



## PIANESAT

# LE VERIFICHE AGLI IMPIANTI DI TERRA

30 May 2011

### Generalità

Gli impianti di terra servono per garantire la sicurezza delle persone dai rischi di elettrocuzione, ed è perciò indispensabile eseguirne la manutenzione ed il **controllo periodico**. Nel seguito dopo un richiamo agli aspetti teorici di rilievo, saranno esaminati gli aspetti operativi e gli adempimenti formali, che la legge impone. Per chiarire compiutamente gli aspetti operativi è infatti necessario premettere sinteticamente, come l'impianto di terra è fatto, come funziona, e quali sono i **criteri di sicurezza** da soddisfare.

### Principio di funzionamento

Gli impianti di terra collegano le carcasse metalliche degli apparecchi utilizzatori elettrici, così dette **“masse”**, ad un **dispersore** di terra, costituito da una rete di conduttori interrati ed interconnessi di diversa natura: picchetti, corda o piattina orizzontale, dispersori verticali profondi, o anche parti metalliche dell'edificio quali ad esempio le barre del cemento armato di fondazione, etc. E' bene inoltre ricordare che la terra presenta la particolare proprietà di poter ricevere un numero infinito di cariche elettriche senza che vari il suo potenziale, almeno in zone sufficientemente lontane dall'impianto disperdente, perciò è anche assunta come riferimento con potenziale pari a zero. In caso di rottura dell'isolamento degli apparecchi utilizzatori, l'impianto di terra trasferisce al terreno le cariche elettriche che si vengono a trovare sulle carcasse metalliche di questi, evitando che si creino potenziali pericolosi nelle parti accessibili alle persone.

Dunque il primo aspetto fondamentale delle verifiche è accertare che esista la continuità elettrica tra le masse e la terra, senza interruzioni accidentali che vanificherebbero la funzione dell'impianto.

Il secondo aspetto fondamentale delle verifiche è accertare che la resistenza del sistema disperdente abbia un valore sufficientemente basso da non introdurre, durante il funzionamento attivo, potenziali pericolosi per le persone. Sul primo aspetto non c'è molto da aggiungere sul piano teorico, mentre per il secondo è necessario qualche approfondimento.

Si è appena visto che l'impianto di terra interviene solo in caso di guasto su un utilizzatore ed in tale circostanza conduce corrente tra la massa e la terra,

introducendo perciò un potenziale elettrico sulla massa pari al prodotto della corrente di guasto per la resistenza di terra. In simboli:

$$V_t = I_g \times R_t$$

con  $V_t$  = potenziale di terra,  
 $I_g$  = corrente di guasto,  
 $R_t$  = resistenza di terra.

Se si assicura che il potenziale di terra risulta contenuto entro valori non pericolosi, si garantisce la sicurezza delle persone. Si ricorda inoltre che il potenziale di terra esprime la differenza di potenziale che può esistere tra un apparecchio utilizzatore a seguito di un guasto a terra e punti sufficientemente distanti dell'impianto disperdente, cioè a potenziale zero, e rappresenta il valore massimo del potenziale a cui una persona, che accidentalmente toccasse una massa, può trovarsi esposta. In realtà una analisi più approfondita evidenzierrebbe che il potenziale di contatto a cui una persona si può trovare soggetta è sempre inferiore alla tensione totale di terra. Quindi la verifica basata sul potenziale di terra costituisce una condizione sufficiente di sicurezza, applicabile ed utile in svariate situazioni, sia in bassa che in media tensione. Quando la precedente relazione non consentisse di concludere a favore della sicurezza, ossia nei casi più complessi, si deve procedere alle misure delle tensioni di passo e di contatto che rappresentano le tensioni effettive a cui una persona può trovarsi esposta e controllare che queste ultime siano inferiori ai valori ammissibili.

Ritornando ora ai casi più frequenti, quelli in cui è sufficiente controllare la tensione totale di terra, si osserva che per calcolare questa ultima grandezza si deve conoscere la resistenza di terra, e si pone quindi il problema della effettiva verifica del suo valore, quindi della misura.

Infatti il valore della corrente di guasto per sistemi in bassa tensione con terra indipendente (sistema TT) è la corrente differenziale nominale dell'interruttore generale posto a protezione dell'impianto, generalmente 300 mA o 1 A. La resistenza di terra deve essere in questi casi non superiore a qualche decina di ohm, meglio se inferiore a 20  $\Omega$ .

