

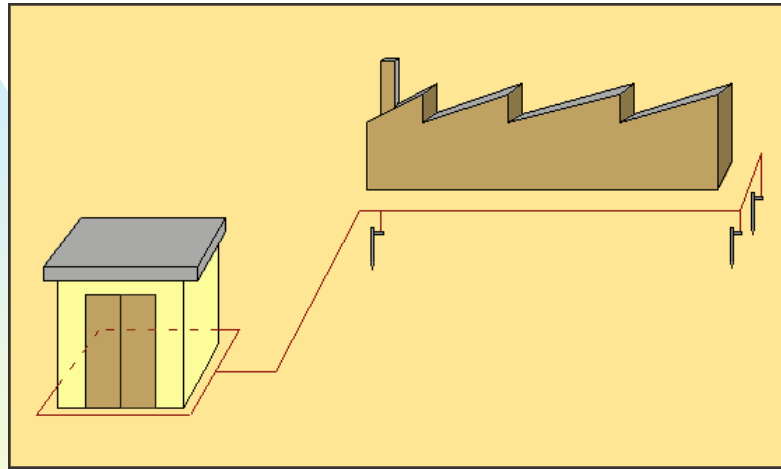
IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra costituisce un mezzo che permette alla corrente di guasto di disperdersi o di richiudersi attraverso il terreno tramite una resistenza di basso valore

IMPIANTO DI TERRA

Sistema limitato localmente costituito da dispersori o da parti metalliche in contatto con il terreno di efficacia pari a quella dei dispersori (per esempio fondazioni di sostegni, armature, schermi metallici di cavi), di conduttori di terra e di conduttori equipotenziali.

ESEMPIO DI IMPIANTO DI TERRA

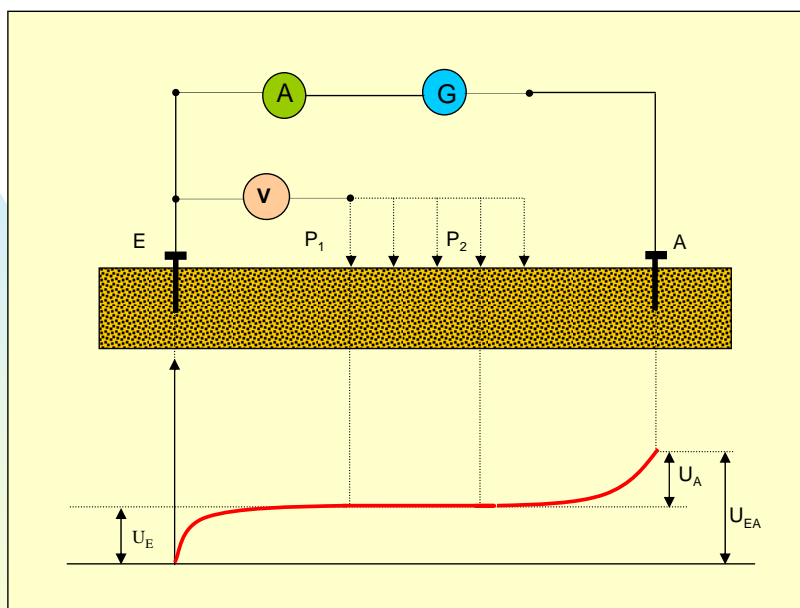


Impianto di terra unico al quale sono collegate la terra di cabina e quella delle masse

RESISTENZA DI TERRA

Resistenza offerta dal terreno tra un dispersore infisso nel terreno ed un punto sufficientemente lontano (a potenziale nullo)

RESISTENZA DI TERRA



Andamento del potenziale nel terreno tra due dispersori collegati ad un generatore di corrente.

ESEMPI DI MISURE DI TERRA

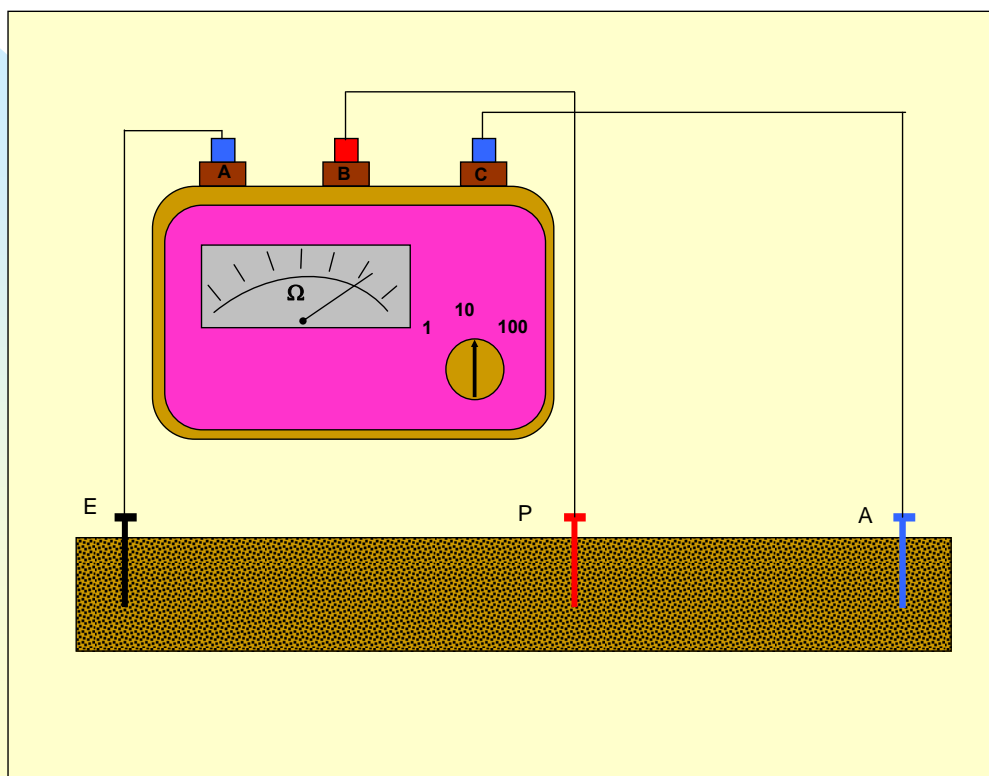
Il metodo di misura è detto della caduta di tensione.
La misura è condotta sulla base di:

Norme CEI 64-8 art.612.6.2

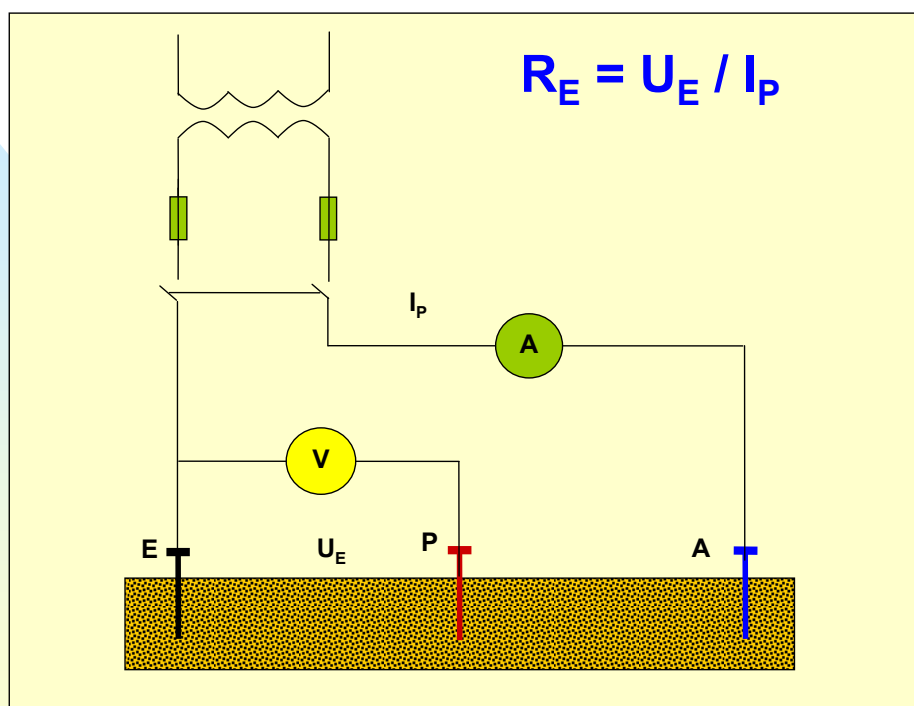
Guida CEI 64-14 art.2.3.2.1

Guida CEI 11-37 art.12.2

STRUMENTO PORTATILE A 3 MORSETTI

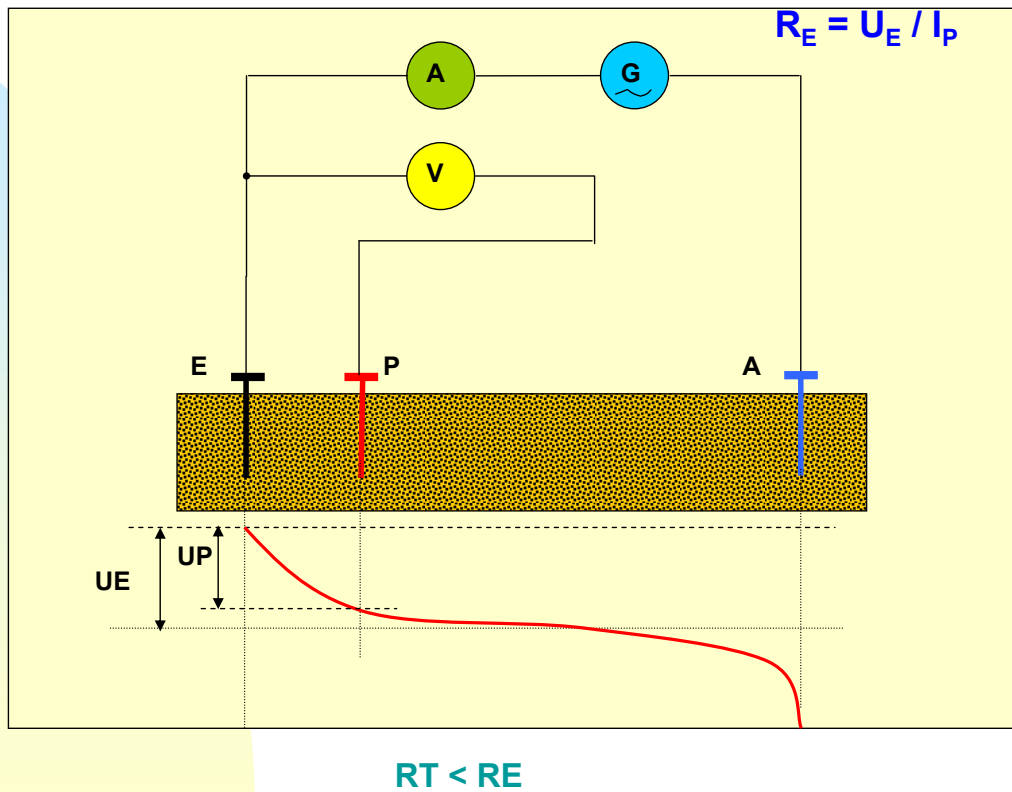


MISURA DELLA RESISTENZA DI TERRA

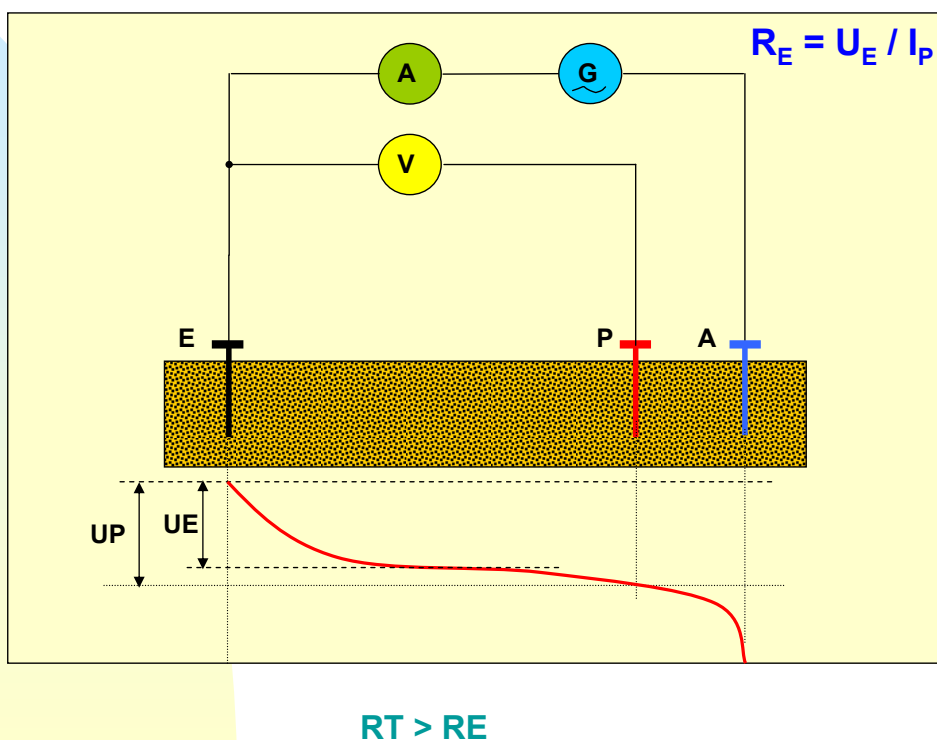


Misura della resistenza di terra col metodo
voltamperometrico

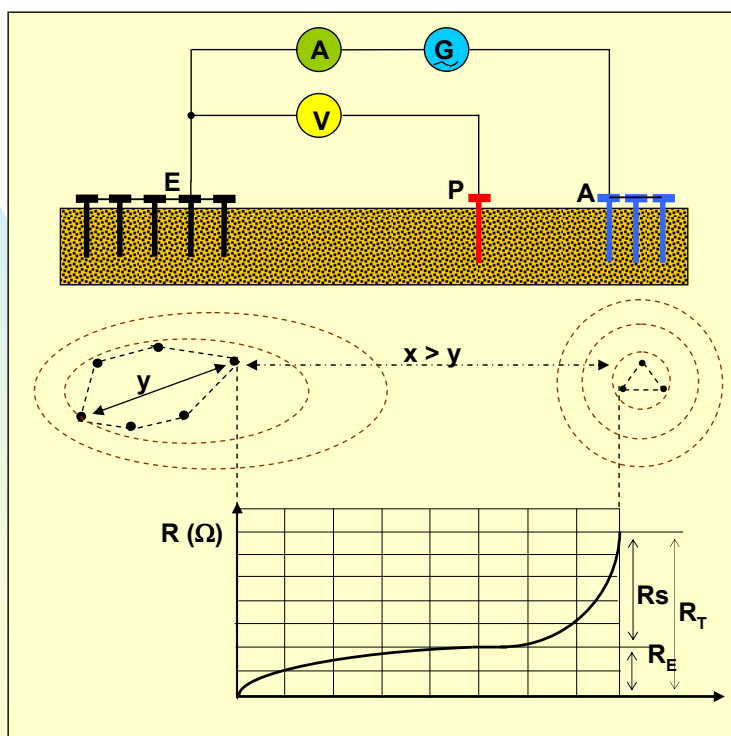
INFLUENZA DELLA POSIZIONE DEI DISPERSORI



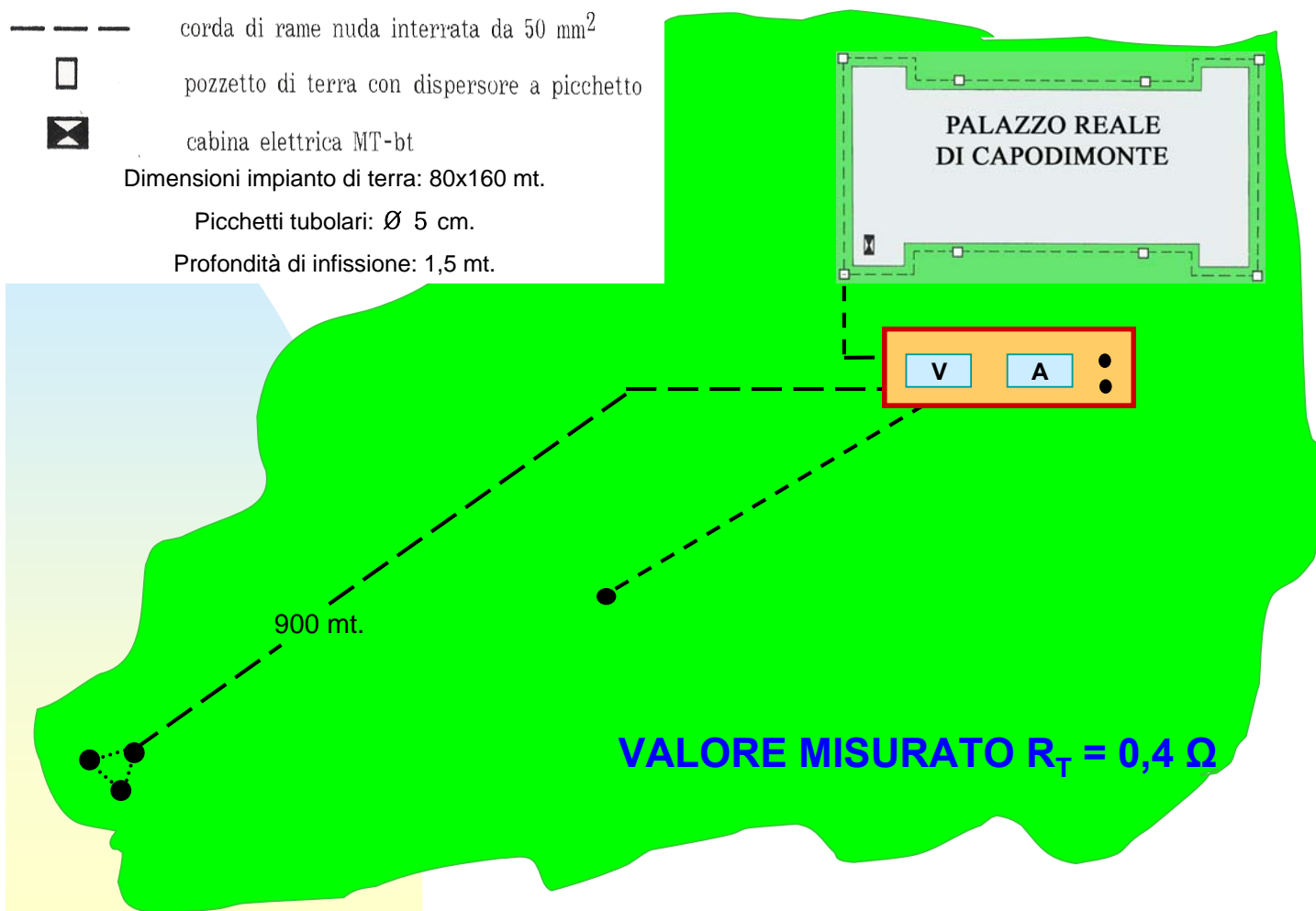
INFLUENZA DELLA POSIZIONE DEI DISPERSORI



INFLUENZA DELLA POSIZIONE DEI DISPERSORI



- corda di rame nuda interrata da 50 mm²
 - pozzetto di terra con dispersore a picchetto
 - ⊠ cabina elettrica MT-bt
- Dimensioni impianto di terra: 80x160 mt.
 Picchetti tubolari: Ø 5 cm.
 Profondità di infissione: 1,5 mt.



MISURA DELLA RESISTENZA DI TERRA

Generalità

In un impianto elettrico, sia di distribuzione da parte dell'ente erogatore dell'energia elettrica (cabina primaria o secondaria) che da parte dell'utente finale, l'impianto di terra costituisce un mezzo che permette alla corrente di guasto di disperdersi o di richiudersi attraverso il terreno, tramite una resistenza di basso valore. Costituendo un elemento importante dell'impianto elettrico dal punto di vista della sicurezza, esso deve essere sottoposto a rilievi strumentali che hanno lo scopo di accettarne l'efficienza e l'effettiva rispondenza alle specifiche del progetto.

