



**PES-PAV**



Corsi di formazione per autoriparatori  
Manuale ALLIEVO

# QUALIFICA PES-PAV. PROCEDURE PER OPERARE IN SICUREZZA SUI VEICOLI IBRIDI ED ELETTRICI

NORMA CEI 11-27



[www.texaedu.com](http://www.texaedu.com)



COMITATO  
ELETTRONICO  
ITALIANO



# TEXA

TEXA viene fondata nel 1992 in Italia, a Monastier di Treviso, ed è oggi tra i leader mondiali nella progettazione e produzione di strumenti diagnostici multimarca, analizzatori per gas di scarico e stazioni per la manutenzione dei climatizzatori d'aria.

TEXA si propone di essere il partner di fiducia ed il punto di riferimento delle officine di tutto il mondo nella diagnosi elettronica dei veicoli e nei servizi connessi, sviluppando e realizzando prodotti ad alta innovazione e di elevata qualità in grado di rispondere alle necessità degli operatori del settore Automotive.

Tutti gli strumenti TEXA sono progettati, ingegnerizzati e costruiti in Italia, su moderne linee di produzione automatizzate, a garanzia della massima precisione.

TEXA è particolarmente attenta alla qualità dei suoi prodotti, ed ha ottenuto la severissima certificazione ISO TS 16949 destinata ai fornitori di primo equipaggiamento delle case automobilistiche.

Il cuore degli strumenti TEXA è il software IDC5, multimarca e multi ambiente, velocissimo e caratterizzato da una copertura di veicoli senza eguali.

## LA FORMAZIONE TECNICA

TEXAEDU è la divisione di TEXA SpA interamente dedicata alla formazione tecnica e professionale, che offre un completo programma didattico e di aggiornamento agli specialisti del settore. Per poter intervenire sui sistemi elettronici che governano i veicoli moderni è necessaria una nuova e più approfondita preparazione, sempre più specialistica, che metta il meccatronico nelle condizioni di conoscere e riparare le anomalie dei dispositivi elettronici, che costituiscono oramai una quota considerevole dei guasti che si presentano in officina.

Ciascun corso è corredato di manuali specifici arricchiti di esempi pratici sulla diagnosi dei sistemi analizzati; l'utilizzo della strumentazione di diagnosi direttamente in aula consente un'acquisizione delle conoscenze più rapida ed efficace.

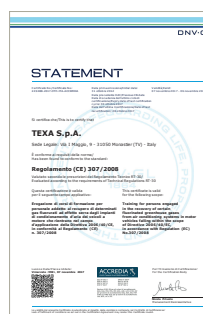
## LA FORMAZIONE TECNICA TEXA È CERTIFICATA



Certificato No./Certificate No.:  
CERT-15842-2005-AQ-VEN-SINCERT  
EA 37 Progettazione ed erogazione servizi di formazione a marchio TEXAEDU per riparatori del settore automotive