Nel caso invece di terra in comune con quella della cabina elettrica (sistemi TN), il valore della resistenza di terra è quasi sempre inferiore all' ohm, mentre la corrente di guasto dipende dal lato media tensione ed è fornita dall'ente distributore che gestisce la rete di media tensione. L'ente distributore deve comunicare inoltre il tempo necessario per l'intervento delle protezioni che tolgono la corrente in media tensione ed eliminano così il guasto. La tensione totale di terra, in relazione al tempo massimo in cui può permanere, va quindi confrontata con la tabella dei potenziali ammissibili fornita dalle norme e stabilita in sede internazionale.

In definitiva per una corretta verifica si procede in un gran numero di casi:

- alle verifiche visive e strumentali per accertare la continuità della terra,
- alla misura della resistenza di terra.

### **Verifiche: aspetti operativi**

Si considerano nel seguito, salvo diversa segnalazione i casi più comuni sia in bassa che in media tensione, tralasciando cioè le verifiche basate sulle misure delle tensioni di passo e di contatto.

La verifica della continuità delle terre deve essere condotta attraverso:

- verifica visiva di tutte le parti ispezionabili,
- verifica strumentale di continuità tra ogni utilizzatore e l'impianto disperdente,
- verifica del corretto collegamento delle tubazioni metalliche, e più in generale delle masse estranee
- verifica dei collegamenti equipotenziali supplementari, ove prescritti, congiuntamente alla verifica della corretta esecuzione dell'impianto elettrico.

La verifica visiva deve essere eseguita in modo scrupoloso e successivamente va confermata con la misura strumentale di continuità elettrica. Lo strumento va allacciato ad ogni punto di utilizzo, presa elettrica, scatola di consegna della terra, elettrodomestico, apparecchio elettrico, lampadario con parti metalliche etc e va verificata la continuità del conduttore di protezione. I collegamenti delle masse estranee che riguardano tutte le tubazioni metalliche in ingresso nell'edificio e che possono introdurre potenziali esterni pericolosi, vanno controllati, parimenti a quelli delle masse. Non vengono generalmente allacciate all'impianto di terra e non vanno quindi verificate le parti metalliche di modesta estensione distanti dagli impianti elettrici, quali ad esempio le inferriate o gli infissi. I collegamenti equipotenziali supplementari sono collegamenti di terra aggiuntivi, per la tutela delle persone in particolari situazioni, quale ad esempio nei locali da bagno in cui l'impianto di terra va coordinato con l'impianto elettrico mediante l'uso di differenziali ad alta sensibilità ed il rispetto di opportune distanze di sicurezza.

La misura della resistenza di terra si presenta differente a seconda del tipo di impianto, se relativo ad un sistema in bassa tensione con terra indipendente (sistema TT), ovvero se l'utilizzatore è proprietario della cabina elettrica MT/BT (sistema TN, cioè con terra della cabina in comune con quella dell'utilizzatore).

Nei sistemi TT, la misura è estremamente semplice, può essere eseguita, con apposito strumento da presa a spina, ovvero collegando gli spinotti dello strumento sul neutro e sul conduttore di protezione in un qualunque punto dell'impianto.

Nel caso dei sistemi TN, il procedimento è più complesso, può essere utilizzato il metodo così detto a "tre fili", consigliabile sul piano teorico o quello "a due fili", meno preciso ma operativamente, almeno in alcuni casi, più semplice.

Il metodo a tre fili, più correttamente chiamato misura voltamperometrica della

resistenza di terra, si esegue collegando lo strumento di misura con tre fili conduttori, rispettivamente: al collettore di terra, alla sonda amperometrica e alla sonda voltmetrica. Le due sonde, sono dei picchetti ausiliari, in dotazione allo strumento di misura, che vanno piantate nel terreno ad una certa distanza dal collettore di terra e precisamente:

- per la sonda amperometrica si raccomanda almeno 5 volte la massima distanza diagonale esistente tra i picchetti dell'impianto disperdente,
- per la sonda voltmetrica la distanza va cercata per tentativi ed è poco più della metà del segmento congiungente lo strumento con la sonda amperometrica.

E' importante che le due sonde e lo strumento siano in linea retta.

Nella figura sottostante [1] si evidenzia lo schema di collegamento dello strumento, inoltre si individua l'andamento tipico del potenziale del terreno che si genera tra l'impianto disperdente e la sonda amperometrica. Lo strumento infatti invia un segnale di corrente attraverso l'impianto disperdente e lo raccoglie attraverso la sonda amperometrica: ne risulta un andamento tipico del potenziale con un punto di flesso, corrispondente al punto del terreno in cui il campo elettrico è minimo ed il potenziale inverte il suo segno.

