto l'operatore sono simili a quelli dell'esempio precedente.

In alternativa ai guanti isolanti per rendere inaccessibili le parti attive si può adottare una protezione, ad esempio un telo isolante posizionato in modo da rendere inaccessibili i componenti inferiori.

8.5. Misura di tensione all'interno di un quadro elettrico (quarto esempio, punto 5.3.1.2, CEI 11-27)

La figura 8.7 fornisce un esempio di misura con rischio elettrico che deve essere effettuata rispettando le procedure del lavoro sotto tensione, pertanto non può essere eseguita senza indossare i guanti isolanti, l'elmetto, la visiera di protezione contro il cortocircuito e idoneo vestiario contro l'arco elettrico.

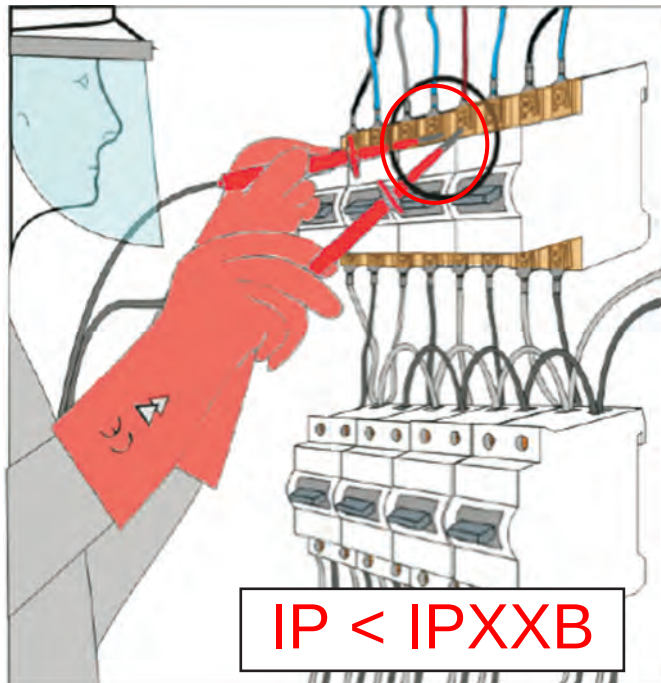


Figura 8.7: Esempio di misura che deve essere eseguita indossando i guanti isolanti, l'elmetto, a visiera di protezione contro il cortocircuito e idoneo vestiario contro l'arco elettrico

Infatti:

- il quadro aperto presenta una protezione verso le parti attive inferiore a IPXXB (rischio di contatti diretti con le parti attive accessibili);
- la parte conduttiva dei puntali, che entra in contatto con le parti attive, ha una lunghezza maggiore della separazione esistente tra le parti attive stesse e tra queste e la massa (rischio di cortocircuito accidentale e di archi elettrici conseguenti);

Tenuto conto del tipo di puntali impiegati (dimensioni e forma della punta di contatto nuda) e della distanza delle parti attive tra di loro e verso le masse, c'è rischio di contatto accidentale e di cortocircuito accidentale.

Esempio di misura che deve essere eseguita:

- da PES o PAV idonee ai lavori sotto tensione in BT,
- indossando i guanti isolanti, l'elmetto, la visiera di protezione contro il cortocircuito e idoneo vestiario contro l'arco elettrico.

9. Esempi di moduli da utilizzare per i lavori elettrici

9.1. Introduzione

Nel presente capitolo sono riportati alcuni modelli elaborati a partire da quelli contenuti nell'Allegato G della norma CEI 11-27. I modelli, da utilizzare per l'esecuzione di lavori elettrici, e riportati a titolo di esempio sono:

- un modello per Piano di Lavoro;
- un modello per Consegna e Restituzione Impianto;
- due modelli per Piano di Intervento (uno da due pagine e uno da una pagina).

Gli interventi, specie per le grandi e medie aziende, potrebbero riguardare operazioni di routine o comunque potrebbero essere riconducibili ad operazioni completamente pianificabili.

In tal caso, i Piani di intervento possono essere ricondotti a schede di lavoro dove le fasi operative e gli altri elementi dei lavori sono già completamente pianificati secondo procedure ben definite. In tali casi si possono utilizzare dei piani di intervento con molte parti già precompilate. Tali piani sono chiamati Schede di Intervento.

