

data di pubblicazione: 2024-12

data di scadenza: 24-02-2025

## Gestione del rischio elettrico su veicoli elettrici ed ibridi - Parte 1: attività su veicoli

Electrical risk management on electric and hybrid vehicles - Part 1:  
activities on vehicles



### INCHIESTA PUBBLICA

#### Sommario

La presente parte 1 della Specifica Tecnica si applica a qualsiasi veicolo o macchinario mobile (d'ora in poi "Veicolo") rientranti nelle seguenti categorie come definite dal Codice della Strada: motoveicoli; autoveicoli; filoveicoli; rimorchi; macchine agricole; macchine operatrici; veicoli con caratteristiche atipiche

purché siano dotati di un sistema di propulsione principale o secondario di tipo elettrico o ibrido e di un sistema di accumulo dell'energia elettrica per la trazione a bordo e/o di un sistema di produzione dell'energia elettrica.

Dall'applicazione della presente Specifica Tecnica sono esclusi i veicoli per i quali:

- la tensione nominale del circuito elettrico sia inferiore a 30 V c.a. o inferiore a 60 V c.c.
- la tensione massima del circuito elettrico sia superiore ai 1 000 V c.a. o ai 1 500 V c.c.

Uno degli obiettivi della presente specifica tecnica è di aiutare le aziende e i datori di lavoro che lavorano nel campo dei veicoli elettrici e/o ibridi, a strutturare la formazione e la professionalità dei propri dipendenti, anche per rispondere agli obblighi del D. Lgs. 81/08 e s.m.i. in ambito di rischio elettrico.

La presente parte 1 si riferisce alle attività lavorative sui veicoli elettrici e/o ibridi, con riferimento ai soli rischi elettrici che si possono presentare durante il loro svolgimento; durante tali attività dovranno sempre essere applicate le indicazioni e le istruzioni del costruttore del veicolo, che hanno priorità rispetto alle prescrizioni della presente Specifica Tecnica.

---

Tutti gli interessati possono inviare i propri commenti ai documenti in Inchiesta Pubblica utilizzando il modello (template) liberamente scaricabile alla sezione “Attività Normativa - inchieste pubbliche” sul sito <https://www.ceinorme.it/adempimenti-al-regolamento-ue-1025-2012/inchieste-pubbliche/>.

I commenti saranno inviati al Comitato Tecnico CEI competente e verranno tenuti in considerazione anche per esprimere una posizione CEI nelle sedi opportune. Le osservazioni dovranno pervenire al CEI entro la data di scadenza dell'inchiesta pubblica indicata per ciascun Progetto. Tale documento, in formato Microsoft Word compilato come previsto in ogni sua parte va inviato tramite e-mail all'indirizzo [dt@ceinorme.it](mailto:dt@ceinorme.it).

---



## INDICE

|    |                                                                                                |    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1  |                                                                                                |    |
| 2  |                                                                                                |    |
| 3  | PREMESSA .....                                                                                 | 4  |
| 4  | 1 Campo di applicazione .....                                                                  | 5  |
| 5  | 2 Riferimenti normativi e legislativi .....                                                    | 7  |
| 6  | 3 Definizioni .....                                                                            | 8  |
| 7  | 3.1 Definizioni generali.....                                                                  | 8  |
| 8  | 3.2 Definizioni delle distanze che determinano le zone pericolose .....                        | 16 |
| 9  | 3.3 Definizioni relative a imprese, lavori e ruoli .....                                       | 16 |
| 10 | 3.4 Lavoro senza rischio elettrico su veicolo elettrico o ibrido .....                         | 17 |
| 11 | 3.5 Definizioni relative agli interventi e alle operazioni sui veicoli .....                   | 20 |
| 12 | 3.6 Definizioni dei documenti per i lavori (vedi esempio allegato F) .....                     | 22 |
| 13 | 4 Principi generali di sicurezza .....                                                         | 23 |
| 14 | 4.1 Operazioni in sicurezza .....                                                              | 23 |
| 15 | 5 Generalità sulla formazione .....                                                            | 27 |
| 16 | 5.1 Aggiornamento della formazione .....                                                       | 29 |
| 17 | 5.2 Organizzazione della docenza .....                                                         | 29 |
| 18 | 5.3 Generalità .....                                                                           | 29 |
| 19 | 5.4 Controlli funzionali in officina.....                                                      | 29 |
| 20 | 6 Procedure di lavoro .....                                                                    | 30 |
| 21 | 6.1 Generalità .....                                                                           | 30 |
| 22 | 6.2 Lavoro fuori tensione sui Veicoli elettrici e ibridi .....                                 | 30 |
| 23 | 6.3 Lavori sotto tensione su Veicoli elettrici e ibridi .....                                  | 31 |
| 24 | 6.4 Lavori in prossimità di parti attive sui Veicoli elettrici e ibridi .....                  | 36 |
| 25 | 6.5 Lavori non elettrici sui Veicoli elettrici e ibridi .....                                  | 36 |
| 26 | Allegato A (informativo) Esempi di conferimento di nomine .....                                | 37 |
| 27 | Allegato B (informativo) Definizioni specifiche per veicoli con motore a combustione interna - |    |
| 28 | Regolamento n. 100 della Commissione economica per l'Europa delle Nazioni Unite                |    |
| 29 | (UNECE) — Disposizioni uniformi relative all'omologazione dei veicoli riguardo a               |    |
| 30 | requisiti specifici del motore a combustione interna [2015/505] .....                          | 43 |
| 31 | Allegato C (informativo) Definizioni da "Regolamento n. 136 della Commissione                  |    |
| 32 | economica per l'Europa delle Nazioni Unite (UNECE) — Disposizioni uniformi relative            |    |
| 33 | all'omologazione di veicoli della categoria L riguardo a requisiti specifici per il            |    |
| 34 | motore a combustione interna [2019/1120]" .....                                                | 45 |
| 35 | Allegato D (informativo) Diagramma di flusso per i lavori previsti nella presente              |    |
| 36 | Specifiche Tecniche .....                                                                      | 47 |
| 37 | Allegato E Distanze di lavoro CEI 11-27 .....                                                  | 49 |
| 38 | Allegato F (informativo) Esempio di scheda di manutenzione .....                               | 51 |
| 39 | Allegato G (informativo) ESEMPIO di piano formativo per i livelli 1 e 2 .....                  | 53 |

## PREMESSA

La presente Specifica Tecnica è stata redatta da un gruppo di lavoro formato da esperti dei seguenti Comitati Tecnici CEI:

- CT 78 "Lavori elettrici sotto tensione
- CT 69 "Sistemi elettrici di trasferimento energia per veicoli stradali ed industriali (industrial trucks) alimentati elettricamente"
- CT 312 "Componenti e sistemi elettrici ed elettronici per veicoli elettrici e/o ibridi per la trazione elettrica stradale"

e coordinato dal vicepresidente del Comitato Tecnico CEI CT 78.

La parte che viene presentata in questo documento si riferisce agli interventi sui Veicoli elettrici o ibridi, con riferimento ai rischi elettrici che si possono presentare durante le attività lavorative.

La Specifica Tecnica è stata voluta dalla direzione del CEI per dare risposta ad una nuova professione che sta nascendo e che vedrà uno sviluppo esponenziale nei prossimi anni.

Un obiettivo del presente documento è quello di aiutare le aziende e i datori di lavoro che lavorano nel campo dei veicoli elettrici e ibridi, a strutturare la formazione e la professionalità dei propri dipendenti, anche per rispondere agli obblighi del D. Lgs. 81/08 e s.m.i. in ambito di rischio elettrico.

La valutazione dei rischi è in capo al datore di lavoro come stabilito dal D.Lgs 81/08 e s.m.i.

Si richiama l'attenzione del lettore sul fatto che gli argomenti trattati in questa Specifica tecnica non sono sufficienti per garantire la sicurezza degli operatori dai rischi diversi da quello elettrico.

Per eseguire i lavori sui veicoli elettrici e ibridi, dovranno sempre essere applicate le indicazioni e le istruzioni del costruttore che hanno priorità rispetto alle prescrizioni della presente TS.

È possibile integrare le indicazioni della presente Specifica Tecnica purché non in contrasto con le istruzioni del costruttore del veicolo (vedi manuale).

La Specifica Tecnica è composta da due parti:

**Parte 1 "Attività su veicoli"**

**Parte 2 "Soccorso su veicoli"**

Questa seconda parte è in fase di redazione e verrà pubblicata in un secondo tempo.

## 1 Campo di applicazione

La presente Specifica Tecnica si applica a qualsiasi veicolo o macchinario mobile (d'ora in poi **VEICOLO**) rientranti nelle seguenti categorie come definite dal Codice della Strada:

- a) motoveicoli;
- b) autoveicoli;
- c) filoveicoli;
- d) rimorchi;
- e) macchine agricole;
- f) macchine operatrici;
- g) veicoli con caratteristiche atipiche

purché siano dotati di un sistema di propulsione principale o secondario di tipo elettrico o ibrido e di un sistema di accumulo dell'energia elettrica per la trazione a bordo e/o di un sistema di produzione dell'energia elettrica.

Dall'applicazione della presente Specifica Tecnica sono esclusi i veicoli per i quali:

- la tensione nominale del circuito elettrico sia inferiore a 30 V c.a o inferiore a 60 V c.c.
- la tensione massima del circuito elettrico sia superiore ai 1 000 V c.a. o ai 1 500 V c.c.

Le figure citate nella presente parte 1 della Specifica Tecnica ricoprono ruoli simili alle figure individuate dalla EN 50110-1 a livello europeo e dalla CEI 11-27 a livello italiano.

Il confronto può risultare utile per analizzare le specificità: la tabella che segue ha tale scopo.

93  
94

**Tabella 1 Equiparazione tra figure professionali della norma CEI 11-27 ed. 2024 e la presente Specifica Tecnica**

| Figura della CEI 11-27 ed. 2024                                                                                                                                                                                                | Acronimo | Descrizione della figura                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Figura della presente Specifica Tecnica | Acronimo | Descrizione della figura                                                                                                                                                 | NOTE                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Gestore Impianto                                                                                                                                                                                                               | GI       | Persona designata che ha la responsabilità complessiva di un impianto elettrico, per garantirne l'esercizio in sicurezza, mediante la definizione di regole e l'organizzazione o le strutture. Il GI può essere il proprietario, il datore di lavoro, il titolare, un delegato o una persona designata, che ha il potere di attuare gli interventi di manutenzione necessari. | Gestore del veicolo                     | GV       | Persona (fisica o giuridica) che ha la responsabilità di garantire la sicurezza del veicolo.                                                                             | Questa figura non ha un ruolo attivo nella presente Specifica Tecnica |
| Responsabile impianto                                                                                                                                                                                                          | RI       | Persona designata, che ha la responsabilità dell'esercizio in sicurezza dell'impianto elettrico durante lo svolgimento delle attività lavorative con rischio elettrico.                                                                                                                                                                                                       | Responsabile del veicolo                | RV       | Persona responsabile della accettazione e della individuazione della tipologia di lavoro da effettuarsi sul Veicolo, con particolare riferimento al rischio elettrico.   |                                                                       |
| Gestore programmazione lavoro                                                                                                                                                                                                  | GL       | Persona che programma e organizza le attività lavorative con rischio elettrico prima del loro inizio, che individua o ricopre il ruolo di Responsabile del lavoro                                                                                                                                                                                                             |                                         |          |                                                                                                                                                                          |                                                                       |
| Responsabile del lavoro                                                                                                                                                                                                        | RL       | Persona designata dal GL che è stata incaricata di gestire le attività e garantire la sicurezza durante lo svolgimento dei lavori con rischio elettrico sul luogo di lavoro.                                                                                                                                                                                                  | Responsabile del lavoro                 | RL       | Persona designata dal Responsabile del veicolo, alla responsabilità della conduzione operativa del lavoro sul posto di lavoro, quando sia presente un rischio elettrico. |                                                                       |
| Lavoratore                                                                                                                                                                                                                     | L        | Persona che fisicamente svolge l'attività lavorativa con rischio elettrico.                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | /                                       | /        |                                                                                                                                                                          |                                                                       |
| Le figure di PEC, PAV e PES presenti nella norma CEI 11-27 sono individuate anche in questa Specifica Tecnica con le caratteristiche peculiari per le attività lavorative con rischio elettrico su veicoli elettrici ed ibridi |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                         |          |                                                                                                                                                                          |                                                                       |

95  
96  
97

NOTA: la Norma CEI 11-27 è attualmente in inchiesta pubblica (Progetto PRJ-CEI 3517) in seguito alle modifiche della EN 50110-1 ed. 2023; di conseguenza le terminologie di alcune figure professionali, riportate nella presente specifica tecnica, potrebbero subire modifiche.

Al fine di evitare la moltiplicazione delle definizioni, e garantire la massima diffusione delle corrette competenze necessarie ad eseguire le attività sugli impianti che presentano un rischio elettrico, si è scelto di mantenere gli stessi acronimi (PES, PAV e PEC) riportati nella Norma CEI 11-27.

La nomina delle figure di PES e PAV resta in carico al datore di lavoro, che dovrà individuare tra i propri dipendenti le competenze e le attitudini necessarie per intervenire su impianti di proprio interesse.

Per l'applicazione di questa Specifica Tecnica, le loro competenze dovranno essere tali da poter garantire una corretta valutazione dei rischi elettrici relativi agli impianti dei veicoli elettrici e ibridi, e non necessariamente su altre tipologie di impianti elettrici.

La presente Specifica Tecnica è applicabile ogni qualvolta occorra gestire il "rischio elettrico" nell'ambito dei veicoli elettrici ed ibridi.

## **2 Riferimenti normativi e legislativi**

I seguenti documenti di riferimento sono indispensabili per l'applicazione della presente Norma. Per i riferimenti datati, si applica solamente l'edizione citata. Per i riferimenti non datati, si applica l'ultima edizione del documento di riferimento (comprese le eventuali varianti).

| <b><u>Pubblicazione</u></b> | <b><u>Titolo</u></b>                                                                                                                                                                                                                                | <b><u>Norme</u></b>                                                        |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| –                           | D. Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 – e successive modifiche                                                                                                                                                                                               | –                                                                          |
| –                           | Codice della strada D.Lgs. 30/04/1992 n. 285 e successive modifiche                                                                                                                                                                                 | –                                                                          |
| –                           | “Lavori su impianti elettrici”, norma tecnica di riferimento; per le attività di lavoro sugli impianti elettrici sono normate dal D. Lgs. 81/2008 in particolare dagli Artt. 82 (lavori sotto tensione) e 83 (Lavori in prossimità di parti attive) | CEI 11-27:202X (futura edizione 2025, attualmente in IP come PRJ-CEI 3517) |
| EN 50110-1                  | “Esercizio impianti elettrici: procedure e organizzazione sicurezza”, che definisce procedure di sicurezza per l'esercizio, di lavoro e di manutenzione per gli impianti                                                                            | CEI 11-48:2024                                                             |
| UNI EN 15628                | “Manutenzione - Qualifica del personale di manutenzione”, che specifica la qualifica del personale in relazione ai compiti da svolgere nel contesto della manutenzione di impianti, infrastrutture e sistemi di produzione                          | –                                                                          |
| Regolamento UNECE 100       | Regolamento n. 100 della Commissione economica per l'Europa delle Nazioni Unite (UNECE) — Disposizioni uniformi relative all'omologazione dei veicoli riguardo a requisiti specifici del motopropulsore elettrico                                   |                                                                            |
| Regolamento UNECE 136       | Regolamento n. 136 della Commissione economica per l'Europa delle Nazioni Unite (UNECE) - Disposizioni uniformi relative all'omologazione di veicoli della categoria L riguardo a requisiti specifici per il motopropulsore elettrico [2019/1120]   |                                                                            |

### 3 Definizioni

Per le definizioni della presente Specifica Tecnica, ci si è riferiti, ove disponibili, alla Legislazione e alle Norme esistenti compatibili con lo scopo della presente Specifica Tecnica nonché al Regolamento UNECE 100 e 136.

Per le definizioni non presenti nella presente Specifica Tecnica, si rimanda al Regolamento UNECE 100 e 136.

Nell'Allegato B (informativo) si possono trovare le definizioni presenti nel Regolamento n. 100 della Commissione economica per l'Europa delle Nazioni Unite (UNECE)

Nell'Allegato C (informativo) si possono trovare le definizioni presenti nel Regolamento n. 136 della Commissione economica per l'Europa delle Nazioni Unite (UNECE)

Le nuove definizioni sono state create appositamente per questa Specifica Tecnica.

#### 3.1 Definizioni generali

##### 3.1.1 Attrezzatura isolante o isolata

Sono considerate isolanti e isolate le attrezzature a mano che rispondono alla Norma CEI EN IEC 60900.



Figura 3-1 – Esempio di attrezzatura isolante

##### 3.1.2 Alta tensione (HV, high voltage)

Componente elettrico o circuito con tensione di funzionamento superiore a 60 V e  $\leq 1\,500$  V in c.c. oppure superiore a 30 V e  $\leq 1\,000$  V in c.a. (valore efficace, rms)

##### 3.1.3 Circuito (o impianto) elettrico del veicolo

Insieme di parti sotto tensione collegate tra loro e progettate per essere sottoposte a tensione elettrica durante il normale funzionamento

##### 3.1.4 Circuito (o impianto) elettrico del veicolo di alta tensione (HV)

Circuito destinato principalmente alla trazione del veicolo (con tensione  $>$  di 30 V c.a. o 60 V c.c.)

NOTA I conduttori utilizzati per il trasporto dell'ENERGIA ELETTRICA DI BORDO dal circuito di trazione sono generalmente flessibili, rivestiti da involucro o isolamento di colore arancione.



**Figura 3-2 – Esempio di cablaggio elettrico di alta tensione correttamente isolato**

### **3.1.5 Circuito (o impianto) elettrico del veicolo di bassa tensione**

Circuito destinato principalmente alle funzioni ausiliarie. (con tensione nominale minore di 30 V c.a. o 60 V cc)

### **3.1.6 Convertitore DC-DC (continua-continua)**

Componente che converte la tensione (HV) in c.c. dell'ACCUMULATORE, nella tensione continua dei servizi di bordo tipicamente a 12 o 24 V c.c.