Organismo di Formazione  
accreditato dalla Regione Veneto



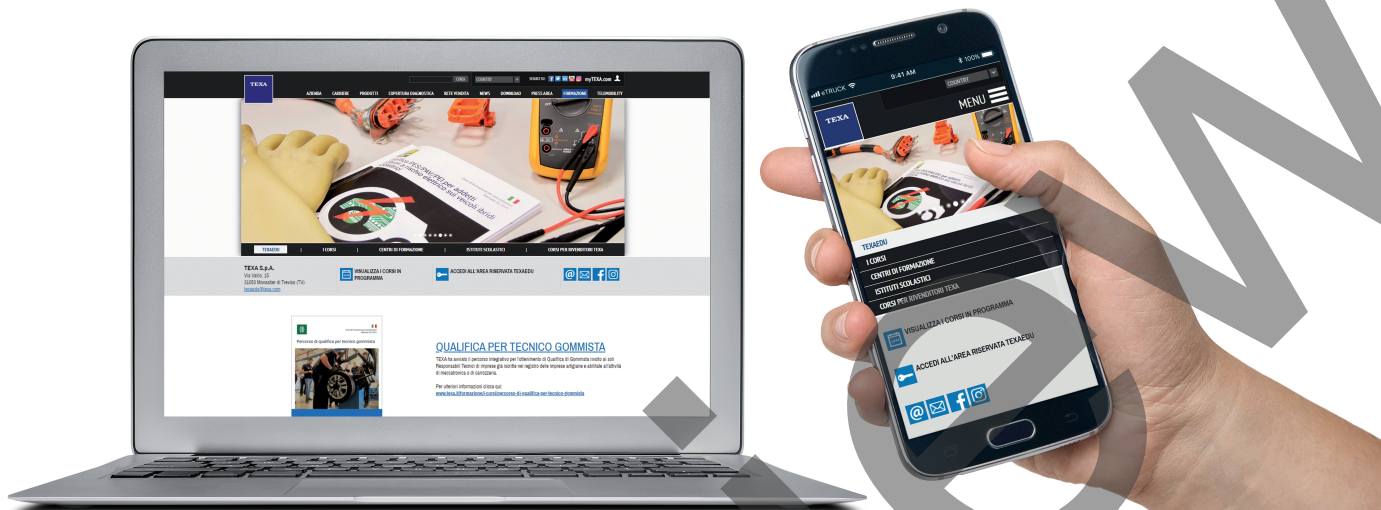
Certificato corso  
Abilita Clima Reg. CE (307/2008)



COMITATO  
ELETTRONICO  
ITALIANO  
Approvato  
corso Qualifica  
PES-PAV

## CALENDARIO CORSI TEXA

I contenuti dettagliati dei corsi e il **calendario aggiornato** dei corsi programmati, sono disponibili alla pagina <https://www.texa.it/formazione/texaedu> da cui puoi prenotarti direttamente.



## ACCEDI ALLA TUA AREA RISERVATA:

Dalla Home del sito <https://www.texa.it/formazione/texaedu> è possibile accedere all'Area Riservata TEXAEDU, all'interno della quale il partecipante può visualizzare l'elenco dei corsi frequentati e i risultati dei test sostenuti, **stampare l'Attestato** di Specializzazione conseguito, consultare video e materiale didattico relativo ai corsi svolti.

Seguici sui social  
**#texaedu**



TEXAEDU



TEXAEDU


[www.texaedu.it](http://www.texaedu.it)

