



Il Rischio Elettrico

L'energia elettrica trova il suo impiego in svariate applicazioni in tutti gli ambienti di vita e di lavoro.

Se correttamente utilizzata è la fonte di energia più sicura, senza adeguate protezioni può portare a situazioni di pericolo.

Prima di entrare nel merito è necessario richiamare alcune grandezze fisiche:

- ~ **corrente elettrica**: rappresenta il flusso di cariche elettriche (elettroni) che scorrono in un conduttore nell'unità di tempo; l'unità di misura è l'Ampère (A);
- ~ **tensione elettrica**: rappresenta la differenza di potenziale elettrico misurata tra due punti di un conduttore; l'unità di misura è il Volt (V);
- ~ **resistenza elettrica**: rappresenta l'opposizione al passaggio del flusso di elettroni in un conduttore; l'unità di misura è l'Ohm (Ω);
- ~ **potenza elettrica**: rappresenta l'energia elettrica utilizzata nell'unità di tempo che può dissiparsi in calore; l'unità di misura è il Watt (W).

Si definisce:

- ~ **impianto elettrico**: insieme dei componenti (cavi, canalizzazioni, apparecchiature di manovra, quadri, etc) compresi tra il punto di fornitura dell'energia (contatore) e il punto di utilizzazione;
- ~ **utilizzatore elettrico**: apparecchiatura che utilizza l'energia elettrica per produrre lavoro, calore, luce, etc.

Il rischio elettrico coinvolge tutti coloro che a qualsiasi titolo vengono a contatto con gli impianti e gli utilizzatori elettrici.

Il contatto con la corrente elettrica può essere **diretto** oppure **indiretto**.

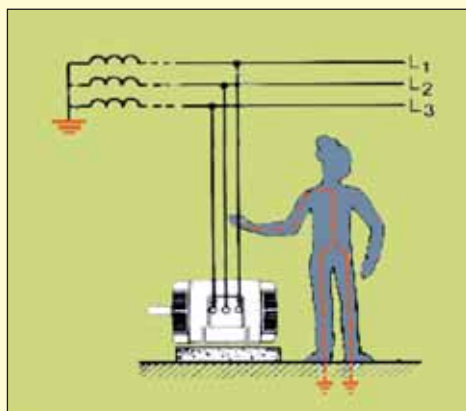
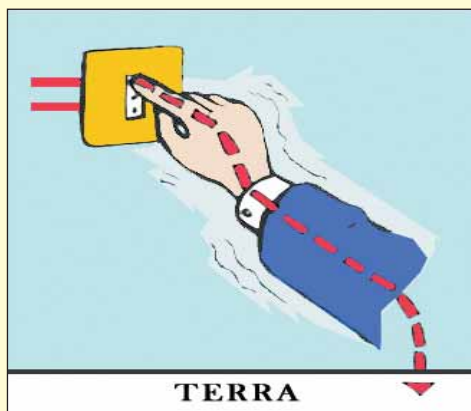
Il contatto diretto

Toccando due elementi in tensione, due contatti di una presa o due fili elettrici scoperti, il corpo umano è sottoposto ad un passaggio di corrente elettrica.



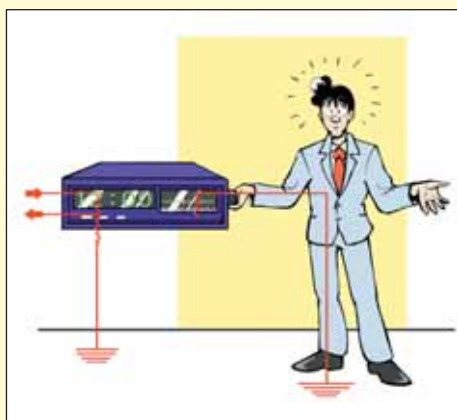


Anche toccando un solo elemento in tensione, un solo contatto della presa o un filo scoperto, se il corpo umano è in contatto con il terreno, la corrente elettrica attraverso il corpo umano scarica dal punto di contatto sino a terra.



