

# RISCHIO ELETTRICO

## PRINCIPALI RIF.TI LEGISLATIVI

DPR 547/55	Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro
Legge 186/68	Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici
Legge 46/90	Norme per la sicurezza degli impianti
DPR 447/91	Regolamento di attuazione Legge 46/90

## PREMESSA

Il pericolo connesso all'utilizzo di elettricità è presente ovunque, in laboratorio e negli uffici.

Il rischio che ne deriva va dall'innesco di incendi in seguito a scariche elettriche o surriscaldamento dei cavi, ai danni a persone in seguito a dispersioni o contatto con parti in tensione. D'altra parte, proprio per i molteplici livelli di utilizzo dell'impianto elettrico, questo è il classico caso in cui le responsabilità CNISM ed universitarie si incontrano e sfumano l'una nell'altra: se infatti è compito della struttura ospitante fornire una alimentazione elettrica in regola con la normativa, ci si aspetta però da parte degli utilizzatori un impiego "in sicurezza" di questo impianto.

Ciò premesso, dopo alcune informazioni e definizioni generali anche di carattere legislativo, in questo capitolo sarà dato molto spazio alle regole di "buon utilizzo" di un impianto elettrico che si suppone fornito in regola con le norme vigenti<sup>1</sup>.

## CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO ELETTRICO

L'impianto elettrico è "un complesso di componenti elettrici, anche a tensioni nominali diverse, destinato a svolgere una determinata funzione".

Gli impianti elettrici devono essere costruiti, installati e mantenuti in tutte le loro parti in modo da prevenire i pericoli derivanti da contatti accidentali con elementi sotto tensione nonché i rischi di incendio e scoppio derivanti da anomalie che si possono verificare nel loro esercizio. A questo scopo, esistono prescrizioni per la progettazione e regolare manutenzione degli impianti (**Legge 46/90** e relativi decreti di attuazione), contenenti le necessarie specifiche tecniche sulle quali non è il caso di soffermarsi per gli scopi del presente documento; è sufficiente ricordare che gli impianti devono essere corredati da **dichiarazione di conformità** rilasciata da personale autorizzato ai sensi della Legge 46/90, art. 4; questo documento certifica che l'impianto è stato eseguito secondo le norme UNI (Ente Italiano Unificazione) e CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), nonché le prescrizioni della legislazione tecnica vigente.

L'impianto deve inoltre essere dotato di impianto di **messa a terra**, denunciato all'ISPESL e verificato ogni due anni a cura dell'USL.

Ai sensi della normativa vigente, un impianto elettrico è ritenuto **a bassa tensione** quando la tensione del sistema è minore o uguale a 400 Volt efficaci per corrente alternata e a 600 Volt per corrente continua; quando tali limiti sono superati, l'impianto è ritenuto **ad alta tensione**.

Le macchine e gli apparecchi elettrici devono portare l'indicazione di tensione, intensità e tipo di corrente e altre eventuali caratteristiche costruttive la cui conoscenza sia necessaria per l'uso in sicurezza.

ALIMENTAZIONE → TENSIONE ↓	CORRENTE CONTINUA	CORRENTE ALTERNATA
bassa	≤ 600 V	≤ 400 V
alta	> 600 V	> 400 V

Solo un impianto con le caratteristiche adeguate alla funzione da svolgere, al luogo di impiego ed alle persone che saranno presenti in tale luogo soddisfa i requisiti di antinfortunistica e sicurezza. In particolare:

<sup>1</sup> si ricorda che qualsiasi inadempienza va segnalata al responsabile locale, al Coordinatore di Unità, al Direttore di Dipartimento.