### **3.1.7 DPI di protezione per l'arco elettrico**

Sono dispositivi che garantiscono la protezione dagli effetti dell'arco elettrico e rispondono alla serie di Norme di prodotto specifiche, ad esempio:

- gli indumenti di protezione rispondenti alla famiglia delle Norme CEI EN 61482-2;
- la visiera e l'elmetto dielettrico (Norma CEI EN 62819)
- i guanti isolanti (Norma CEI EN 60903)



**Figura 3-3 – Esempio di indumenti di protezione**

160 **3.1.8 Elmetto dielettrico**



161

162 **Figura 3-4 – Esempio di elmetto dielettrico**

163 **3.1.9 Fuori tensione**

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

165 **3.1.10 Guanti isolanti**

166 Guanti in materiale isolante, rispondenti alla norma CEI EN 60903), normalmente in classe 00  
167 sino a 500 V c.a. - 750 V c.c., e in classe 0 sino 1000 V c.a. - 1 500 V c.c.

168 **NOTA** Per garantire il corretto utilizzo e l'efficacia dei guanti isolanti, l'utilizzatore dovrà dare particolare rilevanza  
169 al rispetto della nota informativa del costruttore. Qualora sussistano anche rischi meccanici, è possibile utilizzare  
170 guanti isolanti che incorporano anche la protezione meccanica, oppure sovra guanti nel caso di guanti isolanti senza  
171 protezione meccanica

172



173

174 **Figura 3-5 – Esempio di guanti isolanti**

175 **3.1.11 Sistema di accoppiamento per la ricarica del REESS**

176 Sistema di accoppiamento per la ricarica del sistema di accumulo di energia elettrica ricaricabile  
177 (REESS)" indica il circuito elettrico utilizzato per caricare il REESS da una fonte di energia  
178 elettrica esterna, inclusa la presa del veicolo.

179 [Fonte Regolamento UNECE 100, Definizione 2.5]



**Figura 3-6 – Connettore di ricarica e presa di ricarica su un veicolo elettrico**

### **3.1.12 Involucro**

«Involucro» indica la parte che racchiude le unità interne e le protegge dal contatto diretto da qualsiasi direzione d'accesso.

### **3.1.13 Involucro per accumulatore**

Recipiente destinato ad accogliere gli ELEMENTI dell'ACCUMULATORE progettato per proteggerli.



**Figura 3-7 Batteria di trazione con involucro in metallo**

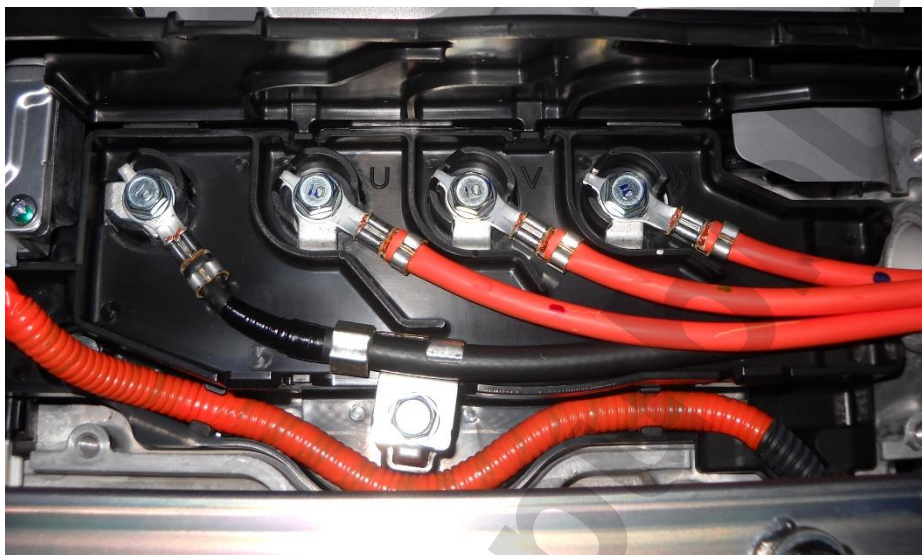
#### 3.1.14 Infortunio elettrico

Morte o lesione a persone causate da shock elettrico, da ustione elettrica, da arco elettrico, da incendio o esplosione originati da energia elettrica a seguito di qualsiasi operazione di esercizio o di lavoro su un impianto elettrico.

#### 3.1.15 Parte attiva

Per parte attiva si intende “un conduttore o parte conduttrice” destinata ad essere in tensione durante il normale servizio”.

NOTA Una parte attiva non isolata (o non sufficientemente protetta) e in tensione o una parte attiva fuori tensione ma non in sicurezza sono fonte di pericolo alle quali è associato un rischio elettrico”.



**Figura 3-8 – Fasi di pilotaggio U-V-W di un motore elettrico presenti nell'inverter/converter di autovettura ibrida. Zona di lavoro sotto tensione (DL = 0 mm)**

#### 3.1.16 Pericolo elettrico

Fonte di possibile infortunio in presenza di energia elettrica in un circuito o impianto elettrico.

#### 3.1.17 Protettore isolante

Copertura rigida o flessibile costruita con materiale isolante utilizzata per coprire parti attive adiacenti allo scopo di prevenire contatti accidentali che risponda alle relative norme tecniche di prodotto.

#### 3.1.18 Rischio

Combinazione della probabilità e della gravità del possibile infortunio o danno per la salute di una persona esposta ad uno o più pericoli.

NOTA Per la valutazione sulle conseguenze da arco elettrico, esse sono necessarie al fine di valutare la necessità di utilizzare o no, indumenti di protezione dagli effetti termici sul corpo e sugli arti. Mentre sono sempre necessarie le protezioni per gli occhi e il viso.

#### 3.1.19 Rischio elettrico

rischio di infortunio dovuto a un impianto elettrico

#### 3.1.20 Rivelatore di tensione

Dispositivo portatile, utilizzato per rivelare in modo affidabile la presenza o assenza della tensione di esercizio che rispettino le indicazioni della Norma CEI EN IEC 61243-3.



Figura 3-9 – Esempio di rivelatore portatile di tensione

### 3.1.21 Schermo

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.

### 3.1.22 Sezionare

Funzione destinata ad assicurare la separazione fisica (messa fuori tensione) di tutta o parte dell'installazione, mediante separazione da qualsiasi sorgente di energia elettrica dall'installazione stessa o da parte di essa per motivi di sicurezza.



Figura 3-10 – Esempio di sezionamento fisico compiuto sui cavi in uscita dalla batteria di trazione e diretti al convertitore/inverter



**Figura 3-11 – Esempio di sezionamento fisico compiuto tramite un service-plug presente sul corpo della batteria di trazione**

### **3.1.23 Sistema di sezionamento**

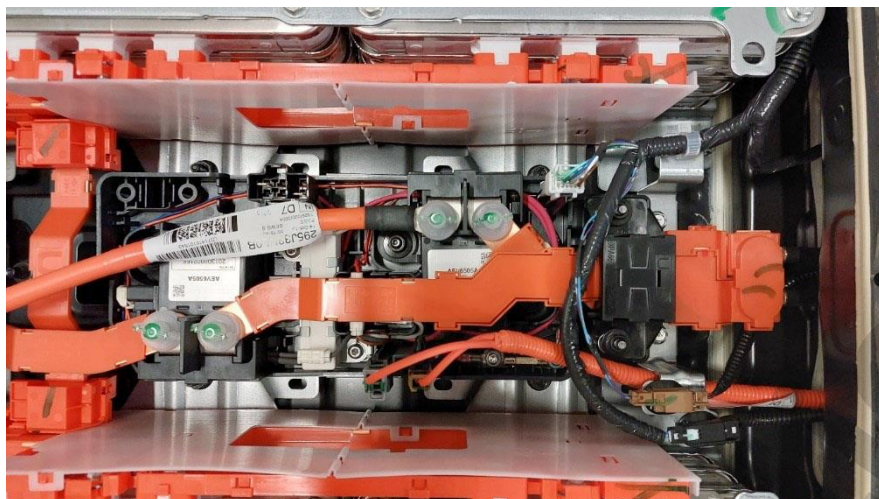
Tutti gli elementi del CIRCUITO ELETTRICO DEL VEICOLO che soddisfino le caratteristiche di SEPARAZIONE quali: piattina, ponte, spina, connettore di servizio, fusibile, ecc.

NOTA 1 Tutti i dispositivi devono essere garantiti dal fabbricante o dal costruttore del veicolo in merito alla efficacia del sezionamento.

NOTA 2 Sono esclusi i dispositivi allo stato solido.



**Figura 3-12 – Fusibile presente all'interno della batteria di alta tensione di veicoli ibridi e/o elettrici**



**Figura 3-13 – Batteria di trazione con in evidenza i relè di comando del positivo e del negativo dell'alta tensione**

### **3.1.24 Tappeto isolante**

Sono considerati isolanti, i prodotti che rispondono alla Norma CEI EN 61111.

### **3.1.25 Teli isolanti**

Sono considerati isolanti, i teli che rispondono alla Norma CEI EN 61112.

NOTA Per il vincolo dei teli sulle parti da proteggere, vengono utilizzate delle apposite pinze o magneti.



**Figura 3-14 – Esempio di telo isolante**

### **3.1.26 Veicolo con propulsione termica**

Tutti i VEICOLI costituiti da un motore a scoppio e che necessitano per il suo funzionamento di ENERGIA ELETTRICA DI BORDO (AEE) la cui tensione è generalmente nel campo della Bassissima Tensione (< 30 V c.a. o 60 V c.c.)

### **3.1.27 Veicolo elettrico ibrido**

veicolo dotato di un sistema ricaricabile di accumulo dell'energia (REESS) e di una fonte di energia a combustibile per la propulsione

[Fonte: ISO 23274-2:2021]

NOTA Ai fini di questa Specifica Tecnica, il termine ibrido include veicoli ibridi e ibridi plug-in.

### **3.1.28 Sistema ricaricabile di accumulo dell'energia (REESS)**

Sistema ricaricabile di accumulo dell'energia che fornisce energia elettrica alla propulsione elettrica. Il REESS può includere sottosistemi oltre ai sistemi ausiliari necessari per il sostegno fisico, per la gestione del calore, per il comando elettronico e per gli involucri.

### 3.1.29 Veicolo elettrico

Veicolo dotato di un gruppo motopropulsore contenente esclusivamente macchine elettriche (agenti come convertitori di energia per la propulsione) ed esclusivamente sistemi ricaricabili di accumulo dell'energia elettrica (agenti come sistemi di accumulo dell'energia di propulsione)

### 3.1.30 Visiera

Elemento di protezione del volto dagli effetti dell'arco elettrico" (IEC CEI EN 62819:2022-9).

NOTA Può essere integrata nell'elmetto.



Figura 3-15 – Esempio di visiera

## 3.2 Definizioni delle distanze che determinano le zone pericolose

### 3.2.1 Zona di lavoro sotto tensione (DL)

Spazio circostante la parti in tensione, nel quale non viene assicurato un livello di isolamento in grado di prevenire un pericolo elettrico, qualora si entri in detto spazio delimitato dalla distanza DL

Per tensioni inferiori a 1 000 V c.a. e 1 500 V c.c. tale distanza DL è uguale a 0 mm (è in pratica il contatto con le parti attive)

### 3.2.2 Zona di lavoro in prossimità (Dv)

Spazio esterno alla zona di lavoro sotto tensione delimitato dalla distanza Dv

### 3.2.3 Zona di lavoro non elettrico (DA9)

Spazio esterno alla zona prossima delimitato dalla distanza DA9

## 3.3 Definizioni relative a imprese, lavori e ruoli

### 3.3.1 Attività lavorativa

Per attività lavorativa si intende qualsiasi **lavoro elettrico o non elettrico** che richieda un intervento su un veicolo elettrico o ibrido e sia fonte di rischio elettrico per le persone

### 3.3.2 Lavoro elettrico su veicolo elettrico o ibrido

Attività lavorativa svolta a distanza minore o uguale a Dv da parti attive accessibili di circuiti elettrici di Veicoli elettrici o ibridi.

### 3.3.3 lavoro non elettrico su veicolo elettrico o ibrido

Attività lavorativa svolta a distanza minore di DA9 e maggiore di Dv da parti attive accessibili di circuiti elettrici di Veicoli elettrici o ibridi.

### 3.3.4 Lavoro con rischio elettrico su veicolo elettrico o ibrido

Attività lavorativa svolta a distanza minore o uguale a DA9 dalle parti attive accessibili o con possibilità di danneggiamento della protezione delle parti attive.

### 3.3.5 Lavoro fuori tensione su veicolo elettrico o ibrido

Attività lavorativa su un equipaggiamento elettrico messo fuori tensione e in sicurezza.

Un equipaggiamento di un veicolo elettrico o ibrido è considerato "messo in sicurezza" quando, dopo aver individuato e dove necessario, delimitato la zona il posto di lavoro sono realizzate tutte le seguenti operazioni:

- è stato sezionato da tutte le fonti di possibile alimentazione
- ci si è assicurati contro possibili ri-alimentazioni
- si è effettuata la verifica di assenza di tensione
- si sono protette le parti di equipaggiamento ancora in servizio, poste a distanza inferiori alla  $D_v$ , rispetto alle parti di equipaggiamento su cui si interviene fuori tensione.

### 3.3.6 Lavoro in prossimità di parti attive su veicolo elettrico o ibrido

Tutte le attività lavorative in cui un lavoratore entra nella zona prossima con parti del proprio corpo, con un attrezzo o con qualsiasi altro oggetto senza invadere la zona di lavoro sotto tensione.

NOTA Per le tipologie di lavoro in oggetto, la zona di lavoro sotto tensione corrisponde al contatto con le parti attive in tensione.

### 3.4 Lavoro senza rischio elettrico su veicolo elettrico o ibrido

Lavoro svolto a distanza maggiore di DA9 da parti attive accessibili o se il Responsabile del Lavoro ha provveduto a mettere l'equipaggiamento elettrico o parte di esso fuori tensione e in sicurezza.

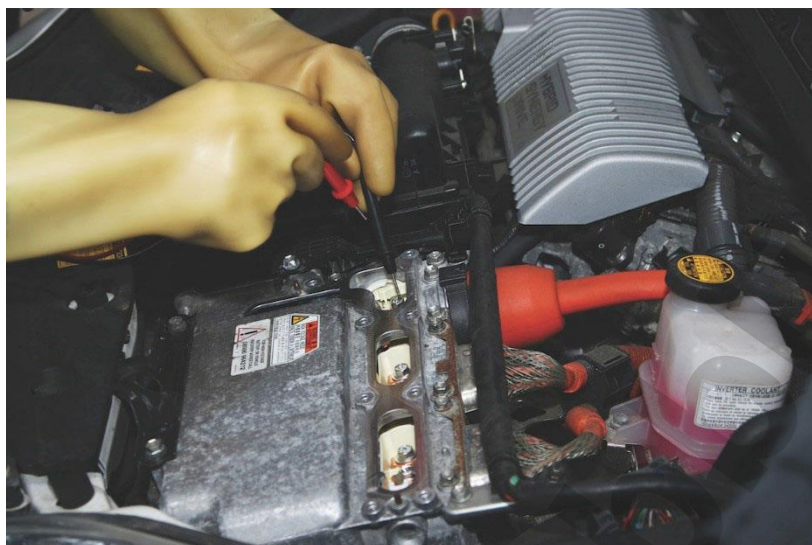
NOTA Sono senza rischio elettrico tutte le attività di manutenzione su Veicoli che interessano parti che non possono essere considerate attive. Qualora siano state installate o siano presenti protezioni isolanti, le stesse non devono essere rimosse o danneggiate



Figura 3-16 – Esempio di lavoro svolto su parti attive dentro l'inverter fuori tensione ed in sicurezza (scollegato dall'auto)

### 3.4.1 Lavoro sotto tensione su veicolo elettrico o ibrido

Tutti i lavori in cui un lavoratore deve entrare in contatto con le parti attive in tensione (circuiti HV) con parti del suo corpo o con attrezzi, con equipaggiamenti o con dispositivi che da lui vengono maneggiati.



**Figura 3-17 – Esempio di attività compiuta su una parte del circuito (inverter/converter) di un'autovettura ibrida/elettrica in tensione durante il normale funzionamento (sono state rimosse le finestrelle d'ispezione)**

### 3.4.2 Persona comune (PEC)

Persona con conoscenze di base sui veicoli elettrici e ibridi, a cui possono essere affidati da parte del responsabile del lavoro, lavori **senza rischio elettrico**

### 3.4.3 Persona avvertita (PAV)

Persona adeguatamente avvisata da persone esperte per metterla in grado di evitare i pericoli che l'elettricità può creare nell'ambito dei veicoli elettrici e ibridi.

### 3.4.4 Persona esperta (PES)

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

### 3.4.5 Persona idonea ai lavori sotto tensione (PEI)

Persona PES o PAV a cui è stata riconosciuta la capacità tecnica e pratica ad eseguire uno o più lavori sotto tensione nell'ambito dei veicoli elettrici e ibridi, specificati dal Datore di lavoro.

### 3.4.6 Gestore del Veicolo (GV)

Persona (fisica o giuridica) che ha la responsabilità di garantire la sicurezza del veicolo nel suo normale esercizio.

NOTA Egli ricopre il ruolo del GI per la CEI 11-27

Potrebbe essere il proprietario o la persona che lo utilizza normalmente.

### 3.4.7 Responsabile del veicolo (RV)

Persona responsabile della accettazione e della individuazione della tipologia di lavoro da effettuarsi sul Veicolo, con particolare riferimento al rischio elettrico.

Deve essere un PES ed eventualmente con idoneità ai Lavori Sotto Tensione (PEI)

NOTA 1 In alcuni casi il Responsabile del veicolo può coincidere con la stessa persona che ricopre il ruolo di responsabile del lavoro

NOTA 2 Il RV è espressamente nominato dal DdL o per gli stessi DdL e lavoratori autonomi, qualora operativi, autocertificano competenza ed eventuale idoneità se richiesto dal Committente

#### **3.4.8 Responsabile del lavoro "RL"**

Persona delegata dal Responsabile del veicolo (RV), che è stata incaricata di gestire le attività e garantire la sicurezza durante lo svolgimento dei lavori con rischio elettrico sul luogo di lavoro.

NOTA 1 il RL può svolgere in prima persona le attività lavorative, o non svolgerle, in base alla tipologia di supervisione a cui deve rispondere.

NOTA 2 L' RL, che deve essere PES, ed eventualmente con idoneità ai Lavori sotto tensione (PEI), deve essere sempre presente sul luogo di lavoro, per tutta la durata dell'attività lavorativa.