Il contatto indiretto

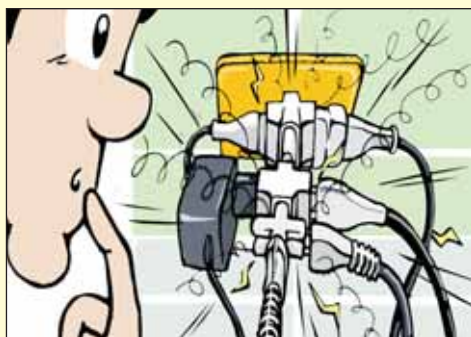
I contatti indiretti sono quelli che avvengono con parti conduttrici di impianti, dell'involucro di una attrezzatura o elettrodomestico che normalmente non sono in tensione ma che a causa di una dispersione elettrica o ad un guasto interno sono sottoposti ad una tensione pericolosa; tali contatti sono i più dannosi proprio perché colgono l'individuo impreparato.



Toccando la carcassa dell'apparecchio guasto la corrente elettrica passa attraverso il corpo umano e scarica a terra.

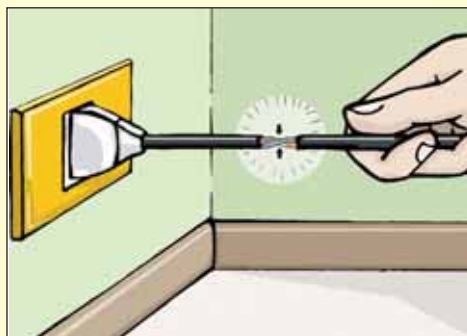
Maggiore è il rischio di elettrocuzione quanto più alto è il valore di corrente e più lungo il tempo di contatto.





Il **sovraccarico** avviene quando i circuiti elettrici sono percorsi da una corrente elettrica superiore rispetto a quella per la quale sono stati dimensionati; l'eccessivo riscaldamento dei cavi provoca l'innesco della combustione cioè l'incendio.

Il **cortocircuito** rappresenta una condizione di guasto a causa del valore elevato di corrente elettrica che porta al raggiungimento di temperature elevate e il formarsi di archi elettrici (sorgenti di calore assai intensa in grado di innescare un incendio).



Protezione contro i contatti diretti

Le misure da adottare per le protezioni contro i contatti diretti possono essere **parziali** e **totali** ed hanno lo scopo di proteggere le persone dai pericoli del contatto con parti in tensione.

Le **protezioni parziali** vengono applicate nei luoghi dove hanno accesso soltanto le persone addestrate e qualificate: ad es. predisporre ostacoli e distanziamenti per prevenire il contatto diretto involontario.

Le **protezioni totali** sono destinate alla salvaguardia delle persone non a conoscenza dei pericoli connessi all'utilizzo dell'energia elettrica, quali:

- isolamento in cui le parti attive sono convenientemente isolati (cavi elettrici);
- involucri (carcasa di un elettrodomestico);
- barriere (ad es. la rete metallica nei cavalcavie ferroviari delle linee elettrificate).

Una protezione addizionale per prevenire i contatti diretti è l'impiego di un **interuttore differenziale** ad alta sensibilità in grado di intervenire all'atto del guasto quando per es. un conduttore in tensione viene a contatto con la carcassa metallica di





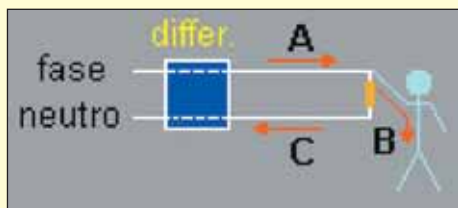
uno strumento collegato a terra o quando una persona tocca un conduttore in tensione e non è isolata verso terra.



Contatto accidentale con la parte in tensione del portalampada.

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

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



La corrente entra dalla "fase" percorre i circuiti ed esce dal "neutro", in condizioni normali quella entrante A deve essere uguale a quella uscente C; se ciò non accade significa che una parte di essa B sta percorrendo strade diverse, ad esempio il corpo umano in caso di contatto diretto di

un'apparecchiatura collegata all'impianto di terra. Se la differenza B è superiore alla soglia di sensibilità ($I = 30\text{mA}$) interviene l'interruttore differenziale che interrompe il flusso di corrente.