Per chiarire l'uso delle schede di intervento, si allega un esempio tratto sempre dalla norma CEI 11-27:

- esempio di Scheda di Intervento (per interventi ripetitivi di sostituzione di interruttori in quadri BT con lavoro effettuato sotto tensione).

Dall'esempio si vede come i campi da compilare nel caso delle schede siano ridotti a quelli strettamente necessari per l'individuazione dell'elemento dell'impianto su cui si opera, contenendo la scheda già la sequenza delle operazioni da eseguire e le altre indicazioni necessarie per il lavoro.

Nei modelli e nell'esempio proposti i campi da compilare sono quelli in colore.

Modello Piano di Lavoro

Ragione sociale della Ditta o Logo	PIANO DI LAVORO n. _____ del _____.		
Identificazione impianto _____.			
Tensione di esercizio dell'impianto _____ volt			
Piano di lavoro richiesto dal Sig. _____		Ditta: _____.	
Elaborato dal Sig. _____		Ditta: _____.	
Responsabile Impianto per la consegna Sig. _____		Ditta: _____.	
Addetto alle manovre: Sig. _____		Ditta: _____.	
Preposto ai Lavori: Sig. _____		Ditta: _____.	
Tempo previsto per l'esecuzione dei lavori: dalle ore _____ del _____ alle ore _____ del _____.			
Descrizione del lavoro: _____ _____ _____ _____			
Elementi d'impianto da mettere fuori tensione ed in sicurezza _____ _____ _____ _____ _____ _____			
Punti di sezionamento ed apposizione cartelli monitori _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____			
Eventuali punti di messa a terra di sezionamento _____ _____ _____ _____			
Eventuali parti in tensione circostanti il punto di lavoro _____ _____ _____			
Ulteriori misure di sicurezza da realizzare prima dell'inizio dei lavori _____ _____ _____			
Note _____ _____ _____			
Firma elaboratore: _____			
Firma Responsabile Impianto: _____		Data _____.	

Modello Consegna e Restituzione Impianto

Ragione sociale della Ditta o Logo	CONSEGNA IMPIANTO n. _____.
Data: _____	Ora: _____.
In conformità a quanto indicato dal Piano di Lavoro n. _____ del _____.	
Il Sig. _____ Ditta: _____.	
(Responsabile Impianto per la consegna)	
consegna al Sig. _____ Ditta: _____.	
(Preposto ai lavori)	
i seguenti elementi d'impianto nelle condizioni di sicurezza previste dal Piano di Lavoro:	
• _____.	
• _____.	
• _____.	
• _____.	
• _____.	
• _____.	
• _____.	
Note _____.	
• _____.	
• _____.	
Firma Responsabile Impianto per la consegna: _____.	
Firma Preposto al Lavoro: _____.	

Ragione sociale della Ditta o Logo	RESTITUZIONE IMPIANTO n. _____.
Data: _____	Ora: _____.
In conformità a quanto indicato dal Piano di Lavoro n. _____ del _____.	
Il Sig. _____ Ditta: _____.	
(Preposto ai lavori)	
restituisce al Sig. _____ Ditta: _____.	
.	
(Responsabile Impianto per la consegna)	
gli elementi d'impianto ricevuti con la Consegna Impianto n. _____ del _____.	
Note _____.	
• _____.	
• _____.	
Firma Responsabile Impianto per la consegna: _____.	
Firma Preposto al Lavoro: _____.	

Modello Piano di Intervento

Ragione sociale della Ditta o Logo	PIANO DI INTERVENTO n. _____ del _____.		
Identificazione impianto o parte di impianto _____.			
Tensione di esercizio dell'impianto _____ volt			
Responsabile Impianto Sig. _____		Ditta: _____.	
Preposto al Lavoro: Sig. _____		Ditta: _____.	
Tempo previsto per l'esecuzione dei lavori: dalle ore _____ del _____ alle ore _____ del _____.			
Descrizione del lavoro: _____.			
• _____.			
• _____.			
• _____.			
• _____.			
• _____ N. di operatori _____.			
Fuori tensione: _____.		Sotto tensione: _____.	
• _____.		• _____.	
• _____.		• _____.	
• _____.		• _____.	
• _____.		• _____.	
Area occupata dal cantiere _____.			
Terre di lavoro: SI ☐ NO ☐			
Punti di apposizione _____.			
• _____.			
• _____.			
• _____.			
Collegamenti equipotenziali: SI ☐ NO ☐			
Punti di realizzazione _____.			
• _____.			
• _____.			
• _____.			
Parti in tensione prossime: SI ☐ NO ☐			
Punti di localizzazione _____.			
• _____.			
• _____.			
Misure da adottare per parti in tensione prossime:			
Impedimenti: _____.			
• _____.			
• _____.			
• _____.			
• _____.			
• _____.			
Distanze: _____.			
• _____.			
• _____.			
• _____ (prosegue nel retro).			