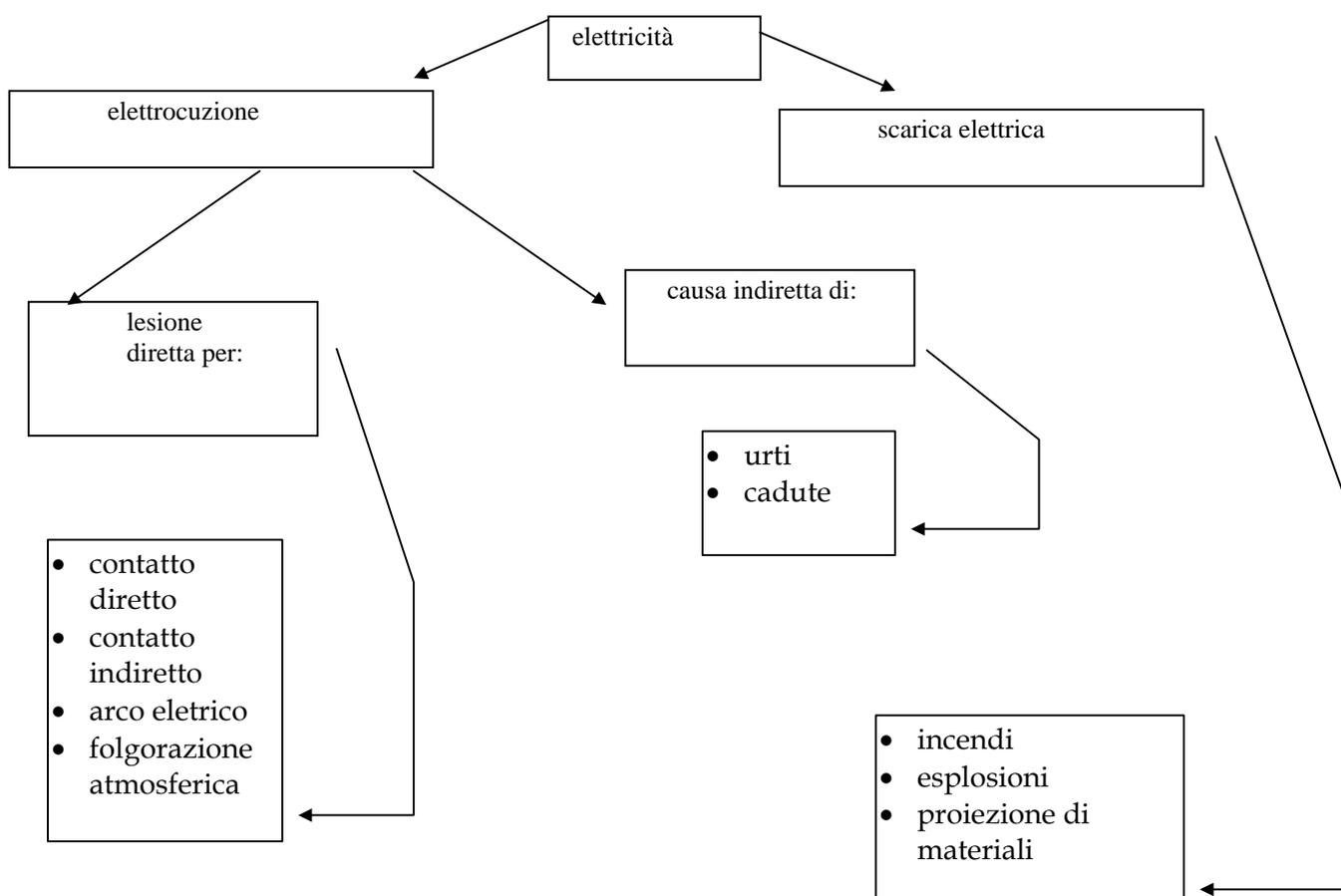
- 1) i componenti devono essere conformi alle norme specifiche, ed essere installati tenendo conto delle caratteristiche dell'ambiente; devono essere installati in modo da poter essere controllati e manovrati senza pericolo, ed essere muniti di scritte o contrassegni che ne permettano l'identificazione immediata;
- 2) deve essere predisposta la possibilità di sconnettere dall'alimentazione ogni circuito, si deve impedire che la riattivazione possa creare situazioni di pericolo, deve essere prevista l'alimentazione di emergenza per sistemi che hanno funzioni di sicurezza (stazioni di pompaggio acqua per idranti, impianto di ventilazione centralizzato, etc.);
- 3) deve essere disponibile tutta la documentazione riguardante la composizione dell'impianto elettrico con i relativi schemi elettrici;

## FONTI DI PERICOLO

I principali effetti del passaggio di corrente attraverso il corpo umano sono elencati in *Tabella 1*, con i relativi valori di corrente; è bene ricordare al proposito che, a parità di tensione, la corrente che può circolare nel corpo cresce al diminuire della resistenza R; fattori che contribuiscono a diminuire R sono: pavimento bagnato, scarpe non isolanti o piedi nudi, sudore etc.

CORRENTE (in mA)	EFFETTO	NOTE
1-3	soglia di percezione	assenza di rischi per la salute
3-10	elettrificazione	formicolio e possibili movimenti riflessi
10	tetanizzazione	contrazioni muscolari; in particolare, se la mano resta in contatto con la parte in tensione la paralisi dei muscoli può rendere difficoltoso il distacco
25	difficoltà respiratorie	causate dalla contrazione dei muscoli preposti alla respirazione ed al coinvolgimento dei centri nervosi relativi
25-30	asfissia	aggravamento delle condizioni di cui al punto precedente
60-75	fibrillazione	il cuore, attraversato dalla corrente, ha contrazioni irregolari e disordinate che possono risultare letali

Schema dei principali rischi connessi con l'elettricità





Lo schema illustra i principali rischi connessi con l'elettricità e le loro conseguenze.