NOTA 3 Se l'RL non lavora in autonomia potrà essere coadiuvato da addetti ai lavori con qualifiche PES o PAV o PEC in base alle attività da svolgere, in particolare per i PEC si dovranno attuare specifiche supervisione.e/o sorveglianza.

#### **3.4.9 Lavoratore (L)**

Persona che fisicamente svolge l'attività lavorativa con rischio elettrico.

NOTA 1 – In base alla tipologia di supervisione, il ruolo di Lavoratore può essere svolto anche dal RL.

#### **3.4.10 supervisione**

Incarico di svolgere un controllo sulla sicurezza elettrica dell'attività di lavoro, da parte del Responsabile del lavoro (RL)

NOTA 1 - Il tipo di supervisione applicato dovrebbe essere adeguato alla complessità dell'attività di lavoro e/o al livello di tensione. Viene definito dal GL

#### **3.4.11 supervisione sul posto di lavoro**

Supervisione in cui il Responsabile del Lavoro (RL) può svolgere le attività lavorative in prima persona, solo se queste attività non compromettono la supervisione.

#### **3.4.12 supervisione personale**

Supervisione in cui il Responsabile del Lavoro (RL) non deve svolgere altre attività in contemporanea.

#### **3.4.13 sorveglianza**

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

NOTA 1- La sorveglianza va utilizzata in casi particolari, specialmente per lavori complessi.

#### **3.4.14 Attività preventiva**

Complesso di attività svolte da PES, prima di eseguire un lavoro, ai fini di mettere i lavoratori in condizioni di operare in sicurezza rispetto al rischio elettrico, 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.

NOTA L'attività preventiva, deve essere realizzata dal Responsabile del Veicolo (RV) ed è normalmente applicata per una PEC,

#### **3.4.15 Posto o postazione di lavoro**

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

### 3.5 Definizioni relative agli interventi e alle operazioni sui veicoli

#### 3.5.1 Bloccaggio

OPERAZIONE necessaria per:

- posizionare e mantenere in una determinata posizione (aperto) il dispositivo di SEPARAZIONE (sezionamento);
- impedire qualsiasi manovra, con mezzi meccanici o altri mezzi che offrano la stessa garanzia. È poi necessario apporre un cartello e un avvertimento che specifichino che il dispositivo di sezionamento non deve essere manovrato.

NOTA Il bloccaggio del dispositivo di separazione (sezionamento) deve restare sotto la responsabilità della persona (PES) che ha eseguito l'operazione.

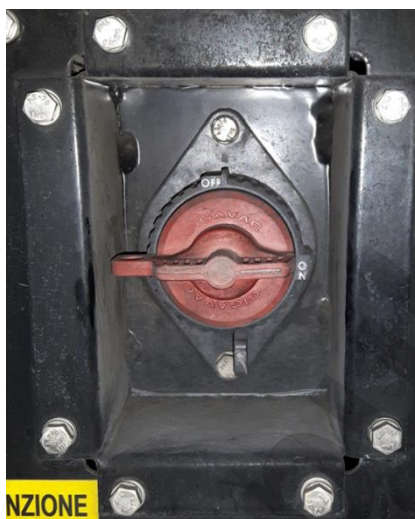


Figura 3-18 – Esempio d'impedimento al reinserimento del sezionatore in una batteria di alta tensione: sezionatore chiuso

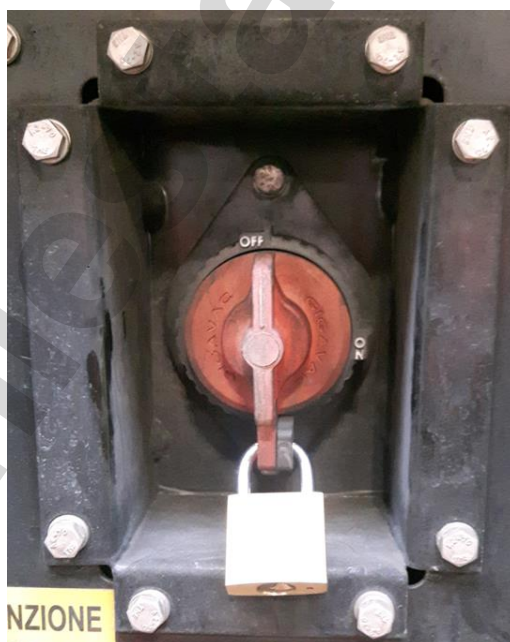


Figura 3-19 – Esempio d'impedimento al reinserimento del sezionatore in una batteria di alta tensione: sezionatore aperto e lucchettato e cartello indicatore



418

### 419 **3.5.2 Intervento (lavoro)**

420 Attività svolta sia direttamente sull'APPARECCHIATURA ELETTRICA che in prossimità della  
421 stessa seguendo le istruzioni del costruttore del veicolo o una modalità operativa (procedura  
422 aziendale).

423 NOTA L'OPERAZIONE può essere di due tipi:

- 424 • intervento con rischio elettrico
- 425 • intervento senza rischio elettrico

### 426 **3.5.3 Misure**

427 Operazione che consente la misura di grandezze elettriche o grandezze fisiche.

428 Le OPERAZIONI DI MISURA comprendono:

- 429 • misure elettriche effettuate su VEICOLI e APPARECCHIATURE, come misure di corrente,  
430 tensione, potenza, resistenza, continuità, isolamento, ecc.;
- 431 • misure elettriche effettuate in prossimità o sotto tensione



**Figura 3-20 – Esempio di misura elettrica effettuata sulla batteria di trazione di un veicolo**

#### **3.5.4 Proteggere**

Azione svolta da un operatore che utilizza mezzi di protezione delle persone nei confronti del contatto con la parte attiva accessibile

#### **3.5.5 Riconsegna (restituzione a fine lavori)**

Procedura di sicurezza in campo elettrico volta a ripristinare le condizioni originali dei circuiti elettrici del veicolo precedentemente consegnato in condizioni che ne consenta la rimessa in servizio.

#### **3.5.6 Rimessa in tensione**

procedura in campo elettrico finalizzata al ripristino dello stato di funzionamento dell'APPARECCHIATURA ELETTRICA precedentemente messa fuori tensione.

### **3.6 Definizioni dei documenti per i lavori (vedi esempio allegato F)**

#### **3.6.1 Autorizzazione al lavoro (scheda di manutenzione)**

Documento redatto e firmato dal Responsabile del veicolo (RV) e controfirmato dal Responsabile del lavoro (RL) con le indicazioni del lavoro da eseguire e le modalità operative.

NOTA L'AUTORIZZAZIONE AL LAVORO può essere contenuta nel documento di consegna del veicolo.

#### **3.6.2 Verifiche e prove**

Operazioni elettriche preparate e pianificate con l'ausilio di documenti quali schemi, specifiche, manuali del costruttore, eseguite al fine di garantire il funzionamento complessivo in generale dell'impianto elettrico e in specifico dell'apparato di trazione e di servizio del VEICOLO.

#### **3.6.3 Autorizzazione al lavoro sotto tensione (compresa nella scheda di manutenzione)**

Documento scritto con il quale il Responsabile del veicolo autorizza un Responsabile del lavoro ad eseguire il LAVORO sotto TENSIONE sull'impianto del veicolo da riparare.

NOTA L'AUTORIZZAZIONE AL LAVORO sotto tensione può essere contenuta nel documento scheda di Manutenzione. E la persona autorizzata deve essere Idonea ai lavori sotto tensione (PEI)

#### 3.6.4 Certificato di messa fuori tensione e in sicurezza

Documento redatto dal Responsabile del veicolo attestante l'eliminazione del rischio elettrico dal circuito di alta tensione del veicolo.

NOTA Il documento può far parte della scheda di manutenzione.

#### 3.6.5 Certificato di riconsegna

Documento redatto dal Responsabile del lavoro, attestante che il lavoro è stato eseguito e che il VEICOLO può essere rimesso in normale funzionamento.

NOTA Il documento può far parte della scheda di manutenzione.

#### 3.6.6 Scheda di manutenzione

Documento che definisce, le modalità di consegna e di intervento, su un VEICOLO elettrico/Ibrido **con rischio elettrico**

#### 3.6.7 Istruzioni di sicurezza

Prescrizione scritta e commentata, stabilita dal DATORE DI LAVORO per l'utilizzo del proprio personale in merito alla prevenzione del RISCHIO elettrico.

#### 3.6.8 Ordine di lavorazione

Documento redatto dal Responsabile del Veicolo (per es. capo officina) che descrive il LAVORO da svolgere.

#### 3.6.9 Procedure di lavoro sotto tensione

Prescrizioni di lavoro e documento di valutazione rischio elettrico, che stabiliscono le modalità operative, l'individuazione del personale e la loro formazione per eseguire i lavori sotto tensione in una determinata azienda.

### 4 Principi generali di sicurezza

#### 4.1 Operazioni in sicurezza

##### 4.1.1 Personale

Tutto il personale coinvolto in un'attività lavorativa sulle parti attive dei Veicoli deve essere istruito sulle prescrizioni di sicurezza, sulle relative regole e sulle procedure aziendali applicabili al loro lavoro.

Tali istruzioni devono essere ripetute durante il corso del lavoro, in particolare se sono coinvolti operatori PEC, e quando esso si protrae a lungo. Al personale coinvolto deve essere richiamato l'obbligo di rispettare tali prescrizioni, regole e istruzioni.

##### 4.1.1.1 Scelta del personale

Nei lavori senza rischio elettrico su Veicoli, si possono impiegare Persone Comuni (PEC-).

Ove sia presente rischio elettrico i lavori devono essere eseguiti da PES o PAV: in particolare, tutti quelli sotto tensione per i quali è necessaria anche l'idoneità ad eseguirli. Gli operatori PEC possono essere impiegati solo con una specifica supervisione da parte di operatori PES.(se necessario PEI)

##### 4.1.1.2 Valutazione del personale

Per valutare correttamente quale profilo professionale (PES o PAV) attribuire a un operatore, è necessario riferirsi a tre requisiti tra loro complementari:

- il primo aspetto riguarda l'istruzione, cioè la conoscenza del circuito elettrico del veicolo e della relativa normativa di sicurezza, la capacità di riconoscere i rischi e i pericoli connessi ai lavori elettrici;
- il secondo aspetto riguarda l'esperienza di lavoro maturata, quale requisito per poter avere confidenza della conoscenza o meno delle situazioni caratterizzanti una o più tipologie di lavori e della maggior parte delle situazioni anche non ricorrenti;

- il terzo aspetto riguarda le caratteristiche personali, quelle maggiormente significative dal punto di vista professionale, quali le doti di equilibrio, attenzione, precisione e ogni altra caratteristica che concorra a far ritenere l'operatore affidabile.

Una Persona per poter essere definita PES deve possedere tutti i requisiti sopra indicati.

L'operatore è definito PAV, per contro, se non possiede completamente tutti i requisiti sopra indicati, ma li soddisfa comunque almeno in parte, seppure solamente ad un livello di base ed è una figura in evoluzione all'interno della cui definizione trovano posto diversi livelli: essa si trova in situazioni intermedie che comportano una possibile evoluzione verso la condizione di PES.

Per una data tipologia di attività lavorativa con rischio elettrico, un operatore è da considerarsi PEC se non soddisfa i requisiti sopra indicati.

In considerazione dei requisiti personali richiesti agli operatori per l'attribuzione dei profili professionali, le condizioni di PES o PAV attribuite possono anche venir meno nel tempo qualora, per una data tipologia di attività lavorativa con rischio elettrico, un operatore non dovesse più soddisfare i requisiti richiesti.

#### **4.1.1.3 Competenze del personale**

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

- conoscenza dell'elettricità;
- esperienza di attività lavorativa con rischio elettrico su veicoli elettrici e ibridi;
- conoscenza delle tipologie dei veicoli elettrici e ibridi su cui si deve lavorare ed esperienza pratica di quel lavoro;
- conoscenza dei rischi elettrici 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.

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 in ambito VEI per eseguire l'attività detta.

#### **4.1.2 Organizzazione**

L'organizzazione del lavoro è riportata nel seguente diagramma di flusso.

In presenza di rischio elettrico, l'attività lavorativa sarà preparata con la scheda di manutenzione che dovrebbe seguire il flusso proposto dallo schema a blocchi.

Il presente diagramma di flusso è stato strutturato per evidenziare un processo tipico delle officine di autoriparazione; la sua struttura ed i documenti possono essere presi come riferimento per altre attività legate ai veicoli elettrici ed ibridi, ove vada gestito il rischio elettrico.

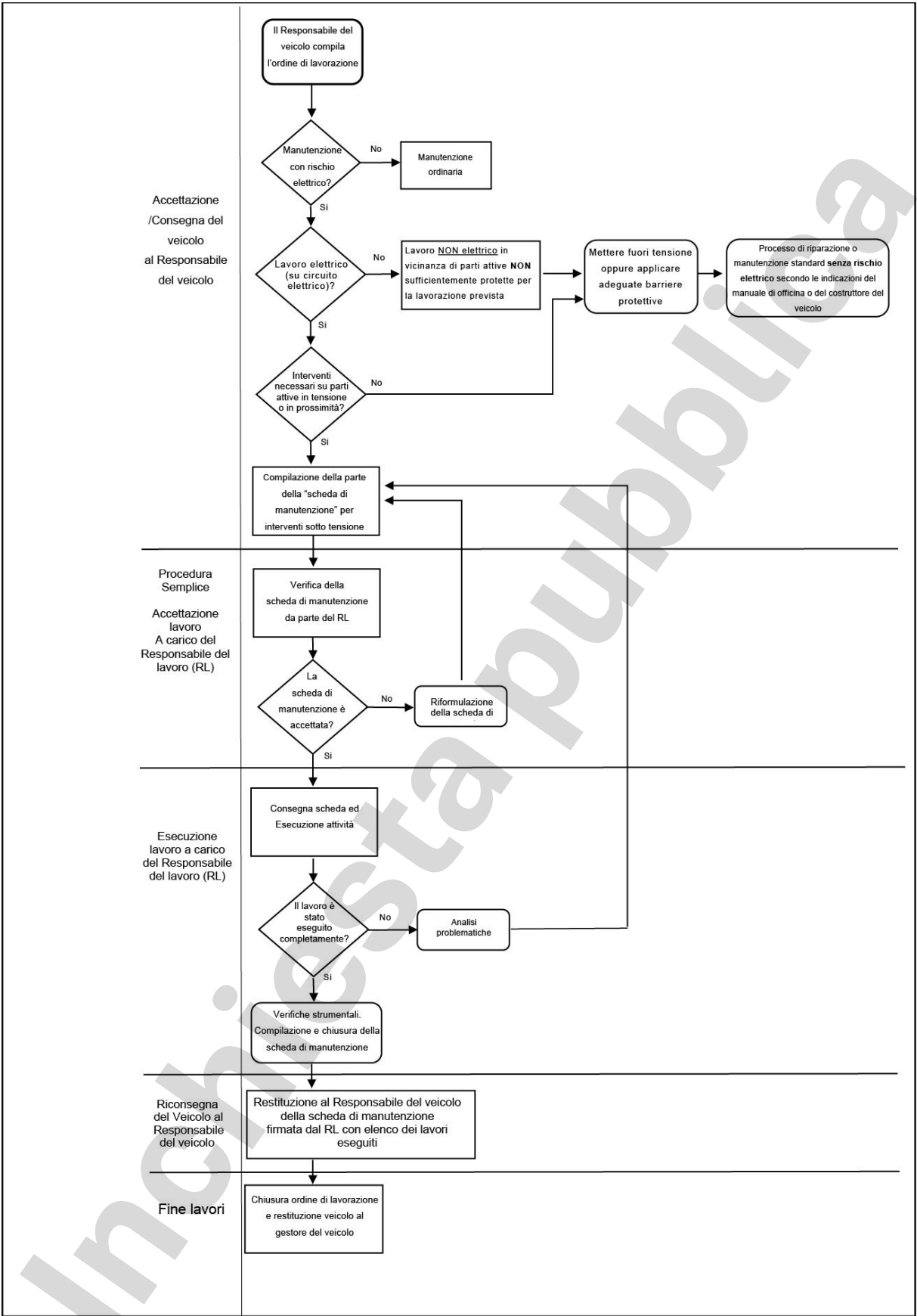


Figura 4-1 Schema a blocchi del flusso di lavoro

#### **4.1.2.1 Obiezioni sulla sicurezza operativa**

Ogni lavoratore che per ragioni di sicurezza obietti sull'esecuzione di un'attività lavorativa, deve riportare immediatamente le sue obiezioni al RL: quest'ultimo deve prendere tutte le necessarie misure per interrompere o proseguire l'attività lavorativa.

#### **4.1.2.2 Condizioni di lavoro**

Il lavoro deve essere svolto nelle condizioni più agevoli ragionevolmente realizzabili. Il posto di lavoro deve essere adeguatamente illuminato e a temperatura accettabile.

I lavori all'aperto non devono essere eseguiti quando le condizioni ambientali sono avverse al punto di pregiudicare la sicurezza; tali considerazioni devono essere fatte anche per luoghi al chiuso non protetti adeguatamente.

#### **4.1.2.3 Attrezzatura**

L'attrezzatura, gli utensili, i dispositivi per eseguire il lavoro devono essere individuati in fase di preparazione e controllate prima dell'uso. Le attrezzature rispondenti a norme tecniche esistenti devono rispondere ai relativi requisiti e 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 li ha in consegna. Egli deve segnalare ogni difformità e sospendere l'utilizzo fino all'eventuale ripristino.

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 alle modalità previste per la segnalazione/alienazione temporanea o la sostituzione di quanto non risulti rispondente all'integrità e/o all'efficienza prescritte.

Per mantenere efficienti l'attrezzatura, gli utensili ed i dispositivi, si raccomanda di prestare attenzione alla manutenzione periodica così come raccomandata dal produttore.

#### **4.1.3 Zona di lavoro (Posto di lavoro)**

La zona di lavoro è tutto il veicolo in manutenzione e lo spazio necessario per la lavorazione, ed essa deve essere identificata e segnalata in modo adeguato ed eventualmente circoscritta rispetto all'area circostante.

#### **4.1.4 Attrezzi, equipaggiamenti e dispositivi**

Gli attrezzi, gli equipaggiamenti ed i dispositivi devono soddisfare le prescrizioni delle pertinenti Norme europee, nazionali o internazionali, quando esistenti.