Protezione contro i contatti indiretti

Le protezioni contro i contatti indiretti, cioè contro i contatti con masse metalliche, possono effettuarsi con dispositivi che hanno lo scopo di proteggere le persone dal contatto con parti dell'impianto elettrico o di utilizzatori elettrici che possono andare in tensione a causa di un guasto.

Le norme CEI 64-8 suddividono le protezioni in:





il rischio elettrico

• Protezione con interruzione automatica del circuito

Consiste nel realizzare un circuito con un impianto di **messa a terra** coordinato con **interruttori differenziali**, posti a monte dell'impianto, in modo da interrompere con tempestività l'alimentazione elettrica del circuito nel caso di un guasto e quindi di situazioni pericolose.



L'involucro, collegato normalmente a terra, a causa di un guasto assume una tensione potenzialmente pericolosa in conseguenza della corrente dispersa verso terra (differenza tra la corrente entrante nel circuito e quella uscente). Se la corrente dispersa è uguale o maggiore alla corrente nominale del differenziale, l'interruttore apre il circuito; in tal modo l'involucro assume una tensione pericolosa per un tempo minore rispetto al tempo per cui può essere sopportata dal corpo umano.

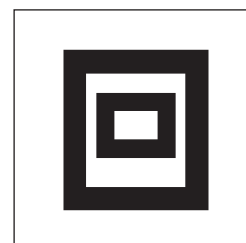
• Protezione senza interruzione automatica del circuito

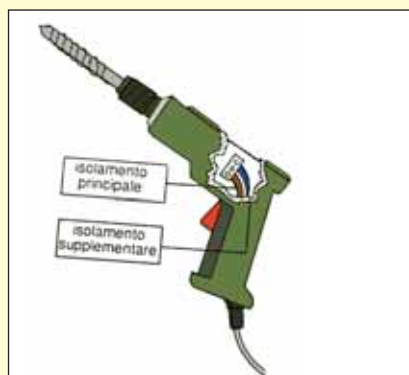
Per le protezioni senza interruzione automatica del circuito si possono impiegare:

- materiali con particolari caratteristiche di isolamento;
- adeguate separazioni elettriche dei circuiti;
- ambienti isolanti;
- locali equipotenziali.

Quando si parla di **isolamento** è necessario considerare che i materiali da utilizzare, detti anche in **classe II**, devono possedere specifiche caratteristiche come il **doppio isolamento**.

In genere gli apparecchi elettrici portatili, in particolare quelli che vengono sorretti o spostati dall'utilizzatore, durante il funzionamento, sono dotati di un isolamento supplementare in modo da realizzare una doppia barriera di sicurezza e devono portare il **simbolo del doppio isolamento**, accompagnato dal contrassegno dell'Ente che ha verificato la rispondenza dello stesso apparecchio alle norme di sicurezza.

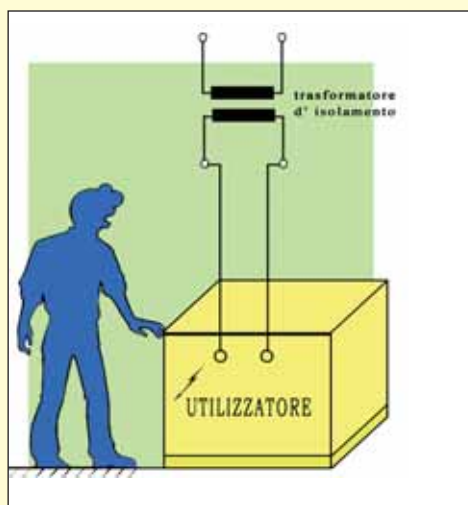




Gli apparecchi di uso comune per i quali è richiesto il doppio isolamento sono quelli portatili.

I componenti aventi tale caratteristica non devono essere connessi a terra.

La separazione elettrica viene realizzata alimentando il circuito tramite un trasformatore di isolamento nel quale si divide il circuito primario da quello secondario interponendo un doppio isolamento o uno schermo metallico messo a terra così da evitare un eventuale contatto tra gli avvolgimenti.