Si ha **contatto diretto** con una parte dell'impianto normalmente sotto tensione (un conduttore, una presa, un morsetto); si ha **contatto indiretto** con parte dell'impianto che normalmente è NON sotto tensione, ma che ha acquisito una tensione diversa da zero in seguito ad un guasto (involucro metallico di un apparecchio); questo è un pericolo molto subdolo, in quanto il rischio non è atteso in maniera direttamente conseguente, come invece nel caso dei contatti diretti. Gli effetti indesiderati della corrente elettrica possono essere contenuti se tutte le installazioni sono eseguite a regola d'arte<sup>2</sup>, ed altrettanto per quel che riguarda apparecchiature elettriche e macchinari in laboratorio.

Gli **apparecchi utilizzatori** devono essere collegati correttamente alla presa della linea di alimentazione, dopo averne accertato l'idoneità per tensione e per sezione dei conduttori; si dovrà evitare per quanto possibile l'uso di prolunghe, spine triple, ciabatte e simili, in quanto non offrono garanzie circa la continuità dei contatti.

Le **masse metalliche** accessibili degli apparecchi possono entrare in tensione in caso di guasto: pertanto, dovranno essere collegate ad una presa provvista di terra.

## MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Le misure da adottare per le protezioni contro i contatti diretti possono essere totali o parziali.

Le protezioni parziali vengono applicate nei luoghi dove hanno accesso soltanto le persone addestrate e qualificate.

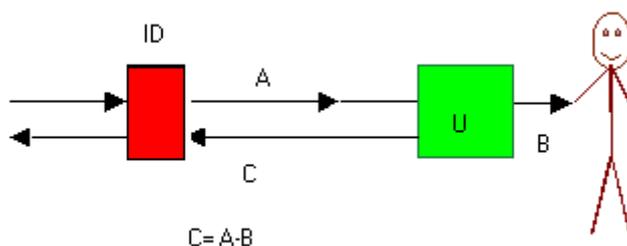
Le protezioni totali sono destinati alle protezioni delle persone non a conoscenza sui pericoli connessi all'utilizzo dell'energia elettrica.

In generale per prevenire i contatti diretti le misure da adottare possono essere l'impiego di carcasse o barriere, ostacoli, pedane, utensili etc. correttamente messi a terra. Le parti in tensione devono essere ricoperte in tutta la loro estensione con un materiale isolante o poste dietro involucri in grado di assicurare un grado di protezione sia da contatti da corpi estranei che da sostanze liquide come riportato nella norma CEI 64-8.

Oltre agli involucri e alle barriere, per prevenire i contatti diretti, l'impiego di un interruttore differenziale ad alta sensibilità può costituire una protezione supplementare (e non alternativa) in grado di intervenire all'atto del guasto per esempio quando un conduttore in tensione viene a contatto con la carcassa metallica di uno strumento collegato correttamente a terra.

L'interruttore differenziale è facilmente riconoscibile per la presenza di un pulsante contrassegnato dalla lettera T, conosciuto anche come "salvavita", che confronta continuamente la corrente elettrica entrante con quella uscente e scatta quando avverte una differenza.

I cavi che conducono la corrente elettrica sono generalmente due : la fase e il neutro; poiché la corrente entra dalla fase, percorre i circuiti ed esce dal neutro, in condizioni normali quella entrante deve essere uguale a quella uscente; se ciò non accade significa che una parte di essa sta percorrendo strade diverse ad esempio il corpo umano in caso di contatto diretto (scossa elettrica) di un apparecchiatura collegata all'impianto di terra.



Se la differenza pari a B è superiore alla soglia di sensibilità ( $I = 0,03A$ ) interviene il differenziale.

L'interruttore differenziale non interviene nel caso in cui una persona tocca contemporaneamente due elementi in tensione ed è isolata a terra ( ad es. se si trova su una scala di legno o se ha le scarpe con soles di gomma, ecc.)

Gli interruttori differenziali utilizzati hanno una corrente nominale differenziale di intervento uguale o minore a 30mA, costruiti in modo da aprire quasi istantaneamente il circuito, quando fluisce verso terra una corrente di valore pericoloso per le persone.

---

<sup>2</sup> quindi: o direttamente da personale competente, o fatte controllare prima dell'utilizzo da personale competente.

La protezione da tensioni di contatto indirette può essere attuata attraverso il collegamento a terra delle parti metalliche dell'impianto normalmente non in tensione (armatura, custodie, carcasse, scatole, organi di comando, macchine ed apparecchi mobili, parti metalliche in genere, ecc.).

