



ALBO VENETO  
DEGLI INSTALLATORI  
ELETRICI QUALIFICATI

## Incontro tecnico



**Messa a terra degli impianti  
a tensione superiore a 1 kV  
in c.a. – Norma CEI EN  
50522, 2011-07 (CEI 99-3)**

Relatore  
Gastone Guizzo

Verona, 24 gennaio 2014

1

## Norma EN 50522 (CEI 99-3)

### VALIDITA' DELLE NUOVE NORME

- ✚ La Norma CEI EN 50522 (CEI 99-3) ha validità dall' 1/4/2011 e sostituisce il capitolo 9 e relativi allegati della Norma CEI 11-1, che è rimasta applicabile fino all'1/11/2013;
- ✚ La sua applicazione va fatta congiuntamente con le prescrizioni riportate al capito 10 della Norma CEI EN 61936-1 (CEI 99-2)-Impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c. a.-Parte 1: prescrizioni comuni.

2

## Norma EN 50522 (CEI 99-3)

### SCOPO DELLA NORMA

Fornire, relativamente agli impianti di messa, i criteri per:

- la progettazione
- l'installazione
- la verifica
- la manutenzione.



Al fine di garantire la sicurezza delle persone e l'integrità delle apparecchiature connesse e in prossimità dei sistemi di messa a terra.

3

## Norma EN 50522 (CEI 99-3)

Prescrizioni da considerare per la progettazione di un impianto di terra



- ✚ avere sufficienti resistenza meccanica e alla corrosione;
- ✚ essere in grado di sopportare, da un punto di vista termico, le piu' elevate correnti di guasto prevedibili;
- ✚ evitare danni a componenti elettrici ed a beni;
- ✚ garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano a seguito del funzionamento degli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra

4

## Norma EN 50522 (CEI 99-3)

Parametri da considerare per il dimensionamento



- valore della corrente di guasto a terra;
- durata del guasto a terra;
- caratteristiche del suolo (resistività).

5

## Norma EN 50522 (CEI 99-3)

### CAMPO DI APPLICAZIONE

Si applica ai seguenti impianti elettrici:

- Stazione elettrica (cabina elettrica), incluse quelle per l'alimentazione delle ferrovie;
- Impianti elettrici su montanti, pali e tralicci.  
Apparecchiature e/o trasformatori situati al di fuori di aree elettriche chiuse;
- Uno o più' impianto (i) in un unico sito.  
L'impianto comprende generatori e unità di trasformazione, con tutte le apparecchiature associate e tutti i sistemi elettrici ausiliari. Sono esclusi i collegamenti tra impianti di generazione ubicati in siti diversi;
- L'impianto elettrico di una fabbrica, di uno stabilimento industriale o di altri fabbricati industriali, agricoli, commerciali o di pubblici servizi.

6

## **Norma EN 50522 (CEI 99-3)**

### **PRINCIPALI VARIANTI e/o AGGIUNTE RISPETTO ALLA NORMA CEI 11-1**

- Metodo per la determinazione delle tensioni di contatto ammissibili ( $U_{Tp}$ ), in funzione della durata del guasto ( $t_f$ );
- Tensioni di passo ammissibili;
- Correnti di guasto e tempo di permanenza del guasto, da considerare con riferimento alle sollecitazioni termiche dei dispersori e dei conduttori;
- Durata del guasto a terra ai fini della determinazione della tensione di contatto ammissibile ( $U_{Tp}$ );
- Impianto di terra globale;
- Dimensionamento dell'impianto di terra in relazione alle tensioni di contatto ammissibili;

segue →

7

## **Norma EN 50522 (CEI 99-3)**

### **PRINCIPALI VARIANTI e/o AGGIUNTE RISPETTO ALLA NORMA CEI 11-1**

- Requisiti per la connessione degli impianti BT a quelli AT ai fini della tenuta dei componenti (collegamento a terra del neutro BT);
- Impianto di terra dei posti di trasformazione e/o di sezionamento su palo;
- Misura delle tensioni di contatto;
- Verifiche periodiche.