La protezione consiste nell'impedire le vie di richiusura del circuito verso terra, nel caso in cui un operatore toccasse accidentalmente una parte in tensione.

È bene ricordare che alcune parti dell'impianto elettrico degli edifici quali ad es. campanelli, cancelli elettrici, portoni, citofoni, etc. non richiedono collegamenti all'impianto di terra, ma debbono essere alimentati a bassissima tensione mediante l'impiego di piccoli trasformatori che tengono ben separato il circuito primario da quello secondario.





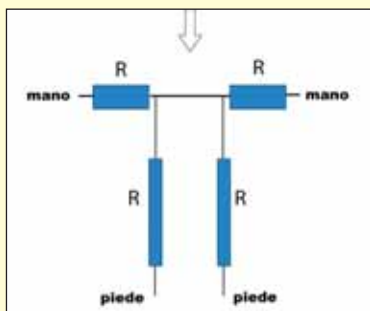
Effetti del passaggio di corrente elettrica nel corpo umano

Il corpo umano quando è attraversato da corrente elettrica si comporta come una resistenza elettrica e il suo valore dipende da numerosi fattori: la natura del contatto, lo stato della pelle, le condizioni dell'ambiente, gli indumenti che possono interpersi, la resistenza interna dell'organismo che è variabile da persona a persona, etc.

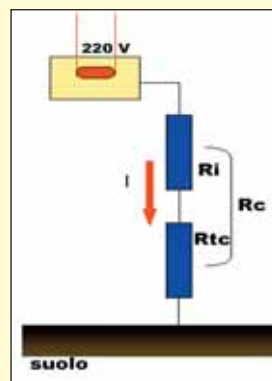


Il corpo umano si comporta come un conduttore che offre resistenza al passaggio della corrente: minore è la sua resistenza, maggiore è l'intensità della corrente che circola nell'organismo quando quest'ultimo è sottoposto ad una differenza di potenziale. Il pericolo non è sempre uguale, aumenta con il diminuire della resistenza del corpo umano.

Circuito elettrico equivalente al corpo umano



Il corpo umano quando è attraversato dalla corrente, si comporta come una resistenza elettrica.



Lo schema rappresenta una persona che viene in contatto con una carcassa di un apparecchio durante un guasto.

I = corrente che circola nel corpo
 R_i = resistenza del corpo
 R_{tc} = resistenza della persona verso il terreno
 R_c = resistenza totale del corpo umano





Il valore della resistenza R_c è funzione di vari parametri, tra i quali i principali sono:

- il percorso della corrente (mano-mano, mano-piede, etc);
- l'ambiente;
- le superfici di contatto;
- la tensione.

Le conseguenze del contatto con elementi in tensioni possono essere più o meno gravi secondo la resistenza che l'intensità della corrente incontra nell'attraversare il corpo umano.

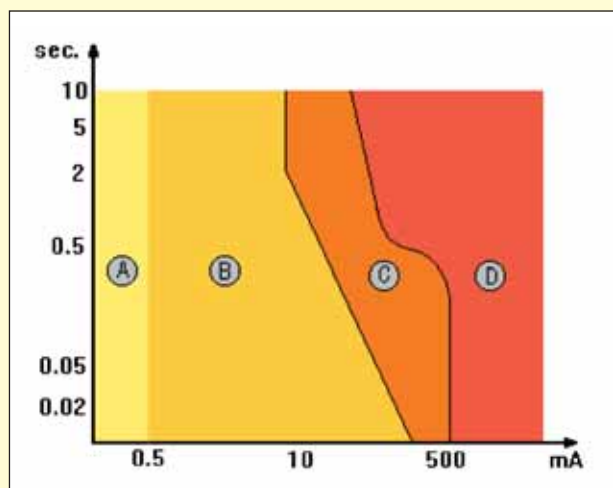
Quindi la resistenza del corpo umano è la resistenza che limita il valore di picco della corrente al momento in cui si stabilisce la tensione di contatto ed è circa uguale all'impedenza interna del corpo umano.

