

Il dimensionamento dell'impianto di terra secondo la Norma CEI 11-1

di Gianluigi Saveri

Il dimensionamento dell'impianto di terra viene condotto sulla base di tre criteri fondamentali:

- Resistenza meccanica e alla corrosione;
- Tenuta termica;
- Sicurezza delle persone.

1 Resistenza meccanica e alla corrosione - Tenuta termica

Il dispersore deve avere una buona resistenza meccanica e alla corrosione che può essere ottenuta adottando i materiali e le dimensioni minime previste dalla Norma come indicato in tab. 1. I valori che la Norma CEI 11-1 riporta si discostano in parte da quelli previsti dalle Norme CEI 64-8 e CEI 81-1, relative agli impianti utilizzatori di bassa tensione e alla protezione contro i fulmini. Per proteggere dai guasti sia in AT che in BT e dai fulmini, gli impianti di terra, in genere, sono unici per cui è auspicabile per il futuro una revisione dei valori minimi. Per quanto riguarda la resistenza meccanica la Norma prevede per i conduttori di terra, compresi quelli di protezione ed equipotenziali, una sezione minima di 16 mm² mentre, per tener conto della tenuta termica, oltre che rispettare le sezioni minime previste, è necessario considerare il valore e la durata della corrente di guasto (nel calcolo si può considerare il vero valore della corrente che interessa il conduttore che si deve dimensionare in quanto la corrente di solito si divide tra i diversi componenti dell'impianto di terra). Quando il guasto viene interrotto in tempi inferiori ai 5 s (condizioni adiabatiche di riscaldamento), ponendo l'energia specifica sopportata dal conduttore superiore a quella lasciata passare dal dispositivo di protezione, la sezione del conduttore percorso dalla corrente di guasto può essere calcolata mediante la nota relazione:

$$A = \frac{I}{k} \sqrt{\frac{t}{I_n \frac{\Theta_f + \beta}{\Theta_i + \beta}}}$$

dove k e β sono dei coefficienti forniti dalla Norma che dipendono dai materiali, Θ_f e Θ_i sono le temperature finale e iniziale in gradi centigradi (tab. 1). Per guasti interrotti in tempi superiori ai 5 s la sezione minima può essere desunta, in funzione della corrente, dai grafici forniti dalla Norma. In verità è bene evidenziare che, rispettando le sezioni minime indicate dalla Norma, in genere si soddisfa ampiamente anche il dimensionamento termico dei conduttori che risultano normalmente adatti anche per correnti di diversi kA.

Materiale	$\beta(^{\circ}\text{C})$	$k (\text{Amm}^{-2} \text{s}^{1/2})$
Rame	234,5	226
Alluminio	228	148
Acciaio	202	78

Tab. 1 – Costanti dei materiali

Materiale		Tipo di dispersore	Dimensione minima				
			Corpo			Rivestimento/guaina	
			Diametro (mm)	Sezione trasversale (mm ²)	Spessore (mm)	Valori singoli (µm)	Valori medi (µm)
Acciaio	Zincato a caldo	Piattina ⁽²⁾		90	3	63	70
		Profilato (inclusi i piatti)		90(250)	3(5)	63	70
		Tubo	25		2	47	55
		Barra tonda per picchetto	16(20)			63	70
		Tondo per dispersore orizzontale	10				50
	Con guaina di piombo ⁽¹⁾	Tondo per dispersore orizzontale	8			1000	
	Con guaina di rame estruso	Barra tonda per picchetto	15			2000(500)	
	Con guaina di rame elettrolitico	Barra tonda per picchetto	14.2(15)			90	100
Rame	Nudo	Piattina		50	2		
		Tondo per dispersore orizzontale		25 ⁽³⁾			
		Corda	1.8*	25			
		Tubo	20		2		
	Stagnato	Corda	1.8*	25		1	5
	Zincato	Piattina		50	2	20	40
	Con guaina	Corda	1.8*	25		1000	
	Di piombo ⁽¹⁾	Filo tondo		25		1000	

* per cavetti singoli
⁽¹⁾ non idoneo per posa diretta in calcestruzzo
⁽²⁾ piattina, arrotondata o 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 mm²
Nota: i valori riportati tra parentesi sono quelli comunemente utilizzati in Italia.

Tab. 6 – Dimensioni minime dei componenti del dispersore secondo CEI 11-1

2 Sicurezza delle persone

La sicurezza delle persone viene ottenuta sostanzialmente con interventi atti a contenere le tensioni di passo e di contatto. Nei sistemi di media tensione con neutro isolato le tensioni di passo e di contatto ammissibili si possono determinare con i criteri di seguito indicati (fig. 1).