Il collegamento elettrico a terra delle masse metalliche per essere efficiente deve rispondere a particolari requisiti:

- deve essere correttamente dimensionato, singolarmente e nel suo complesso,
- bisogna accertarne lo stato di efficienza periodicamente ai sensi di legge (DPR 547/55) e ogni volta sia necessario.

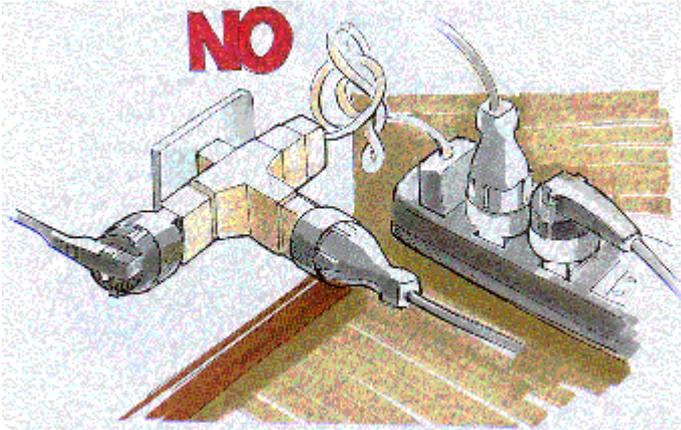
Oppure è possibile creare un sistema di protezione isolando l'operatore dalla parte pericolosa o dalla terra al fine di creare una barriera al flusso di corrente.

I sistemi più comunemente adottati per questo scopo sono i seguenti: pedane e tappeti isolanti costruiti in modo da evitare ribaltamenti, e disposti in modo da circondare tutta l'area pericolosa e costringere l'utente ad appoggiarvi entrambi i piedi (n.b. vanno verificati costantemente per accertarne lo stato di conservazione e di efficienza); barriere distanziatrici e simili (es.: interposizione di parapetti, barriere e schermi tra l'operatore e la macchina o di segregazione di macchine, attrezzature o impianti in appositi locali o in recinti provvisti di porte di ingresso con chiusura a chiave); interruttori differenziali che diminuiscono la durata della condizione di pericolo imitando il tempo di esposizione del contatto.

Gli interruttori differenziali ad alta ed a bassa sensibilità associati ad un impianto di terra di data resistenza assicurano adeguata protezione contro i contatti indiretti.

Tra le principali misure di prevenzione contro i rischi elettrici si possono citare le seguenti:

1. non manomettere i dispositivi elettrici se non si dispone di sufficiente qualificazione tecnica, e non farli manomettere da persona non qualificata, non competente e non specializzata,
2. riparare immediatamente le parti di dispositivi elettrici guaste o danneggiate, evitando, ad esempio, di lasciare cavi con la guaina corrosa,
3. utilizzare solo apparecchi elettrici impermeabili all'acqua, omologati per impieghi in luoghi umidi o bagnati,
4. utilizzare solo materiale elettrico a norma di legge e certificato per ridurre le conseguenze negative dei sovraccarichi di corrente: tutti gli impianti elettrici, in tutti i loro componenti costitutivi (cabine, quadri elettrici, fili, cavi, prese, spine, interruttori) devono essere conformi alle norme CEI e costituiti in modo tale da rendere impossibile qualsiasi contatto accidentale con elementi sotto tensione,
5. non eliminare mai o modificare valvole, interruttori di sicurezza o altri dispositivi di protezione,
6. installare nel circuito elettrico interruttori protettivi a corrente di difetto particolarmente sensibile (salvavita),
7. non modificare mai spine e prese, evitare l'uso di prese volanti (ciabatte) ed evitare i grappoli di spine nella stessa presa multipla,
8. evitare soluzioni improvvisate quali cavi volanti e l'utilizzo di isolamenti approssimativi,
9. non aprire mai apparecchi elettrici senza prima averli disinseriti dalla corrente,
10. programmare con cadenza regolare accurati interventi manutentivi di controllo e verifica degli impianti elettrici,
11. non tollerare usi impropri di impianti o attrezzature elettriche,
12. gli interruttori elettrici devono essere tali da evitare ogni rischio di contatto accidentale, avere un adeguato grado di protezione (contro polveri, liquidi, gas, vapori) in relazione all'ambiente, ai prodotti, ai materiali e alle sostanze presente sul luogo di lavoro,
13. le spine devono essere tali da rendere impossibile il contatto accidentale con le parti in tensione della presa e con la parte in tensione della spina durante le fasi di inserimento e disinserimento,
14. i cavi elettrici devono essere dotati di idonea resistenza, anche meccanica, in relazione alle condizioni di impiego e non devono costituire intralcio, non devono formare lunghi percorsi né presentare intrecci o grovigli.



