



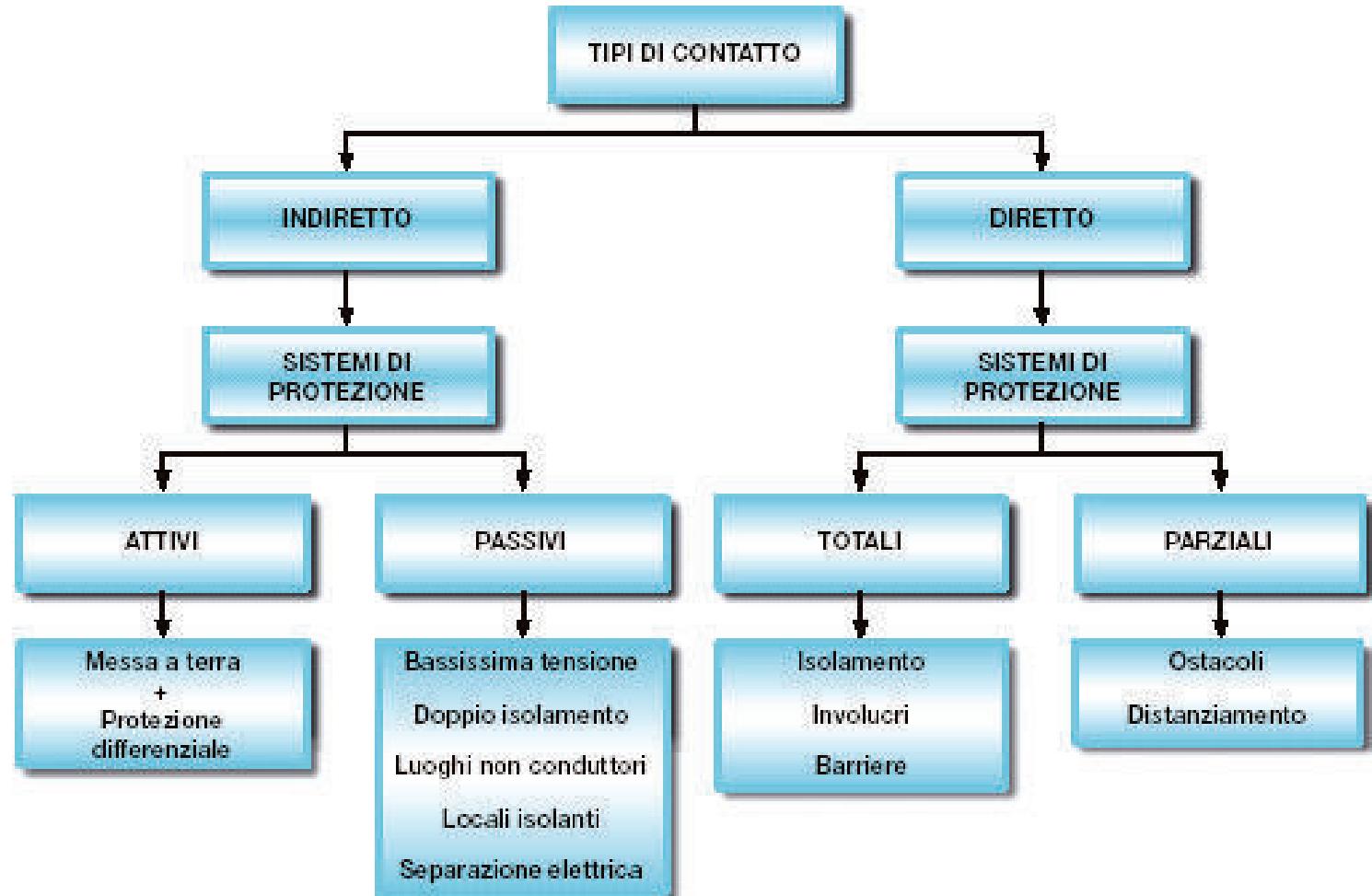
IMPIANTO DI TERRA

Webinar 08/06/2022

IMPIANTO DI TERRA

Insieme dei dispersori, dei conduttori di terra, dei collettori (o nodi) principali di terra e dei conduttori di protezione ed equipotenziali, destinato a realizzare la messa a terra di protezione e/o di funzionamento