8

## Norma EN 50522 (CEI 99-3)

### PRINCIPALI DEFINIZIONI

- **tensione totale di terra (EPR),  $U_E$  (punto 3.4.12):** “tensione tra un impianto di terra e la terra di riferimento”;
- **tensione di contatto (effettiva),  $U_T$  (punto 3.4.14):** “tensione tra le parti conduttrici quando vengono toccate simultaneamente”  
“NOTA Il valore della tensione di contatto effettiva può essere influenzata apprezzabilmente dall'impedenza della persona o dell'animale che viene in contatto con dette parti conduttrici.”;
- **tensione di contatto a vuoto  $U_{VT}$  (punto 3.2.15):** “tensione tra parti conduttrici accessibili simultaneamente quando non vengono toccate”;
- **tensione di passo,  $U_S$  (punto 3.4.16):** “tensione tra due punti della superficie del terreno a distanza di 1 m tra loro, distanza che si assume come lunghezza del passo d'una persona ”;

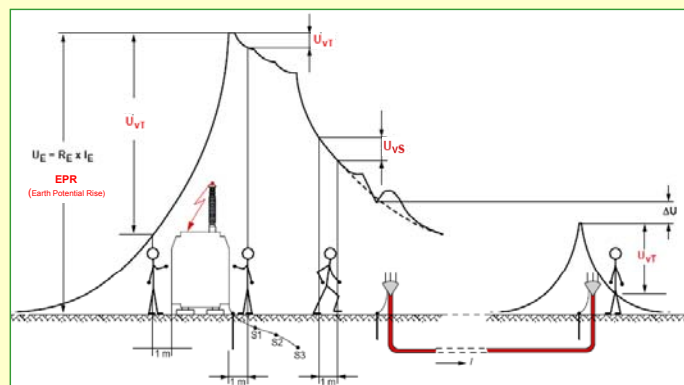
9

segue



## Norma EN 50522 (CEI 99-3)

### TENSIONE DI CONTATTO E DI PASSO: varianti rispetto alla CEI 11-1



10

## Norma EN 50522 (CEI 99-3)

### PRINCIPALI DEFINIZIONI

- **corrente di guasto a terra,  $I_F$  (punto 3.4.28):** "corrente che fluisce dal circuito principale verso terra, o verso parti collegate a terra, nel punto di guasto (punto di guasto a terra)..."

Per reti a:

- neutro isolato: la corrente capacitiva di guasto verso terra
- neutro con messa a terra risonante: la corrente residua di guasto a terra.

- **corrente di terra,  $I_E$  (punto 3.4.29):** "corrente che fluisce verso terra tramite l'impedenza collegata a terra"

La corrente di terra è la parte della corrente di guasto a terra ( $I_F$ ) che determina la tensione totale di terra ( $U_E$ ).

- **fattore di riduzione,  $r$  (punto 3.2.30):** "il fattore di riduzione  $r$  di una linea è il rapporto tra la corrente di terra e la somma delle correnti di sequenza zero nei conduttori di fase del circuito principale ( $r=I_E/3I_0$ ), in un punto lontano dal cortocircuito e dall'impianto di terra di un impianto elettrico"

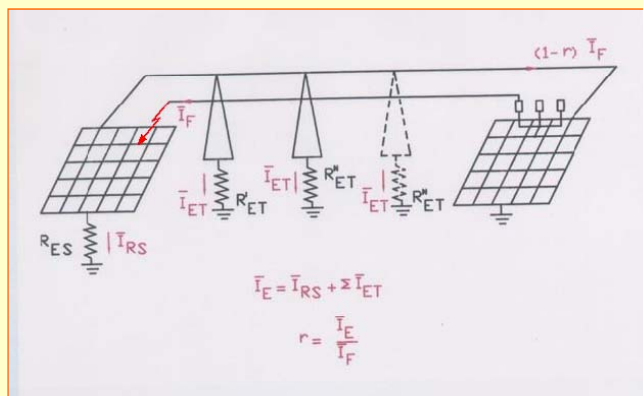
11

segue



## Norma EN 50522 (CEI 99-3)

### ESEMPIO RIPARTIZIONE DELLE CORRENTI RESISTENZE PER GUASTO A TERRA IN UN SISTEMA AT



La Norma CEI 0-16 prevede che il coefficiente  $r$  è pari a 0,7 nel caso di linee in cavo con connessione degli schermi dei cavi MT di almeno tre cabine distributore/utente

12

## Norma EN 50522 (CEI 99-3)

### PRINCIPALI DEFINIZIONI

■ **impianto di terra globale (punto 3.4.19):** "Impianto di terra realizzato con l'interconnessione di più impianti singoli che assicura, data la vicinanza degli impianti stessi, l'assenza di tensioni di contatto pericolose"

"NOTA 1: Tali impianti permettono la ripartizione della corrente di terra in modo da ridurre l'aumento di potenziale di terra negli impianti di terra singoli. Si può ritenere che un tale impianto forma una superficie quasi-equipotenziale."

"NOTA 2: L'esistenza di un impianto di terra globale può essere determinato con misure a campione o con sistemi tipici di calcolo. Esempi tipici di impianti di terra globali si trovano nei centri città, in aree urbane o **industriali** con diffusi impianti di terra di bassa e alta tensione (vedi Allegato O)."