Esempi di attrezzi, equipaggiamenti e dispositivi principali:

- guanti isolanti;
- attrezzi isolati o isolanti
- protezioni degli occhi e/o del viso;
- schermi isolanti, flessibili o rigidi
- protezioni della testa;

possono essere anche utilizzati in casi particolari:

- idonei indumenti di protezione;
- tappeti, piattaforme e pedane isolanti;
- calzature e sovra scarpe isolanti.

Gli attrezzi, gli equipaggiamenti ed i dispositivi devono essere usati in conformità alle istruzioni e/o alle direttive fornite dal fabbricante o dal fornitore. Tali istruzioni e/o direttive devono essere fornite nella o nelle lingue del Paese in cui vengono utilizzate.

Ogni attrezzo, equipaggiamento e dispositivo previsto per il lavoro sul Veicolo, ad esso connesso o in prossimità di esso, deve essere adatto e mantenuto in condizioni atte per tale uso, essere utilizzato e custodito appropriatamente.

#### **4.1.5 Schemi e documentazione**

I responsabili del lavoro devono rendere disponibili, per i manutentori, schemi e documentazione aggiornati dei circuiti elettrici del veicolo e dei manuali di manutenzione, al fine di poter organizzare il lavoro in sicurezza.

#### **4.1.6 Provvedimenti per l'emergenza**

Ai fini di questa Specifica Tecnica, i datori di lavoro devono sia organizzare le procedure di emergenza, sia formare e informare un numero sufficiente di persone (come prescritto dal Dlgs 81/2008 e s.m.i) per fornire adeguato trattamento e primo soccorso ai lavoratori impegnati nell'attività lavorativa con rischio elettrico.

### **5 Generalità sulla formazione**

Nessun lavoro con rischio elettrico su veicoli elettrici o ibridi dovrebbe essere eseguito da persone prive di adeguata formazione. Per formazione, si intende l'insieme di iniziative che conducono il soggetto a possedere conoscenze, capacità e abilità sufficienti a permettergli di compiere in piena sicurezza le attività che gli sono affidate.

L'iter formativo deve prevedere, oltre all'acquisizione di conoscenze teoriche, lo sviluppo di capacità organizzative (valutazioni, decisioni, interpretazioni) e l'acquisizione di abilità esecutive.

La formazione dovrebbe essere specifica per i lavori su veicoli elettrici o ibridi.

La progettazione dei corsi deve essere realizzata in base ai lavori e alle tipologie di circuiti presenti sui veicoli elettrici o ibridi.

Le indicazioni riportate sulla norma CEI 11-27 possono dare riferimenti a tempi, modalità e articolazione.

Le azioni formative devono coinvolgere la grande maggioranza, se non la totalità, degli operatori del settore dei veicoli elettrici e ibridi, comprendendo tutte le figure professionali che effettuano interventi manutentivi sui veicoli stessi (es. meccanici, carrozzieri, demolitori, gommisti, ecc.).

Per tenere conto delle diverse figure professionali, il piano generale di formazione prevede due percorsi formativi che vanno man mano a complementarsi con l'aumentare della professionalità richiesta all'operatore:

a) Formazione teorica di livello 1, destinata a quelle figure professionali che hanno responsabilità organizzative e/o che eseguono lavori con rischio elettrico non complessi sui circuiti dei veicoli elettrici ed ibridi ad es. (lavori fuori tensione e/o misure elettriche).

Questo percorso è previsto per le figure che dovranno ricoprire i ruoli previsti per PAV o PES che operano su Veicoli elettrici o Ibridi

Possibili argomenti:

- Principi di base di elettrotecnica (tensione, corrente, generatori in corrente alternata e in corrente continua, ecc.)
- Principali caratteristiche dei veicoli elettrici ed ibridi (tipologie di circuiti, principi di funzionamento, ecc.)

- 629 • Generalità sul rischio elettrico (effetti della corrente sul corpo umano, shock elettrico, arco  
630 elettrico, primo soccorso, ecc.)
- 631 • Gradi di protezione degli involucri (IP2X, IPXXB, ecc.)
- 632 • Introduzione al quadro legislativo/normativo sulla sicurezza dei lavori con rischio elettrico
- 633 • Principali contenuti della presente Specifica Tecnica CEI
- 634 • Classificazione dei lavori elettrici sui veicoli elettrici ed ibridi
- 635 • Ruoli, figure e compilazione moduli della presente specifica tecnica
- 636 • DPI e attrezzature necessarie per eseguire in sicurezza lavori elettrici fuori tensione o in  
637 prossimità.
- 638 • Procedure operative per eseguire lavori elettrici e misure elettriche
- 639 • Esempi di interventi e procedure di messa in sicurezza sui veicoli elettrici ed ibridi (manuali  
640 dei costruttori, operazioni guidate a video, ecc.)
- 641 Si raccomanda una durata minima della formazione non inferiore a 14 ore.
- 642 Nel caso in cui il discente avesse già acquisito la formazione teorica prevista nella CEI 11-27,  
643 la durata minima di formazione per il livello 1, sarà riducibile a 8 ore essendo già a conoscenza  
644 come minimo dei seguenti argomenti:
- 645 • Principi di base di elettrotecnica (tensione, corrente, generatori in corrente alternata e in  
646 corrente continua, ecc.)
- 647 • Generalità sul rischio elettrico (effetti della corrente sul corpo umano, shock elettrico, arco  
648 elettrico, primo soccorso, ecc.)
- 649 • Gradi di protezione degli involucri (IP2X, IPXXB, ecc.)
- 650 • Introduzione al quadro legislativo/normativo sulla sicurezza dei lavori con rischio elettrico
- 651 • DPI e attrezzature necessarie per eseguire in sicurezza lavori elettrici fuori tensione o in  
652 prossimità.
- 653 Tutte le attività formative svolte devono essere documentate e devono prevedere momenti di  
654 valutazione dei risultati raggiunti.
- 655 Essendo il corso solo teorico, è fortemente consigliato un addestramento pratico a cura del  
656 Datore di lavoro.
- 657 b) Formazione teorica e pratica di livello 2 (avanzato) a completamento della formazione di  
658 livello 1, destinata a quelle figure professionali specialistiche che eseguono lavori con  
659 rischio elettrico complessi sui circuiti dei veicoli elettrici ed ibridi (ad es. sconnessione  
660 circuiti, interventi sulle batterie di accumulo, ecc.).
- 661 Questo percorso è previsto per le figure che dovranno ricoprire i ruoli previsti per PAV o PES  
662 che operano su veicoli elettrici o ibridi
- 663 Il percorso di formazione di livello 2 è necessario per coloro che dovranno eseguire lavori  
664 complessi e/o operare sotto tensione.
- 665 La formazione di livello 2 deve risultare prevalentemente addestrativa e deve avere come  
666 presupposto il superamento del livello 1.
- 667 Sono previste prove pratiche in aula o officina mediante quadri didattici o veicoli reali: es.  
668 impiego di attrezzi e DPI, sezionamento, misure elettriche, verifica di assenza di tensione, su  
669 circuiti realmente in tensione, fuori tensione e in prossimità
- 670 Una lista esemplificativa di argomenti potrebbe essere la seguente:
- 671 • compilazione dei documenti di consegna e analisi della sequenza delle operazioni per  
672 operare su Veicoli con rischio elettrico;

- 673 • esercitazione di sequenze operative e di utilizzo di DPI su circuiti tipici dei veicoli elettrici e  
674 ibridi;
- 675 • individuazione dei componenti principali dei circuiti sui veicoli elettrici e ibridi;
- 676 • esempi di sconnessione circuiti;
- 677 • interventi sulle batterie di accumulo e cenni di rischio elettrochimico;
- 678 • cenni di primo intervento di soccorso ai colpiti da folgorazione o arco elettrico”.

679 Si raccomanda una durata minima della formazione non inferiore a 8 ore.

680 Esempi di NOMINE sono riportati nell'Allegato A.

681 Un fac-simile di programma per la formazione delle figure riportate nella specifica tecnica può  
682 essere visionato nell' Allegato G.

### 683 **5.1 Aggiornamento della formazione**

684 La formazione deve essere aggiornata con cadenza almeno quinquennale per un numero di ore  
685 non inferiore a quattro, trattando argomenti relativi l'ambito specifico delle attività lavorativa  
686 con rischio elettrico dei discenti<sup>1)</sup>.

### 687 **5.2 Organizzazione della docenza**

688 La formazione per l'acquisizione e certificazione delle competenze illustrate nella presente  
689 Specifica Tecnica deve essere garantita:

- 690 a) da corsi strutturati e programmi formativi che rispettino le indicazioni del punto 5, per  
691 ciascuna figura prevista
- 692 b) da docenti con specifiche competenze nel campo dei veicoli elettrici e ibridi in e rischio  
693 elettrico
- 694 c) da organizzazioni o enti di formazione che garantiscano il completo rispetto delle indicazioni  
695 riportate al 5 (accreditati per la formazione)

696 Procedure per il lavoro su Veicoli elettrici ed ibridi

### 697 **5.3 Generalità**

698 Per i lavori su Veicoli elettrici si adottano le metodologie ispirate dalle norme CEI EN 50110 e  
699 CEI 11-27.

700 In particolare, si dovrà fare una valutazione dei rischi e definire se i lavori / interventi di  
701 manutenzione comportano o meno rischi di natura elettrica.

702 Se non si presentano rischi di natura elettrica la manutenzione viene eseguita come sui veicoli  
703 con motore endotermico, e non si dovranno seguire le indicazioni ulteriori della presente  
704 Specifica Tecnica.

705 Se si è in presenza di rischi elettrici, si adotteranno le metodologie dei lavori sotto tensione, in  
706 prossimità o fuori tensione, così come definiti e illustrati dalla presente Specifica Tecnica ed  
707 ispirate dalle norme citate nei paragrafi precedenti.

708 NOTA Questo vale anche per lavori non elettrici che presentano rischi elettrici

### 709 **5.4 Controlli funzionali in officina**

#### 710 **5.4.1 Misure**

711 Nella presente Specifica Tecnica vengono definite “misure” tutte le operazioni per misurare i  
712 dati fisici all'interno di impianti elettrici. Le misure in presenza di rischio elettrico devono  
713 essere eseguite solo da PES o PAV.

---

<sup>1)</sup> In coerenza con D.Lgs. 81/08 e s.m.i.

Quando si effettuano misure, se vi è il rischio di contatto con parti attive, il personale che esegue le misure deve fare uso di dispositivi di protezione individuale e prendere precauzioni contro lo shock elettrico e contro gli effetti di cortocircuiti e archi elettrici.

Se è necessario, si devono applicare le regole per i lavori fuori tensione (6.2), o i lavori sotto tensione (0) o i lavori in prossimità di parti attive (6.4).

#### **5.4.2 Prove**

Le prove comprendono tutte le operazioni destinate al controllo del funzionamento o dello stato elettrico del veicolo, e normalmente sono eseguite da PES o PAV.

### **6 Procedure di lavoro**

#### **6.1 Generalità**

##### **6.1.1 Pianificazione del lavoro**

Prima di iniziare il lavoro con presenza di rischio elettrico, dovrà essere compilata la scheda di manutenzione e definita una delle seguenti modalità di lavoro da adottare:

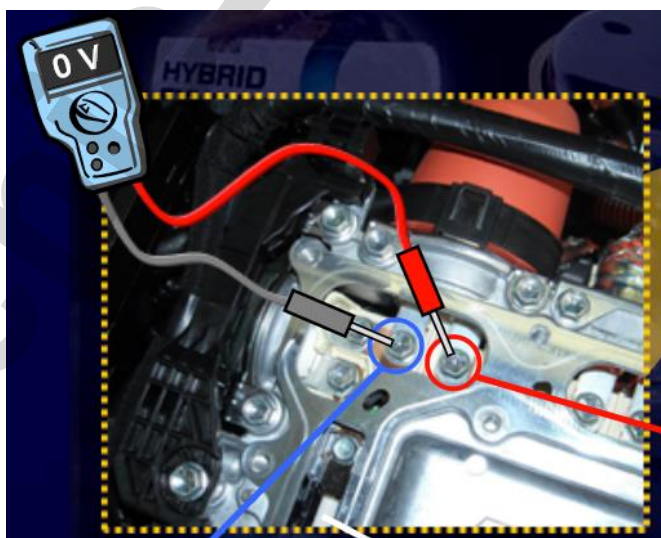
- lavoro fuori tensione (vedi 6.2);
- lavoro sotto tensione (vedi 0);
- lavoro in prossimità di parti attive (vedi 6.4).
- lavoro non elettrico con rischio elettrico (vedi 8.5)
- Quando il Veicolo elettrico o ibrido è collegato alla rete elettrica (per es. in fase di ricarica) le prescrizioni e considerazioni della presente Specifica Tecnica potrebbero dover essere integrate da quelle presenti in altre Norme (per. Es. CEI 11-27, EN 50110-1, ecc.).

#### **6.2 Lavoro fuori tensione sui Veicoli elettrici e ibridi**

##### **6.2.1 Generalità**

Il lavoro fuori tensione deve essere eseguito solo dopo che sono state rispettate le seguenti fasi:

- sezionare la parte di circuito interessata al lavoro;
- prendere provvedimenti contro la richiusura intempestiva dei dispositivi di sezionamento;
- verifica strumentale che il circuito sia fuori tensione;
- provvedere alla protezione verso le eventuali parti attive prossime (adiacenti).



**Figura 6-1 – Esempio verifica di impianto messo fuori tensione con misurazione della tensione in punti previsti**

L'accertamento dell'assenza di tensione va effettuato con apposito strumento (rivelatore di assenza di tensione); qualora sia disponibile solo un tester questo deve perlomeno rispondere alla Norma EN 61010-1 e l'operazione deve essere compiuta da un PES; quindi, con competenze e discernimento tali da sapere quanto sta facendo.

### **6.3 Lavori sotto tensione su Veicoli elettrici e Ibridi**

#### **6.3.1 Generalità**

Il personale che lavora sotto tensione deve essere PES o PAV ed aver ottenuto l'idoneità ai lavori sotto tensione come individuate dallo scopo di questa Specifica Tecnica.

Tale idoneità deve essere attestata e rilasciata dal Datore di Lavoro (DdL).

Il lavoro sotto tensione richiede l'uso di procedure specifiche definite da ogni datore di lavoro in base alle indicazioni della presente Specifica Tecnica.

#### **6.3.2 Idoneità ai lavori sotto tensione**

##### **6.3.2.1 Lavoratori dipendenti**

Il Datore di lavoro è il responsabile dell'attestazione dell'idoneità per lavori sotto tensione su veicoli elettrici ed ibridi

Tale attestazione può riguardare tutti o parte dei lavori previsti nello specifico campo d'attività dell'azienda/impresa da cui dipende la persona e deve essere formalizzata per iscritto.

L'attestazione di idoneità deve riportare l'elenco delle tipologie di interventi sotto tensione individuati dal datore di lavoro, e per i quali viene rilasciata l'idoneità stessa

Per il conseguimento dell'idoneità, la persona deve possedere le conoscenze teoriche per i lavori sotto tensione.

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

- le attività formative pregresse;
- la documentazione attestante l'avvenuta frequenza con esito positivo di specifici corsi di formazione sugli argomenti trattati da questa Specifica Tecnica, con indicata la valutazione finale del corso espressa dall'organizzazione o ente erogatori del corso;
- la formazione svolta in ambito aziendale.

Per il conferimento dell'idoneità, inoltre, il Datore di lavoro deve basarsi sull'accertamento di altri necessari requisiti della persona quali ad esempio:

- idoneità psicofisica;
- curriculum professionale;
- comportamenti durante l'attività lavorativa svolta, con riferimento alla sicurezza.

Solo dopo tale valutazione completa, il Datore di lavoro può riconoscere l'idoneità ai lavori sotto tensione su Veicoli Elettrici ed ibridi.

Il Datore di lavoro può autorizzare lo svolgimento di lavori sotto tensione solo a persone idonee.

##### **6.3.2.2 Datori di lavoro e lavoratori autonomi**

Nel caso di Datori di lavoro o lavoratori autonomi che svolgono attività lavorativa sotto tensione su Veicoli elettrici e ibridi, questi devono possedere le conoscenze necessarie per l'idoneità all'esecuzione dei suddetti lavori e, quando richiesto, autocertificare detta idoneità. Si raccomanda, per quanto possibile, che tale autocertificazione sia basata sul possesso dei requisiti richiesti da questa Specifica Tecnica.

### 6.3.2.3 Conoscenze per eseguire i lavori sotto tensione su Veicoli elettrici e ibridi

Per valutare la competenza delle persone da coinvolgere nelle attività lavorative, ci si deve basare sui seguenti criteri ad integrazione di quanto espresso nel paragrafo 5 in merito alla formazione specifica:

- conoscenza di base dell'elettrotecnica;
- conoscenza delle procedure di sicurezza relativa ai lavori elettrici sotto tensione;
- conoscenza della tipologia del circuito elettrico del Veicolo 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

Deve essere valutata la complessità dell'attività lavorativa prima del suo inizio ai fini di operare la scelta opportuna tra PES, PAV per eseguire l'attività detta.

Le conoscenze teoriche e pratiche devono fare riferimento ai contenuti individuati per la formazione di Livello 1 e 2 (vedi Capitolo 5 "Generalità sulla formazione").

Ad integrazione di quanto specificato nel Capitolo 5, vengono riportati alcuni esempi relativi alle conoscenze teoriche e pratiche dei propri dipendenti, al fine di agevolare il Datore di lavoro nella scelta delle persone.

#### Conoscenze teoriche

- La presente Specifica Tecnica;
- 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;

#### Conoscenze pratiche

- 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 della zona di lavoro;
- 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.

### 6.3.3 Mantenimento e revoca dell'idoneità del personale

L'idoneità ad eseguire lavori sotto tensione deve essere mantenuta con la pratica o con successivi addestramenti.

La validità dell'autorizzazione al lavoro sotto tensione deve essere rivista ogni qualvolta è 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 quando dovesse risultare evidente il venire meno del possesso dei requisiti personali dell'operatore, ad esempio a seguito del verificarsi di palesi violazioni di principi di sicurezza.

#### **6.3.4 Metodi di lavoro**

##### **6.3.4.1 Introduzione**

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

Le attrezzature ed i DPI utilizzati per le attività sotto tensione devono rispondere alle norme tecniche del TC 78 e riportare le indicazioni per il loro riconoscimento.

Le indicazioni per la loro identificazione sono riportate nella Norma CEI 11-27.

##### **6.3.4.2 Lavoro con guanti isolanti – lavoro a contatto**

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 del circuito elettrico del Veicolo su cui si esegue il lavoro siano separate da schermi isolanti (setti, nastri o fasce isolanti, mastice isolante, ecc.) 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, ecc.) 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 ed 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.