Dal punto di vista del personale CNISM, l'utilizzo in sicurezza delle apparecchiature elettriche non può prescindere dai seguenti accorgimenti:

- 1) evitare l'accumulo di carta o, peggio ancora, di materiale infiammabile nei pressi di cavi e spine
- 2) evitare, per quanto possibile, l'utilizzo di prese multiple: queste infatti, se non dotate di apposito interruttore di sicurezza, potrebbero essere sovraccaricate e riscaldarsi
- 3) verificare la presenza di idoneo mezzo estinguente e controllare che sia visibile e di facile accesso (non deve esserci materiale depositato davanti)
- 4) controllare lo stato di cavi e prese e sostituirli quando consumati o lesionati
- 5) in caso di bruciature di fusibili, scatti ripetuti degli interruttori "salvavita", od altre indicazioni di mal funzionamento dell'impianto, è buona norma cercare di **individuare la causa del guasto**<sup>3</sup> piuttosto che eliminare l'effetto, il quale nella migliore delle ipotesi finirà per ripresentarsi, in quanto il problema sta a monte !

## Effetti della corrente elettrica nel corpo umano.

Le conseguenze del contatto con elementi in tensione possono essere più o meno gravi secondo l'intensità della corrente che passa attraverso il corpo umano e la durata della "scossa elettrica". Infatti il corpo umano è un conduttore che offre resistenza al passaggio della corrente: minore è la sua resistenza, maggiore è l'intensità della corrente che circola nell'organismo.

La resistenza del corpo umano dipende da numerosi fattori : la natura del contatto, lo stato della pelle, gli indumenti che possono interpersi, le condizioni dell'ambiente, la resistenza interna dell'organismo (che è variabile da persona a persona); ad esempio quando nel sangue sono presenti anche piccole quantità di alcool, la resistenza del corpo umano è notevolmente ridotta.

La resistenza del corpo umano è la resistenza che limita il valore di picco della corrente al momento in cui si stabilisce la tensione di contatto ed è circa uguale all'impedenza interna del corpo umano, la quale viene definita "impedenza tra due elettrodi in contatto con due parti del corpo umano, dopo aver tolto la pelle sotto gli elettrodi".

Il valore della resistenza, varia in pratica tra 30.000 Ohm, nelle zone superficiali di contatto, e può raggiungere valori di alcuni MOhm nel caso di polpastrelli secchi, mentre può scendere a qualche decina di Ohm nel caso di mani o piedi bagnati.

La corrente, passando attraverso il corpo umano, può provocare gravi alterazioni, le quali causano dei danni temporanei o permanenti.

La corrente elettrica agisce direttamente sui vasi sanguigni e sulle cellule nervose provocando, ad esempio lo stato di shock; agisce sul sistema cardiaco provocando lesioni al miocardio, aritmie, alterazioni permanenti di conduzione; provoca danni all'attività cerebrale, al sistema nervoso centrale, e può danneggiare l'apparato visivo e uditivo.

Gli effetti più frequenti sono:

- ✓ ustioni,
- ✓ arresto della respirazione,
- ✓ tetanizzazione,
- ✓ fibrillazione.

<sup>3</sup> richiedendo l'intervento di personale qualificato

## USTIONI

Le ustioni possono essere provocate sia dal passaggio della corrente attraverso il corpo umano, sia dall'arco elettrico, sia da temperature eccessive prodotte da apparecchi elettrici; il fenomeno è accentuato nei punti di entrata e uscita.

Le ustioni si possono classificare in tre tipi:

- a. Ustioni localizzate sulla cute detti "marchi"
- b. Ustioni localizzate in particolari distretti detti "folgorazioni"
- c. Grandi necrosi distrettuali, le parti colpite sono carbonizzate e la necrosi è profonda e coinvolge cute, muscoli etc.; il rischio di morte è elevatissimo.

## ARRESTO DELLA RESPIRAZIONE

Al passaggio della corrente elettrica i muscoli responsabili della respirazione si contraggono e non consentono più l'espansione della cassa toracica.

L'arresto della respirazione sopraggiunge quando l'organismo viene sottoposto ad una corrente di rilascio superiore a 10 mA e se la sottoposizione perdura, l'individuo può perdere conoscenza e morire soffocato se non si interviene prontamente sulla causa primaria e con la respirazione assistita.

La soglia di rilascio, cioè il massimo valore di corrente per cui una persona può lasciare gli elettrodi con cui è a contatto, dipende da più parametri come l'area di contatto, le caratteristiche fisiologiche dell'individuo, la forma degli elettrodi.

## TETANIZZAZIONE

Quando si applica uno stimolo elettrico a una fibra nervosa, l'azione di stimolazione che esso produce si propaga dalla fibra nervosa fino al muscolo che si contrae per poi tornare nuovamente a liberarsi.

