

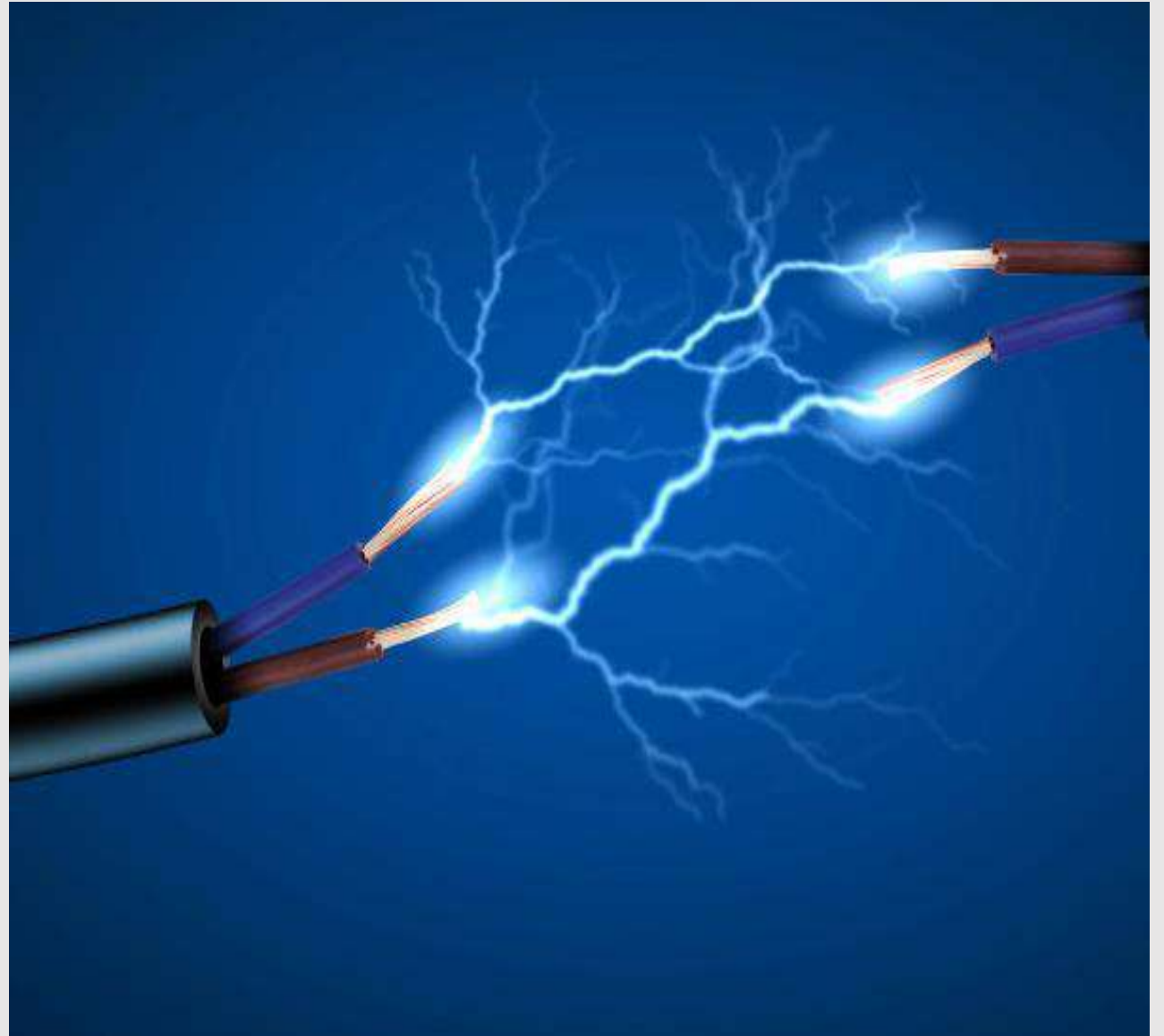
formazione specifica

→ Rischio elettrico nei luoghi di
vita e di lavoro



LO SHOCK ELETTRICO

- Il passaggio di corrente attraverso il corpo umano causato dal contatto contemporaneo con parti a tensione differente può determinare effetti fisiopatologici gravi, talvolta mortali.
- Tale situazione, indicata con espressioni diverse (shock elettrico, folgorazione, elettrocuzione), è ben conosciuta e oggetto di diverse prescrizioni legislative e normative volte a fronteggiare il rischio.



TETANIZZAZIONE

La tetanizzazione è la contrazione involontaria di un muscolo che si origina quando esso, soggetto ad una tensione applicata, è attraversato da una corrente di valore sufficientemente elevato per un determinato periodo;

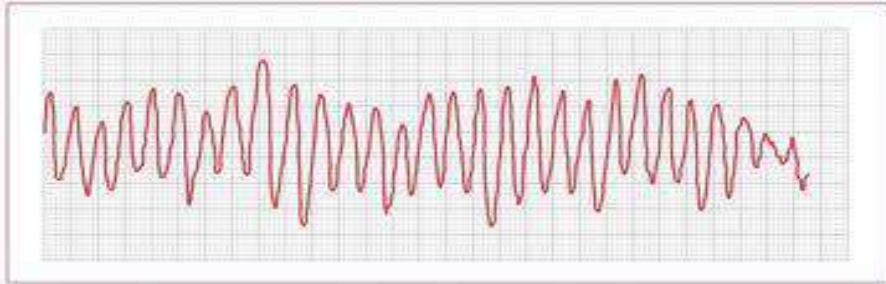
Si verifica quando l'impulso cui sono soggette le cellule nervose ha intensità e durata tale da creare un potenziale d'azione, ossia per correnti superiori a 10 mA per le donne ed a 15 mA per gli uomini (corrente di rilascio). In queste condizioni il muscolo, collegato alle stesse fibre nervose, si contrae per poi portarsi alla condizione di riposo; tuttavia se al primo stimolo ne seguono degli altri intervallati in modo tale che fra l'uno e l'altro il muscolo abbia raggiunto la condizione di riposo, gli effetti si sommano e si fondono determinando una contrazione completa del muscolo in questa posizione che perdura fino a che gli stimoli non sono cessati. L'infortunato può non riuscire ad allontanarsi dall'elemento in tensione, il contatto permane nel tempo determinando fenomeni di asfissia, svenimenti e stato di incoscienza. La tetanizzazione è causa del 10 % delle morti per folgorazione.

ARRESTO RESPIRATORIO

Per correnti superiori a quella “di rilascio” e per determinati percorsi della corrente nel corpo umano, si può verificare la contrazione dei muscoli preposti alla respirazione e la paralisi dei centri nervosi che la controllano;

L'arresto respiratorio costituisce la causa di circa il 6% delle morti per folgorazione.