13

## Norma EN 50522 (CEI 99-3)

### Costruzione della nuova curva di sicurezza: $U_{Tp}(t_f)$

#### Metodo di calcolo delle tensioni di contatto ammissibili

$$U_{Tp} = I_B(t_f) * \frac{1}{HF} * Z_T(U_T) * BF$$

Dove:

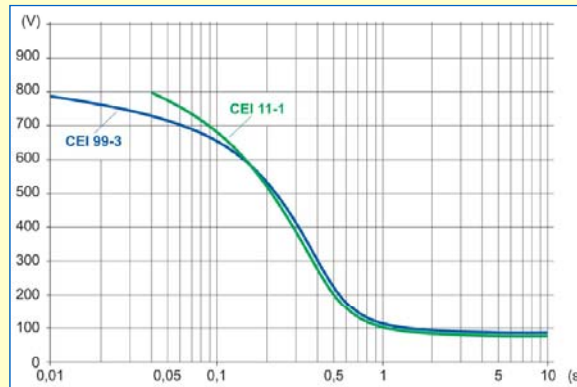
- $I_B(t_f)$ : corrente (percorso mano sinistra-piedi), che determina una probabilità di fibrillazione ventricolare  $\leq 5\%$ ; tab. 11-Zona AC-4 e fig. 20-curva c2, norma CEI 64-18;
- $Z_T(U_T)$ : impedenza del corpo umano (percorso mano-mano, superfici di contatto estese in condizioni di asciutto) con probabilità  $\leq 50\%$  della popolazione di essere superata; tab. 1, norma CEI 64-18;
- $BF$ : fattore corporeo che determina il valore di  $Z_T(U_T)$  in relazione al diverso percorso della corrente; 0,75: percorso mano-piedi, 0,5: percorso mani-piedi; fig. 3, norma CEI 64-18;
- $HF$ : fattore di percorso, per alcuni percorsi della corrente; 1,0: mano sinistra-piede(i), 0,4: mano sinistra-mano destra, 0,8: mano destra-piede(i), 0,04: piede destro-piede sinistro; tab. 12, norma CEI 64-18;
- assenza di resistenze aggiuntive.

I valori di  $U_{Tp}$  sono stati determinati sulla base della media ponderata, riferita a quattro diverse configurazioni, attribuendo i seguenti pesi: 1,0; mano sinistra-piedi, 1,0; mano destra-piedi, 1,0; mani-piedi, 0,7; mano-mano.

14

## Norma EN 50522 (CEI 99-3)

Tensione di contatto ammissibile ( $U_{Tp}$ ) in funzione della durata del guasto ( $t_f$ ): comparazione tra le Norme CEI 11-1 e la CEI EN 50522



Allegato B, Norma CEI 99-3: "Nota 2 Per durate di corrente notevolmente superiori a 10 s si può usare una tensione di contatto ammissibile  $U_{Tp}$  pari a 80 V."

15

## Norma EN 50522 (CEI 99-3)

### Tensione di passo ammissibile

✚ Secondo la norma CEI 99-3, se un impianto di terra va bene per le tensioni di contatto va bene anche per le tensioni di passo;

✚ La norma CEI 11-1 assumeva  $U_{sp} = 3 U_{Tp}$

#### Motivazioni:

✚ Se consideriamo un fattore di percorso piede-piede,  $F=0,04$ , per avere lo stesso pericolo di fibrillazione ventricolare, rispetto ad un contatto mano sinistra-piedi,  $F=1$ , la corrente deve essere 25 volte superiore rispetto ad un contatto mano sinistra-piedi;

✚ la resistenza per un contatto piede-piede è pari a  $2xR$ , mentre quella per un contatto mano-piedi è pari a  $1,5xR$ , da cui il rapporto è di 1,33

Pertanto per avere la stessa probabilità di innescare la fibrillazione ventricolare  $U_s = 33 U_T$ .

16



## Norma EN 50522 (CEI 99-3)

### Durata del guasto ai fini della determinazione della tensione di contatto massima ammissibile ( $U_{TP}$ )

La Norma CEI 99-3 non fa alcun riferimento sulla determinazione della durata del guasto. A terzo capoverso del punto 5.4.1 Valori ammissibili: "Tutti i guasti a terra devono essere sconnessi automaticamente o manualmente. Per questo motivo, a seguito ai guasti a terra non si manifestano tensioni di contatto di durata molto lunga o infinita."

Le Norme CEI 11-1 al punto 9.2.4.1 Valori ammissibili:

"Nota Se non vi è il dispositivo di richiusura automatica, il tempo di eliminazione del guasto è il tempo che intercorre tra l'inizio del guasto a terra e l'interruzione della corrente di guasto.