Se gli stimoli si susseguono senza dar tempo al muscolo di rilassarsi gli effetti si sommano e il muscolo è portato a contrarsi completamente e a rimanere in questa posizione sino al cessare degli stimoli. Questo processo viene chiamato tetanizzazione e si verifica quando il corpo umano è attraversato da corrente, sia alternata che continua, quando questa è di durata e valori sufficienti.

## FIBRILLAZIONE

Nel cuore circolano correnti simili a quelle presenti in un comune circuito elettrico, se alle normali correnti elettriche fisiologiche viene sottoposta una corrente elettrica di intensità superiore, essa può provocare l'alterazione nel naturale equilibrio elettrico corporeo.

Se agli impulsi elettrici prodotti dai centri nervosi si sommano altri impulsi elettrici estranei, gli ordini trasmessi dai centri nervosi ai muscoli risulteranno alterati e quest'ultimi non svolgeranno più adeguatamente i loro compiti.

Questo è ciò che accade alle fibrille del ventricolo.

Quando le fibrille ricevono segnali elettrici esterni eccessivi e non regolari iniziano a contrarsi in modo caotico, l'una indipendentemente dall'altra producendo il fenomeno della fibrillazione che non permette al cuore di funzionare adeguatamente sino a portare all'arresto cardiaco.

La soglia di fibrillazione ventricolare, dipende sia da parametri fisiologici (anatomia del corpo, funzione cardiaca) sia da parametri elettrici. (valore e tipo di corrente).

## SOCCORSI D'URGENZA DA PRESTARE AI COLPITI DA CORRENTE ELETTRICA

### AZIONE IMMEDIATA

E' indispensabile quando la folgorazione compromette l'attività della respirazione e del cuore. Se il colpito non viene soccorso entro 3 o 4 minuti, può subire conseguenze irreparabili. Accertare innanzitutto che l'infortunato sia fuori dal contatto con le parti in tensione.

NON RITARDARE IL SOCCORSO NEPPURE PER CHIAMARE IL MEDICO, salvo che i soccorritori siano almeno due o che l'unico soccorritore possa richiamare l'attenzione senza abbandonare l'infortunato.

### NON TOCCARE

Non toccare il colpito se non si è ben sicuri che il medesimo non è più in contatto o immediatamente vicino alle parti in tensione. In caso contrario togliere tensione. Qualora il circuito non possa essere prontamente interrotto, isolare adeguatamente la propria persona con guanti isolanti, panni asciutti, collocandosi su tavole di legno secco, ecc. e muovere l'infortunato afferrandolo preferibilmente per i vestiti se asciutti. In alternativa allontanare dall'infortunato - con un solo movimento rapido e deciso - la parte in tensione, usando fioretti, pezzi di legno secco o altri oggetti in materiale isolante. Non toccare con la propria persona altri oggetti specialmente se metallici.

## ELETTRICITÀ RISCHI E MISURE DI PREVENZIONE

RISCHI	MISURE DI SICUREZZA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Elettrocuzione/Bruciature</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• informazione/formazione</li> <li>• impianto di terra</li> <li>• interruttori differenziali</li> <li>• interruttori interbloccati</li> <li>• procedure per zone antideflagranti</li> <li>• permessi di lavoro</li> <li>• manutenzione programmata</li> <li>• cartellonistica</li> <li>• evitare prese multiple</li> <li>• verifica messa in tensione</li> <li>• non predisporre cavi a terra ove vi è pavimento umido o bagnato - pericolo di calpestio e/o passaggio di mezzi e pericolo di inciampo</li> <li>• lavorare sempre con mani pulite e asciutte</li> <li>• non impiegare lampade portatili di fortuna</li> <li>• nei locali umidi e/o bagnati utilizzare tensioni di sicurezza (24 volt)</li> <li>• utilizzare apparecchiature portatili a doppio isolamento o con batterie ricaricabili</li> <li>• non manomettere gli impianti</li> <li>• DPI :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- guanti e calzature isolanti</li> <li>- attrezzi isolati</li> <li>- tappetini isolanti</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La ricerca dei guasti deve avvenire con gli impianti non in tensione.</li> </ul> <p>Qualora la ricerca di cui sopra non dia risultati positivi è permesso effettuare interventi, solo se autorizzati e seguendo di volta in volta le procedure</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gli interventi nelle cabine elettriche devono essere eseguiti da personale professionalmente qualificato ed esperto.</li> <li>• il personale che accede nelle cabine elettriche deve essere appositamente autorizzato e deve seguire le apposite procedure.</li> <li>• Nelle cabine “a giorno” utilizzare le idonee apparecchiature (fioretto, guanti, pedana, ecc.)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tutti i quadri elettrici, a fine lavoro e/o nelle eventuali pause, devono essere chiusi.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nelle postazioni con pericolo d’incendio si devono utilizzare attrezzi e strumentazioni adeguate.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Osservare le disposizioni e/o cartellonistica riferita ai singoli impianti</li> </ul>