Misure da adottare per parti in tensione prossime (prosecuzione):
Attrezzature e mezzi speciali da utilizzare:
*
*
*
*
DPI:
*
*
*
*
Compiti degli operatori
*
*
*
*
*
*
*
*
Sequenze operative
*
*
*
*
*
*
*
*
*
*
*
*
*
*
*
Note
*
*
Firma Responsabile Impianto:
Firma Preposto al Lavoro, per condivisione:
.

Modello Piano di Intervento (versione da una pagina)

Ragione sociale della Ditta o Logo	PIANO DI INTERVENTO n. _____ del _____.		
Identificazione impianto o parte di impianto _____.			
Tensione di esercizio dell'impianto _____ volt			
Responsabile Impianto Sig. _____		Ditta: _____.	
Preposto al Lavoro: Sig. _____		Ditta: _____.	
Tempo previsto per l'esecuzione dei lavori: dalle ore _____ del _____ alle ore _____ del _____.			
Descrizione del lavoro: _____.			
• _____.			
• _____ N. di operatori _____.			
Fuori tensione: _____.		Sotto tensione: _____.	
• _____.		• _____.	
• _____.		• _____.	
Area occupata dal cantiere _____.			
Terre di lavoro: SI ☐ NO ☐			
Punti di apposizione _____.			
• _____.			
Collegamenti equipotenziali: SI ☐ NO ☐			
Punti di realizzazione _____.			
• _____.			
Parti in tensione prossime: SI ☐ NO ☐			
Punti di localizzazione _____.			
• _____.			
Misure da adottare per parti in tensione prossime:			
Impedimenti: _____.			
• _____.			
• _____.			
Distanze: _____.			
• _____.			
• _____.			
Attrezzature e mezzi speciali da utilizzare: _____.			
• _____.			
DPI: _____.			
• _____.			
Compiti degli operatori _____.			
• _____.			
• _____.			
Sequenze operative _____.			
• _____.			
• _____.			
• _____.			
Note _____.			
• _____.			
Firma Responsabile Impianto _____		Firma Preposto al Lavoro _____.	

Esempio di Scheda di Intervento per interventi ripetitivi di sostituzione di interruttori in quadri BT con lavoro effettuato sotto tensione

Ragione sociale della Ditta o Logo	PIANO DI INTERVENTO n. _____ del _____.		
Identificazione impianto o parte di impianto _____.			
Tensione di esercizio dell'impianto: 230/400 V			
Responsabile Impianto Sig. _____		Ditta: _____.	
Preposto al Lavoro: Sig. _____		Ditta: _____.	
Tempo previsto per l'esecuzione dei lavori: dalle ore _____ del _____ alle ore _____ del _____.			
Descrizione del lavoro:			
Lavoro sotto tensione: Sostituzione interruttore in quadro BT		N. di operatori: uno	
Misure da adottare per parti in tensione prossime:			
Eventuali parti in tensione in zona prossima da proteggere: _____.			
_____.			
_____.			
Impedimenti: _____.			
_____.			
_____.			
Distanze: _____.			
_____.			
Attrezzature e mezzi speciali da utilizzare:			
- cacciaviti isolati - pinza isolata o pinza isolante - morsetti isolati			
- nastro isolante – multimetro - indicatore sequenza fasi			
DPI da utilizzare per la prevenzione del rischio elettrico:			
elmetto, visiera, guanti isolanti, vestiario resistente all'arco elettrico.			
Accesso al posto di lavoro			
Modalità di accesso al posto di lavoro dal suolo, con assicurazione di posizione stabile dell'operatore			
Sequenze operative			
• Individuare in modo univoco l'interruttore da sostituire (tramite le targhe di identificazione e gli schemi). • Aprire l'interruttore per interrompere il carico. • Indossare i guanti isolanti (dopo averli verificati a vista e gonfiati) ed abbassare la visiera (gli altri DPI devono essere già indossati). (°) • Rimuovere l'eventuale pannello di protezione del quadro e l'eventuale coprimorsetto lato uscita dell'interruttore ed accertarsi che la morsettiera sia in buono stato di conservazione. • Prendere nota del colore e della sequenza dei conduttori, eventualmente contrassegnando gli stessi utilizzando del nastro isolante colorato. • Con il cacciavite isolato, allentare la vite del primo morsetto di fase in uscita, sfilare il conduttore con la pinza isolante (°) ed applicare un morsetto isolato. Procedere analogamente per gli altri conduttori sconnettendo per ultimo il neutro. • Togliere l'eventuale coprimorsetto lato entrata ed accertarsi che la morsettiera sia in buono stato di conservazione. In mancanza di idonei setti isolanti applicare il mastice isolante tra i morsetti. • Con il cacciavite isolato, allentare la vite del primo morsetto di fase in entrata, sfilare il conduttore con la pinza isolante (°) ed applicare un morsetto isolato. Procedere analogamente per gli altri conduttori sconnettendo per ultimo il neutro.			