L'accertamento dell'efficienza di un impianto di terra consiste, oltre che nel controllare l'utilizzo di materiali idonei e rispondenti alle Norme vigenti, nel verificare il loro buono stato di conservazione ed operare le seguenti misure e verifiche: misura della resistività del terreno, misura della resistenza di terra, misura delle tensioni di passo e di contatto, verifica dell'equipotenzialità delle masse, verifica della pericolosità d'eventuali potenziali trasferiti.

La misura della resistività del terreno è preliminare alla stesura del progetto e la sua conoscenza risulta fondamentale per calcolare in prima approssimazione il valore che dovrebbe assumere la resistenza dell'impianto disperdente. Ad impianto ultimato e nelle normali condizioni d'esercizio, la misura della resistenza di terra consente di determinarne valore, che non deve discostare troppo da quello calcolato in fase di progetto.

Successivamente, durante l'esercizio dell'impianto, vengono effettuate misurazioni a scadenze periodiche della resistenza di terra, come imposto dalla Normativa CEI vigente, per verificare il mantenimento nel tempo delle caratteristiche originali dell'impianto.

La resistenza di terra e i potenziali del terreno

Applicando una differenza di potenziale tra due elettrodi (dispersori) infissi nel terreno, esso si comporta da conduttore elettrico. La resistenza che è offerta dal terreno tra un dispersore infisso e un punto sufficientemente lontano a potenziale nullo è definita *resistenza di terra*. Normalmente si parla di resistenza di terra piuttosto che di impedenza di terra perché si considera prevalente l'effetto ohmico rispetto a quello induttivo, come nella maggioranza dei casi accade; tale semplificazione potrebbe non essere accettabile in presenza di impianti molto estesi e che presentano valori di resistenza minori di 0,1 ohm.

Il valore di questa resistenza, coincidente praticamente con la resistenza di una certa porzione di terreno intorno al dispersore, può essere rilevato con opportune misure.

Con un metodo di misura di resistenza del tipo voltamperometrico possiamo esaminare come varia il potenziale del terreno fra i due dispersori E-A in funzione della distanza (fig.1).

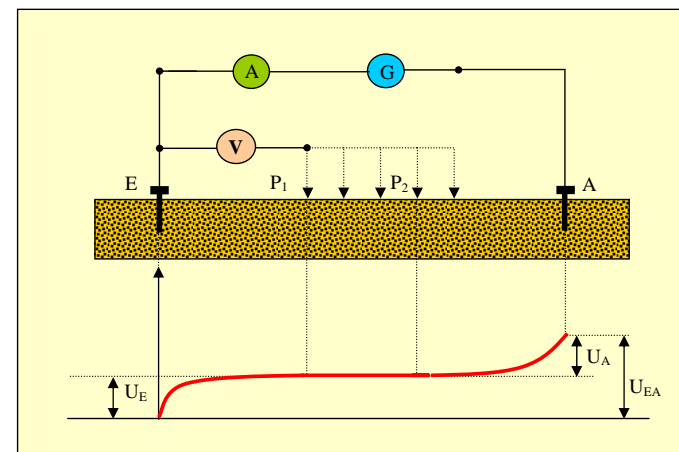


Fig.1 - Andamento del potenziale nel terreno tra due dispersori collegati ad un generatore di corrente.

Spostando l'elettrodo di tensione P dal dispersore E verso il dispersore A posti a debita distanza, lungo la retta che congiunge i due dispersori, le indicazioni fornite dal voltmetro tendono a crescere in modo non lineare fino a raggiungere il punto P₁. Tra il punto P₁ e il punto P₂ la tensione si mantiene costante per riprendere a crescere da P₂ verso A sino a quando l'elettrodo di tensione si congiunge col dispersore ausiliario A. Tale andamento è giustificato dal fatto che la sezione del terreno inteso come "conduttore" attraversato dalla corrente di prova, non è costante in tutti i suoi punti. Il tratto P₁-P₂ risulta a potenziale nullo, ovvero, la resistenza del terreno nello stesso tratto assume valore zero rispetto ai punti E-A, essendo tale tratto fuori dalla zona di reciproca influenza dei dispersori E ed A.

Misura della resistività del terreno

In fase di progettazione di un impianto di terra può essere necessaria la conoscenza della resistività del terreno, al fine di studiare l'architettura più idonea per realizzare l'elemento dispersore.

La resistività del terreno ρ_E si esprime in ohm per metro ($\Omega \cdot m$) e poiché normalmente il terreno non è omogeneo, essa non è uniforme, variando notevolmente in base alla natura del terreno e da luogo a luogo. Incidono sul suo valore e quindi sull'entità della resistenza che lo stesso è in grado di opporre al passaggio degli elettroni la granulosità, la densità e l'umidità del terreno. Essendo spesso il terreno formato da più strati a differente composizione, la resistività può variare anche in modo sostanziale in relazione alla profondità.

Uno dei metodi di misura per conoscere la resistività del terreno più comuni è il metodo di Wenner.

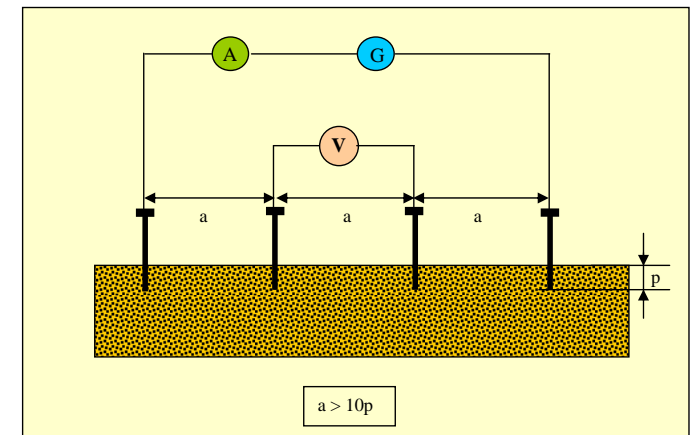


Fig.2 - Circuito di misura della resistività del terreno col metodo dei quattro elettrodi.

Essendo il metodo valido solamente per elettrodi sferici di piccole dimensioni interrati e con connessioni isolate occorre fare in modo che la frazione di elettrodo infissa nel terreno p sia ridotta rispetto alla distanza a fra gli elettrodi ($a > 10p$) in tal modo i dispersori possono essere assimilati a semisfere ottenendo risultati abbastanza attendibili.