Il valore della resistenza varia in pratica da 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 elettrica tende a seguire all'interno del corpo umano il percorso che presenta minore resistenza.

La pericolosità della corrente elettrica per il corpo umano dipende oltre che dal percorso, dall'intensità di corrente e dal tempo di contatto.

Il grafico della **“curva di sicurezza”** rappresenta quattro zone di pericolosità in base al valore di corrente (Ampère) e alla durata del fenomeno (secondi) per una frequenza compresa tra 15 e i 100 Hz.



ZONA A - Al di sotto di 0,5 mA la corrente elettrica non viene percepita.

ZONA B - La corrente elettrica viene percepita senza effetti dannosi.

ZONA C - La corrente elettrica viene percepita con effetti di tetanizzazione e disturbi reversibili al cuore, difficoltà di respirazione, contrazioni muscolari. Abitualmente nessun danno organico.

ZONA D - Si innescano effetti di fibrillazione ventricolare, che causa la morte, se la corrente transita in prossimità o attraverso il muscolo cardiaco.





il rischio elettrico

Effetti più frequenti:

- **scossa lieve**: sensazione spiacevole;
- **ustioni**: le ustioni possono essere provocate sia dal passaggio della corrente elettrica attraverso il corpo, nei punti di entrata e di uscita, sia dall'arco elettrico, sia da temperature eccessive prodotti da apparecchi elettrici.
- **tetanizzazione**: blocco della muscolatura che non consente di abbandonare la presa.
- **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 l'effetto perdura, l'individuo può perdere conoscenza e morire soffocato.
- **fibrillazione**: è la principale causa di morte. La corrente elettrica altera la normale attività del muscolo cardiaco, le sue fibre cominciano a contrarsi disordinatamente e in modo caotico cosicché il cuore non funge più da pompa sanguigna fino a giungere all'arresto cardiaco.

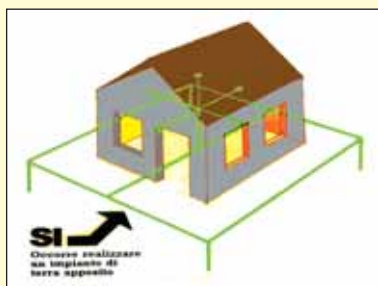
Impianti di terra

Negli edifici civili la protezione impiantistica fondamentale consiste nel realizzare un impianto di messa a terra chiamato più semplicemente “**impianto di terra**”.

In teoria collegare una massa a terra vuol dire stabilire un collegamento tra le parti metalliche degli impianti o degli utilizzatori (masse), che possono andare in tensione, e il terreno a potenziale zero.

In pratica, collegare una massa a terra vuol dire collegarla ad un dispersore cioè ad un elemento metallico in contatto elettrico con il terreno.

Questo collegamento ha lo scopo, in caso di guasto, di impedire che tali masse assumano potenziali verso terra pericolosi per le persone che ne vengono a contatto.



Impianto di terra deve:

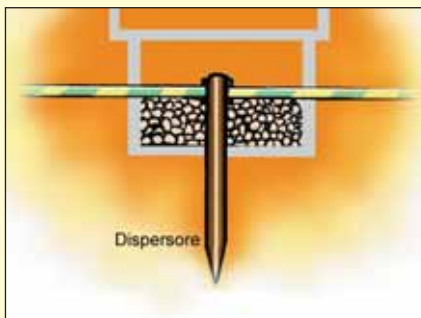
- Disperdere facilmente nel terreno le correnti elettriche che si manifestano in caso di guasto in modo da abbassare il più possibile i valori delle tensioni di contatto (legato alla condizione e conformazione del terreno).
- Essere coordinato con i dispositivi di interruzione automatica dell'alimentazione elettrica (interruttori automatici magnetotermici differenziali).