Se sono installati dispositivi di richiusura automatica, il tempo di eliminazione del guasto a terra è la somma dei tempi di permanenza della corrente di guasto durante un ciclo di richiusura (O-C-O) (purché la durata del guasto non sia superiore a 5 s).

Se vi sono dispositivi che effettuano successive richiusure automatiche, agli effetti della determinazione del tempo di eliminazione del guasto a terra, gli eventuali guasti successivi devono essere considerati come indipendenti dal primo."

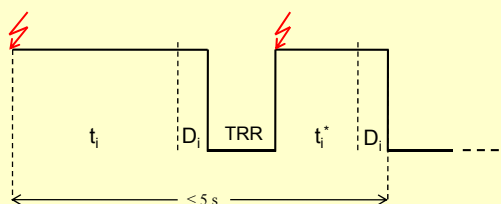
17

segue

## Norma EN 50522 (CEI 99-3)

### Durata del guasto ai fini della determinazione della tensione di contatto massima ammissibile ( $U_{TP}$ ): esempio secondo Norma CEI 11-1

Linea MT in cavo o di tipo misto con D.R.A.



$t_i$ : tempo di intervento della protezione per primo guasto a terra

$t_i^*$ : tempo di intervento della protezione per secondo guasto a terra

$D_i$ : durata totale interruzione apparecchio di manovra

$t_T$ : durata del guasto a terra:  $t_i + t_i^* + 2 \times D_i$

18

## Norma EN 50522 (CEI 99-3)

### Corrente di guasto a terra ( $I_E$ )

- neutro isolato:  $I_E = r x I_C$
- neutro compensato:  $I_E = r x I_{RES}$

**N.B.:** "Se non è presente la sconnessione automatica del guasto a terra, la necessità di considerare il doppio guasto a terra dipende dall'esperienza di esercizio."

Ai fini del dimensionamento dell'impianto di terra, nel caso di reti MT esercite a neutro isolato, occorre che siano verificate entrambe le seguenti condizioni (Norma CEI 0-16):

- corrente di guasto a terra e tempo di eliminazione del guasto comunicata dal Distributore;
- corrente di guasto a terra di 40 A a 15 kV (oppure 50 A a 20 kV, ed in proporzione per le altre tensioni) e durata del guasto molto maggiore di 10 s.

19

## Norma EN 50522 (CEI 99-3) e CEI 64-8;V1

### Dimensionamento con riferimento alle tensioni di contatto

#### Requisiti richiesti:

- ✚ Un impianto di terra garantisce la sicurezza se  $U_T \leq U_{Tp}$ .  
Se  $U_E \leq U_{Tp}$  l'impianto di terra va senz'altro bene (condizione a favore della sicurezza perché  $U_E \geq U_T$ );
- ✚ I potenziali trasferiti devono essere sempre verificati separatamente

#### Condizioni per soddisfare le tensioni di contatto ammissibili:

- l'impianto di terra considerato diventa parte di un impianto di terra globale;
- tensione totale di terra  $U_E \leq 2xU_{Tp}$ . Per gli impianti utilizzatori tale condizione è applicabile per sistema TN ed IT nel caso di impianto di terra AT a maglia e tutte le masse BT siano all'interno della maglia stessa. Norme CEI 64-8;V1 2013-07.
- Altrimenti applicazione provvedimenti M ovvero misure in sito, tale per cui  $U_T \leq U_{Tp}$ .

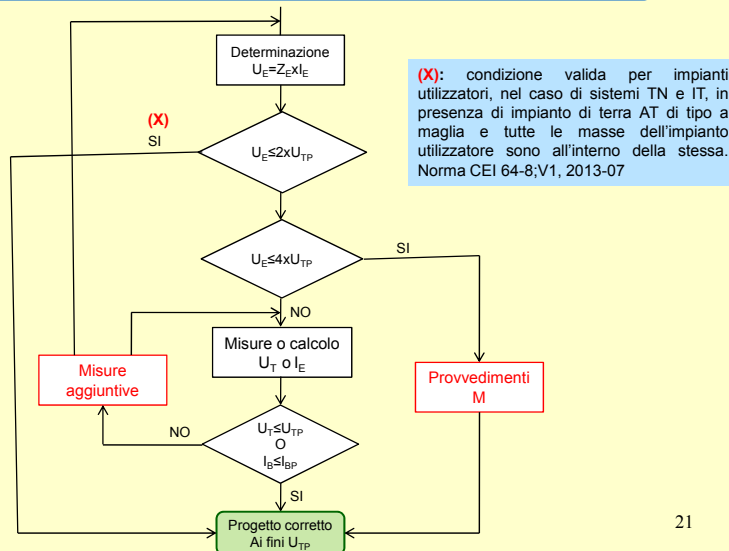
20

segue



## Norma EN 50522 (CEI 99-3) e CEI 64-8;V1

### Dimensionamento con riferimento alle tensioni di contatto: diagramma di flusso per il progetto dell'impianto di terra