# INDICE

<b>MODULO 1 - NORMATIVA</b> .....	<b>6</b>
1.1 Scopo del corso, destinatari, pericoli .....	7
1.1.1 Scopo del corso.....	7
1.1.2 Destinatari .....	7
1.1.3 Pericoli.....	7
1.1.4 Incendio .....	8
1.1.5 Infortuni secondari .....	8
1.2 Normative.....	8
1.3 Regole di sicurezza per chi lavora con l'elettricità.....	9
1.4 Misure di protezione individuali (DPI) .....	9
<b>MODULO 2 - ELEMENTI FONDAMENTALI DI ELETTRONICA E STRUTTURA DEI VEICOLI ELETTRICI ED IBRIDI</b> .....	<b>12</b>
2.1 Elementi fondamentali di elettronica ed elettrotecnica.....	13
2.1.1 Tensione elettrica.....	13
2.1.2 Corrente elettrica .....	14
2.1.3 Corrente continua .....	15
2.1.4 Corrente alternata.....	16
2.1.5 Corrente tri-fase .....	16
2.1.6 Resistenza elettrica .....	17
2.2 La legge di Ohm .....	17
2.3 Circuito elettrico e tipi di collegamento .....	18
2.3.1 Collegamento in serie .....	19
2.4 Concetto di potenza elettrica .....	22
2.5 Generatori di tensione.....	23
2.6 Elementi fondamentali per l'azionamento, nei veicoli elettrici e ibridi .....	24
2.7 La batteria dei servizi (batteria ausiliaria) .....	24
2.8 Supercapacitori .....	24
2.9 Batterie di trazione.....	25
2.9.1 Ioni di litio Li-Ion .....	27
2.9.2 Nickel-metal idruro NiMH.....	27
2.10 I sistemi di conversione energetica .....	28
2.11 Inverter.....	28
2.11.1 Converter DC/DC .....	28
2.11.2 Buck/Boost converter (convertitore innalzatore/abbassatore).....	28
2.12 Il magnetismo .....	28
2.13 Il motore elettrico .....	29
2.13.1 Motore elettrico in corrente continua.....	30
2.13.2 Motore elettrico in corrente alternata.....	31
2.13.3 Motore brushless.....	32
2.13.4 Motore elettrico sincrono.....	32
2.13.5 Motore elettrico asincrono trifase brushless .....	32
2.14 L'elettronica per il controllo e la gestione energetica nei veicoli ibridi ed elettrici .....	33
2.15 L'elettronica per il controllo e la gestione della climatizzazione .....	33
2.16 Riconoscere i cablaggi pericolosi.....	34
2.18 Classificazione delle auto ibride .....	35
<b>MODULO 3 - NORME GENERALI PER INTERVENTO SUI VEICOLI IBRIDI ED ELETTRICI</b> .....	<b>38</b>
3.1 Norme e procedure di sicurezza per intervenire su veicoli ibridi ed elettrici .....	39
3.1.1 Considerazioni generali.....	39
3.1.2 Norme generali di sicurezza per veicoli ibridi/elettrici integri e/o incidentati .....	40
3.1.3 Identificazione e riconoscimento del veicolo Ibrido/elettrico .....	42
3.1.3 Procedure di disinserimento diretto del sistema di Alta Tensione.....	44
3.1.4 Il service-plug.....	45
3.1.5 Procedure di disinserimento indiretto del sistema di Alta Tensione mediante sistema diagnostico .....	47
3.1.6 Procedura di disinserimento indiretto del sistema di Alta Tensione mediante Interlock.....	48
3.1.7 Interventi su veicoli incidentati o danneggiati dotati di sistemi ad alta tensione, operazioni di soccorso, operazioni di recupero.....	49
3.1.8 Interventi di riverniciatura per veicoli ibridi/elettrici.....	50
3.1.9 Assistenza stradale .....	50
3.2 Smontaggio, magazzinaggio, trasporto, riciclaggio e smaltimento di sistemi ad alta tensione .....	50
3.2.1 Misure di sicurezza possibili .....	50
3.2.2 Trasporto .....	50
3.2.3 Riciclaggio e smaltimento.....	50
3.3 Dispositivi di protezione individuale da utilizzare con i sistemi ad alta tensione.....	51