## QUESTIONARIO

<p><b>Una scaffalatura metallica di notevoli dimensioni appoggiata al pavimento in un magazzino deve essere messa a terra ?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sì, perché è da considerare “grande massa metallica”</li> <li>2. No, perché non è né una massa</li> <li>3. Sì, se la scaffalatura contiene materiali infiammabili</li> </ol> <p>Una scaffalatura metallica non è una massa né una massa estranea quindi non deve essere collegata a terra. Solo nei luoghi con pericolo di esplosione se la scaffalatura metallica presenta verso terra una resistenza superiore a 1 mega ohm ed è presente il rischio di formazione di cariche elettrostatiche (non sembra questo il caso di una scaffalatura metallica) la scaffalatura dovrebbe essere messa a terra.</p>	<b>2</b>
<p><b>Un trasformatore d'isolamento garantisce la protezione dai contatti diretti su un punto del circuito non isolato?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sì, purchè il trasformatore sia marchiato IMQ.</li> <li>2. Sì se il circuito secondario è protetto tramite relè differenziale</li> <li>3. No perché non è garantito il pericolo di contatto bipolare</li> </ol> <p>Col trasformatore d'isolamento si ottiene una misura di protezione contro i contatti indiretti per separazione elettrica. La protezione contro i contatti diretti, cioè il contatto con parti nude normalmente in tensione, non può essere ottenuto perché su circuiti non isolati è presente il pericolo di contatto bipolare e perché l'isolamento verso terra del circuito secondario è accettabile solo in presenza anche dell'isolamento principale.</p>	<b>3</b>
<p><b>Gli apparecchi alimentati da trasformatore d'isolamento devono essere collegati a terra ?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sì è sempre obbligatorio</li> <li>2. Sì ma solo in ambienti normali</li> <li>3. No ad eccezione di locali a rischio particolare</li> </ol> <p>Il collegamento a terra degli apparecchi alimentati da trasformatore d'isolamento è vietato perché la sicurezza è garantita da questo particolare sistema di protezione e un collegamento a terra potrebbe diminuirne l'efficacia in quanto è più elevato il rischio di introdurre tensioni pericolose che non quello che possa venire meno la protezione a causa di un cedimento del sistema di protezione. Nei locali chirurgici, ad esempio, dove il paziente è più esposto al rischio elettrico, la sicurezza viene ottenuta creando una forte equipotenzialità riducendo al minimo i rischi che possano essere introdotte tensioni pericolose. Per questo motivo il collegamento a terra non solo non è vietato ma è addirittura obbligatorio.</p>	<b>3</b>
<p><b>Un quadro elettrico può ospitare due linee di alimentazione diverse?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sì purchè sul quadro sia indicata la necessità di sezionare entrambe le alimentazioni</li> <li>2. No perché sono richiesti quadri diversi per linee di alimentazione diversa</li> <li>3. Sì purchè il quadro sia accessibile solo a persone autorizzate</li> </ol> <p>Le norme CEI raccomandano la separazione degli impianti alimentati da più linee di alimentazione ma non ne proibiscono la promiscuità: "quando un componente elettrico o un involucro (ad esempio un quadro) contengono parti attive collegate a più di un'alimentazione, una scritta od altra segnalazione deve essere posta in posizione tale per cui qualsiasi persona, che acceda alle parti attive, sia avvertita della necessità di sezionare dette parti dalle diverse alimentazioni, a meno che non sia previsto un interblocco tale da assicurare che tutti i circuiti interessati siano sezionati"</p>	<b>1</b>
<p><b>Occorre mettere a terra un tavolo metallico sul quale sono installati apparecchi elettrici?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sì se i componenti elettrici installati presentano tra le parti attive e il tavolo un solo isolamento principale</li> <li>2. Sì se il tavolo non è isolato da terra</li> <li>3. No perché il collegamento a terra sarebbe contro la sicurezza</li> </ol> <p>Il tavolo metallico è una massa se porta installati componenti elettrici che presentano tra parti attive e tavolo soltanto un isolamento principale. In questo caso il tavolo va collegato a terra. Il tavolo non è da ritenere massa e non va messo a terra nei seguenti casi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- porta componenti elettrici solo saltuariamente;</li> <li>- i componenti elettrici sono di classe I con isolamento principale ed involucro metallico connesso a terra;</li> <li>- i componenti elettrici sono di classe II con isolamento doppio o rinforzato;</li> <li>- i componenti elettrici sono di classe II alimentati da un sistema a bassissima tensione di sicurezza (SELV);</li> <li>- i componenti sono alimentati tramite un trasformatore d'isolamento.</li> </ul> <p>Naturalmente il tavolo, presentando una elevata resistenza verso terra, non è da considerare massa estranea e come tale non è da connettere a terra.</p>	<b>1</b>
<p><b>Può esistere un impianto elettrico a norma, anche se privo dell'impianto di terra?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. No, mai</li> </ol>	<b>2</b>

