

SPECIFICA TECNICA PER L'ESECUZIONE DELLA MISURA DELLA RESISTENZA DI TERRA ED IL RILIEVO DELLE TCP IN IMPIANTI ELETTRICI ALIMENTATI CON TENSIONE OLTRE I 1000 V.**1. OGGETTO DEL SERVIZIO**

La verifica della messa a terra dell'impianto elettrico ottempera agli specifici obblighi del Datore di Lavoro previsti dal Decreto del Presidente della Repubblica n. 462 del 22 Ottobre 2001.

La verifica ha lo scopo di accertare che la protezione dei lavoratori contro i contatti indiretti sia garantita e permanga nel tempo in funzione delle caratteristiche dell'impianto e del suo grado di manutenzione.

Su sistemi alimentati in Media e Alta tensione, in cui la trasformazione della tensione per gli utilizzatori viene effettuata dall'Utente, il pericolo di contatto indiretto può derivare da due situazioni di guasto:

- a) Guasto a terra sul sistema di alimentazione in media o alta tensione
- b) Guasto a terra sulla distribuzione in bassa tensione verso gli utilizzatori finali

Il presente documento approfondisce le metodologie di esecuzione della verifica della protezione per un guasto di cui alla lettera a.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

- ✓ **D.Lgs. 81/08** "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".
- ✓ **D.P.R. 462/01** "Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi".
- ✓ **CEI EN 61936** "Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata"
- ✓ **CEI EN 50522** "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a."
- ✓ **CEI 64-8** "Impianti elettrici con tensione non superiore a 1 kV in corrente alternata"
- ✓ **CEI 0-14** "Guida all'applicazione del DPR 462/01".
- ✓ **CEI 64-14** "Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori"
- ✓ **CEI 11-27** "Lavori su impianti elettrici"

3. ESECUZIONE DEL SERVIZIO

In caso di guasto su un sistema di alimentazione in media o alta tensione, le protezioni che sono chiamate a intervenire sono quelle dell'Ente distributore di energia elettrica. E' necessario pertanto conoscere la corrente di guasto monofase a terra che determina l'apertura di tali protezioni e il relativo tempo di eliminazione del guasto; quindi si procede a misurare il valore della resistenza di terra dell'impianto Utente con il metodo voltamperometrico.

Il prodotto della resistenza di terra misurata per la corrente di guasto a terra indicata dal Distributore fornisce il valore della tensione totale di terra U_E ; il tempo di intervento delle protezioni definisce la tensione di contatto limite ammissibile U_{TP} .

Deve essere rispettata la relazione $U_E < U_{TP}$.

In caso tale relazione non sia rispettata è necessario procedere con il rilievo delle tensioni di passo e contatto.

3.1. Misura della resistenza di terra con metodo voltamperometrico

La misura della resistenza di terra con metodo voltamperometrico richiede l'allestimento di un circuito di prova apposito che comprende:

- l'impianto di terra in prova;
- una sorgente di tensione e corrente per l'alimentazione del circuito
- un dispersore ausiliario per l'iniezione della corrente di prova
- una sonda di tensione per il rilievo del potenziale nel terreno
- un sistema di misura diretto (resistenza) o indiretto (tensione e corrente)

La misura voltamperometrica della resistenza di terra può essere eseguita con differenti metodologie.

3.1.1. Dispensori di estensione limitata e impianti alimentati da sistema di II Categoria (MT)

In via preferenziale si procede utilizzando il metodo della caduta di tensione come illustrato nella Norma CEI EN 50522, Allegato L, sezione L.2.2, lettera a.

La misura viene eseguita con lettura diretta mediante strumento multifunzione conforme a CEI EN 61557.

Il circuito di prova viene realizzato infiggendo elementi intenzionali nel terreno con la funzione di dispersore ausiliario e sonda di tensione, ovvero sfruttando elementi naturali idonei allo scopo (soprattutto in ambiente urbano). In ogni caso il collegamento a dispersore ausiliario e sonda di tensione viene eseguito mediante conduttori isolati appositamente stesi.

Tutti gli elementi intenzionali del circuito di prova vengono rimossi al termine della misura.

3.1.2. Impianti alimentati da sistema di III categoria (AT)

La misura viene eseguita utilizzando il metodo dell'iniezione di corrente di valore elevato come illustrato nella Norma CEI EN 50522, Allegato L, sezione L.2.2, lettera c.