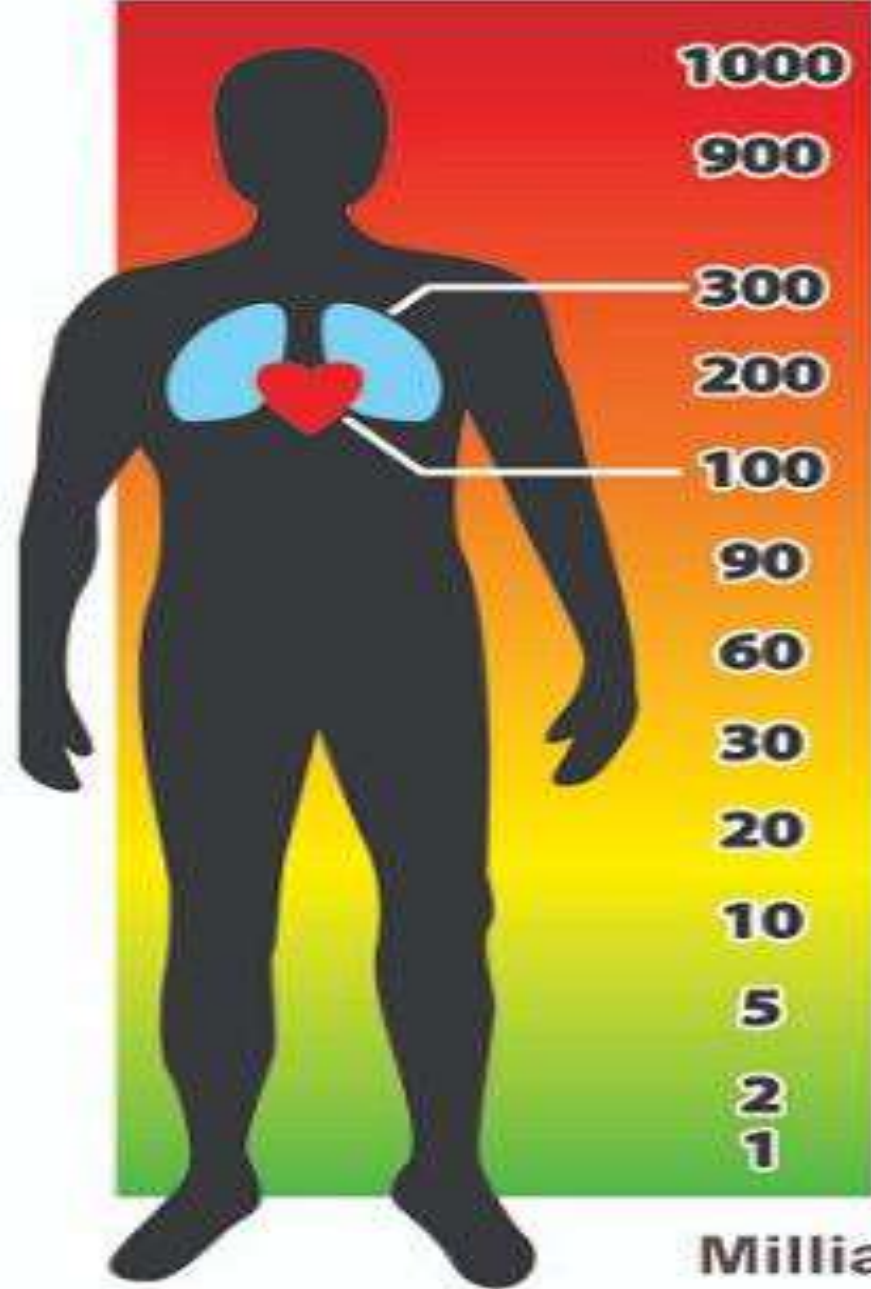
FIBRILLAZIONE VENTRICOLARE



- È la principale causa di morte dovuta al passaggio di corrente nel corpo umano (oltre il 90% delle morti) ed è causata, quasi sempre, da correnti di valore superiore a quelle sufficienti alla tetanizzazione o all'arresto respiratorio.
- Se il cuore è attraversato da correnti esterne di durata e valore sufficienti, si innesca un fenomeno (fibrillazione) per cui le fibre ventricolari iniziano a contrarsi in maniera disordinata e caotica, non consentendo più al cuore di pompare il sangue in maniera funzionale. Il fenomeno della fibrillazione ventricolare ha luogo per correnti superiori a $70\div 100$ mA. Una volta innescata, la fibrillazione si autosostiene anche dopo l'interruzione

USTIONI

- Sono causate essenzialmente dallo sviluppo di calore per “effetto Joule” nel passaggio di corrente attraverso il corpo umano che, a frequenza industriale, si comporta sostanzialmente come una resistenza elettrica. L'aumento di temperatura localizzato risulta proporzionale al quadrato dell'intensità di corrente per unità di superficie, alla resistenza del tessuto interessato e alla durata della corrente. La pelle, nei punti di contatto, costituisce una delle parti maggiormente soggette ad ustioni, sia per il maggior valore di resistenza rispetto agli altri tessuti, sia per la maggiore concentrazione della corrente nei punti di contatto



1000 Illumina una lampadina da 100 W

900 Bruciatura severa

300
200
100 Il cuore cessa di battere

90
60
30 Soffocamento possibile

20 Contrazione dei muscoli
10 Si rimane "attaccati"

5 Soglia dei salvavita più sensibili

2 Shock leggero
1 Soglia di sensazione

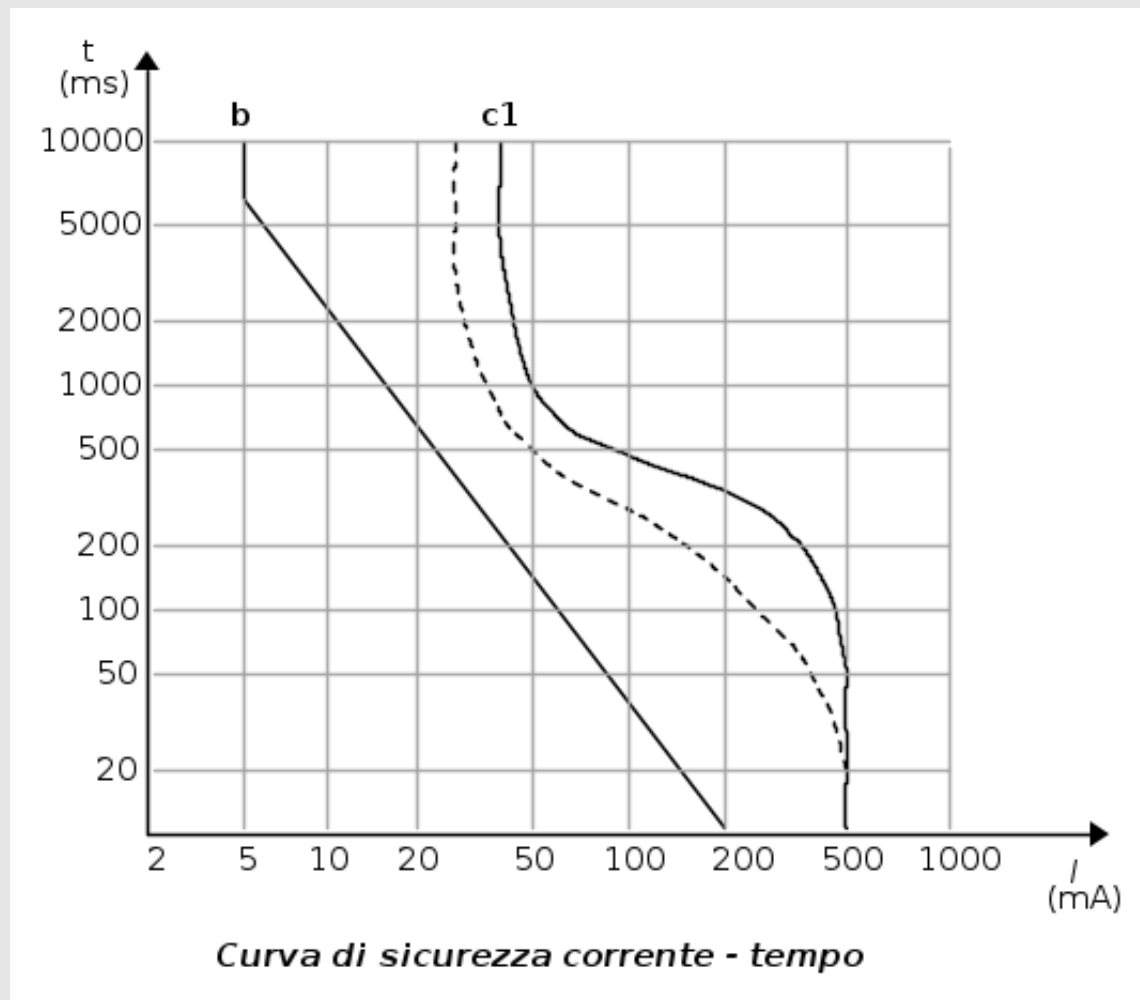
Milliampere

Curva di sicurezza corrente-tempo assunta in sede normativa internazionale ai fini della protezione contro i “contatti indiretti” per interruzione automatica dell'alimentazione.