Per l'esecuzione della misura si sposta la sonda voltmetrica, dai punti più vicini alla sonda amperometrica in successione verso il collettore di terra, in modo da ricostruire la curva di potenziale del terreno. Lo strumento fornisce di volta in volta dei valori di resistenza in Ohm, rapporto tra la tensione misurata sulla sonda voltmetrica e la corrente registrata dalla sonda amperometrica. Il valore cercato della resistenza di terra è quello misurato in corrispondenza al punto di flesso della curva di potenziale.

La misura presenta diverse difficoltà operative, costituite dagli ostacoli presenti in ambienti fortemente urbanizzati e dalla difficoltà di trovare spazi di terreno dove piantare i dispersori ausiliari. Si richiede inoltre di piantare le sonde a distanze anche di diverse centinaia di metri dall'impianto disperdente per una misura affidabile.

Il metodo a "due fili", è un metodo che sfrutta l'esistenza di una terra vicina, di cui si conosce il valore della resistenza di terra, o della quale si possa ritenere trascurabile la resistenza di terra, caso che ricorre quando si assume come terra secondaria una lunga tubazione interrata in acciaio dell'acqua. Nel metodo a due fili lo strumento viene collegato con il collettore di terra e con la terra ausiliaria nota. La misura fornita dallo strumento è la somma delle resistenze di terra del sistema in esame e della terra ausiliaria. La maggiore semplicità del metodo a due fili è bilanciata dalla minore precisione quando non si conosce il valore della terra ausiliaria. In pratica la misura così ottenuta è comunque cautelativa e quindi è a volte preferita in aree urbane rispetto all'altro metodo di cui si è parlato.

## Gli adempimenti legali

Il proprietario dell'impianto di terra, in luoghi dove siano impiegati lavoratori, deve provvedere ad eseguire le verifiche periodiche dell'impianto di terra secondo le modalità fissate dal DPR 462/2001. In particolare le verifiche devono essere effettuate dall'ASL o dall'ARPA competenti sul territorio, o dagli altri organismi privati autorizzati dal Ministero delle attività produttive. La periodicità delle verifiche è quinquennale, o biennale per alcuni luoghi soggetti a rischi specifici: i cantieri, i locali adibiti ad uso medico e gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio.

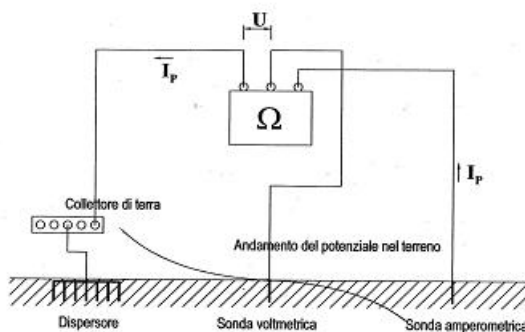
L'organismo che ha eseguito la verifica rilascia un verbale al proprietario dell'impianto che ha l'obbligo di conservarlo ed esibirlo ad eventuali richieste dell'autorità di vigilanza.

In fase di prima messa in esercizio di un impianto di terra l'installatore rilascia la dichiarazione di conformità, completa dei dati tecnici e del valore misurato della resistenza di terra, e tale dichiarazione costituisce l'omologazione e l'autorizzazione alla messa in esercizio dell'impianto. Il datore di lavoro trasmette copia della dichiarazione di conformità all'ASL o all'ARPA territorialmente competenti e all'ISPESL entro un mese dalla messa in esercizio.

I controlli ispettivi, siano essi controlli di primo impianto o successivi, vengono effettuati a campione dall'ISPESL.

Il decreto inoltre individua le "verifiche straordinarie", da richiedere all'ente autorizzato nel caso di modifiche importanti sull'impianto esistente o nel caso di esito negativo di una visita periodica.

L'aspetto documentale riveste in generale una certa importanza, come per tutta l'impiantistica, non solo per un ovvio discorso legale di attestazione di sicurezza e buon funzionamento ma perché consente al professionista di conoscere rapidamente tutti i parametri tecnici, che non sempre è possibile riscontrare o vedere direttamente o misurare senza causare fuori servizi fastidiosi per l'utenza.



Misura della resistenza di terra.jpg

[1] La figura è tratta da:

- **Attilio Pianese “Impianti tecnici in edilizia” - Dario Flaccovio editore. Palermo 2009.**

Estratto da "<http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Pianesat:le-verifiche-agli-impianti-di-terra>"