3.4 Segnaletica .....	52
<b>MODULO 4 - MISURE ELETTRICHE SUI COMPONENTI DI ALTA TENSIONE DI VEICOLI ELETTRICI ED IBRIDI .....</b>	<b>54</b>
4.1 Lavorare in sicurezza .....	55
4.2 Strumenti di misura elettriche per veicoli ibridi ed elettrici .....	56
4.2.1 Multimetro .....	56
4.2.2 Voltmetro .....	57
4.2.3 Amperometro .....	58
4.2.4 Ohmetro .....	58
4.2.5 Misura della resistenza dell'isolamento .....	59
4.2.6 Tester d'isolamento .....	59
4.2.7 Metodi di misura ed interpretazione dei risultati .....	60
4.2.8 Come eseguire il test d'isolamento .....	60
4.2.9 Misura d'isolamento di un cavo .....	61
4.3 Misure su apparati in tensione (Inverter e Batterie HV) .....	61
4.3.1 Gruppo Toyota .....	61
4.3.2 Gruppo Honda .....	62
4.3.3 Gruppo Renault (Twizy) .....	63
4.3.4 Misure elettriche e costituzione delle Batterie di alta tensione .....	64
<b>5. ESEMPI DI ARCHITETTURE DI VEICOLI IBRIDI E/O ELETTRICI .....</b>	<b>70</b>
5.1 Citroen/Mitsubishi: CZero/Imiev .....	70
5.1.1 Batteria di trazione .....	71
5.2 Porsche Cayenne S Hybrid (modello 2011) .....	74
5.3.1 Componenti del sistema HV .....	74
5.3.2 Gruppo frizione-motore elettrico .....	74
5.3.3 Motore elettrico .....	75
5.3.4 Elettronica di potenza (Inverter) .....	75
5.3.5 Modulo batteria .....	75
5.3.6 Box elettronica .....	76
5.3.7 La linea di protezione in bassa tensione .....	77
5.3 BMW Serie 3/5 Active Hybrid .....	78
5.3.1 Segni distintivi .....	78
5.4 Honda Insight / CR-Z .....	79
5.5 Toyota Yaris ibrida .....	80
5.5.1 Sistema di sicurezza .....	81
5.5.2 Disabilitazione sistema HV .....	82
<b>6. MODULISTICA .....</b>	<b>84</b>
6.1 MODULO 1: Fac-Simile attribuzione condizione di Persona Avvertita (PAV) .....	84
6.2 MODULO 2: Fac-Simile attribuzione condizione di Persona Esperta (PES) .....	88
6.3 MODULO 3: Fac-Simile attribuzione condizione di Persona Idonea ad operare sotto tensione (PEI) .....	92
6.4 MODULO 4: DELEGA DEL RUOLO OPERATIVO DI RESPONSABILE DELL'IMPIANTO DA URI A RI - CEI 11-27:2014 .....	96
6.5 MODULO 5: REGISTRO DEL RIESAME DELL'IDONEITÀ AI LAVORI ELETTRICI SOTTO TENSIONE (CEI 11-27:2014) .....	100
6.6 MODULO 6: DPI e attrezzature per lavori elettrici: fuori tensione e sotto tensione in bassa tensione .....	102
6.7 MODULO 7: Segnaletica .....	104
<b>7. FAQ .....</b>	<b>110</b>

**Legenda:**

-  **Attenzione**
-  **Note/Informazioni**
-  **Nota curiosità**
-  **Conclusioni**

Testo azzurro: Esempio

# MODULO 1 - Normativa

4 ore



preview



## 1.1 Scopo del corso, destinatari, pericoli

### 1.1.1 Scopo del corso

Come vedremo durante questo corso, alcuni veicoli ibridi ed elettrici, possono essere alimentati anche con tensioni di parecchie centinaia di Volt, esponendo gli addetti alla manutenzione e riparazione, a quello che la normativa di riferimento, la CEI 11-27, definisce "rischio elettrico".

A tal scopo, nella normativa si pongono gli elementi essenziali per la formazione degli addetti ai lavori elettrici per il lavoro in sicurezza. In questo corso perciò, verranno affrontate sia le normative sulla sicurezza, sia le nozioni fondamentali per intraprendere in tutta sicurezza l'intervento di riparazione sui veicoli elettrici ed ibridi.

La mancanza di conoscenze adeguate negli interventi sui veicoli elettrici aumenta il rischio di infortunio. Chi interviene sui sistemi ad alta tensione deve possedere particolari competenze specialistiche.

### 1.1.2 Destinatari

In base al Testo Unico 81/2008 la problematica interessa in particolare le seguenti categorie professionali:

- datori di lavoro e dipendenti di garage, carrozzerie;
- costruttori di veicoli commerciali;
- datori di lavoro e dipendenti di imprese e officine per veicoli elettrici leggeri;
- datori di lavoro e dipendenti del settore delle due ruote (scooter, motocicli, scooter dotati di sistemi ad alta tensione);
- datori di lavoro e dipendenti della polizia, dei pompieri, dei servizi di sicurezza, dei servizi di salvataggio e di soccorso stradale, delle società di salvataggio;
- datori di lavoro e dipendenti di imprese di riciclaggio (stazioni di smaltimento);
- datori di lavoro e dipendenti di gestori di flotte, aziende di car sharing o di autonoleggio con vetture ibride e/o elettriche;
- centri di formazione e scuole professionali.

Anche i **veicoli incidentati** possono nascondere diversi pericoli. A seconda della dinamica dell'incidente, il tipo di veicolo non sempre è immediatamente identificabile.