Il datore di lavoro individua in base all'analisi dei rischi quali dispositivi servano per le specifiche operazioni. Segue un elenco esemplificativo e non esaustivo dei Dispositivi di Protezione Individuale che l'operatore dovrebbe indossare per proteggersi dal rischio elettrico nell'eseguire lavori sotto tensione a contatto:

- guanti isolanti,
- visiera di protezione contro l'arco elettrico (se presente il rischio di arco elettrico),
- idoneo vestiario che non lasci scoperte parti del tronco e degli arti e se in presenza di rischio da arco elettrico, vestiario di protezione all'arco elettrico che copra almeno tronco e arti.

864



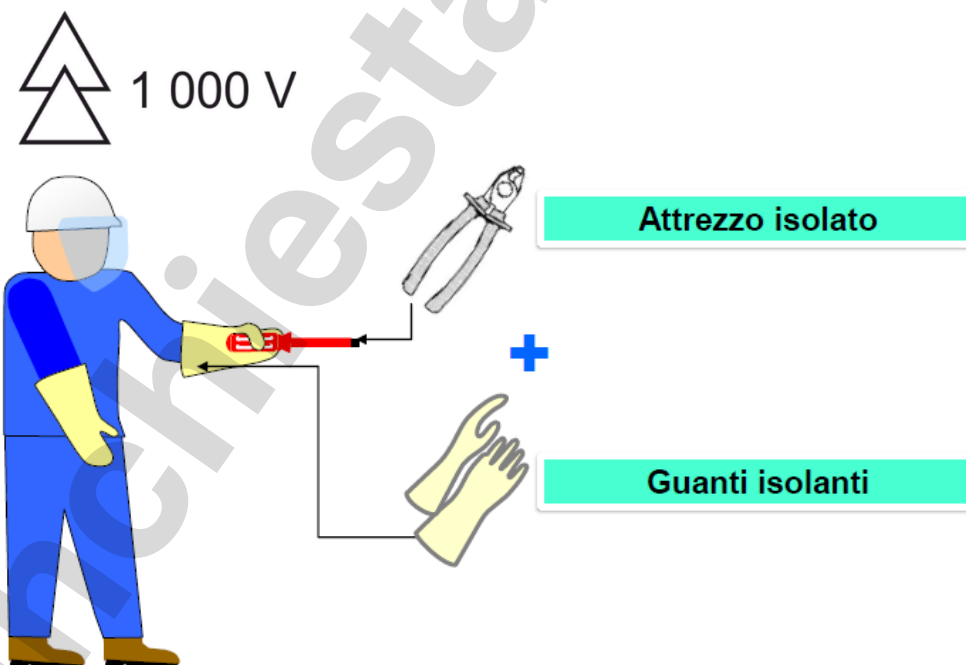
865

866

**Figura 6-2 – Esempio di vestiario**

867 Inoltre, l'operatore deve realizzare la condizione di doppio livello di protezione isolante in serie  
868 nel circuito ideale tra parti attive e il corpo e verso terra (in cui è inserito il corpo umano. Il  
869 primo livello è costituito obbligatoriamente dai guanti isolanti. Il secondo livello è costituito  
870 dall'uso di uno tra i dispositivi isolanti o isolati disponibili come: attrezzi isolati, ecc.

871 **NOTA** la visiera non è necessaria se non in presenza di rischio di arco elettrico.

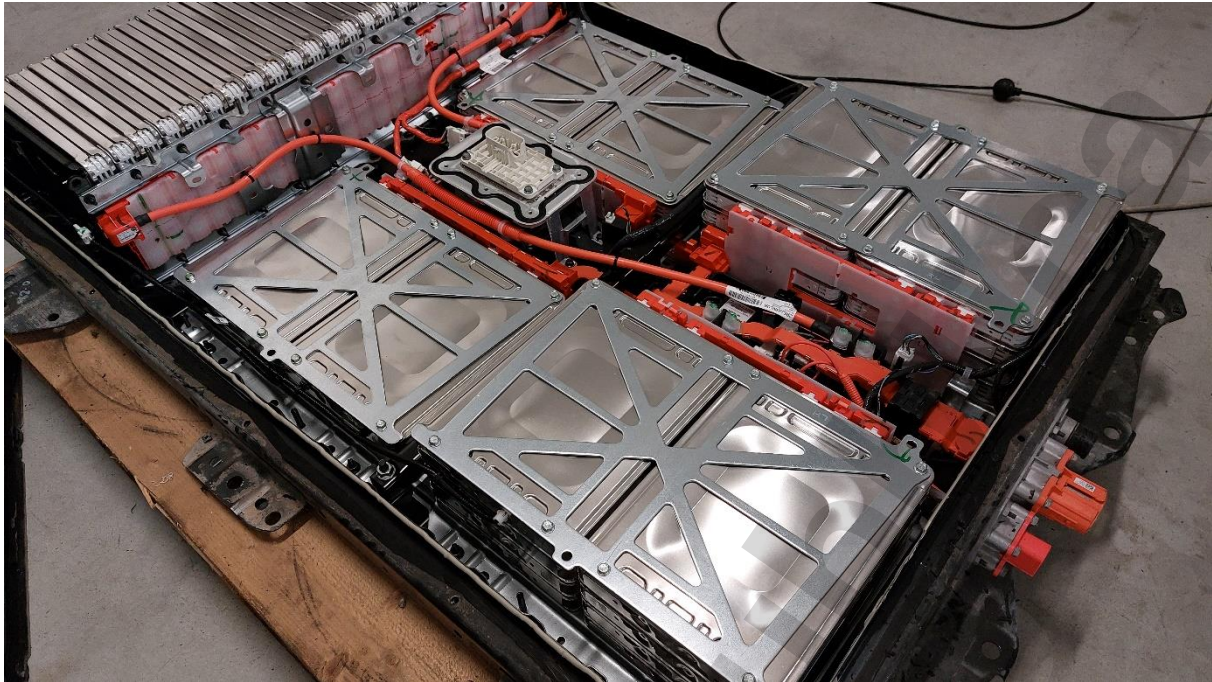


872

873

**Figura 23 – Indicazione tipica di doppio isolamento**

874 Scopo dei DPI indicati è quello di evitare il contatto con masse, o strutture a potenziale diverso,  
875 verso le quali non sia realizzata la condizione di protezione isolante nei confronti di parti del  
876 corpo.



877

878 **Figura 6-3 – Vista dell'interno di una batteria di trazione di un autoveicolo ove possono**  
879 **essere svolti lavori sotto tensione sul circuito elettrico**

### 880 **6.3.5 Condizioni di lavoro**

881 Sintetizzando quanto già esposto, durante l'esecuzione dei lavori sotto tensione gli operatori  
882 sono soggetti ai seguenti rischi elettrici:

- 883 • shock elettrico (folgorazione) e ustioni dovuti al contatto con tensioni pericolose;
- 884 • effetti dannosi dovuti all'arco elettrico provocato da cortocircuito o da interruzione di circuiti  
885 con correnti circolanti elevate.

886 Le procedure di lavoro descritte nel presente articolo hanno lo scopo di ridurre al minimo i due  
887 rischi sopra elencati, sia per gli operatori impegnati nel lavoro, sia per altre persone non  
888 direttamente interessate ai lavori sotto tensione.

889 Le misure di sicurezza nei lavori sotto tensione sono essenzialmente rappresentate da aspetti  
890 fondamentali quali:

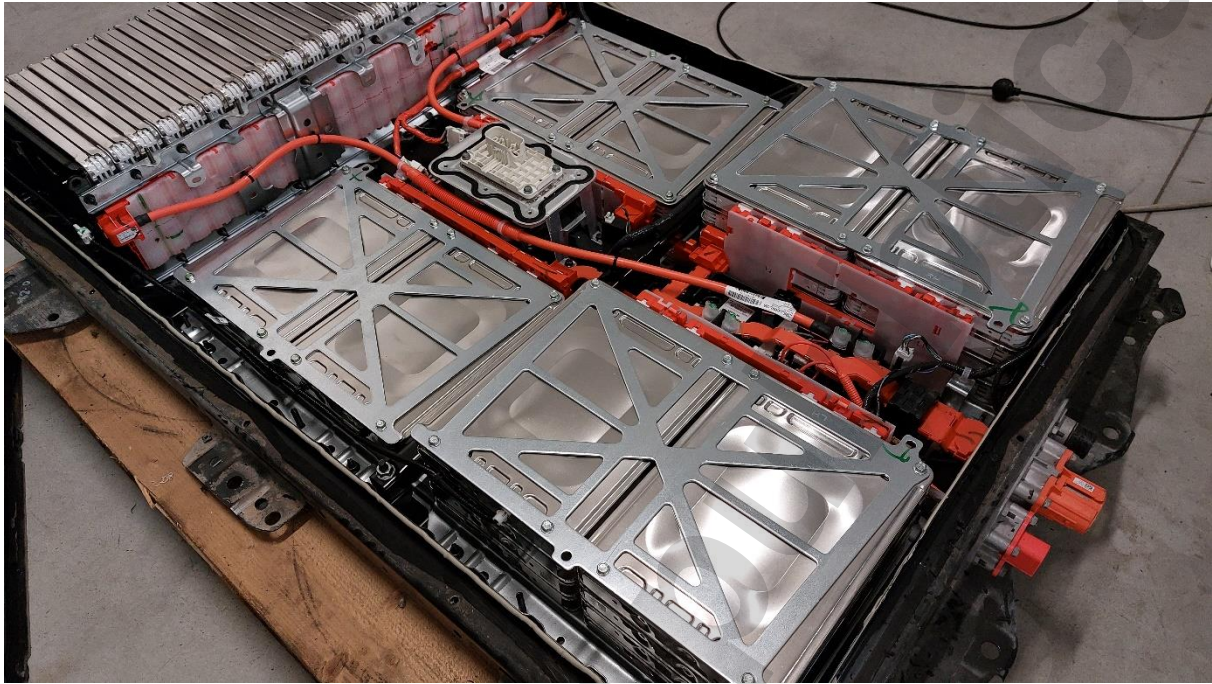
- 891 • organizzazione del lavoro, che può esplicitarsi in un documento nei lavori complessi;
- 892 • rispetto delle normative e delle relative procedure di lavoro;
- 893 • utilizzo dei DPI che proteggono contro gli effetti dannosi del cortocircuito e/o isolano  
894 l'operatore dalle parti in tensione. I DPI devono rispondere alle relative Norme di prodotto;
- 895 • una doppia protezione isolante che si ottiene con l'utilizzo dei guanti isolanti e degli attrezzi  
896 isolanti e/o isolati
- 897 • Se il veicolo è collegato ad una le stazione di ricarica potrebbe essere utile, oltre agli attrezzi  
898 isolati, inserire un isolamento verso terra (o tronchetti isolanti);
- 899 • adeguata preparazione del lavoro da eseguire;
- 900 • adeguata informazione agli operatori relativa al tipo di lavoro da eseguire ed alle misure di  
901 sicurezza predisposte;
- 902 • formazione ed esperienza del personale.

## **6.4 Lavori in prossimità di parti attive sui Veicoli elettrici e ibridi**

### **6.4.1 Prescrizioni**

Se in prossimità di un posto di lavoro vi sono parti accessibili con grado di protezione inferiore a IP XXB

di un circuito elettrico che non possono essere messe fuori tensione, sono necessarie specifiche precauzioni aggiuntive che devono essere attuate prima dell'inizio del lavoro come prescritto per il "lavoro in prossimità di parti attive".



**Figura 6-4 - Vista dell'interno di una batteria di trazione di un autoveicolo ove possono essere eseguiti lavori in prossimità in quanto i moduli sono sempre attivi.**

In particolare, si adotteranno delle protezioni o impedimenti o (se lo spazio lo consente) si potranno adottare distanze di sicurezza che impediscano di andare in contatto con le parti attive in tensione, utilizzando teli isolanti o impedimenti fisici. In caso di impossibilità di adottare i provvedimenti di cui sopra il lavoro dovrà essere svolto adottando i DPI per i lavori sotto tensione.

## **6.5 Lavori non elettrici sui Veicoli elettrici e ibridi**

### **6.5.1 Generalità**

Il lavoro non elettrico sui Veicoli elettrici e ibridi può essere eseguito da persone comuni (PEC) solo dopo che sono state valutate le condizioni di sicurezza rispetto al rischio elettrico da parte del Responsabile del Veicolo.

La valutazione deve essere fatta considerando le tipologie di lavoro da eseguire, la vicinanza di parti attive e il possibile loro danneggiamento.

Dovranno essere prese le opportune precauzioni al fine di proteggere le parti elettriche del veicolo quali ad esempio barriere di protezione o la messa fuori tensione del circuito elettrico.

NOTA Per lavori non elettrici si intendono ad esempio le attività di riparazione carrozzeria, sostituzione di pneumatici, attività su parti esclusivamente meccaniche, sollevamento del veicolo, ecc.

## Allegato A

(informativo)

### ESEMPI DI CONFERIMENTO DI NOMINE

LETTERA DI CONFERIMENTO DELLA NOMINA di "PES" AL PERSONALE ADDETTO  
AI LAVORI ELETTRICI SU VEICOLI ELETTRICI ED IBRIDI

Luogo, , data .....

Egregio sig. ....

(Cognome e nome e C.F.)

*Oggetto: Attribuzione della condizione di Persona Esperta (**PES**) pertinente a veicoli elettrici ed ibridi, secondo quanto indicato dalla Specifica Tecnica PRJ-CEI 3518 e come dà indicazioni delle Norme CEI EN 50110 (CEI 11-48), CEI 11-27 e ai sensi del Dlgs 81/2008 e s.m.i.*

Io sottoscritto sig.....

in qualità di datore di lavoro dell'azienda ..... con sede a .....

### VALUTATE

1) Le sue **attività formative**, con particolare riferimento alle:

- conoscenze da lei acquisite nell'ambito dei circuiti elettrici dei veicoli elettrici e ibridi e della relativa normativa (attestato \_\_\_\_\_ conseguito in data \_\_\_\_\_);
- conoscenze generali da lei acquisite nell'antinfornistica elettrica;
- conoscenze complete da lei acquisite delle problematiche antinfornistiche nella precisa tipologia di lavori.

2) Le sue esperienze **di lavoro** maturate in un adeguato periodo di tempo e tali da permetterle la conoscenza di tutte le situazioni caratterizzanti la tipologia di lavori e della maggior parte di quelle non ricorrenti, con particolare riferimento alla:

- capacità da lei acquisita di affrontare in autonomia l'organizzazione e l'esecuzione in sicurezza di qualsiasi lavoro di precisa tipologia;
- capacità da lei acquisita di valutare i rischi elettrici connessi con il lavoro e mettere in atto le misure idonee a ridurli o a eliminarli;
- capacità da lei acquisita di affrontare gli imprevisti che possono accadere in occasione di lavori elettrici;
- capacità da lei acquisita di informare ed istruire correttamente la Persona Avvertita (PAV) o la Persona Comune (PEC) affinché esegua il lavoro in sicurezza.

3) Le sue caratteristiche **personali** con particolare riferimento a quelle maggiormente significative dal punto di vista professionale (equilibrio, attenzione, precisione, ecc.).

967

## CONFERISCO

968 4) a lei sig. \_\_, dipendente di questa azienda, la condizione di

969 **Persona Esperta in ambito Veicoli elettrici ed ibridi (PES)<sup>(1)</sup>**

970 Pertanto, come suo datore di lavoro la autorizzo ad eseguire i lavori elettrici fuori tensione  
971 indicati nella seguente "Scheda di qualifica del personale addetto ai lavori elettrici su veicoli  
972 elettrici ed ibridi

| SCHEDA DI QUALIFICA DEL PERSONALE ADDETTO AI LAVORI ELETTRICI                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                      |                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Sig:</b>                                                                                                                                  | <b>Ditta:</b>                                                                                                                                                                                                                        | <b>Data:</b>                  |
| Tipologia specifica di attività lavorativa con rischio elettrico su veicolo elettrico / ibrido                                               |                                                                                                                                                                                                                                      | Autorizzazione ad operare (*) |
| Lavori fuori tensione ed in prossimità                                                                                                       | Installazione – disinstallazione e/o manutenzione di cablaggi di alta tensione                                                                                                                                                       |                               |
|                                                                                                                                              | Installazione – disinstallazione e/o manutenzione di apparecchiature elettriche/elettroniche inerenti alla rete di alta tensione (ad esempio: inverter/converter, compressori del climatizzatore, sistemi di ricarica da rete fissa) |                               |
|                                                                                                                                              | Rimozione – installazione di accumulatori con tensioni nominali fino a 1.000 V c.a. e 1.500 V c.c.                                                                                                                                   |                               |
|                                                                                                                                              | Installazione – disinstallazione, scollegamento – collegamento di motori elettrici                                                                                                                                                   |                               |
|                                                                                                                                              | Misure e controlli sui componenti elettrici con tensioni nominali fino a 1.000 V c.a. e 1.500 V c.c.                                                                                                                                 |                               |
|                                                                                                                                              | Messa in sicurezza del veicolo con disabilitazione dei circuiti di Alta Tensione                                                                                                                                                     |                               |
|                                                                                                                                              | ...                                                                                                                                                                                                                                  |                               |
|                                                                                                                                              | ...                                                                                                                                                                                                                                  |                               |
| (*) Indicare con una "x" la tipologia di lavoro per la quale s'intende fornire l'autorizzazione ad operare alla persona con la qualifica PES |                                                                                                                                                                                                                                      |                               |

973 Tale attribuzione sarà oggetto di **verifica** ai fini del mantenimento.

| Il dipendente          | Il datore di lavoro                   |
|------------------------|---------------------------------------|
| Nome e cognome         | Nome e cognome                        |
| (Firma del dipendente) | (Timbro e firma del datore di lavoro) |

974

(1) **Persona esperta in ambito veicolo elettrico e ibrido (PES):** Persona con istruzione, conoscenza ed esperienza rilevanti tali da consentirle di analizzare i rischi e di evitare i pericoli che l'elettricità può creare nell'ambito dei veicoli elettrici e ibridi.

975 LETTERA DI CONFERIMENTO DELLA NOMINA DI "PAV" AL PERSONALE ADDETTO  
976 AI LAVORI ELETTRICI SU VEICOLI ELETTRICI ED IBRIDI

977 Luogo ....., data .....

978 Egregio  
979 sig. ....

980 (Cognome e nome e C.F.)