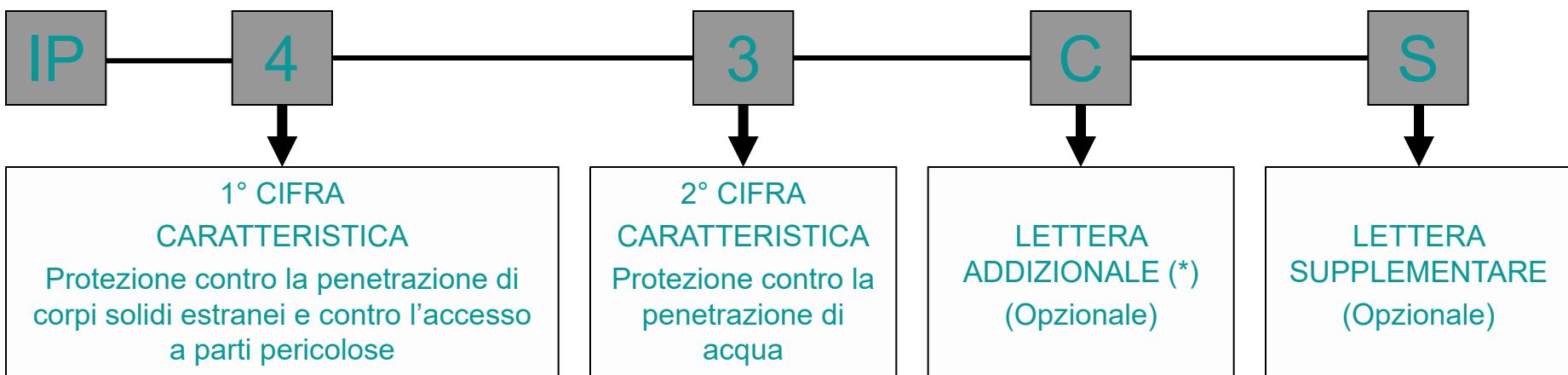
Protezione contro i contatti accidentali



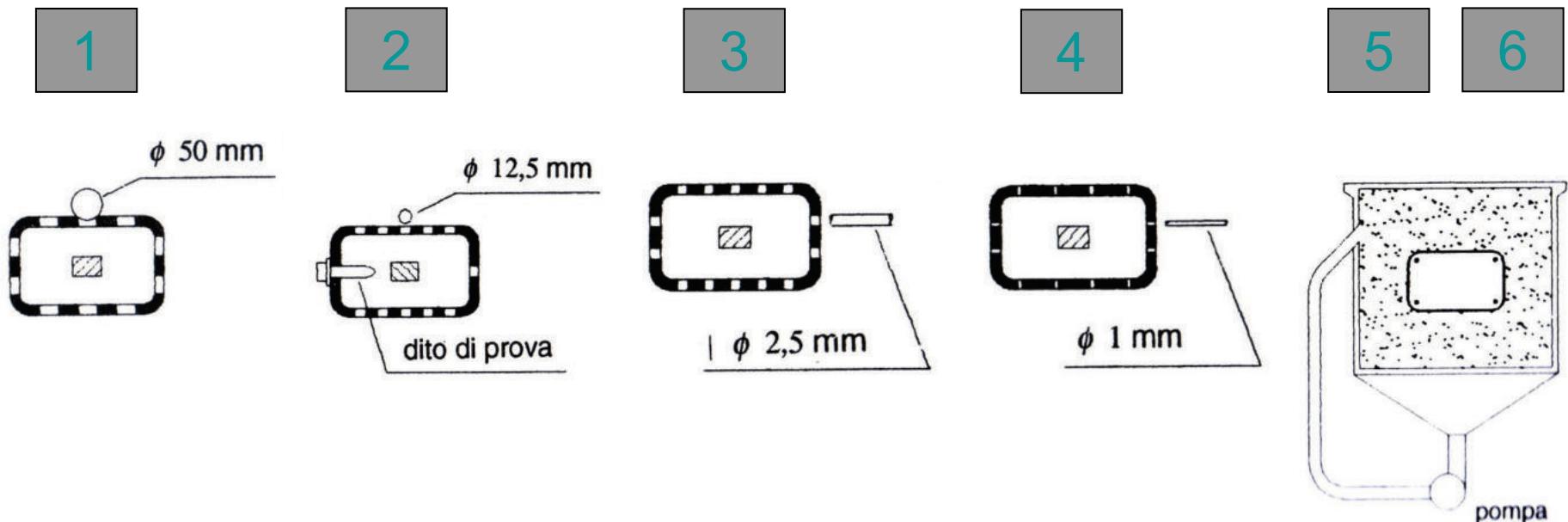
PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Gradi di protezione degli involucri secondo CEI EN 60529