In questo caso viene fatta circolare, tra dispersore ausiliario e impianto di terra in prova, una corrente pari a circa 50 A alla frequenze di rete. La sonda di tensione viene spostata in modo da rilevare l'andamento del potenziale nel terreno.

N.B. La circolazione di corrente elevata può comportare la presenza di potenziale pericoloso sulle parti costituenti il circuito di prova, in particolare sul dispersore ausiliario.

In via preferenziale, per aspetti operativi e di sicurezza, il dispersore ausiliario viene realizzato utilizzando il dispersore remoto di cabina primaria o secondaria dell'Ente distributore, utilizzando per il collegamento una linea elettrica preventivamente messa fuori tensione e in sicurezza allo scopo. Il circuito di prova assume lo schema di massima riportato in Figura 1.

La misura viene eseguita con metodo indiretto ossia la resistenza di terra viene ricavata come il rapporto tra la differenza di potenziale misurata nel terreno e la corrente circolante nel circuito di prova.

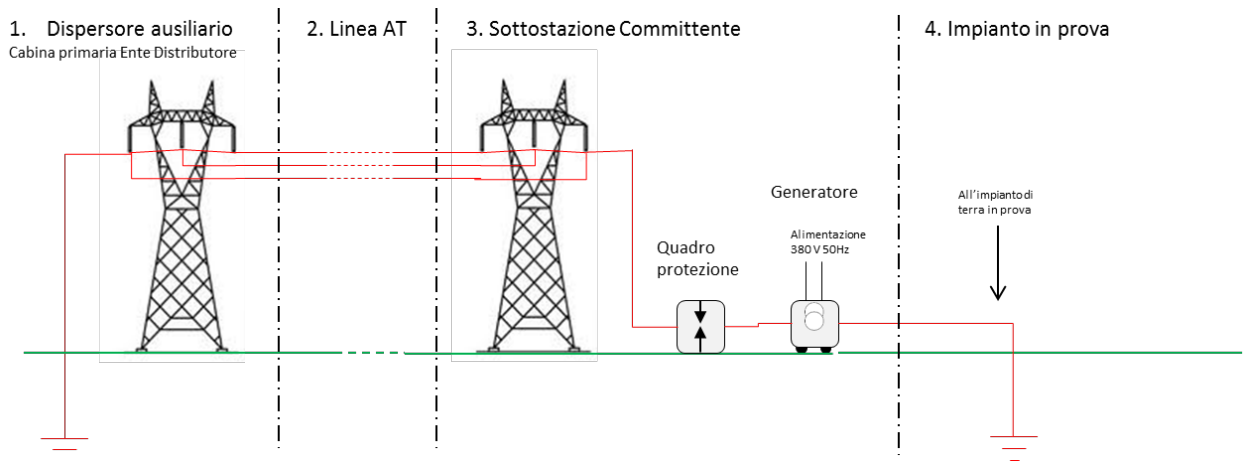


Figura 1 – Schema di massima del circuito di prova per la misura della Re ed il rilievo TCP.

OPZIONE: Se esplicitamente richiesto, per mancanza di disponibilità di linea idonea allo scopo, può essere appositamente realizzato un dispersore ausiliario mediante infissione di elementi intenzionali nel terreno. Il dispersore deve essere composto da un numero di elementi collegati in parallelo che permetta di ottenere una resistenza verso terra sufficientemente bassa da consentire la circolazione di una corrente pari a 50 A. Il collegamento al dispersore deve essere realizzato mediante conduttore in corda di rame isolato di sezione adeguata in relazione alla caduta di tensione, considerando che la circolazione della corrente di prova non è permanente. Il dispersore deve essere posizionato ad una distanza tale da ridurre al minimo l'influenza dell'impianto in prova. La direzione di allontanamento per il posizionamento del dispersore ausiliario viene scelta in funzione della praticabilità del percorso, del rischio derivante dalla presenza del conduttore di collegamento al suolo, dalla disposizione delle linee aeree e delle masse estranee estese entranti e/o uscenti dall'impianto. Il dispersore viene in genere collocato in area difficilmente accessibile a persone ignare del rischio, ma deve in ogni caso essere presidiato per tutta la durata delle prove. La realizzazione del circuito di prova, incluso il materiale, è a carico di Cervino, che espone l'onere aggiuntivo nella relativa proposta economica.