Figura 1

Ne consegue che il personale dei servizi di sicurezza e di soccorso, quali polizia e pompieri, ma anche servizi di soccorso stradale, autodemolitori e imprese di riciclaggio, devono conoscere e rispettare le regole di sicurezza durante gli interventi su questo tipo di veicoli in modo da escludere qualsiasi rischio.



Figura 2: Gruppo inverter presso un demolitore

### 1.1.3 Pericoli

Per garantire una potenza elettrica sufficiente per il funzionamento dei veicoli, l'energia deve essere accumulata in batterie o condensatori ad alta tensione (supercap).



Figura 3: Supercondensatore Citroen eHi

Nei lavori di riparazione e manutenzione su veicoli ibridi ed elettrici, l'alta tensione dell'accumulatore rappresenta un notevole potenziale di pericolo.

Possono essere pericolosi anche gli interventi del personale di soccorso in seguito a incidenti con questo tipo di veicoli.

Le batterie e i condensatori ad alta tensione sono accumulatori non disattivabili e, in caso di uso improprio, comportano rischi considerevoli in termini di sicurezza:

- pericoli di natura elettrica (scosse elettriche, archi elettrici)
- pericoli di natura termica (ustioni)
- pericoli d'incendio
- rischi fisici (raggi UV, rumore)
- infortuni secondari (ferite da taglio, cadute ecc.)

I principali pericoli legati ai sistemi ad alta tensione sono di natura elettrica, ossia scosse elettriche, cortocircuiti e archi elettrici. Gli effetti di una scossa elettrica sul corpo umano dipendono dai seguenti fattori:

- tipo di corrente (AC / DC)
- intensità della corrente
- durata di esposizione
- percorso della corrente attraverso il corpo
- frequenza
- La percezione del flusso di corrente attraverso il corpo umano e gli eventuali danni in funzione dell'intensità della corrente sono rappresentati nella tabella in basso.

Gli **archi elettrici** si formano durante la separazione o il collegamento di circuiti elettrici sotto tensione o nel corso di cortocircuiti. Possono provocare archi elettrici anche componenti o isolamenti danneggiati. La conseguente formazione di archi voltaici, soprattutto con la corrente continua, comporta i seguenti rischi: radiazione termica, raggi UV, rumore, pericoli di natura tossica o meccanica.

Il miglior modo per contrastare questi pericoli notevoli è quello di impedire la formazione stessa degli archi elettrici attraverso misure adeguate (vedi misure di sicurezza).

I **veicoli incidentati** sono fonte di ulteriori pericoli soprattutto se sono stati danneggiati componenti ad alta tensione, in presenza di danni non visibili o in caso di mancata identificazione dei sistemi ad alta tensione durante i lavori di riparazione. Sono esposte a rischi elevati anche le imprese di riciclaggio addette allo smontaggio di componenti ad alta tensione. Errori o sovraccarichi possono causare situazioni pericolose, cavi e materiali possono surriscaldarsi.

### 1.1.4 Incendio

Può scoppiare un incendio in caso di:

- fuoriuscita di liquidi infiammabili e incendio di esalazioni delle sostanze infiammabili dai sistemi ad alta tensione;
- cortocircuito all'interno delle batterie causato da danni meccanici che provoca il surriscaldamento dell'accumulatore.
- Gli alloggiamenti in plastica possono fondere o incendiarsi.

Inoltre, vi sono anche pericoli legati alla fuoriuscita di sostanze nocive come acidi ed elettroliti. Queste sostanze possono provocare causticazioni e irritazioni cutanee, oppure causare intossicazioni dovute all'inalazione di sostanze tossiche (fumo da combustione).

### 1.1.5 Infortuni secondari

Le scosse elettriche causano spesso reazioni istintive, che possono provocare gravi infortuni secondari, come ferite da taglio, escoriazioni, cadute dalle scale, inciampi su oggetti o cavi di alimentazione.