- Rimuovere l'interruttore da sostituire ed installare quello nuovo in posizione di aperto. In mancanza di idonei setti isolanti applicare il mastice isolante tra i morsetti di entrata (allo scopo di evitare un possibile cortocircuito tra i morsetti causato dalla punta del cacciavite).
- Togliere il morsetto isolato dal conduttore di neutro in entrata, infilarlo nel corrispondente morsetto utilizzando la pinza isolante (*) e serrare con il cacciavite isolato. Procedere analogamente con gli altri conduttori di fase in entrata rispettando la sequenza originaria.
- Asportare l'eventuale mastice isolante ed applicare l'eventuale coprimorsetto.
- Infilare il conduttore di neutro nel corrispondente morsetto di uscita, utilizzando la pinza isolante (*) e serrare con il cacciavite isolato. Procedere analogamente con gli altri conduttori di fase in uscita rispettando la sequenza originaria.
- Chiudere l'interruttore e verificare, con il rilevatore di tensione o con un voltmetro, la presenza di tensione (in caso di interruttore quadripolare, se è necessario, verificare anche la sequenza delle fasi inserendo lo strumento in modo fisso).
- Applicare l'eventuale protezione del quadro e/o il coprimorsetto dell'interruttore.

(*) Se il lavoro si svolge su impianto monofase per uso domestico e similari, con protezione a monte, non è necessario il vestiario resistente all'arco elettrico.

(*) Oppure pinza isolata.

Firma Preposto al Lavoro

Data

10. Le novità della norma CEI 11-27 ed. 2014

10.1. Introduzione

A fine gennaio 2014 è stata pubblicata la IV edizione della norma CEI 11-27 riguardante i lavori sugli impianti elettrici.

Tale edizione prende atto di alcune disposizioni legislative contenute nel Testo Unico sulla salute e sicurezza sul lavoro e si basa a sua volta sulla nuova edizione della norma europea CEI EN 50110-1:2013.

Le nuove edizioni della CEI 11-27 e della CEI EN 50110-1 sono state pubblicate contemporaneamente in modo che ne fosse possibile l'uso congiunto ed a tal fine la norma italiana è stata redatta facendo corrispondere la numerazione degli articoli e dei paragrafi a quelli della norma europea.

10.2. Elenco delle principali novità

Le novità più significative della IV edizione (2014) della norma CEI 11-27 rispetto alla III edizione (2005) riguardano i seguenti aspetti.

a) Ampliamento del campo di applicazione

L'art. 83 del d.lgs. 81/2008 introduce la distanza di sicurezza dalle parti attive non protette, da osservarsi, nell'esecuzione di lavori non elettrici. Tale distanza, nella norma CEI 11-27, edizione IV, è indicata con DA9 ed è considerata essere il limite della zona di lavoro con rischio elettrico.

In seguito al recepimento della distanza DA9, nel campo di applicazione della norma stessa è stata introdotta una frase per attestare che le relative clausole devono comunque essere applicate "a tutti i lavori in cui sia presente un rischio elettrico", pertanto entro la distanza DA9, "indipendentemente dalla natura del lavoro stesso". Infatti fino all'edizione III, il campo di applicazione della norma terminava alla distanza D_V dalle parti attive.