3.2. Rilievo delle tensioni di contatto e di passo (TCP)

Il rilievo delle tensioni di contatto e passo (TCP) è generalmente necessario per gli impianti alimentati da sistema di III Categoria (AT); in caso di mancato coordinamento del valore misurato della resistenza di terra in relazione ai dati di guasto comunicati dal Distributore, esso è obbligatorio anche per impianti MT. Il sistema di prova per i rilievi TCP è identico a quello richiesto per la misura della resistenza di terra con metodo di iniezione di corrente di valore elevato (3.1.1, lettera B), con l'esclusione della sonda di tensione.

La prova consiste nel far circolare corrente tra impianto in prova e dispersore ausiliario e nel misurare la differenza di potenziale che viene a instaurarsi tra masse/masse estranee collegate all'impianto di terra in prova e il terreno, simulando il contatto da parte di un essere umano, o in due punti differenti del terreno, in cui viene simulata la presenza dei piedi di un essere umano.

Il sistema di misura per le tensioni di contatto e di passo, cioè il complesso che simula l'uomo campione, comprende un voltmetro digitale ad alta impedenza, con resistenza di 1000 Ω in parallelo e due sonde configurate a "stampella" con singola superficie di contatto al suolo di 200 cm²; al momento della misura le sonde vengono gravate dal peso del verificatore.

A seconda della complessità e dell'estensione degli impianti viene eseguito un numero di rilievi ritenuto congruo ai fini di accertare la sicurezza per i lavoratori.

I punti in cui eseguire i rilievi vengono selezionati in funzione dei punti critici dell'impianto (perimetro della rete di terra) e anche in funzione della possibilità di trasferimento di potenziali pericolosi.

Le differenze di potenziale misurate tra masse/masse estranee e terreno o tra punti diversi del terreno vengono riportate al valore teorico di tensione di contatto e passo in caso di guasto reale moltiplicandole per il rapporto tra corrente di guasto comunicata dal Distributore e corrente di prova.

I rilievi di TCP possono tipicamente essere affetti da disturbi; i risultati vengono depurati dalle tensioni di disturbo in due modi alternativi:

- a) Metodo di Erbacher: viene usato quando le grandezze di prova e i disturbi sono isofrequenziali, cioè quando il sistema di alimentazione del circuito di prova è alimentato da rete elettrica.
- b) Metodo dei battimenti: viene usato quando le grandezze di prova e i disturbi non sono isofrequenziali, cioè quando il sistema di alimentazione del circuito di prova è alimentato da sorgente diversa dalla rete elettrica (gruppo elettrogeno o equivalente)

3.3. Personale

Cervino opera impiegando personale di comprovata esperienza e con specifica competenza nel settore della sicurezza elettrica.

Per l'attività di cui ai punti 3.1.2 e 3.2 Cervino organizza squadre di almeno due verificatori.

3.4. Documentazione tecnica

Per verifiche su impianti complessi, dove si renda necessaria la misura della resistenza di terra col metodo dell'iniezione di corrente di valore elevato (3.1.2) o il rilievo delle TCP, oltre i normali rapporti di verifica, Cervino rilascia al Cliente relazioni tecniche specifiche e rapporti di prova in cui vengono dettagliati i risultati ottenuti e le metodologie impiegate.

4. DOCUMENTAZIONE DI IMPIANTO

Oltre a tutto quanto normalmente previsto per le verifiche su impianti alimentati da sistemi di II e III categoria dovranno essere resi disponibili:

- ✓ Una planimetria generale dell'impianto di terra con il dettaglio del posizionamento dei dispersori;
- ✓ Planimetrie di dettaglio in formato A3 su cui annotare i punti in cui vengono eseguiti i rilievi;
- ✓ Planimetrie in formato dwg o equivalente che serviranno per l'allegato del rapporto di prova

5. SUPPORTO E ASSISTENZA ALLA VERIFICA

Per l'esecuzione delle misure di resistenza di terra con iniezione di corrente di valore elevato e il rilievo delle TCP, il Cliente, oltre a quanto normalmente previsto per le altre verifiche, dovrà garantire al tecnico Verificatore l'assistenza di una squadra di almeno due persone di cui una persona esperta in ambito elettrico per le attività specifiche.