## 1.2 Normative

Nel Testo Unico 81/2008, vengono impartite le linee in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro, vale a dire, tutte quelle prescrizioni obbligatorie di comportamento e di utilizzo dei dispositivi di sicurezza contro gli infortuni sul lavoro. Al termine del corso, dopo il superamento di un test che valuterà le conoscenze apprese dall'allievo, ai partecipanti verrà rilasciato un attestato che gli consentirà di essere nominati dal proprio datore di lavoro, PAV o PES o PEI.


**Persona avvertita (PAV):** è la persona che è a conoscenza dei rischi derivanti dall'elettricità ed è in grado di comprendere le istruzioni fornite da un PES per una precisa tipologia di lavori elettrici e di svolgerli in piena sicurezza, riconoscendo di volta in volta i potenziali pericoli derivanti da quel lavoro.

**Persona esperta (PES):** è la persona che, dopo un adeguato percorso formativo e maturata esperienza, è in grado di affrontare in sicurezza i lavori elettrici, organizzare ed istruire il lavoro del PAV sulla base delle nozioni di antinfortunistica.

**Persona con Idoneità (PEI):** è una persona in pos-



nesso dei requisiti per poter svolgere tutti i tipi di lavori elettrici, compresi quelli sotto tensione. In sintesi, la PAV si distingue dalla PES per l'insufficiente capacità di affrontare in autonomia l'impostazione del lavoro e gli imprevisti che possono accadere durante gli interventi.

 *La PAV può evolvere in PES, con l'esperienza.*

Tale nomina, verrà assegnata al proprio dipendente dal datore di lavoro che ne valuterà il grado di esperienza nel settore dei lavori elettrici, l'affidabilità, il senso di responsabilità, la capacità di coordinamento di altre persone e soprattutto, solo dopo il possesso dell'attestato di frequenza di questo corso, in ottemperanza al D.lgs. 81/2008 e dalla Norma CEI 11-27.

Un lavoratore può essere designato come PEI (ovvero PErsona Idonea ad eseguire lavori elettrici SOTTO TENSIONE), in due modi differenti: o frequentare un modulo di formazione apposito, oppure avvalersi di quella che viene definita "Formazione per affiancamento", ovvero un vero e proprio addestramento ai lavori sotto tensione in affiancamento al datore di lavoro o ad una PEI già in essere.

### 1.3 Regole di sicurezza per chi lavora con l'elettricità

Quando si lavora con l'elettricità, si devono rispettare 5 elementari regole di sicurezza. Lavorare in tutta sicurezza sui veicoli dotati di sistemi ad alta tensione è possibile, a condizione di rispettare sempre determinate regole.

	<p><b>Disinserire la tensione elettrica</b> Disinserire la tensione elettrica in modo inadeguato può comportare pericoli considerevoli a causa di scosse elettriche e archi elettrici. Tale operazione deve essere effettuata da personale qualificato e autorizzato, in possesso di una formazione adeguata sui sistemi ad alta tensione. Anche il reinserimento della tensione deve essere effettuato solo da personale qualificato e autorizzato.</p>
	<p><b>Adottare provvedimenti contro la richiusura intempestiva dell'alta tensione</b> Si deve provvedere a impedire che i sistemi di alta tensione ritornino inavvertitamente ad essere operativi</p>

	<p><b>Verificare l'assenza di tensione</b> Utilizzare strumentazione adeguata. Rispettare la regola dei 3 punti: 1. verificare lo strumento di misura, 2. misurare la tensione, 3. verificare di nuovo lo strumento di misura.</p>
	<p><b>Mettere a terra e cortocircuitare</b> (non particolarmente importante nella tecnica automobilistica)</p>
	<p><b>Protegersi dagli elementi vicini sotto tensione</b> (non particolarmente importante nella tecnica automobilistica)</p>

Tabella 1

### 1.4 Misure di protezione individuali (DPI)

Quando il rischio elettrico non può essere eliminato all'origine con adeguate misure di prevenzione, si ricorre all'uso di mezzi di protezione. Un esempio potrebbe essere costituito da un lavoro di sostituzione di un pacco batterie di un veicolo ibrido, o la sostituzione di un suo modulo, o un qualsiasi altro lavoro in cui si acceda intenzionalmente alle parti potenzialmente in tensione, rispetto alle quali occorre perciò mettere in atto misure di protezione ad hoc.