<p>2. Solo se realizzato prima dell'entrata in vigore della Legge 46/90 e dotato di differenziale ad alta sensibilità</p> <p>3. Solo se in abbinamento con un differenziale con <math>I_{dn} = 10 \text{ mA}</math></p> <p>Il regolamento di attuazione della legge 46/90 (art. 5) considera adeguati gli impianti elettrici che presentino i seguenti requisiti: sezionamento e protezione contro le sovracorrenti, protezione dai contatti diretti e protezione contro i contatti indiretti con interruttore differenziale avente corrente differenziale nominale non superiore a 30 mA. Questo vale anche nel caso in cui manchi l'impianto di terra (per esempio abitazioni costruite prima del 1960).</p>	
<p>In quale posizione è più opportuno installare il differenziale?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sempre all'inizio del montante subito a valle del contatore</li> <li>2. Nel quadro del laboratorio se il montante non ha masse</li> <li>3. Sempre nel quadro del laboratorio</li> </ol> <p>Se il montante, che parte dal contatore, non ha masse, non c'è possibilità di un contatto indiretto: di conseguenza il differenziale può essere posto nel quadro del laboratorio. Se, viceversa, esistono delle masse tra il contatore e il quadro, allora queste vanno protette con un differenziale subito a valle del contatore.</p>	<b>2</b>
<p><b>Quanto deve essere la sensibilità di un differenziale per offrire una protezione totale dai contatti diretti?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 10 mA</li> <li>2. 30mA</li> <li>3. Non esiste un tale differenziale</li> </ol> <p>Non esiste proprio il concetto di sicurezza totale. Anche i differenziali più sensibili da 5 o 10 mA, pur ammettendone la piena funzionalità, non permettono la protezione per correnti superiori ai 250 mA che possono provocare fibrillazione ventricolare.</p>	<b>3</b>
<p><b>L'interruttore differenziale può essere usato per migliorare la sicurezza contro il pericolo d'incendio?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sì, perché un guasto d'isolamento verso terra può essere una possibile causa d'incendio</li> <li>2. No perché un incendio si può innescare solo a causa di un corto circuito</li> <li>3. No perché sul circuito è sufficiente che sia installato un interruttore magnetotermico</li> </ol> <p>Se il punto di guasto verso terra è nelle vicinanze di sostanze combustibili l'innescò dell'incendio è molto probabile. Le modeste correnti che si stabiliscono verso terra a causa di un cedimento dell'isolante non sono in grado di far intervenire le protezioni di massima corrente mentre sono rilevate dall'interruttore differenziale che apre il circuito rimuovendo le cause di probabile innescò dell'incendio.</p>	<b>1</b>
<p><b>L'interruttore differenziale da 30 mA può sostituire le misure di protezione passive (isolamento, involucri e barrere.)?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. No, perché è un dispositivo meccanicamente delicato e si guasta facilmente</li> <li>2. Sì ma solo in alcuni casi come è prescritto dalla Legge 46/90</li> <li>3. No anche se si può ritenere che in molti casi possa costituire una buona protezione in caso di contatto diretto</li> </ol> <p>Nel contatto diretto la persona tocca una parte attiva che è in tensione nel funzionamento ordinario (senza interposizione di masse). La corrente che fluisce nel corpo umano è la stessa che attraversa l'interruttore differenziale. Il sistema di protezione risulta efficace contro i contatti diretti se la corrente che attraversa la persona è in grado di far intervenire l'interruttore in un tempo inferiore a quello per cui la persona stessa può sopportare quella determinata corrente. Nel caso in cui venissero a mancare le misure di protezione passive, interruzione del conduttore di protezione, cedimento nell'isolamento di un cavo di alimentazione di un utilizzatore, ecc., l'unico sistema di protezione che rimane è quello fornito dall'interruttore differenziale con <math>I_{dn}</math> inferiore o uguale a 30 mA. L'interruttore differenziale costituisce quindi una buona protezione contro i contatti diretti anche se non sostituisce le misure di protezione passive ottenute tramite l'isolamento, gli involucri e le barriere che impediscono il contatto con le parti attive. La legge 46/90 richiede la protezione contro i contatti indiretti che può essere ottenuta con l'interruttore differenziale da 30 mA coordinato con un adeguato impianto di terra.</p>	<b>3</b>