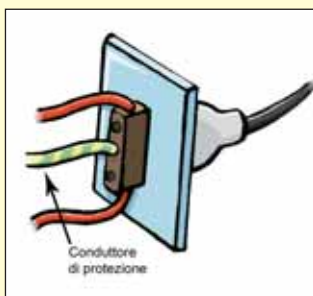
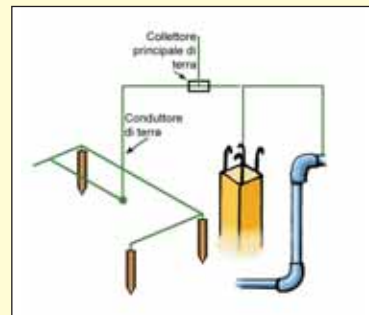
La Norma CEI 64-8 definisce gli elementi e le caratteristiche dell'impianto di terra:

- **Terra** = Il terreno come conduttore il cui potenziale elettrico in ogni punto è convenzionalmente considerato uguale a zero.
- **Resistenza di terra** = Resistenza tra il collettore principale di terra e la terra.
- **Tensione di contatto** = Tensione che si stabilisce fra parti simultaneamente accessibili in caso di guasto dell'isolamento.
- **Corrente di guasto** = Corrente che si stabilisce a seguito di un cedimento dell'isolamento o quando l'isolamento è cortocircuitato.



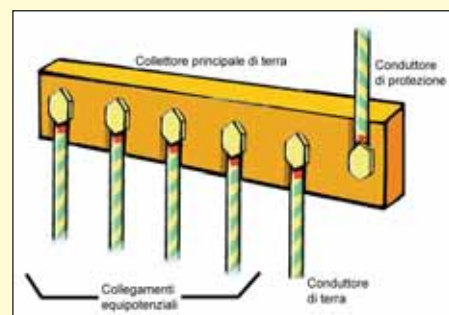
Dispersore = Corpo conduttore in contatto elettrico con il terreno e che realizza un collegamento elettrico con la terra.

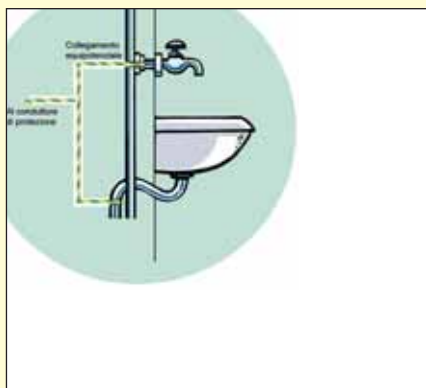
Conduttore di terra = Conduttore di protezione che collega il collettore principale di terra al dispersore o ai dispersori.



Conduttore di protezione = Conduttore che collega al conduttore di terra le masse metalliche degli apparecchi elettrici che possono essere toccate.

Collettore o nodo principale di terra = Elemento previsto per il collegamento al dispersore dei conduttori di protezione, inclusi i conduttori equipotenziali e di terra.





Conduttori equipotenziali = Collegamento elettrico che collega diverse masse estranee al medesimo potenziale.

La Legge 46/90

La legge del 5 marzo 1990 n. 46 denominata **“Norme per la sicurezza degli impianti”**:

si applica a:

- impianti elettrici;
- impianti radiotelevisivi ed elettronici;
- impianto di riscaldamento e di climatizzazione;
- impianti idrosanitari;
- impianti per il trasporto e l'utilizzazione del gas;
- impianti per il sollevamento per persone o cose;
- impianti di protezione antincendio, compresi i sistemi di rilevamento di gas, fumo e incendio;
- gruppi elettrogeni in quanto impianto di produzione dell'energia.

non si applica a:

- impianti elettrici completamente all'aperto e non derivati da altri impianti posti all'interno degli edifici;
- impianti a bordo macchina o facenti parte di sistemi di processo produttivo;
- apparecchi di illuminazione, in quanto elementi utilizzatori.

Obblighi e Responsabilità

Proprietari e committenti risultano destinatari di specifiche ed esplicite responsabilità e altrettanto specifici obblighi, venendo meno incorrono nelle sanzioni previste dalla 46/90.