## Norma EN 50522 (CEI 99-3) e CEI 64-8;V1

### Provvedimenti per evitare potenziali trasferiti

- **Alimentazione BT completamente all'interno di cabine AT:** gli impianti di terra AT e BT devono essere interconnessi;
- **Alimentazioni in BT uscenti o entranti in cabine AT:** se non si è in presenza di un impianto di terra globale, occorre rispettare i requisiti minimi riportati nella Tabella 2 della Norma CEI e nella Norma CEI 64-8;V1 2013-07.
- **Impianti di terra BT nell'area d'influenza dell'impianto di terra di una cabina AT:** occorre fare delle specifiche valutazioni.

22

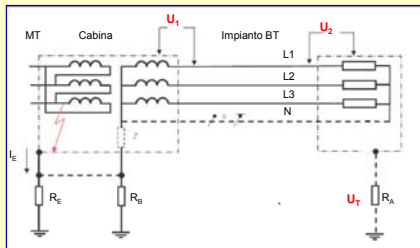
segue



## Norma EN 50522 (CEI 99-3) e CEI 64-8;V1

Interconnessione impianti BT al di fuori di un sistema di messa a terra in AT: **Sistema TT: distribuzione pubblica**

**CONDIZIONE:**  $U_E \leq 500 \text{ V}$  ( $t_r \leq 5\text{s}$ ),  $U_E \leq 250 \text{ V}$  ( $t_r > 5\text{s}$ ), neutro connesso all'impianto di terra in AT

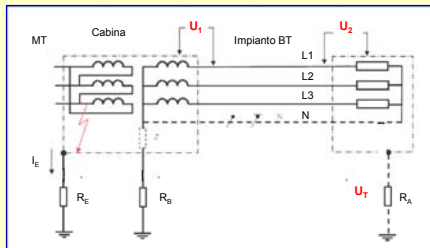


$$U_1 = U_0,$$

$$U_2 = [(R_E \times R_B) / (R_E + R_B)] \times I_E + U_0,$$

$$U_T: \text{ non applicabile}$$

**CONDIZIONE:**  $U_E \geq 500 \text{ V}$  ( $t_r \leq 5\text{s}$ ),  $U_E \geq 250 \text{ V}$  ( $t_r > 5\text{s}$ ), neutro separato all'impianto di terra in AT



$$U_1 = R_E \times I_E + U_0; \text{ l'apparecchiatura deve sopportare tale tensione CEI 64-8;V1.}$$

$$U_2 = U_0,$$

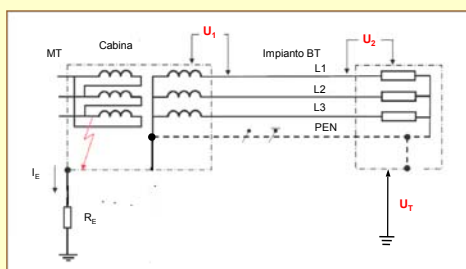
$$U_T: \text{ non applicabile}$$

23

## Norma EN 50522 (CEI 99-3) e CEI 64-8;V1

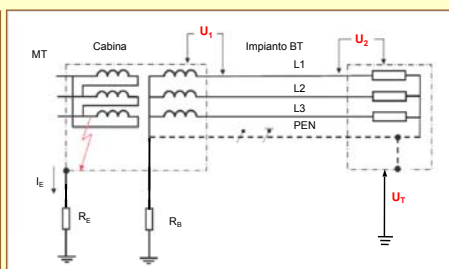
Interconnessione impianti BT al di fuori di un sistema di messa a terra in AT: **Sistema TN: impianti utilizzatori**

**CONDIZIONE:**  $U_E \leq U_{Tp}$  o  $U_T \leq U_{tp}$ , neutro connesso all'impianto di terra in AT



$$U_1 = U_0, U_2 = U_0, U_T \leq U_{Tp}$$

**CONDIZIONE:**  $U_T > U_{Tp}$ , neutro separato all'impianto di terra in AT



$$U_1 = R_E \times I_E + U_0; \text{ l'apparecchiatura deve sopportare tale tensione; CEI 64-8;V1.}$$

$$U_2 = U_0,$$

$$U_T: \text{ non applicabile}$$

24

## Norma EN 50522 (CEI 99-3)

### Dimensionamento con riferimento al comportamento termico dei dispersori e dei conduttori

⚡ corrente di guasto da considerare per sistemi a neutro isolato e con messa a terra risonante: corrente di doppio guasto monofase a terra ( $I_{kEE}^{II}$ );

⚡ durata del guasto a terra: tempo di intervento delle protezioni di rinalzo.