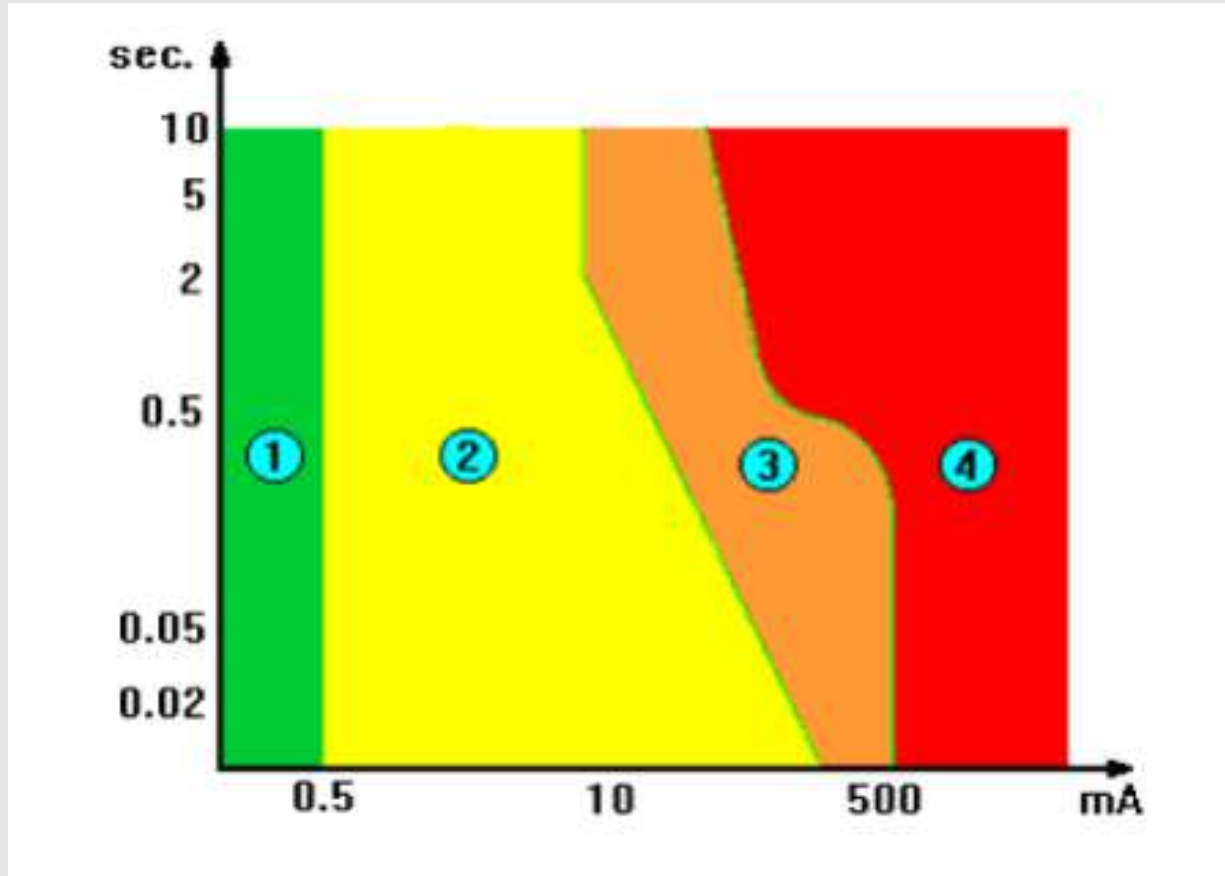
Gli effetti della corrente elettrica attraverso il corpo umano dipendono da vari fattori, tra cui il percorso, l'intensità della corrente e la sua durata.

La figura riporta la curva di sicurezza corrente-tempo (tratteggiata) adottata convenzionalmente in sede normativa ai fini della “protezione dai contatti indiretti” per interruzione automatica dell'alimentazione.

Sono ritenute convenzionalmente accettabili coppie di valori corrente-tempo che definiscono punti nell'area a sinistra della curva di sicurezza; a destra della curva di sicurezza invece, il rischio è considerato non accettabile. Si può osservare che la curva di sicurezza è collocata in posizione intermedia tra la curva b, che definisce il limite al di sopra del quale si possono manifestare effetti fisiopatologici, e la curva c1, oltre la quale si può innescare la fibrillazione ventricolare.



Per maggiore chiarezza



- Zona 1: abitualmente nessun effetto;
- Zona 2: abitualmente nessun effetto fisiopatologico pericoloso;
- Zona 3: abitualmente nessun pericolo di fibrillazione cardiaca;
- Zona 4: pericolo di possibile fibrillazione cardiaca (probabilità fino al 50%);

COSA NON FARE

- **Non perdere la calma;**
- **Non esporsi al pericolo** - Non toccare direttamente il soggetto per staccarlo dalla fonte di elettricità, senza utilizzare materiale isolante di supporto.
- **Non utilizzare acqua per spegnere eventuali fiamme:** l'acqua è un ottimo conduttore di corrente e la corrente potrebbe trasmettersi a chi la sta usando. Deve essere usato solo un estintore.
- **Non somministrare bevande.**
- **Non somministrare farmaci senza precise indicazioni degli operatori del 118;**
- **Non applicare pomate o unguenti su eventuali ustioni;**

Cosa fare

Agire in sicurezza

- Interrompere subito la corrente elettrica, spegnendo l'interruttore generale o staccando la spina di collegamento dell'oggetto conduttore;
- Se non è possibile interrompere la corrente elettrica, posizionarsi su una superficie asciutta e non metallica, staccando la vittima dalla fonte di elettricità utilizzando materiale isolante.
Attenzione: legno, plastica, gomma, cuoio, vetro sono materiali isolanti, che quindi non conducono energia elettrica e possono essere utilizzati per toccare la vittima;
- **CHIAMARE IL 118 (o il NUE 112) e seguire con precisione le indicazioni.**

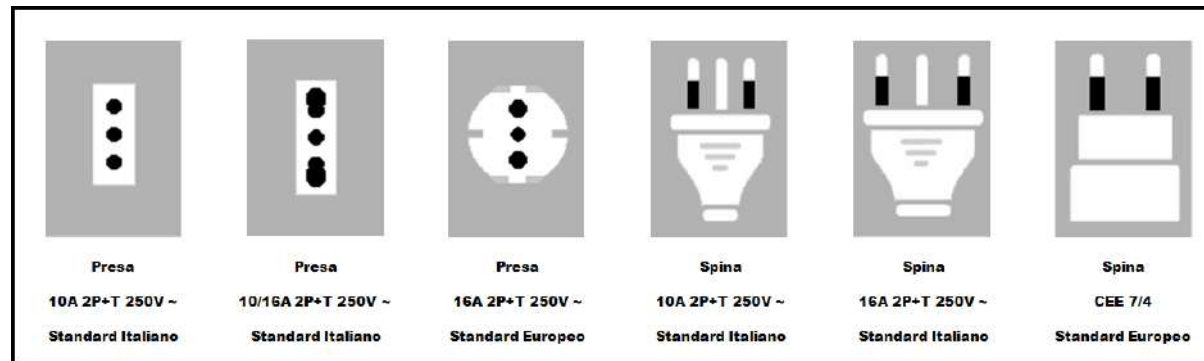
Una persona può essere attraversata da una corrente elettrica solo se sottoposta ad una tensione, ad esempio, quella esistente tra una parte dell'impianto elettrico ed il terreno su cui poggia.

Convenzionalmente, si distinguono due tipi di contatti con parti in tensione: i contatti diretti ed i contatti indiretti.