La filosofia stessa della norma è cambiata: tutte le attività che si svolgono ad una data distanza da una parte attiva sono considerate soggette agli stessi rischi, dal punto di vista elettrico, indipendentemente dal tipo di attività svolta. Detto in modo equivalente: i rischi sono indipendenti dalla natura del lavoro, ma sono

strettamente correlati alle distanze tra le persone (misurate includendo gli ingombri di attrezzature e utensili maneggiati) e le parti attive non protette.

b) Definizioni riguardanti le figure coinvolte nei lavori elettrici

Sono state usate quattro figure per ripartire compiti e responsabilità dei lavori sugli impianti elettrici (per la loro definizione e per l'elenco delle rispettive prerogative si rimanda al capitolo 3 del presente lavoro).

c) Definizioni di lavoro elettrico e di lavoro non elettrico

La definizione di "lavoro elettrico" adottata è la seguente: "lavoro svolto a distanza minore o uguale a D_V da parti attive accessibili di linee e di impianti elettrici o lavori fuori tensione sugli stessi".

Nella zona dove $d \leq D_V$, a seconda della distanza, si eseguono i seguenti lavori:

- lavori sotto tensione se $d \leq D_L$;
- lavori in prossimità se $D_L < d \leq D_V$.

I lavori sotto tensione sono disciplinati dall'art. 82 del d.lgs. 81/2008, e, in bassa tensione, possono essere eseguiti da persone esperte (PES) in ambito elettrico, dotate di idoneità, mentre in media e alta tensione possono essere eseguiti solo da lavoratori abilitati di società autorizzate. Invece i lavori in prossimità possono essere eseguiti da persone esperte (PES) o avvertite (PAV) in ambito elettrico, oppure da persone comuni (PEC) sotto la supervisione di una PES (che ha messo in atto sezionamenti e messa in sicurezza, oppure installazione di barriere o di protettori isolanti), oppure da PEC sotto la sorveglianza di PES o PAV applicando la procedura del lavoro in prossimità (distanza di sicurezza).

La definizione di "lavoro non elettrico" adottata è la seguente: "lavoro svolto a distanza minore di DA_9 e maggiore di D_V da parti attive accessibili di linee e di impianti elettrici".

Nella zona tra $D_V < d < DA_9$ si possono eseguire lavori non elettrici (ad es.: scavi, demolizioni, costruzioni). Tali lavori possono essere eseguiti da PES o PAV, oppure da PEC sotto la supervisione di una PES (che ha messo in atto sezionamenti e messa in sicurezza, oppure installazione di barriere o di protettori isolanti), oppure da PEC sotto la sorveglianza di PES o PAV, oppure solo da PEC in casi particolari trattati in modo approfondito nel capitolo 7 del presente lavoro.

d) Prescrizioni di sicurezza per le persone comuni (PEC) che eseguono lavori di natura non elettrica

Come già anticipato nel secondo capoverso del punto precedente, tali prescrizioni sono trattate in modo approfondito nel capitolo 7 del presente lavoro.

e) Adeguamento delle distanze D_L e D_V a quelle della norma CEI EN 50110-1:2013

Le distanze usate per definire la zona di lavoro sotto tensione (D_L) e quelle

usate per definire la zona di lavoro in prossimità (D_V) sono state riallineate con quelle della Norma CEI EN 50110-1:2013.

In particolare, ciò ha comportato l'azzeramento della distanza D_L che delimita la zona di lavoro sotto tensione in bassa tensione, pertanto, quando si opera in bassa tensione, il lavoro è considerato "sotto tensione" soltanto se si entra in contatto con la parte attiva.

f) Revisione e aggiunta di modulistica correlata ai lavori elettrici e non elettrici

Nell'allegato G sono stati riportati a titolo di esempio i seguenti moduli:

- modulo per Piano di lavoro, Modello PL 1;
- modulo per consegna e restituzione dell'impianto, Modello CR 1;
- modulo per Piano di intervento, Modello PI 1;
- modulo per Scheda di lavoro, Modello PI 2.

Nell'allegato F è riportato un esempio di Fac-simile di Delega del ruolo operativo di Responsabile dell'Impianto da URI a RI.