CONDUTTORE TIPO	SEZIONI MINIME [mm <sup>2</sup> ] IN FUNZIONE DI t <sub>f</sub>		
	120 ms	240 ms	500 ms
ACCIAIO ZINCATO	45,5	66,6	109
RAME STAGNATO	24,4	34,5	50
RAME NUDO	17,2	25,6	35,7

I VALORI DI CUI SOPRA SONO RIFERITI AD UNA CORRENTE DI CORTO CIRCUITO DI 10 kA<sup>25</sup>

## Norma EN 50522 (CEI 99-3)

### Dimensionamento con riferimento alla corrosione e alle sollecitazioni meccaniche

#### Sezione minime dei conduttori di terra ed equipotenziali:

TIPO DI CONDUTTORE	SEZIONE MINIMA [mm <sup>2</sup> ]
Rame	16
Alluminio	35
Acciaio	50
Rame per m.a.t. TA e TV	2,5 se protetto mecc.
	4 se non protetto mecc.

segue  26

## Norma EN 50522 (CEI 99-3)

### Dimensioni minime dei dispersori in funzione del tipo di materiale

Materiale	Tipo di dispersore	Dimensione minima					
		Diametro [mm]	Sezione trasversale [mm <sup>2</sup> ]	Spessore [mm]	Rivestimento/guaina		
				Valori singoli [μm]	Valori medi [μm]		
Acciaio	zincato a caldo	Plattina <sup>(2)</sup>	90	3	63	70	
		Profilato (inclusi i piatti)	90	3	63	70	
		Tubo	25		2	47	55
	con guaina di piombo <sup>(1)</sup>	Barra tonda per picchetto	16			63	70
		Tondo per dispersore orizzontale	10				50
		Barra tonda per picchetto	8			1000	
		Barra tonda per picchetto	15			2000	
con guaina di rame elettrolitico	Barra tonda per picchetto	14,02			90	100	
Rame	nudo	Plattina	50	2			
		Tondo per dispersore orizzontale		25 <sup>(3)</sup>			
		Corda	1,8 <sup>(1)</sup>	25			
	stagnato	Tubo	20		2		
		Corda	1,8 <sup>(1)</sup>	25		1	5
	zincato	Plattina	50		2	20	40
		Corda	1,8 <sup>(1)</sup>	25		1000	
con guaina di piombo <sup>(1)</sup>	Filo tondo	25			1000		

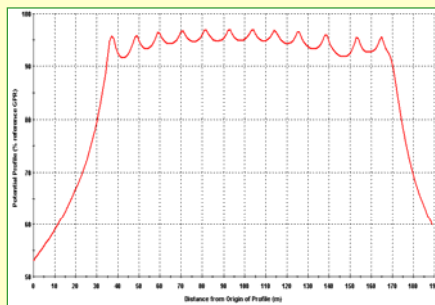
(\*) per cavetti singoli  
 (1) non idoneo per posa diretta in calcestruzzo  
 (2) plattina, arrotondatao tagliata con angoli arrotondati  
 (3) in condizioni eccezionali, dove l'esperienza mostra che il rischio di corrosione e di danno meccanico è estremamente basso, si può usare 16 mm<sup>2</sup>

27

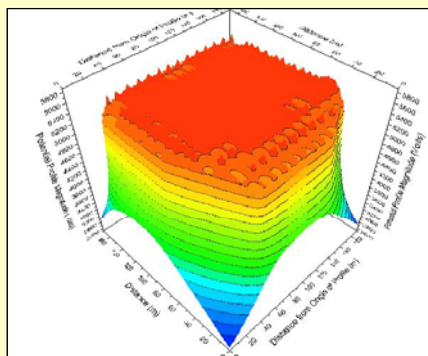
## Norma EN 50522 (CEI 99-3)

### Dimensionamento impianto di terra di un sistema AT

**PROFILO MEDIANO DEL POTENZIALE SULLA SUPERFICIE PER DISPERSORE A MAGLIA DI STAZIONE AT**



**ANDAMENTO DEI GRADIENTI DI TENSIONE DI UN DISPERSORE A MAGLIA DI STAZIONE AT**

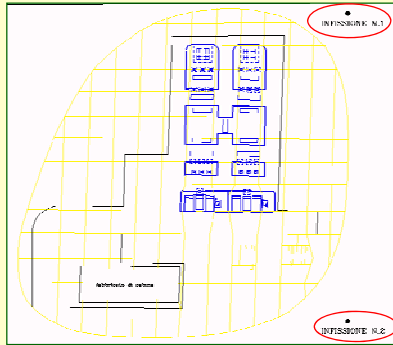


28

## Norma EN 50522 (CEI 99-3)

### Dimensionamento impianto di terra di un sistema AT

#### DISPERSORI DI PROFONDITA': bonifica di un impianto esistente



$R_E$ : valore iniziale 2,61  $\Omega$   
 $R_E$ : valore dopo infissione di due dispersori da 110 m e 124 m: 0,463  $\Omega$