981 *Oggetto: attribuzione della condizione di Persona Avvertita (PAV) pertinente a veicoli elettrici*  
982 *ed ibridi, secondo quanto indicato dalla Specifica Tecnica PRJ-CEI 3518 e come dà indicazioni*  
983 *delle Norme CEI EN 50110 (CEI 11-48), CEI 11-27 e ai sensi del Dlgs 81/2008 e s.m.i.*

984 Io sottoscritto sig.....

985 in qualità di datore di lavoro dell'azienda .....con sede a.....  
986

987 VALUTATE

988 1. Le sue **attività formative**, con particolare riferimento alle:

989 • conoscenze da lei acquisite nell'ambito dei circuiti elettrici dei veicoli elettrici e  
990 ibridi e della relativa normativa

991 • (attestato ..... conseguito in data..... );

992 • conoscenze generali da lei acquisite nell'antinfortunistica elettrica;

993 2. Le sue **esperienze di lavoro** maturate in un adeguato periodo di tempo e tali da  
994 permetterle la conoscenza delle situazioni caratterizzanti la tipologia di lavori e della  
995 maggior parte di quelli non ricorrenti, con particolare riferimento alla:

996 • Capacità da lei acquisita di comprendere le istruzioni a lei fornite dalla Persona  
997 Esperta (PES) per una precisa tipologia di lavoro;

998 • Capacità da lei acquisita di organizzare ed eseguire in sicurezza un lavoro, di una  
999 precisa tipologia, dopo aver ricevuto istruzione dalla Persona Esperta (PES);

1000 • Capacità da lei acquisita di affrontare le difficoltà previste;

1001 • Capacità da lei acquisita di riconoscere ed affrontare i pericoli connessi propriamente  
1002 all'attività elettrica che è chiamato ad eseguire.

1003 3. Le sue **caratteristiche personali** con particolare riferimento a quelle maggiormente  
1004 significative dal punto di vista professionale (equilibrio, attenzione, precisione, ecc.).

1005 CONFERISCO

1006 a lei sig. ....,

1007 dipendente di questa azienda, la condizione di

1008 **Persona Avvertita in ambito Veicoli elettrici ed ibridi (PAV) <sup>(2)</sup>**

1009

---

(2) **Persona avvertita in ambito veicolo elettrico e ibrido (PAV):** Persona adeguatamente avvisata da persone esperte per metterla in grado di evitare i pericoli che l'elettricità può creare nell'ambito dei veicoli elettrici e ibridi.

1010 Pertanto, come suo datore di lavoro la autorizzo ad eseguire i lavori elettrici **fuori tensione**  
 1011 indicati nella seguente "Scheda di qualifica del personale addetto ai lavori elettrici su veicoli  
 1012 elettrici ed ibridi, sempre sotto la supervisione di una Persona Esperta in ambito Veicoli elettrici  
 1013 ed ibridi (PES).

| SCHEDA DI QUALIFICA DEL PERSONALE ADDETTO AI LAVORI ELETTRICI                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Sig:</b><br>.....                                                                                                                         | <b>Ditta:</b><br>.....                                                                                                                                                                                                             | <b>Data:</b><br>...../...../.....    |
| <b>Tipologia specifica di attività lavorativa con rischio elettrico su veicolo elettrico e/o ibrido</b>                                      |                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Autorizzazione ad operare (*)</b> |
| Lavori fuori tensione ed in prossimità                                                                                                       | Installazione – disinstallazione e/o manutenzione di cablaggi di alta tensione                                                                                                                                                     |                                      |
|                                                                                                                                              | Installazione – disinstallazione e/o manutenzione di apparecchiature elettriche/elettroniche inerenti la rete di alta tensione (ad esempio: inverter/converter, compressori del climatizzatore, sistemi di ricarica da rete fissa) |                                      |
|                                                                                                                                              | Rimozione – installazione di accumulatori con tensioni nominali fino a a 1.000 V c.a. e 1.500 V c.c.                                                                                                                               |                                      |
|                                                                                                                                              | Installazione – disinstallazione, scollegamento – collegamento di motori elettrici                                                                                                                                                 |                                      |
|                                                                                                                                              | Misure e controlli sui componenti elettrici con tensioni nominali fino a a 1.000 V c.a. e 1.500 V c.c.                                                                                                                             |                                      |
|                                                                                                                                              | Messa in sicurezza del veicolo con disabilitazione del suo circuito elettrico di Alta Tensione                                                                                                                                     |                                      |
|                                                                                                                                              | ...                                                                                                                                                                                                                                |                                      |
| (*) Indicare con una "x" la tipologia di lavoro per la quale s'intende fornire l'autorizzazione alla persona con la qualifica PAV ad operare |                                                                                                                                                                                                                                    |                                      |

1014 Tale attribuzione sarà oggetto di verifica annuale ai fini del mantenimento.

|                                         |                                               |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>Il dipendente</b><br>Nome e cognome: | <b>Il datore di lavoro</b><br>Nome e cognome: |
| (Firma del dipendente)                  | (Timbro e firma del datore di lavoro)         |

1015

1016 LETTERA DI CONFERIMENTO DELLA IDONEITA' "PEI" AL PERSONALE ADDETTO  
1017 AI LAVORI ELETTRICI SU VEICOLI ELETTRICI ED IBRIDI

1018 Luogo ....., data .....

1019 egregio sig. ....

1020 (Cognome e nome e C.F.)

1021 *Oggetto: attribuzione della condizione di Persona Idonea (PEI) pertinente a veicoli elettrici ed*  
1022 *ibridi, secondo quanto indicato dalla Specifica Tecnica PRJ-CEI 3518 e come dà indicazioni*  
1023 *delle Norme CEI EN 50110 (CEI 11-48), CEI 11-27 e ai sensi del Dlgs 81/2008 e s.m.i.*

1024 Io sottoscritto sig.....

1025 in qualità di datore di lavoro dell'azienda.....con sede a .....

1026 VALUTATE

- 1027 • Le attività lavorative e formative pregresse, comprese quelle in affiancamento
- 1028 • (attestato \_\_\_\_conseguito in data \_\_\_\_\_);
- 1029 • la documentazione attestante la frequenza di specifici corsi di formazione, con indicati  
1030 gli argomenti trattati, le esercitazioni teoriche e pratiche effettuate e le valutazioni finali  
1031 del corso espresse dall'organizzazione / ente esecutrice dei corsi;
- 1032 • la formazione svolta in ambito aziendale;
- 1033 • l'idoneità psicofisica;
- 1034 • il curriculum professionale;
- 1035 • i comportamenti seguiti nell'attività lavorativa svolta, con riferimento alla sicurezza.

1036 CONFERISCO

1037 a Lei sig....., dipendente di questa azienda, l'idoneità ad **operare**  
1038 **sotto tensione (PEI)** ad esempio per le seguenti attività:

- 1039 a) operare su circuiti elettrici di Veicoli elettrici e ibridi con tensioni fino a 1 000 V c.a. e  
1040 1 500 V c.c
- 1041 b) effettuare misure di grandezze elettriche sui componenti elettrici costituenti  
1042 l'architettura di alta tensione di un veicolo elettrico e ibrido:
  - 1043 a. operare su inverter e/o converter
  - 1044 b. operare su compressori elettrici
  - 1045 c. operare su cavi di alta tensione
  - 1046 d. operare su batterie di alta tensione
  - 1047 e. operare su qualsiasi altro componente soggetto alle tensioni di cui sopra
  - 1048 f. eseguire posa/rimozione protettori isolanti su circuiti elettrici di alta tensione per veicoli  
1049 elettrici ed ibridi (schermi, teli, barriere, involucri isolanti, mastice isolante, ecc.) quale  
1050 operazione preliminare all'esecuzione delle attività lavorative vere e proprie, anche  
1051 quando queste ultime sono eseguite fuori tensione.
  - 1052 g. eseguire interventi di manutenzione sui componenti del circuito elettrico di alta  
1053 tensione dei succitati veicoli elettrici o ibridi

1054

1055 Per altre tipologie di circuito elettrico del Veicolo e attività diverse da quelle sopra dette  
1056 l'ordine ad operare sotto tensione Le sarà impartito caso per caso e dietro specifiche  
1057 istruzioni.

1058 Dato che l'idoneità ad eseguire lavori sotto tensione deve essere mantenuta con la pratica o  
1059 successivi addestramenti, la validità di tale nomina sarà soggetta a **verifica annuale** ai fini  
1060 del mantenimento.

| Il dipendente          | Il datore di lavoro                   |
|------------------------|---------------------------------------|
| Nome e cognome:        | Nome e cognome:                       |
| (Firma del dipendente) | (Timbro e firma del datore di lavoro) |
|                        |                                       |

1061

1062  
1063

**Allegato B**  
(informativo)

**Definizioni specifiche per veicoli con motopropulsore elettrico -  
Regolamento n. 100 della Commissione economica per l'Europa delle  
Nazioni Unite (UNECE) — Disposizioni uniformi relative all'omologazione  
dei veicoli riguardo a requisiti specifici del motopropulsore elettrico  
[2015/505]**

- 1072 2.1. «*Modo attivo di possibile messa in movimento*» indica lo stato del veicolo quando, premendo sul pedale dell'acceleratore (o  
1073 su un dispositivo di azionamento equivalente) o sbloccando il sistema frenante, il motopropulsore elettrico mette in movimento il  
1074 veicolo.
- 1075 2.2. «*Barriera*» indica uno sbarramento che impedisce contatti diretti con parti sotto tensione da qualsiasi direzione d'accesso.
- 1076 2.3. «*Cella*» indica una singola unità elettrochimica rivestita, contenente un elettrodo positivo e uno negativo, che presenta una  
1077 tensione differenziale tra i due terminali.
- 1078 2.4. «*Raccordo conduttore*» indica il collegamento mediante connettori a una fonte di energia elettrica esterna quando il sistema  
1079 ricaricabile di accumulo dell'energia (REESS) viene caricato.
- 1080 2.5. «*Sistema di accoppiamento per caricare il sistema ricaricabile di accumulo dell'energia (REESS)*» indica il circuito elettrico  
1081 impiegato per caricare il REESS da una fonte di energia elettrica esterna, inclusa la presa del veicolo.
- 1082 2.6. «*Percentuale di C*» di «*n C*» è definita come la corrente costante del dispositivo sottoposto a prova, che impiega 1/n ore a  
1083 caricare o a scaricare il dispositivo sottoposto a prova tra lo 0 per cento dello stato di carica e il 100 per cento dello stato di carica.
- 1084 2.7. «*Contatto diretto*» indica il contatto di persone con parti sotto tensione.
- 1085 2.8. «*Telaio elettrico*» indica una serie di elementi conduttori, collegati elettricamente, il cui potenziale è preso come valore di  
1086 riferimento.
- 1087 2.9. «*Circuito elettrico*» indica un insieme di elementi sotto tensione interconnessi, destinato a essere caricato elettricamente in  
1088 condizioni di esercizio normali.
- 1089 2.10. «*Sistema di conversione dell'energia elettrica*» indica un sistema che produce e fornisce energia elettrica per la trazione  
1090 elettrica.
- 1091 2.11. «*Motopropulsore elettrico*» indica il circuito elettrico comprendente i motori di trazione ed eventualmente il REESS, il sistema  
1092 di conversione dell'energia elettrica, i convertitori elettronici, i relativi cablaggi e connettori e il sistema d'accoppiamento per  
1093 caricare il REESS.
- 1094 2.12. «*Convertitore elettronico*» indica un dispositivo capace di comandare e/o di convertire l'energia elettrica per la trazione  
1095 elettrica. 2.13. «*Involucro*» indica la parte che racchiude le unità interne e le protegge dal contatto diretto da qualsiasi direzione  
1096 d'accesso.
- 1097 2.14. «*Parte conduttrice esposta*» indica la parte conduttrice che può essere toccata se ricorre il grado di protezione IPXXB e che  
1098 si carica elettricamente in condizioni di isolamento difettose. Sono comprese le parti poste sotto una protezione amovibile senza  
1099 l'uso di attrezzi.
- 1100 2.15. «*Esplosione*» indica il rilascio improvviso di energia sufficiente a provocare onde di pressione e/o proiettili che possono  
1101 causare danni fisici e/o strutturali a ciò che si trova attorno al dispositivo sottoposto a prova.
- 1102 2.16. «*Fonte di energia elettrica esterna*» indica una fonte di energia elettrica a corrente alternata (CA) o continua (CC) esterna  
1103 al veicolo.
- 1104 2.17. «*Alta tensione*» indica la classificazione di un componente o di un circuito elettrico, se il valore quadratico medio (rms) della  
1105 sua tensione di esercizio è  $> 60 \text{ V}$  e  $\leq 1\,500 \text{ V (CC)}$  o  $> 30 \text{ V}$  e  $\leq 1\,000 \text{ V (CA)}$ .
- 1106 2.18. «*Incendio*» indica l'emissione di fiamme da un dispositivo sottoposto a prova. Le scintille e l'innesco di archi elettrici non  
1107 devono essere considerati come fiamme.
- 1108 2.19. «*Elettrolito infiammabile*» indica un elettrolito contenente sostanze classificate nella classe 3 «liquido infiammabile» secondo  
1109 le «Raccomandazioni delle Nazioni Unite sul trasporto di merci pericolose — regolamenti tipo (revisione 17 del giugno 2011),  
1110 volume I, capo 2.3» (1).
- 1111 2.20. «*Bus ad alta tensione*» indica il circuito elettrico, compreso il sistema d'accoppiamento per caricare il REESS, che funziona  
1112 ad alta tensione. Se i circuiti elettrici che sono collegati galvanicamente tra loro sono collegati galvanicamente al telaio elettrico e  
1113 la tensione massima tra qualsiasi parte sotto tensione e il telaio elettrico o una qualsiasi parte conduttrice esposta è  $\leq 30 \text{ V CA}$  e  
1114  $\leq 60 \text{ V CC}$ , solo i componenti o le parti del circuito elettrico che funzionano ad alta tensione sono classificati come bus ad alta  
1115 tensione.

- 1116 2.21. «*Contatto indiretto*» indica il contatto di persone con parti conduttrici esposte.
- 1117 2.22. «*Parti sotto tensione*» indica le parti conduttrici destinate a essere alimentate elettricamente in normali condizioni d'uso.
- 1118 2.23. «*Vano bagagli*» indica lo spazio nel veicolo destinato ad ospitare i bagagli, delimitato dal tetto, dal portellone, dal pavimento,  
1119 dalle pareti laterali nonché dalla barriera e dall'involucro che proteggono gli occupanti dal contatto diretto con le parti sotto  
1120 tensione, e separato dall'abitacolo dalla paratia anteriore o da quella posteriore.
- 1121 2.24. «*Costruttore*» indica la persona fisica o giuridica responsabile nei confronti dell'autorità di omologazione di tutti gli aspetti  
1122 della procedura di omologazione e della garanzia di conformità della produzione. Non è indispensabile che tale persona fisica o  
1123 giuridica partecipi direttamente a tutte le fasi di costruzione del veicolo, del sistema o del componente oggetto della procedura di  
1124 omologazione.
- 1125 2.25. «*Sistema di bordo per il controllo della resistenza di isolamento*» indica il dispositivo che controlla la resistenza di isolamento  
1126 tra i bus ad alta tensione e il telaio elettrico. 2.26. «*Batteria di trazione di tipo aperto*» indica una batteria del tipo a liquido che  
1127 richiede il rabbocco dell'acqua e che genera idrogeno liberato nell'atmosfera.
- 1128 2.27. «*Abitacolo*» indica lo spazio destinato agli occupanti, limitato dal tetto, dal pavimento, da pareti laterali, da portiere, dal vetro  
1129 dei finestrini, dal pannello anteriore e posteriore o dal portellone posteriore, nonché dalle barriere e dagli involucri che proteggono  
1130 gli occupanti dal contatto diretto con parti sotto tensione.
- 1131 2.28. «*Grado di protezione*» indica la protezione dal contatto con parti sotto tensione offerta da una barriera o da un involucro,  
1132 calcolata con un dispositivo di prova, come un dito di prova (IPXXB) o un cavo di prova (IPXXD), come definita nell'allegato 3.
- 1133 2.29. «*Sistema ricaricabile di accumulo dell'energia (REESS)*» indica il sistema ricaricabile di accumulo dell'energia che fornisce  
1134 energia elettrica alla propulsione elettrica. Il REESS può includere sottosistemi oltre ai sistemi ausiliari necessari per il sostegno  
1135 fisico, per la gestione del calore, per il comando elettronico e per gli involucri.
- 1136 2.30. «*Rottura*» indica le aperture nell'involucro di un gruppo funzionale di celle, create o allargate da un evento, abbastanza  
1137 grandi da consentire ad un dito di prova (IPXXB) di 12 mm di diametro di penetrare ed entrare in contatto con parti sotto tensione  
1138 (cfr. allegato 3).
- 1139 2.31. «*Interruttore di servizio*» indica il dispositivo che disattiva il circuito elettrico quando si eseguono controlli o manutenzione  
1140 sul REESS, sulla pila a combustibile ecc.
- 1141 2.32. «*Stato di carica ("SoC")*» indica la carica elettrica disponibile in un dispositivo sottoposto a prova espressa in percentuale  
1142 della sua capacità nominale.
- 1143 2.33. «*Isolante solido*» indica lo strato isolante del cablaggio che copre e protegge le parti sotto tensione dal contatto diretto da  
1144 qualsiasi direzione di accesso, i rivestimenti che isolano le parti sotto tensione dei connettori nonché vernici o pitture applicate a  
1145 scopo isolante.
- 1146 2.34. «*Sottosistema*» indica qualsiasi gruppo funzionale di componenti del REESS.
- 1147 2.35. «*Dispositivo sottoposto a prova*» indica il REESS completo o il sottosistema di un REESS che viene sottoposto alle prove  
1148 prescritte nel presente regolamento.
- 1149 2.36. «*Tipo di REESS*» indica sistemi che non differiscono tra loro relativamente ad aspetti essenziali quali:
- 1150 a) la denominazione commerciale o il marchio del costruttore;
- 1151 b) la chimica, la capacità e le dimensioni fisiche delle sue celle;
- 1152 c) il numero di celle, la modalità di connessione delle celle e il sostegno fisico delle celle;
- 1153 d) la costruzione, i materiali e le dimensioni fisiche dell'involucro e
- 1154 e) i dispositivi ausiliari necessari per il sostegno fisico, per la gestione del calore e per il comando elettronico.
- 1155 2.37. «*Tipo di veicolo*» indica veicoli che non differiscono tra loro relativamente ad aspetti essenziali quali: a) l'installazione del  
1156 propulsore elettrico e del bus ad alta tensione collegato galvanicamente; b) la natura e il tipo di propulsore elettrico e di componenti  
1157 ad alta tensione collegati galvanicamente.
- 1158 2.38. «*Tensione di esercizio*» indica il valore quadratico medio (rms) più elevato della tensione di un circuito elettrico, stabilito dal  
1159 costruttore, che può essere rilevato tra qualsiasi parte conduttrice in condizioni di circuito aperto o in condizioni di esercizio  
1160 normali. Se il circuito elettrico è suddiviso in più circuiti tramite isolamento galvanico, la tensione di esercizio è definita per ciascun  
1161 circuito separato.
- 1162 2.39. «*Telaio collegato al circuito elettrico*» indica i circuiti elettrici a CC e a CA collegati galvanicamente al telaio elettrico.
- 1163