Il circuito di misura comprende 4 sonde infisse nel terreno e poste su una stessa linea ad uguale distanza a una dall'altra, ad una stessa profondità p trascurabile rispetto alla distanza a . Le due sonde esterne, dette amperometriche, sono collegate ad un generatore di corrente alternata (per evitare rischi di sovrapposizione di correnti vaganti è consigliabile impiegare un'alimentazione a frequenza diversa da quella di rete), mentre le due interne, dette voltmetriche, sono collegate ad un voltmetro ad elevata impedenza interna.

Indicando con U la tensione misurata col voltmetro tra la coppia di sonde intermedie, I la corrente di prova iniettata nel terreno attraverso la coppia di sonde esterne e con a la distanza tra le sonde, dalla relazione:

$$\rho_E = 2 \pi a U/I$$

si ricava il valore delle resistività del terreno.

Per i motivi di disomogeneità del terreno esposti prima, la resistività varia al variare della distanza fra le sonde ed è quindi consigliabile effettuare più misure variando la distanza a e mantenendo costante la profondità di infissione p .

La serie di risultati forniti dalle misure permette di ottenere dati relativi a profondità diverse di terreno aumentando, all'aumentare della distanza fra gli elettrodi, anche la penetrazione della corrente nel suolo.

La resistività del terreno è data dalla media aritmetica dei valori misurati.

Misura della resistenza di terra

I metodi di misura idonei per la determinazione della resistenza di terra nei sistemi elettrici di I, II e III categoria sono numerosi e le tecniche sono ormai consolidate e in uso da molto tempo. Il metodo e la scelta della strumentazione sono funzioni del tipo di impianto di terra considerato ed in particolare del suo dispersore. Le Norme CEI definiscono, tra le diverse tecniche, quella per dispersori di piccole dimensioni e per dispersori di grandi dimensioni. Quello consigliato è il metodo della caduta di tensione o voltamperometrico e la sua applicazione si distingue per l'utilizzo di:

- strumenti di tipo portatile, autoalimentati a bassa corrente di prova;
- apparecchiature mobili, alimentate dalla rete, che iniettano nel terreno una elevata corrente di prova.

Il limite della misura di resistenza di terra con strumenti di tipo portatile sta nei bassi valori di tensione e di corrente di prova che lo strumento eroga per la misura (da 2 a 50 mA). Ciò comporta che su di essi possano facilmente influire disturbi di varia origine, sia sul circuito di misura allestito che sullo stesso strumento di misura, tali da rendere non estremamente attendibili i risultati della misura.

Il metodo ad "elevata corrente di prova" non espone a questi inconvenienti, in primo luogo perché il disturbo può essere depurato in via analitica, come si vedrà in seguito, poi perché in genere esso assume valori molto piccoli rispetto alla corrente iniettata che generalmente è dell'ordine di qualche ampere.

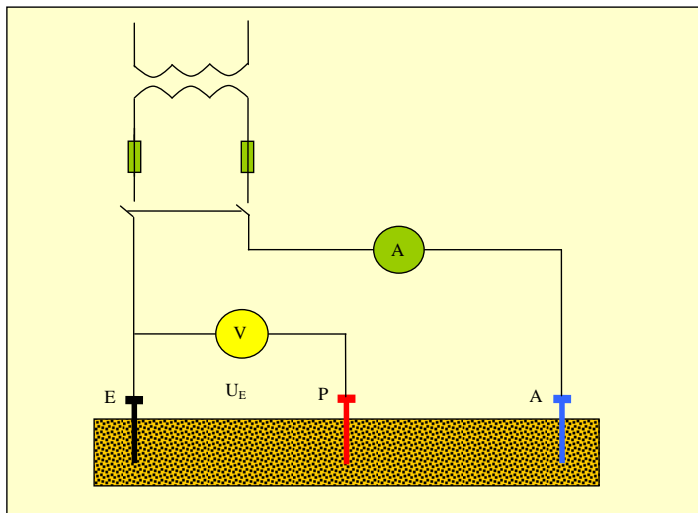


Fig.3 – Misura della resistenza di terra con metodo voltamperometrico.

Il metodo prevede l'utilizzo di un generatore di corrente alternata o di un opportuno trasformatore di sicurezza allacciato alla rete per iniettare la corrente nel terreno attraverso il dispersore in esame E con richiusura del circuito tramite un dispersore ausiliario A (sonda amperometrica). Essendo il terreno un conduttore di natura elettrolitica onde non falsare le misure con forze elettromotrici di tipo elettrolitico o da correnti continue vaganti la corrente continua non viene utilizzata in questo tipo di misure.

Particolare attenzione deve essere posta nel posizionare sia la sonda di corrente A che quella di tensione P, rispetto al dispersore in esame. Il dispersore ausiliario A deve essere posto in un punto del terreno abbastanza lontano rispetto a quello in prova E, in modo che la misura non sia falsata dall'influenza reciproca. Si può ritenere che la zona di influenza dei due dispersori si sia esaurita ad una distanza di circa cinque volte la profondità di infissione in caso di dispersore singolo o cinque volte la massima diagonale o il diametro del cerchio equivalente all'area del dispersore in prova, se si è in presenza di una rete di più dispersori.

L'andamento che assume la curva relativa ai potenziali del terreno in queste condizioni è quello esaminato nei paragrafi precedenti (fig.1).

La sonda di tensione P deve essere conficcata in un punto dove la resistenza può essere considerata trascurabile (punto di "flesso") e il potenziale uguale a zero (zona P₁-P₂ della curva).

Il metodo di misura si completa con l'impiego di un voltmetro ad elevata impedenza interna e di un amperometro. Prima di far circolare corrente nel circuito di misura, occorre verificare che il voltmetro non indichi alcuna tensione dovuta a eventuali correnti di dispersione estranee al circuito di prova (tensione di disturbo) che potrebbero influenzare la misura, e possibilmente eliminarne la causa una volta individuate.

Se il valore della tensione disturbo è uguale o superiore al 20 % di U_E ed è costante durante il tempo necessario alla lettura del voltmetro, si può depurare la misura di U_E dalla tensione di disturbo con il metodo di Erbacher che prevede:

a) la misura della tensione di disturbo U_d in assenza di corrente di prova; b) la misura della tensione U_{E1} facendo circolare una corrente nel circuito di prova tra il dispersore in misura e il dispersore ausiliario con un generatore; c) la misura della tensione U_{E2} facendo circolare una corrente nel circuito di prova tra il dispersore in misura e il dispersore ausiliario dopo aver invertito la polarità del generatore.