R. Andolfato, R. Turri, G. Guizzo, M. Piva: Nuove soluzioni per la bonifica e la realizzazione di dispersori per le reti elettriche gestite con centro stella a terra, L'Energia Elettrica gennaio-marzo 1999

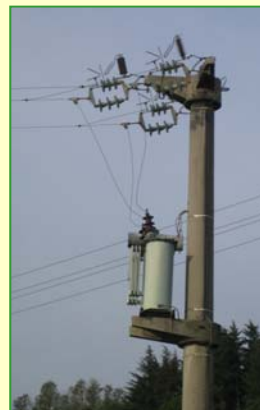
29

## Norma EN 50522 (CEI 99-3)

### Posti di trasformazione su palo

➤ **Allegato G, punto G.4:** i **trasformatori MT/BT** devono essere messi a terra.

*"Nei casi in cui sul palo è installato il solo trasformatore, un impianto di terra semplice (ad esempio un picchetto, un dispersore ad anello o la stessa base del palo, se metallico) soddisfa le prescrizioni per la messa a terra del trasformatore"*



30

## Norma EN 50522 (CEI 99-3)

### Posti di sezionamento su palo

➤ **Allegato G, punto G.4:** le **apparecchiature di manovra e sezionamento** montate su pali in acciaio od in altro materiale conduttore o in cemento armato devono essere collegate a terra.

Sull'area del posto di manovra devono essere soddisfatti i valori delle tensioni di contatto ammissibile ( $U_{TP}$ ), ciò può essere soddisfatto ad es. da una delle seguenti condizioni:

- progetto impianto di terra;
- collegamento equipotenziale per mezzo di un tappetino di terra;
- isolamento del posto di manovra;
- uso di apparecchiature isolanti (ad. attrezzi isolanti, guanti o tappetini) quando vengono eseguite le manovre;
- combinazione tra le misure descritte.



La norma CEI 99-3 considera anche le apparecchiature di manovra montate su pali di materiale non conduttore: l'Allegato G, punto G.4<sup>31</sup> riporta le relative prescrizioni

## Installazione dei cavi MT interrati

### ➤ Funzioni dello schermo metallico dei cavi MT

- ✓ ricondurre al potenziale di terra la parte esterna del cavo, al fine sia del corretto funzionamento del cavo stesso che della sicurezza delle persone;
- ✓ contenere il campo elettrico all'interno del cavo;
- ✓ condurre la corrente capacitiva;
- ✓ condurre la corrente di guasto a terra del sistema elettrico.



## INSTALLAZIONE DEI CAVI MT INTERRATI

### ➤ Messa a terra dello schermo metallico dei cavi MT

#### Norma CEI 11-17 punto 5.3.2

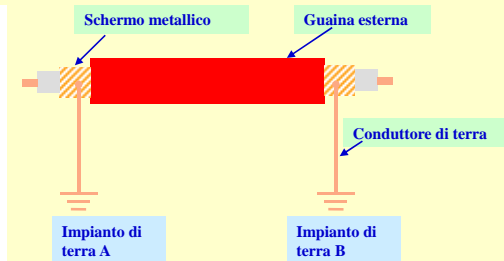
“Tutti i rivestimenti metallici dei cavi devono essere messi a terra almeno alle estremità di ogni collegamento, per collegamenti di grande lunghezza è pure raccomandabile la messa a terra del rivestimento metallico in corrispondenza dei giunti a distanze non superiori ai 5 km.

Per collegamenti corti, in genere non superiori al km, è pure consentita la messa a terra del rivestimento metallico in un sol punto purchè vengano adottate le seguenti precauzioni:

- in corrispondenza delle terminazioni e delle interruzioni dei rivestimenti metallici, se accessibili, devono essere applicate opportune protezioni atte ad evitare tensioni di contatto superiori ai valori ammessi dalla Norma CEI EN 50522; in caso di lavori valgono le precauzioni di cui al successivo 5.3.3;

- la guaina non metallica di protezione del cavo deve essere in grado di sopportare la massima tensione totale di terra dell'impianto di terra al quale il rivestimento metallico è collegato.