## Allegato C (informativo)

### **Definizioni da “Regolamento n. 136 della Commissione economica per l'Europa delle Nazioni Unite (UNECE) — Disposizioni uniformi relative all'omologazione di veicoli della categoria L riguardo a requisiti specifici per il motopropulsore elettrico [2019/1120]”**

- 2.1. «Modalità attiva di possibile messa in moto»: lo stato del veicolo quando, premendo sul pedale dell'acceleratore (o su un dispositivo di azionamento equivalente) o sbloccando il sistema frenante, si fa sì che il motopropulsore elettrico metta in moto il veicolo.
- 2.2. «Barriera»: sbarramento che impedisce contatti diretti con parti sotto tensione da qualsiasi direzione d'accesso.
- 2.3. «Isolamento di base»: isolamento delle parti sotto tensione per la protezione dal contatto diretto in assenza di guasti.
- 2.4. «Cella»: singola unità elettrochimica rivestita, contenente un elettrodo positivo e uno negativo, che presenta una tensione differenziale tra i due terminali.
- 2.5. «Telaio collegato al circuito elettrico»: i circuiti elettrici a CC e a CA collegati galvanicamente al telaio elettrico.
- 2.6. «Raccordo conduttore»: collegamento mediante connettori a una fonte esterna di energia elettrica durante il caricamento del REESS.
- 2.7. «Sistema di accoppiamento per il caricamento del REESS»: il circuito elettrico impiegato per caricare il REESS con una fonte di energia elettrica esterna, comprendente la presa del veicolo o un cavo di ricarica fisso.
- 2.8. «Percentuale di C» di «n C»: la corrente costante del dispositivo sottoposto a prova, che impiega 1/n ore per caricare o scaricare il dispositivo sottoposto a prova tra lo 0 % e il 100 % dello stato di carica.
- 2.9. «Contatto diretto»: il contatto di persone con parti sotto tensione.
- 2.10. «Doppio isolamento»: isolamento costituito dall'isolamento di base affiancato dall'isolamento supplementare.
- 2.11. «Telaio elettrico»: serie di elementi conduttori, collegati elettricamente, il cui potenziale è preso come valore di riferimento.
- 2.12. «Circuito elettrico»: insieme di elementi sotto tensione interconnessi, concepito per trovarsi sotto tensione in condizioni di esercizio normali.
- 2.13. «Sistema di conversione dell'energia elettrica»: sistema che produce e fornisce energia elettrica per la trazione elettrica.
- 2.14. «Motopropulsore elettrico»: il circuito elettrico comprendente il motore o i motori di trazione ed eventualmente il REESS, il sistema di conversione dell'energia elettrica, i convertitori elettronici, i relativi cablaggi e connettori e il sistema di accoppiamento per il caricamento del REESS.
- 2.15. «Convertitore elettronico»: dispositivo in grado di comandare e/o di convertire l'energia elettrica per la trazione elettrica.
- 2.16. «Involucro»: la parte che racchiude le unità interne e le protegge dal contatto diretto in qualsiasi direzione.
- 2.17. «Parte conduttrice esposta»: la parte conduttrice che può essere toccata conformemente alle disposizioni per il grado di protezione IPXXB e che si carica elettricamente in caso di difetti di isolamento. Comprende le parti coperte da protezioni asportabili senza l'ausilio di attrezzi.
- 2.18. «Esplosione»: il rilascio improvviso di energia sufficiente a provocare onde di pressione e/o proiettili che possono causare danni fisici e/o strutturali a ciò che si trova attorno al dispositivo sottoposto a prova.
- 2.19. «Fonte esterna di energia elettrica»: fonte di energia elettrica a corrente alternata (CA) o continua (CC) esterna al veicolo.
- 2.20. «Alta tensione»: la classificazione di un componente o di un circuito elettrico quando il valore quadratico medio (rms) della sua tensione di esercizio è  $> 60 \text{ V}$  e  $\leq 1\,500 \text{ V CC}$  o  $> 30 \text{ V}$  e  $\leq 1\,000 \text{ V CA}$ .
- 2.21. «Incendio»: lo sprigionarsi di fiamme da un dispositivo sottoposto a prova. Le scintille e l'innesco di archi elettrici non sono considerati fiamme.
- 2.22. «Elettrolito infiammabile»: elettrolito contenente sostanze classificate nella classe 3, «liquidi infiammabili», secondo le «Raccomandazioni delle Nazioni Unite sul trasporto di merci pericolose - regolamenti tipo (revisione 17 del giugno 2011), volume I, capo 2.3» (2).
- 2.23. «Bus ad alta tensione»: il circuito elettrico, comprendente il sistema di accoppiamento per il caricamento del REESS, che funziona ad alta tensione. Se i circuiti elettrici che sono collegati galvanicamente tra loro sono collegati galvanicamente al telaio elettrico e la tensione massima tra una qualsiasi parte sotto tensione e il telaio elettrico o una qualsiasi parte conduttrice esposta è  $30 \text{ V CA}$  e  $60 \text{ V CC}$ , solo i componenti o le parti del circuito elettrico che funzionano ad alta tensione sono classificati come bus ad alta tensione.

- 1215 2.24. «Contatto indiretto»:il contatto di persone con parti conduttrici esposte.
- 1216 2.25. «Parti sotto tensione»:le parti conduttrici destinate a essere alimentate elettricamente in normali condizioni d'uso.
- 1217 2.26. «Vano bagagli»:spazio chiuso del veicolo destinato ad ospitare i bagagli.
- 1218 2.27. «Costruttore» o «fabbricante»:la persona fisica o giuridica responsabile nei confronti dell'autorità di omologazione di tutti gli  
1219 aspetti della procedura di omologazione e della garanzia di conformità della produzione. Non è indispensabile che tale persona  
1220 fisica o giuridica partecipi direttamente a tutte le fasi di costruzione del veicolo, del sistema o del componente oggetto della  
1221 procedura di omologazione.
- 1222 2.28. «Sistema di bordo per il controllo della resistenza di isolamento»:il dispositivo che controlla la resistenza di isolamento tra i  
1223 bus ad alta tensione e il telaio elettrico.
- 1224 2.29. «Batteria di trazione di tipo aperto»:batteria del tipo a liquido che richiede il rabbocco dell'acqua e che genera idrogeno  
1225 liberato nell'atmosfera.
- 1226 2.30. «Abitacolo»:lo spazio riservato agli occupanti, limitato da almeno quattro dei seguenti elementi: tetto, pavimento, pareti  
1227 laterali, portiere, vetri dei finestrini, pannello anteriore, pannello posteriore o portellone posteriore, barriere e involucri di protezione  
1228 degli occupanti dal contatto diretto con parti sotto tensione.
- 1229 2.31. «Grado di protezione»:livello di protezione dal contatto con parti sotto tensione offerto da una barriera o da un involucro,  
1230 calcolato con un dispositivo di prova, come un dito di prova (IPXXB) o un cavo di prova (IPXXD), come definito nell'allegato 3.
- 1231 2.32. «Sistema ricaricabile di accumulo dell'energia elettrica (REESS)»:il sistema ricaricabile di accumulo dell'energia che fornisce  
1232 energia elettrica per la propulsione elettrica. Il REESS può includere sottosistemi oltre ai sistemi ausiliari necessari per il sostegno  
1233 fisico, per la gestione del calore, per il comando elettronico e per gli involucri.
- 1234 2.33. «Isolamento rinforzato»:isolamento di parti sotto tensione che fornisce una protezione dalle scosse elettriche; è equivalente  
1235 al doppio isolamento. Può consistere in vari strati, che non possono essere sottoposti a prova singolarmente come isolamento  
1236 supplementare o di base.
- 1237 2.34. «REESS amovibile»:REESS realizzato in modo da poter essere rimosso dal veicolo dall'utente per essere collegato a  
1238 dispositivi di ricarica esterni.
- 1239 2.35. «Rottura»:apertura nell'involucro di un gruppo funzionale di celle, determinata o allargata da un evento, abbastanza grande  
1240 da consentire ad un dito di prova (IPXXB) di 12 mm di diametro di penetrare ed entrare in contatto con parti sotto tensione (cfr.  
1241 allegato 3).
- 1242 2.36. «Interruttore di servizio»:il dispositivo che disattiva il circuito elettrico quando si eseguono controlli o interventi di  
1243 manutenzione sul REESS, sulla pila a combustibile ecc. 2.37. «Stato di carica»:la carica elettrica disponibile in un dispositivo  
1244 sottoposto a prova espressa in percentuale della sua capacità nominale.
- 1245 2.38. «Isolante solido»:lo strato isolante del cablaggio che copre e protegge le parti sotto tensione dal contatto diretto da qualsiasi  
1246 direzione di accesso, i rivestimenti che isolano le parti sotto tensione dei connettori nonché vernici o pitture applicate a scopo  
1247 isolante.
- 1248 2.39. «Sottosistema»:qualsiasi gruppo funzionale di componenti del REESS. 2.40. «Isolamento supplementare»:isolamento  
1249 indipendente applicato in aggiunta all'isolamento di base per la protezione dalle scosse elettriche in caso di mancato  
1250 funzionamento dell'isolamento di base.
- 1251 2.41. «Dispositivo sottoposto a prova»:il REESS completo o il sottosistema di un REESS che viene sottoposto alle prove prescritte  
1252 dal presente regolamento.
- 1253 2.42. «Tipo di REESS»:sistemi che non differiscono tra loro in maniera significativa relativamente ad aspetti essenziali quali: a)  
1254 la denominazione commerciale o il marchio di fabbrica del costruttore; b) la chimica, la capacità e le dimensioni fisiche delle celle;  
1255 c) il numero di celle, la modalità di connessione delle celle e il sostegno fisico delle celle; d) la costruzione, i materiali e le  
1256 dimensioni fisiche dell'involucro; nonché e) i dispositivi ausiliari necessari per il sostegno fisico, per la gestione del calore e per il  
1257 comando elettronico.
- 1258 2.43. «Tipo di veicolo»:veicoli che non differiscono tra loro relativamente ad aspetti essenziali quali: a) il montaggio del  
1259 motopropulsore elettrico e del bus ad alta tensione collegato galvanicamente; b) la natura e il tipo di motopropulsore elettrico e di  
1260 componenti ad alta tensione collegati galvanicamente.
- 1261 2.44. «Tensione di tenuta»:tensione da applicare a un campione in condizioni di prova prescritte che in un campione soddisfacente  
1262 non causa guasti né scariche esterne.
- 1263 2.45. «Tensione di esercizio»:il valore quadratico medio (rms) più elevato della tensione di un circuito elettrico, stabilito dal  
1264 costruttore, che può essere rilevato tra qualsiasi parte conduttrice in condizioni di circuito aperto o in condizioni di esercizio  
1265 normali. Se il circuito elettrico è suddiviso in più circuiti tramite isolamento galvanico, la tensione di esercizio è definita  
1266 separatamente per ciascun circuito.

**Allegato D**  
(informativo)

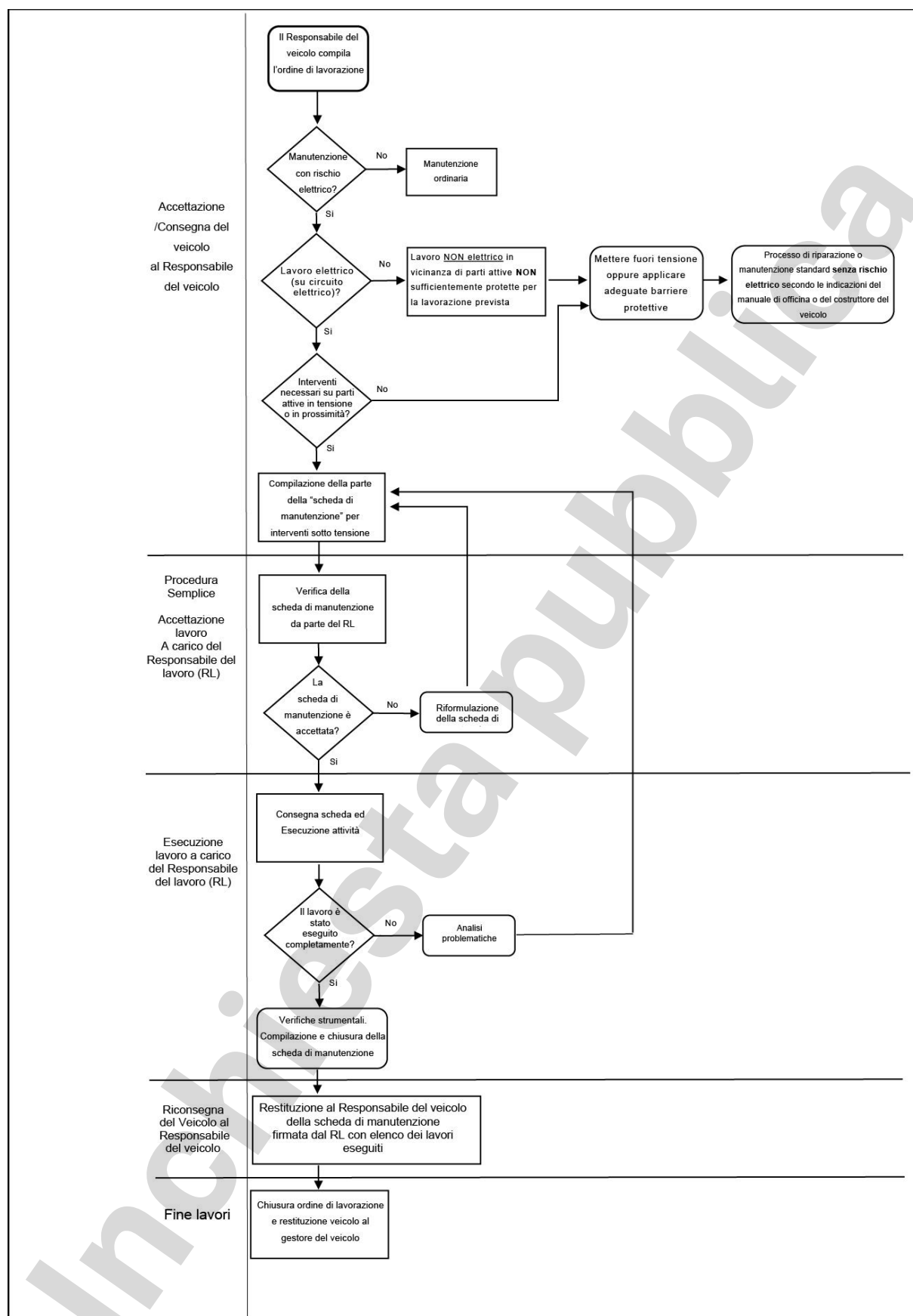
**Diagramma di flusso per i lavori previsti nella presente Specifica Tecnica**

**Scopo del diagramma di flusso**

Lo scopo del diagramma di flusso seguente è di sintetizzare le diverse situazioni lavorative e le conseguenti procedure di

lavoro che devono essere utilizzate nel rispetto della presente Specifica Tecnica.

Sulla base di questo diagramma di flusso ogni azienda potrà redigere un documento di lavoro che segua l'iter riportato e si integri nella organizzazione aziendale già adottata per i rapporti tra cliente e officina.