Nell'allegato E è riportato un esempio di documento di valutazione delle distanze ai sensi dell'art. 6.4.4 della CEI 11-27.

g) Allineamento della struttura editoriale della norma CEI 11-27 a quella della norma CEI EN 50110-1

La struttura della Norma CEI 11-27, IV edizione, è stata completamente modificata e, per quanto possibile, resa identica come numerazione degli articoli, dei paragrafi ecc. alla Norma CEI EN 50110-1:2013.

In questo modo, è più agevole verificare le differenze tra la norma italiana e quella europea ed è più semplice riscontrare le parti aggiunte relativamente a:

- procedure di lavoro (incluse manovre, misure, prove, ispezioni);
- formazione del personale;
- definizioni riguardanti le figure coinvolte nei lavori elettrici.

h) Dichiarazione esplicita della non applicabilità della distanza D_W utilizzata nella norma CEI EN 61936-1

Nella Norma CEI EN 61936-1 [14] è considerata la distanza D_W con il significato di "distanza di lavoro secondo le norme o i regolamenti nazionali".

Nella Norma CEI EN 61936-1, la distanza D_W è posizionata in una posizione intermedia tra la distanza D_L e la distanza D_V .

Tale distanza è in contrasto con le Norme CEI EN 50110-1 e CEI 11-27. Per questo motivo, nell'Allegato A, paragrafo A.1 della Norma CEI 11-27, IV edizione, si afferma che: "la distanza D_W , in Italia, non si utilizza ai fini dell'esecuzione dei lavori elettrici".

11. Riferimenti

11.1. Legislazione

- [1] Decreto legislativo del 9 aprile 2008, n. 81, e s.m.i., Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007 n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- [2] Decreto del Ministro del lavoro e delle politiche sociali del 4 febbraio 2011, Definizione dei criteri per il rilascio delle autorizzazioni di cui all'articolo 82, comma 2), lettera c), del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, e s.m.i.
- [3] Decreto legislativo del 4 dicembre 1992, n. 475, Attuazione della direttiva 89/686/CEE del Consiglio del 21 dicembre 1989, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative ai dispositivi di protezione individuale, modificato dal decreto legislativo 2 gennaio 1997, n. 10, Attuazione delle direttive 93/68/CEE, 93/95/CEE e 96/58/CE relative ai dispositivi di protezione individuale. Il d.lgs. 475/92 è stato superato dal Regolamento (UE) 2016/425 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2016, sui dispositivi di protezione individuale e che abroga la direttiva 89/686/CEE del Consiglio.
- [4] Decreto dei Ministri della salute, del lavoro e delle politiche sociali, per la funzione pubblica, e delle attività produttive del 15 luglio 2003, n. 388, Regolamento recante disposizioni sul pronto soccorso aziendale, in attuazione dell'articolo 15, comma 3, del decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, e s.m.

11.2. Norme tecniche

- [5] CEI 11-27, "Lavori su impianti elettrici", 2014.
- [6] CEI 11-48 (CEI EN 50110-1), "Esercizio degli impianti elettrici. Parte 1: Prescrizioni Generali", 2014.
- [7] CEI 11-49 (CEI EN 50110-2), "Esercizio degli impianti elettrici. Parte 2: Allegati Nazionali".

- [8] CEI 11-15, "Esecuzione di lavori sotto tensione su impianti elettrici di Categoria II e III in corrente alternata)", 2011, + CEI 11-15;EC:2014.
- [9] CEI EN 50191 (CEI 11-64), "Installazione ed esercizio degli impianti elettrici di prova"
- [10] CEI EN 50274 (CEI 17-82), "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per Bassa tensione – Protezione contro le scosse elettriche – protezione dal contatto diretto accidentale con parti attive pericolose"
- [11] CEI EN 61230 (CEI 11-40), "Lavori sotto tensione – Dispositivi portatili di messa a terra o di messa a terra e in cortocircuito".
- [12] CEI EN 61219 (CEI 11-34), "Lavori sotto tensione – Apparecchio di messa a terra o di messa a terra e in cortocircuito, utilizzando delle lance come dispositivo di messa in corto circuito – Messa a terra con lance".
- [13] CEI EN 50522 (CEI 99-3), "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.".
- [14] CEI EN 61936-1 (CEI 99-2), "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. – Prescrizioni comuni".
- [15] CEI 64-8, "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua".
- [16] CEI EN 61472 (CEI 78-4), "Lavori sotto tensione – Distanze minime di avvicinamento per sistemi in corrente alternata da 72,5 kV a 800 kV – Un metodo di calcolo".
- [17] CEI ENV 50196 (CEI 11-39), "Lavori sotto tensione – Livello di isolamento richiesto e relative distanze in aria – Metodo di calcolo".
- [18] CEI EN 62271-1 (CEI 17-112), "Apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione – Parte 1: Prescrizioni comuni".
- [19] CEI EN 62271-102 (CEI 17-83), "Apparecchiatura ad alta tensione – Parte 102: Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata".
- [20] CEI 11-81, "Rapporto Tecnico: Guida alle novità dei contenuti della Norma CEI 11-27, IV edizione, rispetto alla III edizione", 2014.
- [21] CEI EN 50340 (CEI 11-70), "Dispositivi idraulici per il taglio dei cavi – Dispositivi da impiegare su installazioni a tensione nominale fino a 30 kV in corrente alternata".