In particolare devono:

- affidare i lavori di installazione, trasformazione, ampliamento e manutenzione degli impianti ad imprese abilitate;
- far redigere il progetto a professionisti iscritti nell'albo di competenza;
- depositare il progetto, presso gli organi competenti al rilascio di licenze d'impianto;
- adeguare gli impianti preesistenti ai livelli minimi di sicurezza prescritti dalla legge entro i termini previsti;
- conservare la documentazione e consegnarla all'avente causa in caso di trasferimento dell'immobile;
- apposizione di un cartello che, durante le fasi di costruzione indichi: gli estremi della concessione edilizia, nome dell'installatore dell'impianto, nome del progettista.

Dichiarazione di conformità

È il documento in cui l'installatore dichiara sotto la propria responsabilità che l'impianto da lui eseguito è conforme alla regola dell'arte, avendo in particolare:

- rispettato il progetto (per gli impianti con l'obbligo di progetto);
- seguito la normativa tecnica applicabile all'impiego;
- installato componenti e materiali costruiti a regola d'arte e adatti al luogo di installazione;
- controllato l'impianto ai fini della sicurezza e della funzionalità con esito positivo, avendo eseguito le verifiche richieste dalle norme e dalle disposizioni di legge.

Costruzione a Regola d'Arte

Per la costruzione a Regola d'Arte degli "utilizzatori elettrici" sono necessari:

- CE = la marcatura indica che il prodotto soddisfa a tutte le direttive da cui è disciplinato.
- IMQ o Laboratori notificati = marchio di certificazione di conformità del prodotto alle norme tecniche.
- Dichiarazione del costruttore.

Marcatura **g**

Marchio **k**





Norme e disposizioni per il settore elettrico

Disposizioni legislative

- **DPR n. 547/1955:** “Norme per la prevenzione degli infortuni”.
- **Legge n. 186/1968:** “Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici”.
- **Legge n. 46/90:** “Norme per la sicurezza degli impianti”.
- **DPR n. 447/91:** “Regolamento di attuazione della legge 46/90”.
- **DPR n. 462/01:** “Omologazioni e verifiche periodiche degli impianti”.



Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano)

- | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|
| • Norma CEI 64-8 | • Norma CEI 11-8 |
| • Norma CEI 64-2/64-2A | • Norma CEI 81-1 |
| • Norme CENELEC
(in campo europeo) | • Norme IEC
(extraeuropeo) |

Alcune norme comportamentali

Per evitare che gli impianti e gli apparecchi elettrici possano essere causa di situazioni pericolose e di incendi, è necessario adottare le seguenti norme di comportamento:

evitare l'utilizzo di prese a spina multiple; di norma, ad ogni presa deve essere collegata una sola spina;

non sovraccaricare le prese di corrente con troppi utilizzatori utilizzando spine multiple;



evitare l'uso di prolunghe che, oltre a rappresentare un pericolo di inciampo, va vietato per macchine o attrezzature con potenza superiore a 1000Watt;

evitare nell'uso di apparecchi elettrici mobili o portatili che i cavi di alimentazione siano soggetti a danneggiamenti meccanici.





evitare l'uso di stufe elettriche poiché oltre a sovraccaricare gli impianti possono essere causa di incendio;

non depositare nelle vicinanze degli apparecchi sostanze suscettibili di infiammarsi;

non usare acqua per spegnere incendi di origine elettrica, poiché l'acqua è un conduttore di elettricità;

non nascondere o coprire con suppellettili i comandi o i quadri elettrici per consentire un pronto intervento in caso di guasto;

non intervenire in caso di guasto improvvisandosi elettricisti.

Segnalare tempestivamente al servizio di manutenzione i seguenti problemi:

- conduttori elettrici il cui rivestimento isolante è danneggiato;
- involucri di apparecchiature elettriche (quadri e quadretti, scatole di derivazione, ecc.) che risultano aperti o facilmente apribili senza l'uso di attrezzi;
- conduttori elettrici soggetti a danneggiamenti meccanici: calpestabili, passanti attraverso gli stipiti delle porte, ecc.;
- apparecchiature elettriche che scaldano in modo anomalo;
- insufficiente numero di prese a spina;
- necessità di interventi di riparazione di qualunque tipo.