1278

Allegato E  
Distanze di lavoro CEI 11-27

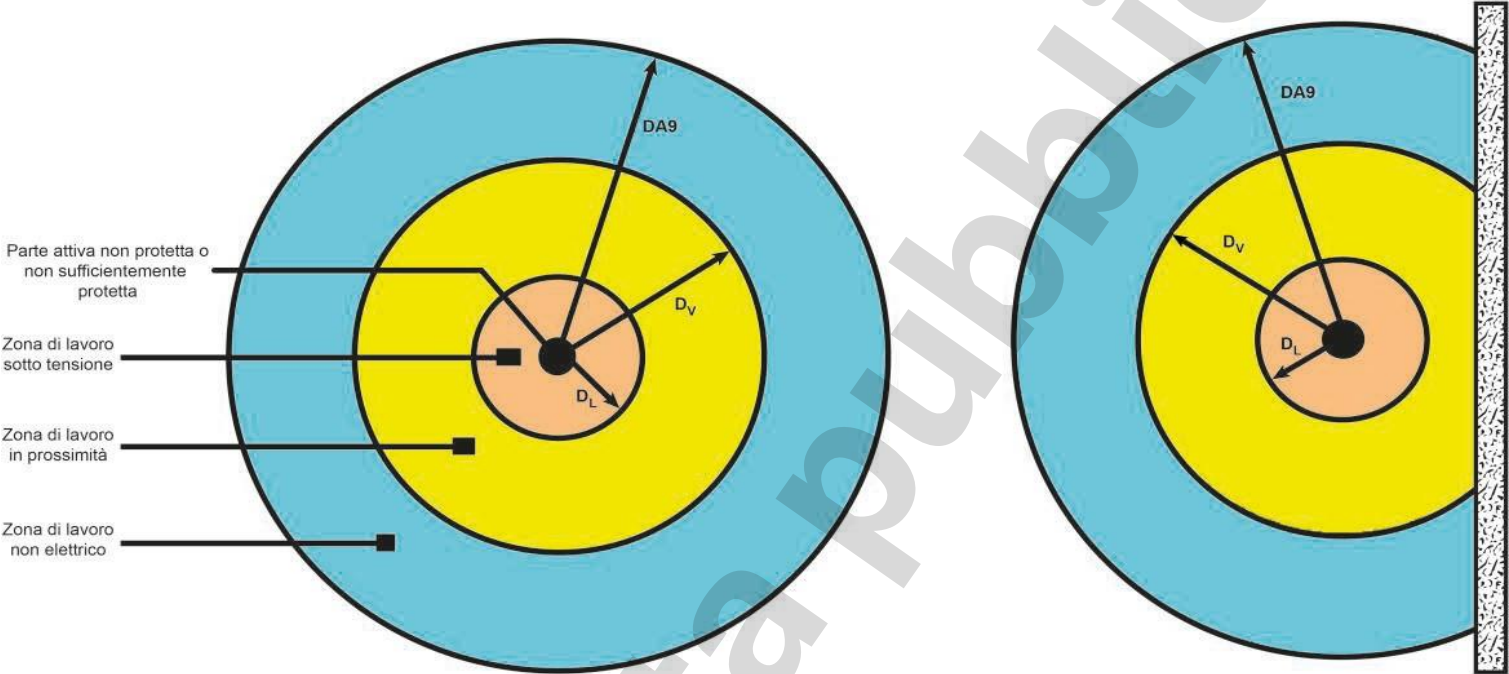


Figura A.1.a

Figura A.1.b

Distanze in aria e definizione delle zone previste dalle procedure per lavori

Legenda  
DL – Limite esterno dei lavori sotto tensione  
DV – Limite esterno dei lavori in prossimità  
DA9 – Limite esterno dei lavori non elettrici

Limitazione delle zone previste dalle procedure per lavori, mediante un dispositivo isolante

Figura 0-1 Illustrazione delle distanze di lavoro e limitazioni con dispositivi isolanti (tratta da CEI 11-27 ed. 2021-09)

1306

Tabella - 1: Tabella A.1 tratta dalla CEI 11-27:2021-09

| Tensione nominale del sistema<br>(valore efficace) UN<br>[kV]                                                                                                                                                                                                                                      | Distanza minima in aria<br>che definisce il limite<br>esterno della zona dei<br>lavori sotto tensione $D_L$<br>[mm] | Distanza minima in aria<br>che definisce il limite<br>esterno della zona<br>prossima<br>$D_V$<br>[mm] | Distanza minima in aria<br>definita dalla<br>legislazione come limite<br>per i lavori non elettrici<br>DA9<br>[mm] |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\leq 1$                                                                                                                                                                                                                                                                                           | no contact                                                                                                          | 300                                                                                                   | 3 000                                                                                                              |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 60                                                                                                                  | 1 120                                                                                                 | 3 500                                                                                                              |
| Le distanze $D_L$ e $D_V$ sono state definite come un insieme di valori minimi amministrativi, tenuto conto di quelle esistenti nei paesi europei.<br>La tabella è stata ridotta, rispetto alla Tabella A.1. della CEI 11-27, ai valori significativi nell'ambito della presente Specifica Tecnica |                                                                                                                     |                                                                                                       |                                                                                                                    |
| NOTA – I valori intermedi per $D_L$ e $D_V$ si possono determinare con interpolazione lineare.                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                     |                                                                                                       |                                                                                                                    |

1307  
1308

1309  
1310  
1311  
1312

Allegato F  
(informativo)

Esempio di scheda di manutenzione

|                                                                                                                                                          |                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Ragione sociale della Ditta o Logo                                                                                                                       | Scheda di manutenzione n. ....del ..... |
| Sezione A                                                                                                                                                |                                         |
| Identificazione Veicolo:                                                                                                                                 |                                         |
| Tipo di attività lavorativa con rischio elettrico?                                                                                                       |                                         |
| NO <input type="checkbox"/> LAVORO SENZA RISCHIO ELETTRICO                                                                                               |                                         |
| Obiettivo dell'intervento: .....                                                                                                                         |                                         |
| Elaborato dal Responsabile del veicolo Sig. ....                                                                                                         |                                         |
| SI <input type="checkbox"/> PROSEGUIRE CON COMPILAZIONE DELLA SCHEDA                                                                                     |                                         |
| Modalità di lavoro: Fuori tensione <input type="checkbox"/> In prossimità <input type="checkbox"/> Sotto tensione <input type="checkbox"/> Non elettrico |                                         |
| Obiettivo dell'intervento: .....                                                                                                                         |                                         |
| Elaborato dal                                                                                                                                            |                                         |
| • Responsabile del veicolo                                                                                                                               |                                         |
| Sig. ....                                                                                                                                                |                                         |
| Ricopre anche il ruolo di Responsabile del lavoro Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>                                                |                                         |
| • Nomina come Responsabile del lavoro (se diverso dal Responsabile del veicolo) il                                                                       |                                         |
| Sig.....                                                                                                                                                 |                                         |
| Individuazione dell'elemento del veicolo su cui si deve operare con rischio elettrico:.....                                                              |                                         |
| .....                                                                                                                                                    |                                         |
| .....                                                                                                                                                    |                                         |
| Descrizione eventuali altri rischi: .....                                                                                                                |                                         |
| .....                                                                                                                                                    |                                         |
| .....                                                                                                                                                    |                                         |
| Analisi del lavoro da parte del Responsabile del veicolo e del Responsabile del lavoro                                                                   |                                         |
| ESEMPIO: Il lavoro deve essere fatto sotto tensione                                                                                                      |                                         |
| Individuazione della zona di intervento                                                                                                                  |                                         |
| ESEMPIO                                                                                                                                                  |                                         |
| La zona di intervento è accessibile e devono essere protette le parti adiacenti.                                                                         |                                         |
| .....                                                                                                                                                    |                                         |
| .....                                                                                                                                                    |                                         |
| Attrezzatura:                                                                                                                                            |                                         |
| ESEMPIO: cacciaviti isolati, pinza isolata o pinza isolante                                                                                              |                                         |
| .....                                                                                                                                                    |                                         |
| .....                                                                                                                                                    |                                         |
| .....                                                                                                                                                    |                                         |
| .....                                                                                                                                                    |                                         |
| .....                                                                                                                                                    |                                         |
| .....                                                                                                                                                    |                                         |

|                                                                                                                                                             |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Descrizione dei DPI da utilizzare:</b>                                                                                                                   |  |
| <b>Per rischio elettrico:</b> elmetto, visiera, guanti isolanti, vestiario resistente all'arco elettrico                                                    |  |
| <b>Per altri rischi:</b> secondo le indicazioni del Piano della sicurezza (ad esempio: elmetto, guanti da lavoro, calzature da lavoro, vestiario da lavoro) |  |
| <b>Modalità di posizionamento al posto di lavoro.</b>                                                                                                       |  |
| Esempio; al suolo, in elevazione, sdraiato sul banco                                                                                                        |  |
| ecc                                                                                                                                                         |  |
| ...                                                                                                                                                         |  |
| <b>Sequenza della fasi operative ed eventuali indicazioni sugli addetti.</b>                                                                                |  |
| Descrivere le fasi operative                                                                                                                                |  |
| (esempio: indicare il riferimento al manuale del costruttore oppure descrivere le fasi previste)                                                            |  |
| Firma Responsabile del lavoro (per presa visione)                                                                                                           |  |
| Firma Responsabile del veicolo                                                                                                                              |  |
| data                                                                                                                                                        |  |
|                                                                                                                                                             |  |
| <b>Consegna scheda (da compilare solo se Responsabile del veicolo e responsabile del lavoro sono diversi):</b>                                              |  |
| Il Responsabile del veicolo sig.                                                                                                                            |  |
| CONSEGNA                                                                                                                                                    |  |
| al Responsabile del lavoro sig.                                                                                                                             |  |
| il veicolo oggetto dei lavori con rischio elettrico per eseguire gli interventi previsti.                                                                   |  |
| Firma del Responsabile del veicolo                                                                                                                          |  |
| Firma Responsabile del lavoro                                                                                                                               |  |
| Data ora                                                                                                                                                    |  |
| <b>Restituzione Scheda</b>                                                                                                                                  |  |
| Il Responsabile del lavoro sig.                                                                                                                             |  |
| RESTITUISCE                                                                                                                                                 |  |
| al Responsabile del veicolo sig.                                                                                                                            |  |
| Il veicolo con i lavori eseguiti:                                                                                                                           |  |
| totalmente                                                                                                                                                  |  |
| non totalmente                                                                                                                                              |  |
| Esito delle verifiche strumentali:                                                                                                                          |  |
| POSITIVO                                                                                                                                                    |  |
| NEGATIVO                                                                                                                                                    |  |
| Firma del Responsabile del lavoro ai lavori                                                                                                                 |  |
| Firma del Responsabile del veicolo                                                                                                                          |  |
| Data ora                                                                                                                                                    |  |
| <b>SEZIONE B</b>                                                                                                                                            |  |
| <b>Sostituzione delle figure coinvolte nei lavori</b>                                                                                                       |  |
| Il Responsabile del Veicolo sig.                                                                                                                            |  |
| CONSEGNA                                                                                                                                                    |  |
| al Responsabile del lavoro sig.                                                                                                                             |  |
| il Veicolo oggetto dei lavori con rischio elettrico per eseguire gli interventi previsti.                                                                   |  |
| Firma del Responsabile del Veicolo                                                                                                                          |  |
| Firma Responsabile del lavoro                                                                                                                               |  |
| Data ora                                                                                                                                                    |  |

## Allegato G (informativo)

### ESEMPIO di piano formativo per i livelli 1 e 2

NOTA l'elenco è solo un esempio di contenuti minimi obbligatori, eventualmente integrabile.

#### Parte teorica Livello 1: livello intermedio

##### Qualifica ottenibile: PES o PAV

- **Figure professionali coinvolte:** chi ha responsabilità organizzative e/o esegue lavori con rischio elettrico su circuiti dei veicoli elettrici ed ibridi, ad es. lavori fuori tensione per la sostituzione di componenti e/o misure elettriche per la determinazione dell'assenza di tensioni pericolose.
- **Durata minima:** non inferiore a 14 ore
- **Modalità di erogazione:** in presenza o da remoto in modalità sincrona con telecamera sempre accesa.

NOTE Tutte le attività formative svolte devono essere documentate e devono prevedere momenti di valutazione dei risultati raggiunti. Essendo il corso solo teorico, è fortemente consigliato un addestramento pratico a cura del Datore di lavoro

##### Il quadro normativo di riferimento

- Norma CEI EN 50110 e CEI 11-27:202X
  - I lavori elettrici: classificazione
  - Le figure professionali nei lavori elettrici
  - La persona avvertita e la persona esperta: conoscenze e capacità richieste, criteri per la corretta attribuzione e il mantenimento delle qualifiche
  - L'idoneità ai lavori sotto tensione
  - Ruoli aziendali nei lavori elettrici
  - Tipi e procedure di lavori elettrici
  - Le distanze nei lavori elettrici e le zone di lavoro

##### Introduzione all'energia elettrica e aggravamento del rischio elettrico

- I rischi in officina
- L'energia elettrica: concetti base, la corrente continua e alternata
- Le principali grandezze elettriche
- Le leggi di Ohm

##### L'energia elettrica: pericoli per le persone e le cose

- Effetti e danni sul corpo umano, limiti di pericolosità
- L'arco elettrico: descrizione del fenomeno e dei rischi associati
- Cenni di primo soccorso in caso di incidenti dovuti all'energia elettrica
- I gradi di protezione IP dei componenti elettrici ed elettronici di potenza

##### I veicoli elettrici e ibridi

- Introduzione e breve storia dell'evoluzione dei veicoli elettrici
- Le varie tipologie di veicoli elettrici e ibridi; caratteristiche di ciascuna tipologia
- I motori elettrici per trazione in corrente continua e alternata
- Inverter e convertitori CC/CC

1356 **La gestione del veicolo elettrico ed ibrido**

- 1357 • Potenza, capacità e tempo di ricarica; consumo e autonomia dei veicoli elettrici
- 1358 • I modi di ricarica in CC o CA, colonnine e prese di ricarica, gli impianti di ricarica
- 1359 • I problemi connessi all'uso di batterie al litio: cause ed effetti potenziali della deriva termica

1360 **Sicurezza e veicoli elettrici ed ibridi**

- 1361 • Caratteristiche di spazi di lavoro e strumentazione specifica
- 1362 • Attrezzatura specifica per lavori elettrici
- 1363 • Principali DPI per il rischio elettrico sui veicoli elettrici ed ibridi: guanti isolanti e casco  
1364 isolante con visiera
- 1365 • Altri dispositivi e attrezzi utilizzati nella manutenzione di veicoli elettrici ed ibridi
- 1366 • Le procedure operative di lavoro: preparazione dell'area di lavoro, dell'operatore e del  
1367 veicolo
- 1368 • Esempi dei principali sistemi fisici di messa in sicurezza elettrica: interruttori sezionatori e  
1369 "service plug"

1370 **Introduzione alla componentistica dei veicoli elettrici ed ibridi**

- 1371 • I cablaggi elettrici di potenza
- 1372 • Connettori di potenza, centraline elettroniche, fusibili, relè, contattori e teleruttori: generalità  
1373 e tipologie
- 1374 • I sistemi di sicurezza: rilevatore di dispersione, interlock, BMS

1375 **Procedure di messa in sicurezza sui veicoli elettrici ed ibridi**

- 1376 • La messa in sicurezza elettrica: generalità e particolarità per i veicoli ibridi ed elettrici
- 1377 • Eventuali procedure aziendali e relative istruzioni operative per l'esecuzione di lavori a  
1378 rischio elettrico sui veicoli elettrici ed ibridi
- 1379 • Organizzazione del lavoro, piano di lavoro e piano di intervento
- 1380 • La consegna e la restituzione del veicolo

1381 **Procedure per l'esercizio e procedure di lavoro**

- 1382 • Manovre di esercizio e controlli funzionali
- 1383 • I lavori fuori tensione, sotto tensione e in prossimità

1384 **Test finale**

1385 Il test finale deve essere così strutturato:

- 1386 • domande a scelta multipla su tutti gli argomenti trattati
- 1387 • 80% di risposte esatte per superare il test

1388 **Parte teorica e pratica Livello 2: livello avanzato**

1389 **Qualifica ottenibile: PAV o PES con abilitazione ai lavori sotto tensione**

- 1390 • **Figure professionali coinvolte:** a completamento della formazione di livello 1, destinata a  
1391 quelle figure professionali specialistiche che eseguono lavori con rischio elettrico sui circuiti  
1392 dei veicoli elettrici ed ibridi e/o operare sotto tensione (ad esempio: disconnessione di  
1393 circuiti elettrici, interventi sulle batterie di accumulo, ...)
- 1394 • **Durata minima:** non inferiore a 8 ore di cui 4 per la parte teorica e 4 per la pratica
- 1395

- 1396 • **Prerequisiti:**
- 1397     ○ superamento del livello 1,
- 1398     ○ qualifica PES o PAV già assegnata dal datore di lavoro,
- 1399     ○ possesso di DPI specifici per il rischio elettrico e addestramento obbligatorio per tali
- 1400         DPI già svolto
- 1401 • **Modalità di erogazione: in presenza**
- 1402 NOTE la formazione di livello 2 deve risultare prevalentemente addestrativa e deve avere come presupposto il
- 1403 superamento del livello 1. Sono previste prove pratiche in aula o officina mediante quadri didattici o veicoli reali (es.
- 1404 impiego di attrezzi e DPI, sezionamento, misure elettriche, verifica di assenza di tensione, su circuiti realmente in
- 1405 tensione, fuori tensione e in prossimità, simulazione dell'intera procedura di stacco/riattacco di un componente di
- 1406 alta tensione).
- 1407 **I sistemi di accumulo o produzione di energia elettrica a bordo**
- 1408 • L'evoluzione delle batterie per trazione dal piombo al litio
- 1409 • Il BMS ossia il sistema di gestione delle batterie: descrizione e importanza
- 1410 • Le diverse tecnologie di batterie al litio esistenti con approfondimento delle più utilizzate
- 1411     sui veicoli elettrici: vantaggi e svantaggi di ciascuna tipologia
- 1412 • Il destino delle batterie: seconda vita, smaltimento e riciclaggio
- 1413 • L'evoluzione attesa delle batterie per trazione
- 1414 • Gli altri sistemi di accumulo o produzione di energia elettrica: supercapacitori, volani e celle
- 1415     a combustibile
- 1416 • Le celle a combustibile: principi di funzionamento, tipologie, vantaggi e svantaggi
- 1417 • La produzione, lo stoccaggio e l'utilizzo di idrogeno
- 1418 **Analisi di documentazione**
- 1419 • Analisi di schemi elettrici di potenza
- 1420 • Schede di intervento per i veicoli oggetto del corso specifico
- 1421 • Analisi di procedure e istruzioni aziendali se presenti
- 1422 • Analisi di schemi elettrici di potenza, manuali di officina, schede di manutenzione dei tipi di
- 1423     veicolo oggetto del corso specifico e di veicoli simili e delle procedure e istruzioni operative
- 1424     aziendali se presenti
- 1425 **Test finale (parte teorica)**
- 1426 Il test finale per la parte teorica deve essere così strutturato:
- 1427 • domande a scelta multipla su tutti gli argomenti trattati
- 1428 • 80% di risposte esatte per superare il test
- 1429 **Test finale (parte pratica)**
- 1430 • Scelta e verifica dell'area di lavoro adatta
- 1431 • Scelte e uso corretto dei DPI specifici per il rischio elettrico
- 1432 • Scelta e uso corretto di attrezzi e strumentazione specifica
- 1433 • Corretta applicazione di procedure, istruzioni di sicurezza e indicazioni di eventuali manuali
- 1434     di officina
- 1435 • Corretta esecuzione delle operazioni di "messa in sicurezza elettrica"
- 1436 • Simulazione di stacco/riattacco di un componente di potenza (motore elettrico, inverter,
- 1437     batteria di trazione, ecc.)
- 1438 Corretta esecuzione delle operazioni di rimessa in esercizio del veicolo

La presente Norma è stata compilata dal **Comitato Elettrotecnico Italiano** e beneficia del riconoscimento di cui alla legge 1° Marzo 1968, n. 186.

**Editore CEI, Comitato Elettrotecnico Italiano, Milano**

Comitato Tecnico Elaboratore

**CT 78 - Lavori elettrici sotto tensione**



Via Saccardo, 9  
20134 Milano  
Tel. 02.21006.1  
[www.ceinorme.it](http://www.ceinorme.it)  
[info@ceinorme.it](mailto:info@ceinorme.it)



CEI-Comitato Elettrotecnico Italiano



@CEInorme



CEI-Comitato Elettrotecnico Italiano