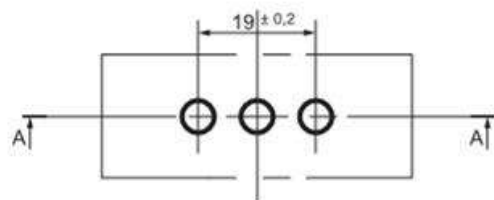
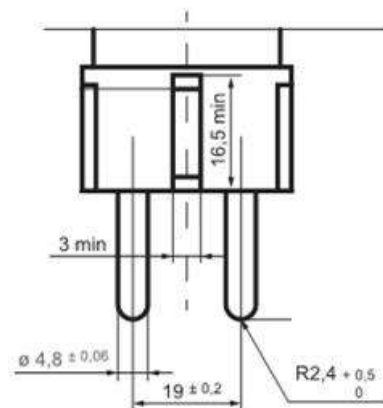
- I contatti diretti sono i contatti con parti attive dell'impianto elettrico (o di un qualunque apparecchio o dispositivo elettrico). Per parte attiva si intende una parte conduttrice dell'impianto (o dell'apparecchio o del dispositivo), normalmente in tensione durante il funzionamento. Sono considerati parte attiva tutti i conduttori che costituiscono le fasi ed il neutro di un circuito.



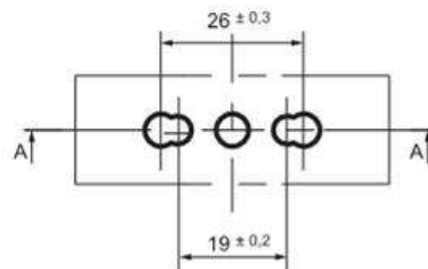
Prese e spine per impianti civili



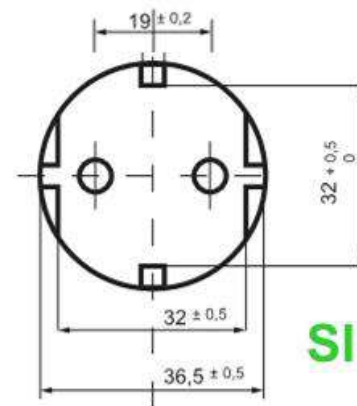
Compatibilità presa-spina



NO



NO



SI

Conseguenza probabile





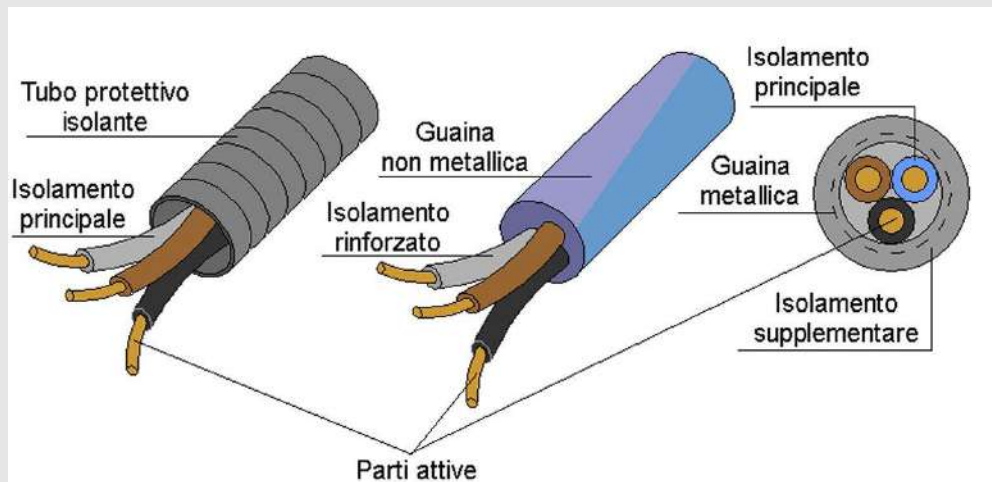
→ I contatti indiretti sono contatti con una massa durante un guasto dell'isolamento principale. Per massa si intende una parte conduttrice di un impianto o di un apparecchio elettrico, che può essere toccata, che non è in tensione nel funzionamento normale, ma che può andare in tensione per cedimento dell'isolamento principale o comunque per contatto accidentale con parti attive.

CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI

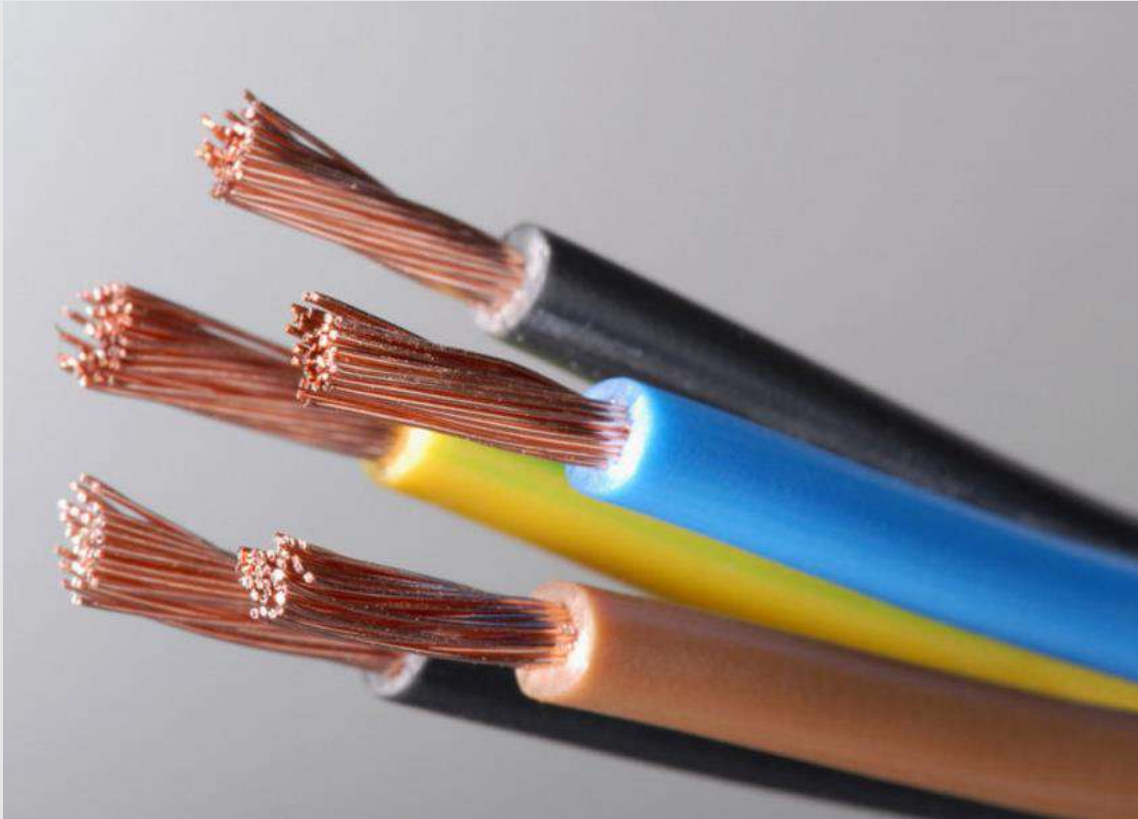
- La protezione contro i contatti diretti viene attuata impedendo alla persona di toccare la parte attiva (attraverso l'interposizione di distanze e/o barriere), e ciò può essere realizzato piuttosto facilmente, anche tenendo conto che le parti attive dei componenti degli impianti e degli apparecchi, in condizioni normali, sono già isolate funzionalmente rispetto alle altre parti conduttrici. Un contatto diretto con componenti protetti correttamente ed integri, generalmente si verifica solo se c'è volontà di accedere alla parte in tensione.
- Il contatto indiretto, invece, è più subdolo perché avviene con una parte dell'impianto o di un apparecchio che in condizioni normali può essere toccata senza problemi. Si tratta di un guasto latente che, in assenza delle opportune misure di protezione, manifesta tutta la sua pericolosità nel momento stesso in cui qualcuno entra in contatto con l'impianto, l'apparecchio o le parti metalliche ad essi connesse. La protezione contro i contatti indiretti viene attuata, perciò, impedendo che parti dell'impianto o dell'apparecchio che possono essere toccate assumano tensioni pericolose e che in caso di contatto possano far passare correnti pericolose per tempi superiori a quelli ammissibili.