Per cui l'effettivo valore di U_E risulta:

$$U_E = \sqrt{\left(\frac{U_{E1}}{2}\right)^2 + \left(\frac{U_{E2}}{2}\right)^2 - U_d^2}$$

Indicando con I la corrente che circola nel circuito durante la prova e applicando la legge di ohm si può calcolare la resistenza di terra:

$$R_E = \frac{U_E}{I}$$

Tale rapporto rappresenta l'effettiva resistenza di terra del dispersore in esame e la misura può essere considerata attendibile solo se la sonda di corrente e quella di tensione sono infisse secondo le indicazioni precedentemente descritte, con particolare attenzione a quella di tensione che va posizionata nella zona di non influenza del dispersore in misura e del dispersore ausiliario di corrente. Per verificarne la corretta posizione, una volta disposta la sonda di corrente A alla distanza prescritta rispetto al dispersore in prova E, ed effettuata una prima misura di U_E con la sonda voltmetrica P in posizione intermedia tra le due, si sposta di alcuni metri la sonda di tensione da e verso il dispersore in prova finché le letture del voltmetro, non subendo più variazioni significative, possono essere considerate affidabili.

Il metodo di misura della resistenza di terra, essendo un metodo di tipo voltamperometrico non riveste particolari difficoltà di misura, ma può comportare difficoltà operative e introdurre incertezze ed errori anche rilevanti.

Possono rientrare nella categoria di errori operativi le difficoltà che si possono riscontrare nell'individuare aree a distanza opportuna, spesso private e diverse da quelle di proprietà, con la mancanza di spazi adeguati ove installare i dispersori ausiliari, che possono portare ad eseguire misure non corrette:

- se i dispersori risultano troppo vicini, le reciproche influenze fanno assumere al dispersore in esame un potenziale che dipende solo da una parte della resistenza di terra e la tensione misurata U_E è solo una parte della effettiva tensione di terra;
- se la sonda voltmetrica non è posizionata nel punto di flesso a potenziale zero ma è troppo vicina al dispersore in prova in un punto a potenziale maggiore di zero il voltmetro misura solo una parte della tensione totale di terra U_E (fig.4);

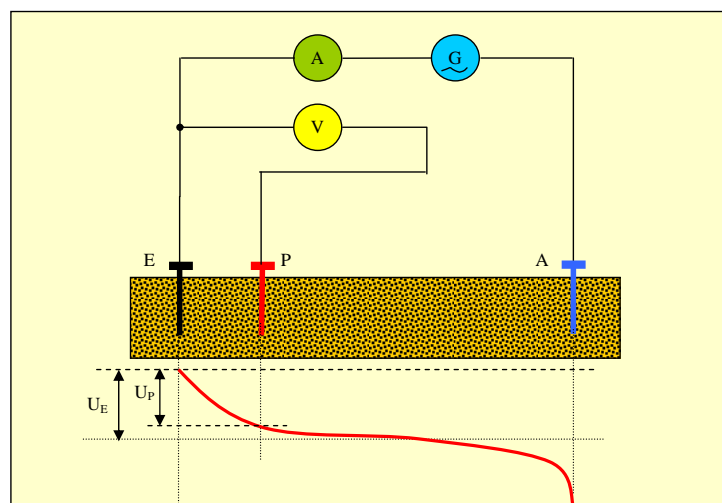


Fig. 4 – Sonda di tensione troppo vicino al dispersore in misura: $U_P < U_E$.
La misura di R_E fornisce un valore errato per difetto.

- se la sonda di tensione, viceversa, è troppo vicina al dispersore ausiliario amperometrico, il voltmetro misura una tensione superiore alla tensione totale di terra U_E (fig.5);

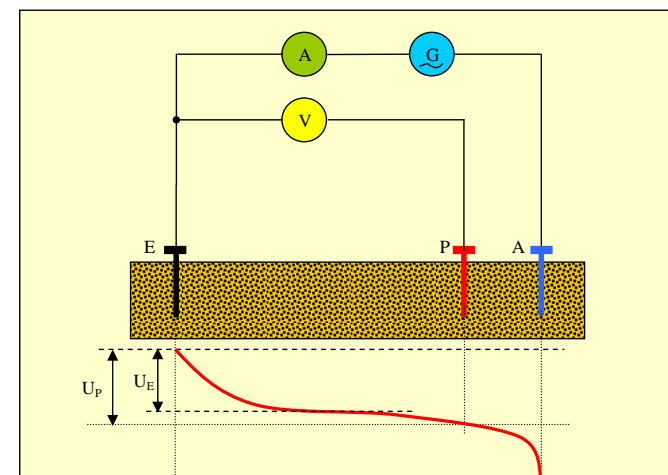


Fig. 5 – Sonda di tensione troppo vicino alla sonda amperometrica: $U_P > U_E$.
La misura di R_E fornisce un valore errato per eccesso.

- poiché durante la misura il dispersore in esame non va scollegato dal resto dell'impianto, occorre tenere presente nella valutazione della resistenza di terra del contributo dei dispersori "di fatto" esterni (tubazioni dell'acquedotto, guaine metalliche dei cavi in MT, ecc.) quando sia ragionevole supporre che l'efficienza dell'impianto in esame dipenda soprattutto da questi e non sono posti sotto il controllo di chi gestisce l'impianto.

Altra difficoltà è nel realizzare un dispersore ausiliario di resistenza appropriata che permetta la circolazione della corrente di prova quando si alimenta in bassa tensione. Per ottenere un valore di resistenza di terra del dispersore ausiliario A piuttosto basso si ricorre a sistemi di 3 o 4 dispersori interconnessi, infissi a debita distanza tra di loro a formare un triangolo o un quadrilatero. Per motivi di sicurezza occorre inoltre presidiare e rendere inaccessibile l'area del dispersore ausiliario, su cui potrebbero stabilirsi tensioni di contatto elevate e pericolose per

le persone, in quanto la maggiore caduta di tensione, all'interno del circuito amperometrico, avviene proprio su tale dispersore.

Nelle aree urbane non sempre può risultare facile il rispetto della distanza minima l'infissione per la sonda di corrente A che, in presenza di una rete di più dispersori, come si è detto deve essere minimo 5 volte la massima diagonale o il diametro del cerchio equivalente all'area del dispersore in prova.

E' possibile, in questi casi, fare ricorso al metodo "voltamperometrico con distanze ridotte" che prevede una distanza della sonda di corrente dal dispersore in esame, comunque, non inferiore alla massima dimensione lineare dell'area impegnata dal dispersore in esame (fig.6).

Particolare attenzione dovrà essere posta nella determinazione del punto di infissione della sonda voltmetrica (punto di flesso), che può essere identificato con una serie di misure di U_P (rilevate facendo circolare nel terreno sempre la stessa corrente) spostando la sonda di tensione da e verso il dispersore in prova finché le letture del voltmetro, non subendo più variazioni significative, possono essere considerate affidabili. Tali misure dovranno consentire la costruzione di una vera e propria curva dei potenziali al variare della distanza di infissione della sonda voltmetrica dal bordo del dispersore in esame, nella quale si evidenzia un punto di flesso che ci permetterà di individuare la zona esente dall'influenza dei potenziali dei dispersori.

Solo se i dispersori sono posizionati al di fuori delle reciproche influenze la misura può ritenersi affidabile.