#### I dispositivi di protezione individuali.

Per dispositivo di protezione individuale (DPI) si intende una qualsiasi attrezzatura destinata ad essere indossata e tenuta dal lavoratore allo scopo di proteggerlo contro uno o più rischi suscettibili di minacciarne la sicurezza o la salute durante il lavoro [...]

Ad esempio, per un intervento di sostituzione di un pacco batterie ibrido, è necessario indossare per la sicurezza i seguenti DPI:

• **Visiera:**

Nei lavori elettrici, la visiera protegge dagli effetti dell'arco elettrico che può accidentalmente sprigionarsi durante l'esecuzione di un lavoro elettrico. Tali effetti sono principalmente costituiti dalle:

- elevate temperature, dalla proiezione di materiale fuso, che provocano ustioni;
- emissioni di raggi ultravioletti particolarmente dannosi per la retina degli occhi.

**⚠ Le conseguenze degli archi elettrici, sono tanto più gravi quanto più elevati sono i valori della corrente di corto circuito e il tempo di eliminazione del guasto. Se l'arco dovesse svilupparsi a causa di un corto circuito durante la fase di sostituzione della batteria HV, quindi senza la gestione di sicurezza elettrica del veicolo attiva, i tempi di eliminazione dell'arco non sono calcolabili.**

### **E' perciò molto importante che l'operatore sia adeguatamente protetto**

#### **• Guanti isolanti:**

I guanti, sono sicuramente il DPI più importante per i lavori elettrici.

Essi assolvono la funzione di proteggere l'operatore sia per quanto riguarda lo shock elettrico (doppia protezione isolante) sia per quanto attiene gli effetti dell'arco elettrico che può investire le mani.

Sono fatti di un lattice naturale, autoestinguente, molto facilmente danneggiabili, per cui, in qualche caso è necessario utilizzarli sotto un paio di guanti da lavoro più sottili possibili per non inficiare le capacità di lavoro.

I guanti, isolano l'operatore, e devono essere scelti sulla base della tensione di lavoro:

- classe 00, previsti per un impiego su impianti con tensione fino a 500 V,
- classe 0 da utilizzarsi su impianti con tensione fino a 1000 V.



Figura 4: Guanti isolanti classe 0

**i** Su ogni esemplare devono essere riportate le marcature di:

- doppio triangolo;
- nome del fabbricante;
- anno di costruzione

I primi hanno uno spessore di 0,5 mm contro 1 mm dei guanti di classe 0. Presentano quindi una tenuta meccanica minore e di ciò occorre tenerne conto in relazione al tipo d'intervento. Ai fini della tenuta contro lo shock elettrico i guanti di classe 00 sono provati per tenere tensione crescente fino a 5 kV (nella misura di 1 kV applicato ogni secondo) e provati con una tensione di 2,5 kV per 3 minuti, durante i quali la corrente dispersa non deve superare 14 mA.

**i** Esistono anche guanti isolanti di classe II e III, ma non sono necessari e nemmeno consigliati per lavoro di autoriparatore.

E' importante ricordare che:

- I guanti devono essere controllati prima di ogni utilizzo, per accertare a vista, l'assenza di abrasioni o rotture od altre anomalie. A tale scopo occorre esercitare una lieve pressione soffiando all'interno di ciascun guanto e verificarne l'assenza di perdite d'aria.
- È necessario controllare la buona condizione di elasticità della gomma dei guanti, operando un leggero allungamento della gomma.
- I guanti devono essere calzati in modo da proteggere anche l'avambraccio.
- Durante l'impiego non devono venire a contatto con olio, grasso, essenza di trementina, ragia minerale od acidi forti.
- In caso di contatto con composti di catrame o vernice, pulire le parti colpite secondo le modalità ed utilizzando i prodotti solventi indicati dal costruttore. Per il loro lavaggio devono essere utilizzati acqua e sapone o detersivi di tipo neutro. La temperatura dell'acqua non deve superare quella raccomandata dal costruttore.
- Al termine asciugare accuratamente e spolverare con talco.
- Mantenerli conservati in luoghi lontani da fonti di calore.
- Per quanto riguarda le prescrizioni per la costruzione, il collaudo e la fornitura i guanti isolanti