Protezione dai contatti diretti

- Per la protezione contro i contatti diretti si fa affidamento all'isolamento principale.
- Le parti attive devono essere ricoperte completamente dall'isolante che non può essere rimosso a meno che non sia distrutto
- L'isolante deve essere adeguato alle tensioni di funzionamento e resistere, oltre che alle sollecitazioni elettriche, anche a quelle meccaniche, termiche e chimiche a cui può essere sottoposto durante l'impiego.
- Nei casi in cui le condizioni di utilizzo lo richiedano, l'isolamento principale deve essere coadiuvato da ulteriori protezioni contro tali sollecitazioni (es. cavi con guaina o posati in tubi protettivi).



L'isolamento dei cavi può essere rimosso solo distruggendolo



- Nei cavi elettrici i conduttori sono completamente ricoperti dall'isolante; questo ha il duplice scopo di consentire il funzionamento dei circuiti, senza che si verifichino contatti tra conduttori a diversa tensione e di proteggere le persone dai contatti diretti.

barriere

Esempio di involucro

- Gli involucri garantiscono la protezione contro il contatto diretto da ogni direzione, oltre a proteggere i componenti interni dalle sollecitazioni esterne;
-



Esempio di barriera

- le barriere garantiscono la protezione solo lungo le normali direzioni di accesso



Sia gli involucri sia le barriere sono caratterizzati da un grado di protezione preciso, definito attraverso un codice composto dalle due lettere IP (International Protection), e da due cifre

Tabella n.1		Significato della prima cifra del codice IP	
Prima cifra	Protezione del materiale	Protezione delle persone	
0	non protetto		
1	protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 50 mm.	protetto contro l'accesso con il dorso della mano	
2	protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 12 mm	protetto contro l'accesso con un dito	
3	protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 2.5 mm	protetto contro l'accesso con un attrezzo	
4	protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 1 mm	protetto contro l'accesso con un filo	
5	protetto contro la polvere	protetto contro l'accesso con un filo	
6	totalmente protetto contro la polvere	protetto contro l'accesso con un filo	

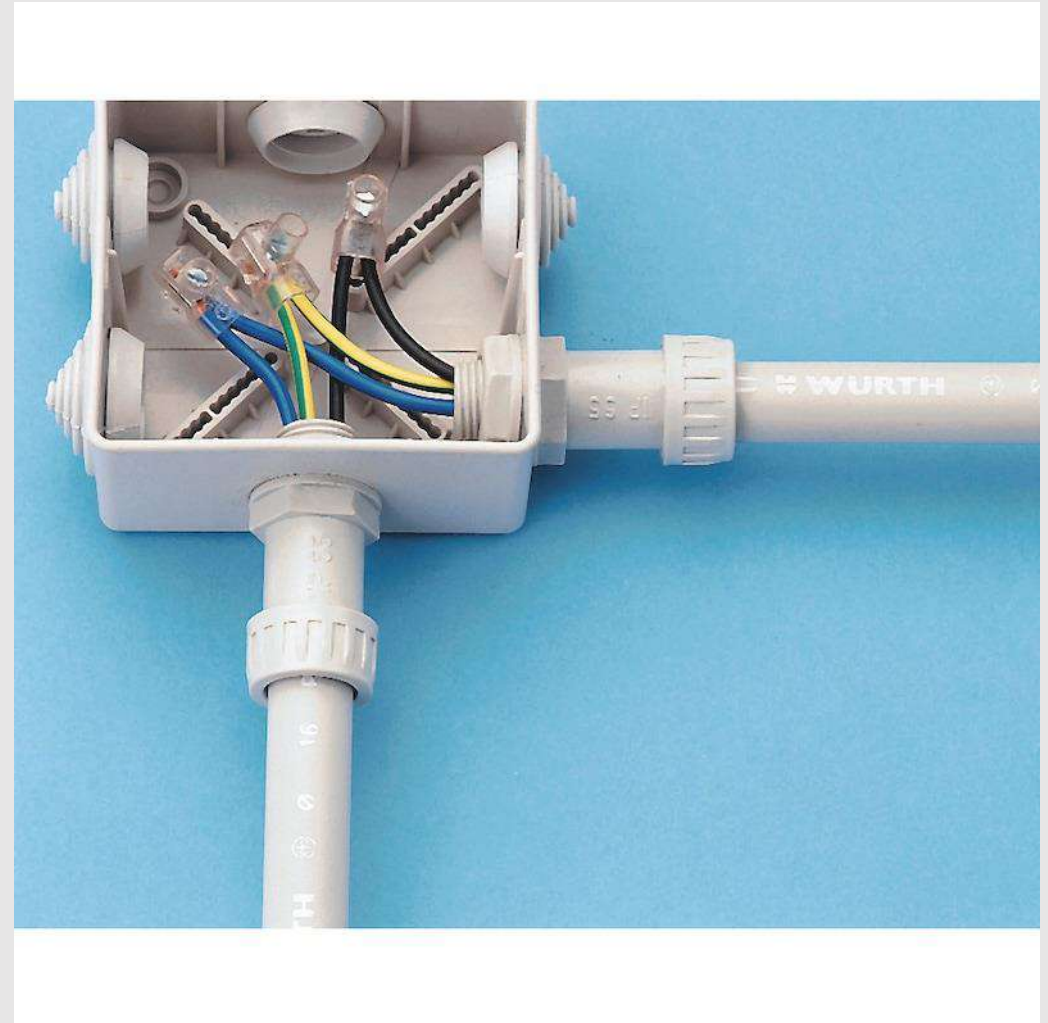
La seconda cifra è relativa al grado di protezione contro la penetrazione di liquidi (può assumere valori da 0 a 8, oppure X quando non viene specificata), secondo quanto indicato nella tabella

•

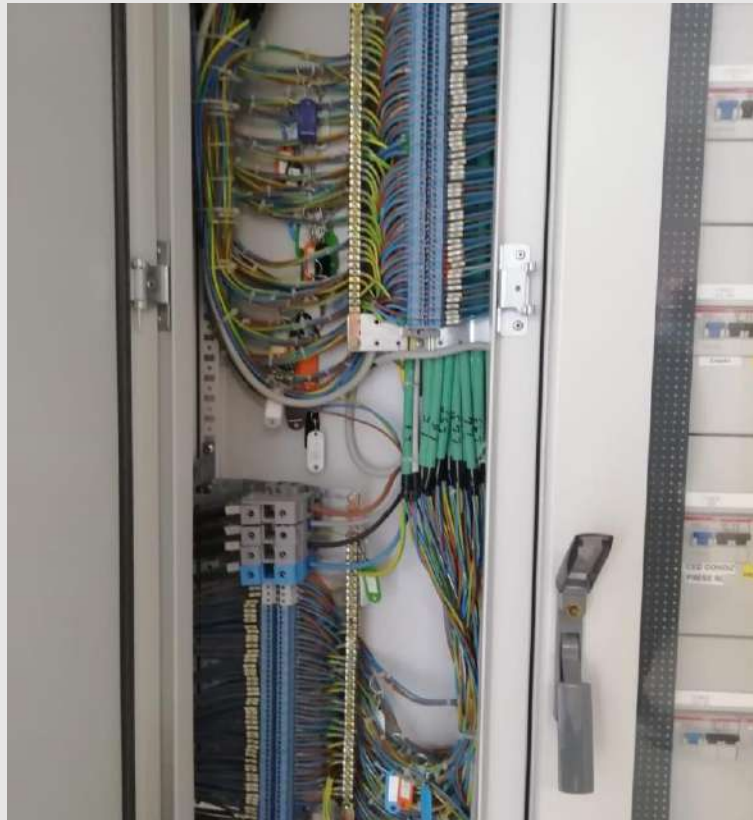
Tabella n.2	Significato della seconda cifra del codice IP
Seconda cifra	Protezione del materiale
0	non protetto
1	protetto contro la caduta verticale di gocce d'acqua
2	protetto contro la caduta di gocce d'acqua con inclinazione max di 15°
3	protetto contro la pioggia
4	protetto contro gli spruzzi d'acqua
5	protetto contro i getti d'acqua
6	protetto contro le ondate
7	protetto contro gli effetti dell'immersione
8	protetto contro gli effetti della sommersione

Il grado di protezione delle barriere e degli involucri è garantito dal costruttore del componente o dell'apparecchio.