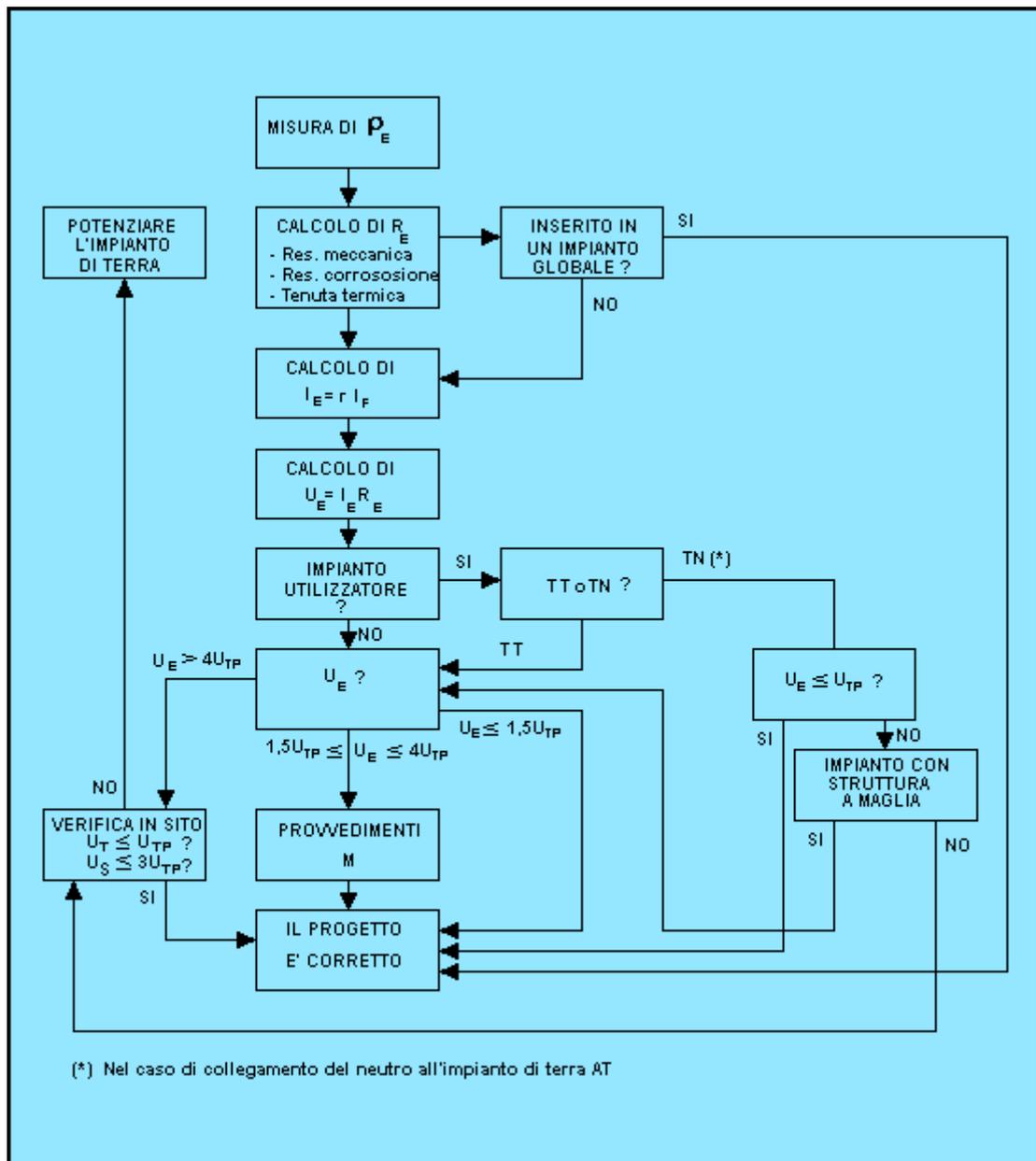


Fig. 1 – Dimensionamento dell'impianto di terra in funzione della tensione di passo U_S e di contatto U_T