11.3. Guide

- [22] CEI 0-10, "Guida alla manutenzione degli impianti elettrici"
- [23] CEI 0-15, "Manutenzione delle cabine elettriche MT/BT dei clienti/utenti finali"

- [24] CEI 0-16, "Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica".
- [25] CEI 0-21, "Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica".

11.4. Bibliografia

- [26] G. L. Amicucci, F. Fiamingo, La nuova norma per i lavori sugli impianti elettrici, "Costozero", febbraio 2014, Ed. del Mediterraneo.
- [27] M.T. Settino, L'attività svolta dalla Commissione Ministeriale per i Lavori sotto tensione, Convegno INAIL "La sicurezza nei lavori in presenza di rischio elettrico - Le nuove regole", presso l'Auditorium INAIL di P.le Pastore, Roma, 11 marzo 2014
- [28] G. Floriello, Lavori su impianti elettrici: le novità introdotte dalla IV edizione della norma CEI 11-27, Convegno INAIL "La sicurezza nei lavori in presenza di rischio elettrico - Le nuove regole", presso l'Auditorium INAIL di P.le Pastore, Roma, 11 marzo 2014
- [29] G.L. Amicucci, La formazione specialistica per gli operatori in presenza di rischio elettrico, Convegno INAIL "La sicurezza nei lavori in presenza di rischio elettrico - Le nuove regole", presso l'Auditorium INAIL di P.le Pastore, Roma, 11 marzo 2014
- [30] M. Iulita, Le criticità connesse alla ricerca guasti e prove, Convegno INAIL "La sicurezza nei lavori in presenza di rischio elettrico - Le nuove regole", presso l'Auditorium INAIL di P.le Pastore, Roma, 11 marzo 2014
- [31] G.L. Amicucci, F. Fiamingo, F. Di Tosto, La sicurezza nelle operazioni di verifica degli impianti elettrici in BT, Convegno INAIL "La sicurezza nei lavori in presenza di rischio elettrico - Le nuove regole", presso l'Auditorium INAIL di P.le Pastore, Roma, 11 marzo 2014
- [32] C. Granata, La direttiva 89/686/CEE e i DPI utilizzati in presenza di rischio elettrico, Convegno INAIL "La sicurezza nei lavori in presenza di rischio elettrico - Le nuove regole", presso l'Auditorium INAIL di P.le Pastore, Roma, 11 marzo 2014
- [33] G. L. Amicucci, M. T. Settino, "Accidents with injuries or death during non-electrical work activities near overhead power lines", Proceedings IEEE EEEIC 2017, Milano, ISBN 978-1-5386-3916-0
- [34] G. L. Amicucci, F. Fiamingo, La formazione per i lavori elettrici in Bassa Tensione, "Costozero", n. 6, novembre/dicembre 2014, Ed. del Mediterraneo.

- [35] G. L. Amicucci, L'idoneità per i lavori elettrici sotto tensione, "Costozero", n. 2, marzo/aprile 2015, Ed. del Mediterraneo.
- [36] G. L. Amicucci, M. T. Settino, D. Ranieri, L. Di Lollo, Lavori in prossimità di linee elettriche aeree: valutazione del rischio e misure di prevenzione, INAIL 2016, ISBN 978-88-7484-515-6.
- [37] G. L. Amicucci, F. Di Tosto, M. T. Settino, Lavori elettrici in alta tensione, INAIL 2017, ISBN 978-88-7484-579-8.