Tuttavia il grado di protezione effettivo dipende anche dalla correttezza dell'installazione e dalle condizioni di esercizio e manutenzione dell'impianto.



Protezione parziale



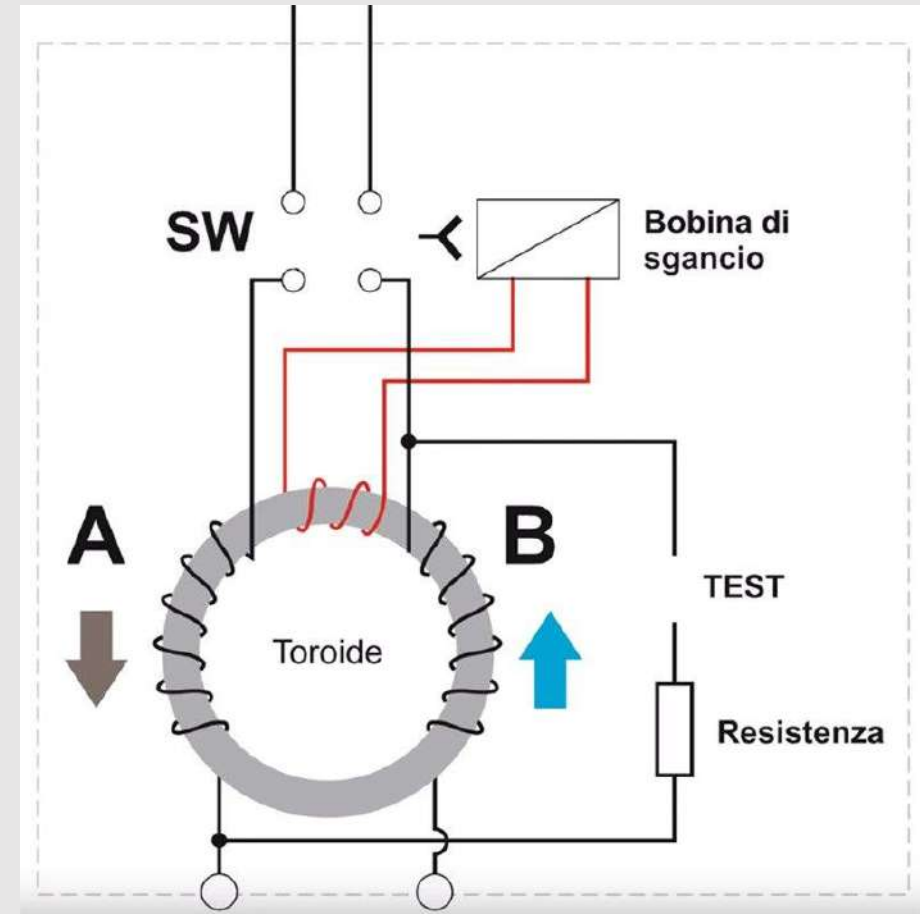
- Sono misure attuate nei luoghi accessibili solo a personale addestrato. Proteggono solo da contatti accidentali, ma non dai contatti volontari. Sono attuate mediante ostacoli o distanziamenti.

mediante interruttore differenziale

- Oltre ai sistemi di protezione sopra riportati, contro i contatti diretti può essere previsto anche l'impiego di "interruttori differenziali" ad alta sensibilità ($I_{\Delta n}$ 0,3 A o inferiore), come metodo di protezione aggiuntiva



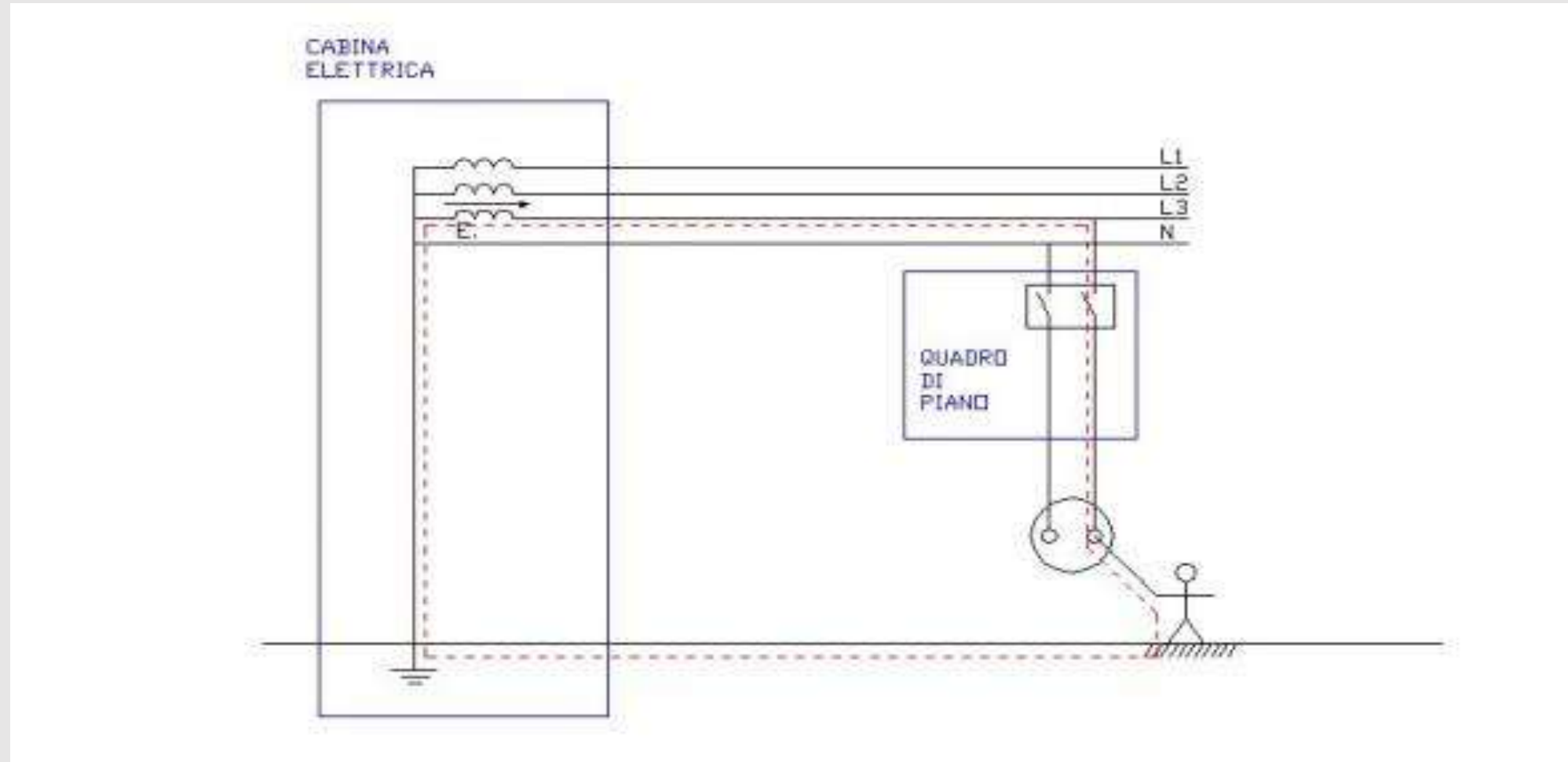
il principio alla base che regola il funzionamento degli interruttori differenziali è la prima legge di Kirchhoff. Detta in maniera molto semplice, all'interno di un circuito elettrico, la corrente che entra in un nodo deve essere uguale alla corrente che esce.