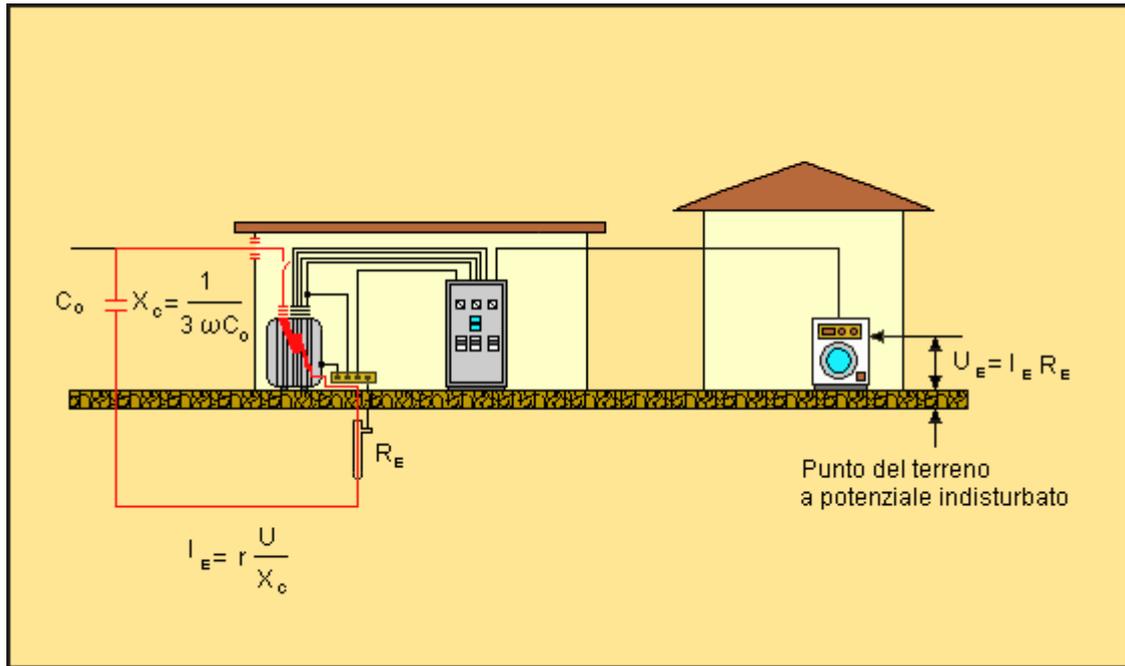


Fig. 2 – Corrente di terra I_E e fattori di riduzione r

- Si calcola la corrente di terra I_E o a favore della sicurezza quella di guasto I_F (fornita agli utenti dalla società distributrice) tenendo conto dell'eventuale fattore riduttivo r come indicato nella fig. 2.
- Si rileva la resistività del terreno ρ e si calcola R_E o si misura R_E con uno dei metodi indicati nell'allegato N.
- Si calcola la tensione totale di terra con l'usuale metodo $U_E = I_E R_E$.
- Se si tratta di un sistema TN (fornitura in AT) con neutro collegato all'impianto di terra in AT si confronta la tensione totale di terra U_E con la tensione di contatto ammissibile.
- La tensione totale di terra U_E è inferiore a quella di contatto ammissibile U_{TP} il dimensionamento è corretto e non è necessario adottare alcun provvedimento aggiuntivo.
- La tensione totale di terra U_E è superiore a quella di contatto ammissibile U_{TP} . E' necessaria una verifica sul posto per stabilire tramite misure se la tensione di contatto misurata U_T è inferiore alla tensione di contatto ammissibile U_{TP} e se le tensioni di passo U_S sono inferiori a tre volte U_{TP} . Se la verifica ha esito positivo il progetto è corretto.
- Se si tratta di un sistema TT si confronta la tensione totale di terra U_E con il valore della tensione di contatto ammissibile U_{TP} .

- Se la tensione totale di terra U_E non è superiore a una volta e mezzo quella di contatto ammissibile U_{TP} il dimensionamento è corretto e non è necessario adottare alcun provvedimento aggiuntivo.
- Se la tensione totale di terra U_E è compresa tra una volta e mezzo quella di contatto ammissibile U_{TP} e quattro volte quella di contatto ammissibile U_{TP} è possibile adottare i provvedimenti M prescritti nell'allegato D della Norma CEI 11-1 e il progetto può ritenersi corretto.
- Se la tensione totale di terra U_E è superiore a quattro volte quella di contatto ammissibile U_{TP} si rende necessaria la misura delle tensioni di passo U_S e di contatto U_T . Se le tensioni di contatto misurate risultano inferiori alla tensione di contatto ammissibile e se le tensioni di passo misurate risultano inferiori a tre volte la tensione di contatto ammissibile il progetto può ritenersi corretto.