*NOTA Un esempio di messa a terra in un sol punto si verifica quando i rivestimenti metallici dei cavi di media tensione devono essere interrotti, per es. al fine di evitare il trasferimento di tensioni di terra.”*



33

## Installazione dei cavi MT interrati

### ➤ Messa a terra dello schermo metallico dei cavi MT

#### Norma CEI 0-16, punto 8.5.5-Impianto di terra sotteso all'impianto di consegna

*“... Nelle connessioni realizzate in cavo con almeno 3 (tre) cabine utente/cabine secondarie i cui schermi risultino collegati tra di loro, il Distributore deve collegare gli schermi dei cavi all'impianto di terra della cabina Utente, salvo diversa e motivata comunicazione del Distributore stesso.*

*A tale impianto devono essere collegate anche le masse delle apparecchiature funzionalmente di pertinenza del Distributore.*

*A tale scopo nel locale adibito all'impianto di rete per la consegna deve essere previsto un apposito morsetto per il collegamento delle masse delle apparecchiature del Distributore....”*

34

## Installazione dei cavi MT interrati

### ► Messa a terra dello schermo metallico dei cavi MT

Norma CEI 11-17, punto 4.2.3 Dimensionamento degli schermi, delle guaine e delle armature metalliche

#### Condizioni da considerare:

- ✓ la corrente di corto circuito da considerare è quella di tipo doppio monofase a terra, pari all'85% della corrente iniziale simmetrica di corto circuito trifase;
- ✓ per durate del guasto inferiori/uguali a 5 secondi il fenomeno è da considerarsi del tipo adiabatico;
- ✓ cavo funzionante alle condizioni nominali.

**Determinazione della sezione degli schermi**  
(sovracorrente praticamente costante):

$$S \geq \sqrt{\frac{I^2 t}{K^2}}$$

- dove: - I: corrente di corto circuito doppio monofase a terra;  
- t: tempo di permanenza del guasto a terra;  
- K: coefficiente che dipende dalle caratteristiche del cavo.

35

## Installazione dei cavi MT interrati

### ► Messa a terra dello schermo metallico dei cavi MT

Norma CEI 11-17, punto 4.2.3 Dimensionamento degli schermi, delle guaine e delle armature metalliche

**Esempio di determinazione della corrente di guasto ammissibile:**

#### Condizioni considerate:

- cavo tipo RG7H1E 12/20 kV;
- schermo in rame, sezione 16 mm<sup>2</sup>;
- temperatura del conduttore: 90 °C;
- temperatura finale di corto circuito: 250 °C;
- tempo di permanenza del guasto: 120 ms;
- coefficiente K: 149.

$$I = \sqrt{\frac{(K^2 s^2)}{t}} \Rightarrow I = \sqrt{\frac{(149^2 \times 16^2)}{0,12}} = 6882 \text{ A}$$

36

## Norma EN 50522 (CEI 99-3)

### Impianto di terra globale

- Sono “intrinsecamente sicuri”
- Non si misurano resistenze di terra e tensioni di contatto e passo
- Le verifiche consistono al solo controllo dell'efficienza delle connessioni (non di continuità)
- Esclusivamente negli impianti di terra esposti a corrosione: controllare in particolare le giunzioni

#### CONDIZIONI NECESSARIE:

- Impianti di terra interconnessi elettricamente
- Alta densità di cabine
- Assenza di tensioni di contatto pericolose

L'impianto di terra globale non è piu' “limitata alle reti di trasmissione e di distribuzione del distributore pubblico, .....,”, (vedasi punto 2.7.14.5 della Norma CEI 11-1).

37

## Norma EN 50522 (CEI 99-3)

### Misura delle tensioni di contatto

Per la misura delle tensioni di contatto, nel caso in cui non vengano considerate le resistenze aggiuntive, la Norma CEI 11-1, prevedeva che anziché utilizzare un elettrodo si poteva utilizzare una sonda infissa nel terreno.

La Norma CEI EN 50522, precisa che tale sonda deve essere inserita nel terreno per almeno 20 cm.

### Verifiche dell'impianto di terra

Le norme prevedono la verifica iniziale “quando necessario”. Per le verifiche periodiche non fanno alcun riferimento alla periodicità delle verifiche, ma riporta “...da eseguire periodicamente o a seguito di importanti modifiche riguardanti i requisiti fondamentali o anche prove di continuità.”

38

## **Norma EN 50522 (CEI 99-3)**

### **Ispezione dell'impianto di terra**

Le norme riportano entrambe il seguente testo:

*“La costruzione dell'impianto di terra deve essere eseguita in modo da poterne verificare le condizioni periodicamente mediante ispezione. Si devono considerare mezzi appropriati quali scavi in punti scelti ed esami a vista.”*