Conduttore percorso da corrente

- In condizioni di funzionamento normale, la corrente che percorre le due fasi dell'interruttore ha lo stesso valore .
- Nel caso di un contatto diretto, la corrente che percorre la fase dell'interruttore interessata dal contatto è diversa da quella che rientra dall'altra fase (spesso nulla);
- la differenza è data dal valore di corrente che passa attraverso la persona in contatto con la fase . Se tale differenza è superiore alla corrente differenziale nominale d'intervento dell'interruttore, questo apre il circuito interrompendo la corrente.

In caso di contatto diretto la corrente nelle due fasi ha un valore diverso.



In alcuni casi specifici, in particolare negli impianti di servizio delle abitazioni, la norma CEI 64-8 richiede espressamente l'impiego di interruttori differenziali ad alta sensibilità, come protezione aggiuntiva dai contatti diretti.

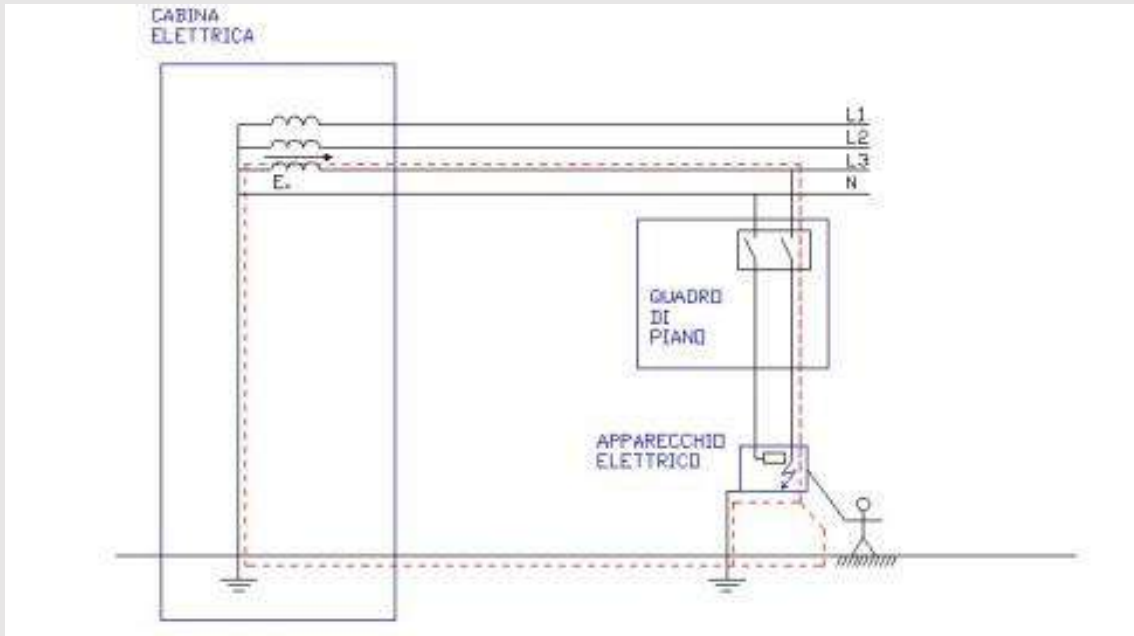
- La norma parla di protezione aggiuntiva poiché ritiene imprescindibili le modalità di protezione passiva precedentemente esposte.
- La protezione differenziale, infatti, è inefficace per i contatti tra fase e fase o tra fase e neutro. Inoltre per correnti differenziali prossime o superiori a 400 mA, non è sempre garantito l'intervento in tempi inferiori a quelli ammessi dalla curva di sicurezza

Protezione dai contatti indiretti

- I metodi di protezione dai contatti indiretti si classificano in due categorie: protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione e protezione senza interruzione dell'alimentazione.

Protezione dai contatti indiretti

Metodi di protezione con interruzione automatica dell'alimentazione

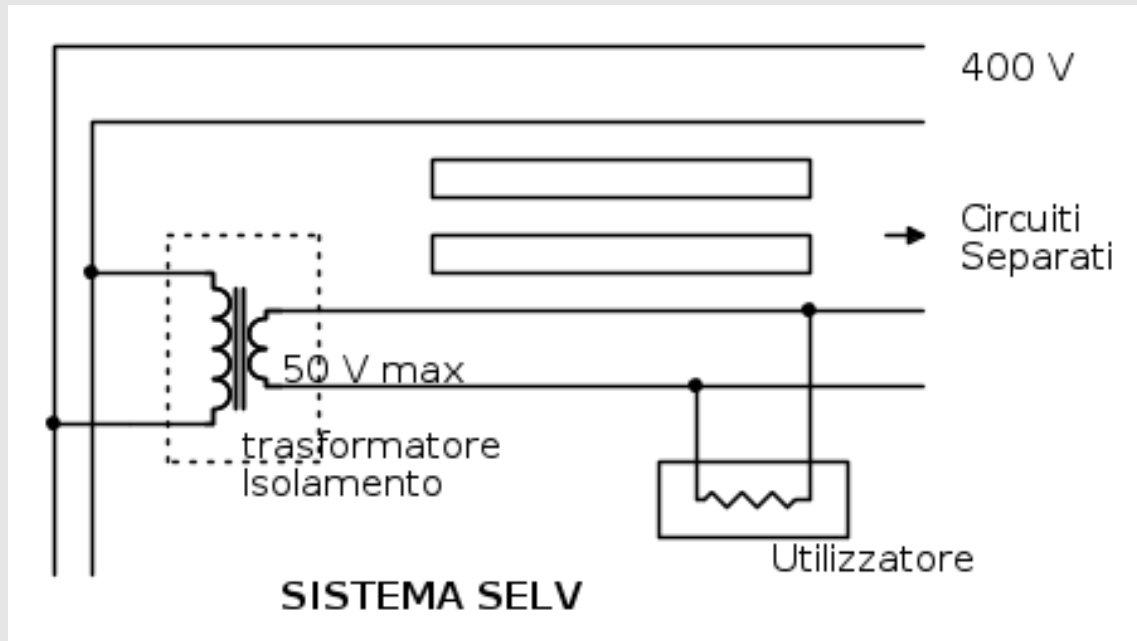


- Impediscono che sulle masse siano presenti tensioni pericolose (e quindi che si possa verificare il passaggio di correnti pericolose, in caso di contatto con il corpo umano) per tempi superiori a quelli consentiti dalle curve di sicurezza.
- In caso di un guasto verso massa, il coordinamento tra l'impianto di terra e gli interruttori automatici garantisce la

Protezione senza l'interruzione automatica dell'alimentazione

- Attuano la protezione dai contatti indiretti impedendo la formazione di tensioni pericolose sulle masse. Il metodo più comune è l'impiego di apparecchi con isolamento doppio o rinforzato.
- Negli apparecchi a doppio isolamento, un guasto all'isolamento principale non mette in tensione la massa, protetta dall'isolamento supplementare. Un principio analogo si ha negli apparecchi ad isolamento rinforzato, per i quali non è prevedibile un guasto in grado di mettere in tensione la massa. Gli apparecchi ad isolamento doppio o rinforzato sono definiti di classe II. Il costruttore deve specificare questa caratteristica. Il simbolo che contraddistingue gli apparecchi di classe II è il doppio quadrato

Bassissima tensione di sicurezza e di protezione



- Nei sistemi a Bassissima Tensione di Sicurezza (SELV - Safety Extra Low Voltage) la protezione è effettuata alimentando l'impianto a tensione non superiore a quella limite ammissibile (50V), mediante sorgente autonoma o trasformatore di sicurezza.
- L'impianto deve essere dotato di separazione di protezione verso gli altri sistemi elettrici e le masse non sono collegate a terra.
- In tali condizioni si assume che le masse non possano raggiungere tensioni superiori a quelle tollerabili

Separazione dei circuiti

- Consiste nell'alimentare gli apparecchi tramite sorgente autonoma o dalla rete, mediante trasformatore di isolamento. Il trasformatore d'isolamento non ha punti collegati a terra. In questa situazione, per collegamenti non molto estesi, in caso di contatto indiretto le correnti di guasto che attraversano la persona si richiudono sulle capacità di linea e non sono in grado di produrre effetti pericolosi, avendo valori molto bassi.