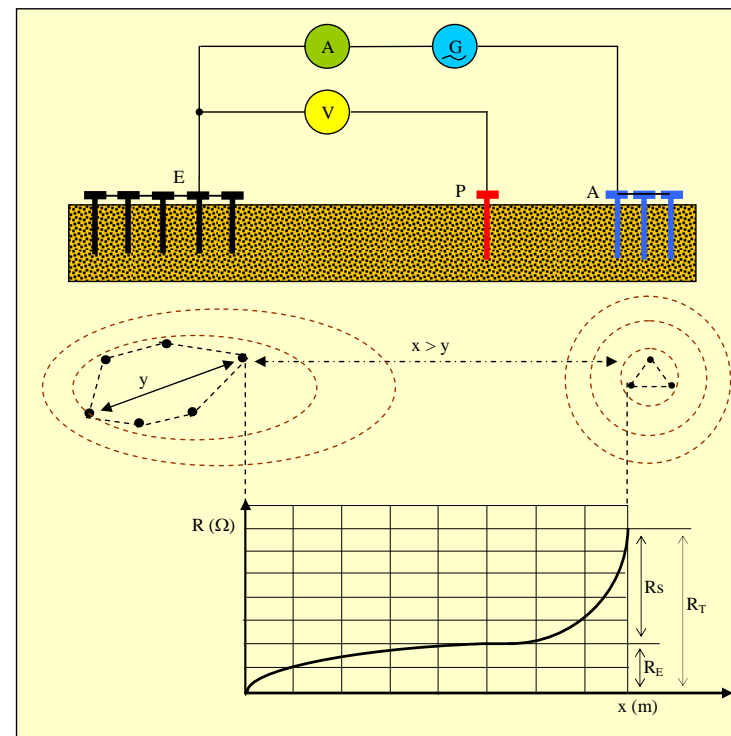


Fig.6 – Misura della resistenza di terra con metodo voltamperometrico a distanze ridotte. Determinazione di R_E in corrispondenza del punto di flesso.

R_T – resistenza totale misurata con sonda di tensione in corrispondenza della sonda di corrente;

R_S – resistenza della sonda di corrente;

R_E – resistenza del dispersore in prova.

La misura di terra può essere effettuata, specialmente in presenza di dispersori singoli o di dispersori di piccole dimensioni anche con strumenti portatili dotati di alimentazione o generatore interni, che forniscono direttamente i valori della resistenza di terra.

Tali strumenti sono assemblati in modo da avere all'interno uno strumento di misura con un proprio generatore di corrente continua a manovella. Per rendere insensibile lo strumento di misura alle correnti di disturbo nel terreno la corrente continua del generatore, prima di essere iniettata, viene convertita in corrente pulsante a frequenza diversa da quella di rete per mezzo di speciali convertitori meccanici a spazzole.

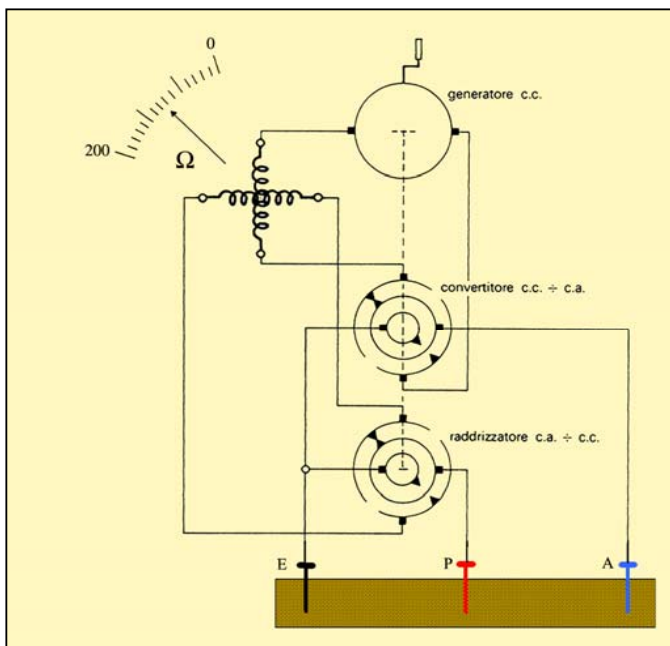


Fig.7 – Schema di principio di un terraohmetro a manovella o tipo Megger.

Questo tipo di apparecchio è conosciuto con il nome di *terraohmetro a manovella* o tipo *Megger* dal nome della casa costruttrice che realizzò tali strumenti con generatore incorporato.

Secondo lo schema di principio illustrato in fig.7, il metodo di misura si può ricondurre a quello voltamperometrico: la misura viene effettuata direttamente da un ohmmetro a bobine incrociate (Ω), nella cui bobina amperometrica viene fatta circolare la corrente iniettata nel terreno tra il dispersore in esame E e la sonda amperometrica A e che viene fatta passare attraverso un convertitore c.c. ÷ c.a.; alla bobina volumetrica, tramite un raddrizzatore c.a. ÷ c.c., è applicata la tensione prelevata ai capi del dispersore in esame E e la sonda volumetrica P, posta a distanza intermedia rispetto alla sonda A.

Altri tipi di misuratori di resistenza di terra, si basano sul metodo potenziometrico, per effettuare la misura. Generalmente hanno 4 morsetti (in modo da poter effettuare anche misure di resistività del terreno) con una tensione alternata di uscita di 160 V ad una frequenza di 150 Hz.

I più recenti strumenti di tipo elettronico, per la determinazione della resistenza di terra hanno, come fonte di alimentazione batterie, a secco o ricaricabili, e sono dotati di un oscillatore all'interno. La tensione di alimentazione di uscita è di qualche decina di volt alla frequenza di 125 Hz.

Lo schema di collegamento di un misuratore a 3 morsetti è quello di figura 8.

In questa configurazione, è da tenere presente, che lo strumento rileva anche la caduta di tensione sul conduttore di collegamento al dispersore in misura E. In presenza di valori di resistenza di terra del dispersore in esame dello stesso ordine di grandezza di quello del conduttore di collegamento, occorre tenerne conto in fase di elaborazione dei dati.

La moderna strumentazione di questo tipo prevede una calibrazione dello strumento, prima di effettuare la misura, che elimina tale incertezza.

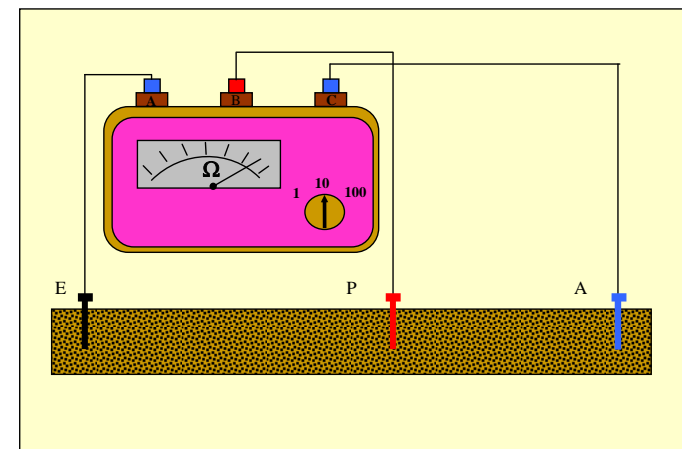


Fig. 8 – Schema di collegamento di strumento portatile a 3 morsetti.