devono rispondere alle norme di prodotto CEI EN 50235 (CEI 11-44) e CEI EN 60903 (CEI 11-31) che tra l'altro stabiliscono il superamento di una prova di non propagazione della fiamma importante ai fini della tenuta all'arco da corto circuito.

• **Scarpe isolate:**

Per realizzare la doppia protezione isolante nelle attività a rischio elettrico, è necessario utilizzare delle calzature in grado di offrire l'isolamento da terra.

Questo DPI viene anche usato nei lavori fuori tensione dove sussistono rischi residui di trasferimento di potenziali pericolosi sul posto di lavoro. Sono costruiti in conformità alle norme di prodotto UNI EN 344, UNI EN 347 e CEI EN 50321 (CEI 11-59).

• **Utensili/attrezzi isolanti (attrezzi isolati a 1000 v)**

La norma CEI EN 60743 (CEI 11-24) distingue:

- attrezzi isolati: costituiti di materiale conduttore e ricoperti in tutto o in parte con materiale isolante;
- attrezzi isolanti: costituiti principalmente o totalmente con materiale isolante.

Gli utensili /attrezzi utilizzati per i lavori sotto tensione devono rispondere a precise norme di prodotto e devono essere adoperati e conservati secondo le disposizioni stabilite dal costruttore. Le norme di prodotto stabiliscono le dimensioni dell'isolamento. La principale di queste, per giraviti, cesoie e pinze, è la norma CEI EN 60900 (CEI 11-16).

Completano la dotazione dell'operatore addetto al lavoro sotto tensione materiali quali:

- cappucci isolanti per l'isolamento delle estremità spellate dei cavi in tensione;
- teli isolanti di protezione;
- tappeti isolanti;

• **Vestiaro ignifugo**

Da qualche tempo vengono commercializzati giubbetti con proprietà ignifughe che proteggono l'operatore contro le azioni da arco elettrico nelle attività sotto tensione in BT a contatto o a distanza ravvicinata.

In realtà questo tipo di vestiario (progettato essenzialmente su iniziativa di Enel) non protegge in modo specifico dall'arco elettrico, ma permette solo di non aggravare le conseguenze.

Non costituiscono DPI:

- a) gli indumenti di lavoro ordinari e le uniformi non specificamente destinati a proteggere la sicurezza e la salute del lavoratore;
- b) le attrezzature dei servizi di soccorso e di salvataggio;
- c) le attrezzature di protezione individuale delle forze armate, delle forze di polizia e del personale del servizio per il mantenimento dell'ordine pubblico;
- d) le attrezzature di protezione individuale proprie dei mezzi di trasporto stradali;
- e) i materiali sportivi quando utilizzati a fini specificamente sportivi e non per attività lavorative ;
- f) i materiali per l'autodifesa o per la dissuasione;
- g) gli apparecchi portatili per individuare e segnalare rischi e fattori nocivi;

**⚠️ Attrezzi da lavoro a mano per lavori sotto tensione fino a 1000 V in corrente alternata e fino a 1500 V in corrente continua, devono essere conformi anche alle norme UNI 10562-1-2 e UNI ISO 2859-1.**

**⚠️ Prima dell'uso ogni attrezzo deve essere ispezionato a vista dall'utilizzatore e se sussiste qualche perplessità rispetto alla sicurezza, come ad esempio la presenza di rotture, cricche, isolamento deteriorato, ecc., bisogna scartare l'attrezzo.**

**⚠️ La consegna, la manutenzione e la riparazione dei D.P.I., è uno degli obblighi del datore di lavoro. L'uso e la buona cura dei DPI è obbligo del lavoratore.**