.

- Il processo di valutazione e gestione del rischio elettrico derivante dall'applicazione congiunta del d.lgs. 81/08 e degli altri testi di legge consente di ridurre tale rischio ad un livello accettabile, in conformità a quanto previsto dalle stesse leggi.
- Nelle attività ordinarie, nelle quali i lavoratori sono considerati utenti generici degli impianti, delle apparecchiature e dei componenti elettrici messi loro a disposizione, il datore di lavoro dovrà compiere tutte le azioni necessarie a garantire:
 - la realizzazione a regola d'arte di tutto il materiale elettrico reso disponibile, tenuto conto delle caratteristiche del lavoro e delle condizioni ambientali e di esercizio;
 - il corretto utilizzo di tale materiale, volto a prevenire i rischi;
 - l'adeguata manutenzione e i necessari accertamenti periodici finalizzati al mantenimento nel tempo delle condizioni di sicurezza.

-
- La valutazione potrà seguire modalità diverse e fare riferimento a documenti o attestazioni specifici per ciascuna sorgente di rischio: l'impianto elettrico, gli apparecchi utilizzatori, gli organi di collegamento mobile.
- Essa dovrà considerare, comunque, le condizioni di sicurezza conseguite nella costruzione del componente o nell'installazione dell'impianto, nel loro utilizzo e nel loro mantenimento nel tempo.

Si prendono in esame gli elementi relativi alla corretta realizzazione/installazione di impianti, apparecchi e collegamenti

- Si deve verificare la presenza della dichiarazione di conformità alla regola dell'arte, rilasciata ai sensi dell'art. 9 della legge 46/90 (o ai sensi dell'art. 7 del d.m. 22/01/08, n. 37, per interventi successivi al 27/03/08), correttamente compilata e provvista di tutti gli allegati obbligatori (certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali dell'installatore, progetto, relazione con i materiali installati, ecc.)
- Per gli apparecchi rientranti nel campo di applicazione della Direttiva Bassa Tensione, realizzati dopo il 1° gennaio 1997, si deve verificare la presenza della marcatura CE.
- È comunque necessario che gli apparecchi rechino chiaramente leggibile l'indicazione del costruttore o del venditore responsabile, il nome o il codice identificativo del modello, il valore o la natura della tensione o della corrente



Sicurezza iniziale

- Il progetto, le dichiarazioni di conformità, le marcature o i marchi di qualità, individuano delle precise responsabilità sulla sicurezza elettrica da parte delle diverse figure tecniche e professionali coinvolte.
- È bene non dimenticare che, anche in presenza di tali documenti e attestazioni, possono presentarsi delle situazioni di rischio non sufficientemente gestito, causate dalla negligenza di progettisti, costruttori o installatori, o da eventi indipendenti dalla loro responsabilità (atti vandalici, danneggiamenti durante il trasporto o la conservazione dei materiali, danneggiamenti meccanici dovuti ad altre lavorazioni durante l'installazione, ecc.).
- Nel caso di vizi palesi causati dalle situazioni descritte, è possibile intervenire, scongiurando eventuali infortuni, eseguendo l'esame a vista di un impianto o di un componente elettrico in fase di accettazione o, comunque, prima della loro messa in esercizio. Questa semplice operazione, può consentire di individuare alcune carenze o danneggiamenti dai quali la documentazione o gli attestati non possono tutelare



Mantenimento nel tempo

- Il mantenimento delle condizioni di sicurezza conseguite mediante la corretta realizzazione e l'adeguato utilizzo, deve essere garantito nel tempo tramite un'idonea manutenzione e accertamenti periodici:
- e verifiche periodiche previste dal d.p.r. 462/2001 relative ai soli impianti di terra e agli impianti elettrici installati nei luoghi con pericolo di esplosione (da richiedere all'ASL, all'ARPA o agli Organismi Abilitati, secondo le periodicità indicate nel decreto);
- i controlli da svolgere in conformità all'art. 86 del d.lgs. 81/08 "secondo le indicazioni delle norme di buona tecnica e la normativa vigente".
- La parte 6 della norma CEI 64-8 fornisce indicazioni sulle verifiche periodiche da eseguire sugli impianti elettrici in bassa tensione attraverso esami a vista e prove (funzionali e/o strumentali);
- tale norma può essere integrata dalle indicazioni della guida CEI 64-14, specifica per le verifiche sugli impianti in bassa tensione.

adempimenti

- anche nel caso in cui i lavoratori siano esposti al rischio elettrico solamente in qualità di utenti di impianti, apparecchi od organi di collegamento mobile, la gestione del rischio in tutte le fasi sopra trattate (realizzazione, uso, mantenimento) richiede molteplici adempimenti e interessa soggetti e figure professionali diversi.
- Si tratta, da una parte, dei lavoratori e dei soggetti appartenenti alla catena gerarchica aziendale, con compiti e responsabilità in materia di sicurezza progressivamente crescenti, quali i preposti ed i dirigenti, ove presenti, e, in ogni caso, il datore di lavoro;

Uso sicuro

PER L'USO SICURO				
Informazione	Su rischi specifici, normative e disposizioni aziendali	D.lgs. 81/08 , art. 36, co.2, lett. a)		
Formazione	Su rischi specifici di cui al titoli successivi al I	D.lgs. 81/08 , art. 37, co.3 Accordo Conferenza Stato Regioni del 21/12/11		
Procedure e istruzioni operative	In base a istruzioni d'uso e manutenzione dell'installatore e dei fabbricanti apparecchiature installate	D.m. 37/08 , art. 8, co.2		

Mantenimento

Manutenzione	In base a istruzioni d'uso e manutenzione dell'installatore e dei fabbricanti apparecchiature installate	D.m. 37/08 , art. 8, c.2		
	In base a disposizioni legislative, manuali d'uso e manutenzione, norme tecniche	D.lgs. 81/08 , art. 80, c.3 -3bis		Esempi: Guida CEI 0-10 Norma CEI 78-17 (per le cabine MT/BT e MT/MT)
Verifiche periodiche Imp. Terra	Da richiedere ad ASL/ARPA oppure Organismi Abilitati (O.A.) Frequenza 2 o 5 anni Conservare verbale	D.p.r. 462/01 art.4		Guida CEI 0-14

mantenimento

Controlli Periodici	Sull' intero impianto elettrico Secondo norme di buona tecnica e normativa vigente Conservare verbale	D.lgs. 81/08 , art. 86	La legge non specifica chi può fare i controlli. Si suggerisce tecnico esperto, a giudizio del datore di lavoro.	Esempi: Norma CEI 64-8/6 Norma CEI 64-8/7 (per i locali ad uso medico)
Segnalazioni da parte degli utilizzatori (lavoratori e preposti)		D.lgs. 81/08 , artt. 19 e 20, co.2	Gli utilizzatori e i preposti devono essere formati, per riconoscere situazioni di pericolo	

In particolare le possibili cause o sintomi di condizioni di pericolo sono:

- Parti dell'impianto elettrico o di apparecchi danneggiate, fissate male, difettose
- Parti conduttrici scoperte
- Componenti particolarmente caldi durante il funzionamento
- Componenti che producono scintille, archi elettrici o che emettono fumo o odore di bruciato durante il funzionamento
- Casi di dispersione di corrente o scosse elettriche
- Casi frequenti di guasti elettrici a impianti o apparecchiature
- Frequenti abbassamenti di tensione o disturbi nell'alimentazione elettrica
- Frequenti interruzioni dell'alimentazione elettrica
- Presenza di materiale infiammabile in prossimità di componenti elettrici
- Infiltrazioni d'acqua o gocciolamenti che possono interessare l'impianto elettrico
- Accumulo di sporco o polvere in prossimità di componenti elettrici
- Aperture di ventilazione ostruite
- Urti violenti subiti da apparecchi elettrici