Un misuratore portatile di resistenza di terra a 4 morsetti con relativo schema di inserzione è illustrato in fig.9.

In questo caso la resistenza dei collegamenti alle sonde non influiscono sul risultato della misura della resistenza di terra in esame, in quanto il circuito voltmetrico è indipendente da quello amperometrico.

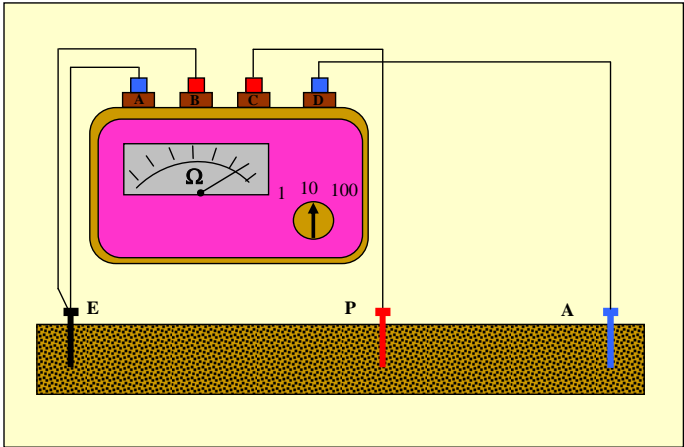


Fig. 9 – Schema di collegamento di strumento portatile a 4 morsetti.

Per l'esecuzione della misura della resistenza di terra le Norme CEI non richiedono particolari condizioni climatiche, è da rilevare l'opportunità di annotare le condizioni ambientali, in particolare riferimento all'umidità del terreno e alla temperatura ambiente. Tali fattori possono, infatti, alterare il valore della resistività del terreno con conseguente variabilità dei risultati di misura.

E' buona norma che queste considerazioni siano indicate nei Rapporti di Prova tra le note ai fini di una valutazione dell'errore operativo e per i criteri di ripetibilità delle misure.

Presentazione dei risultati.

I risultati di ogni misura vengono riportati in Rapporti di Prova opportunamente predisposti. I Rapporti di Prova sono riferiti ad uno specifico strumento e devono includere tutte le informazioni che hanno rilievo per la validità e l'utilizzo dei risultati e tutti i dati richiesti dal metodo usato. Tutte le informazioni devono essere riportate in modo da facilitarne al massimo la comprensione.

A titolo di esempio è riportato di seguito un Rapporto Prova per una misura di terra con metodo voltamperometrico per un dispersore di piccole dimensioni.

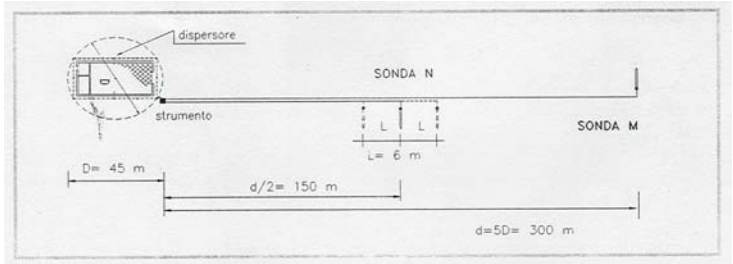
RAPPORTO DI PROVA RELATIVO ALL'IMPIANTO

ditta: _____ comune: _____ sistema: _____

data: _____

Apparecchiatura impiegata:

Denominazione:	Misuratore portatile di resistenza di terra di tipo digitale
Costruttore:	
Modello:	
N° di identificazione:	
Corrente di prova:	[mA]
Portata:	[Ω]
Risoluzione:	[Ω]
Precisione:	



Prova n°	R'E [Ω]
1. $d/2 + L$	
2. $d/2$	
3. $d/2 - L$	
VALORE MEDIO	

Valutazione dell'errore strumentale della misura

Errore strumentale assoluto	[Ω]	
Fascia di valore	[Ω]	
Errore strumentale percentuale	[%]	

Risultato: $R_E = \dots\dots\dots \Omega$

Errore operativo

Elementi che possono influire sulla misura	SI	NO
1. Resistenze di contatto sul dispersore		
2. Tensioni di disturbo nel terreno		
3. Disturbi convogliati dai circuiti di misura		
4. Campi magnetici sullo strumento		
5. Vicinanza di corpi metallici interrati		
NOTE:		

Accettabilità complessiva dell'errore: SI NO

Note Eventuali:

IL TECNICO VERIFICATORE

PRINCIPALI DEFINIZIONI DEI TERMINI UTILIZZATI RELATIVI AGLI IMPIANTI DI TERRA. (Secondo le Norme CEI 64-8 e 11-8)

Impianto di terra: Insieme dei dispersori, conduttori di terra, collettori o nodi di terra e dei conduttori di protezione ed equipotenziali che realizzano la messa a terra.

Dispersore: Corpo conduttore o gruppo di corpi conduttori a contatto con il terreno che realizza un collegamento elettrico con la terra. Può essere costituito da un solo elemento o da più elementi collegati tra loro per mezzo di conduttori interrati isolati o no dal terreno.

Conduttore di terra: Conduttore di protezione che collega il collettore (o nodo) principale di terra al dispersore o collega i dispersori tra loro.

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

Conduttore di protezione (PE): conduttore prescritto per alcune misure di protezione contro i contatti indiretti per il collegamento delle seguenti parti:

- masse;
- masse estranee;
- collettore o nodo principale di terra;
- dispersore;
- punto di terra della sorgente o neutro artificiale.

Conduttore equipotenziale: Conduttore di protezione destinato ad assicurare il collegamento equipotenziale.

Conduttore PEN: Conduttore che svolge sia le funzioni di conduttore di protezione che quelle di conduttore di neutro.

Massa: Parte conduttrice di un componente elettrico che può essere toccata e che non è in tensione in condizioni ordinarie, ma che può andare in tensione in condizioni di guasto.

Massa estranea: Parte conduttrice non facente parte dell'impianto elettrico in grado di introdurre un potenziale, generalmente il potenziale di terra.

Terra: Il terreno, inteso come conduttore, il cui potenziale elettrico in ogni punto è convenzionalmente considerato uguale a zero.

Resistenza di terra: Resistenza tra il collettore o nodo principale di terra e la terra.