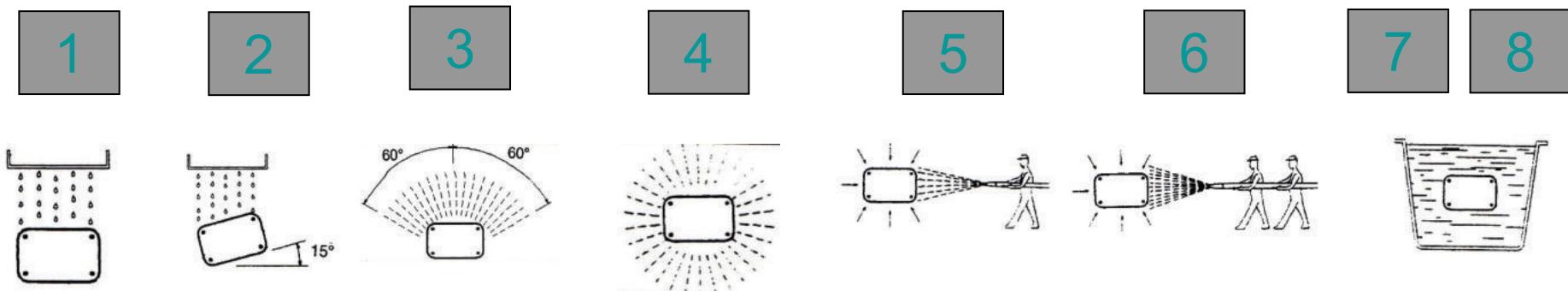
Esempio:



Protezione contro la penetrazione dei corpi solidi



Protezione contro la penetrazione dei corpi liquidi



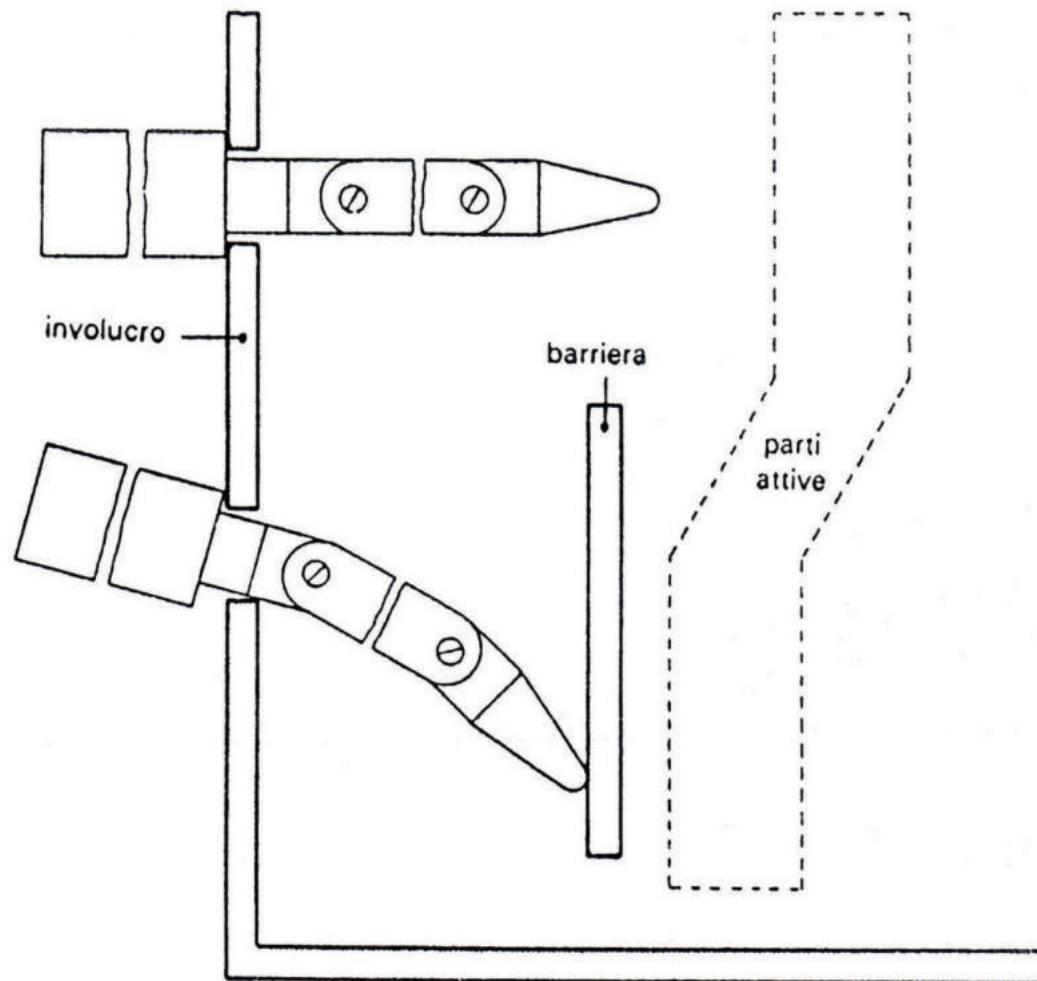
Lettere addizionali

A	Protetto contro l'accesso con il dorso della mano
B	Protetto contro l'accesso con un dito
C	Protetto contro l'accesso con un attrezzo
D	Protetto contro l'accesso con un filo

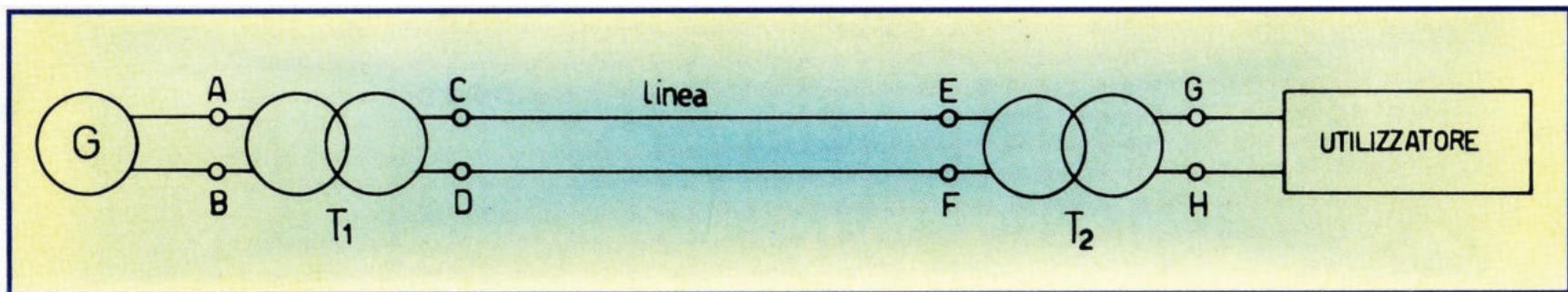
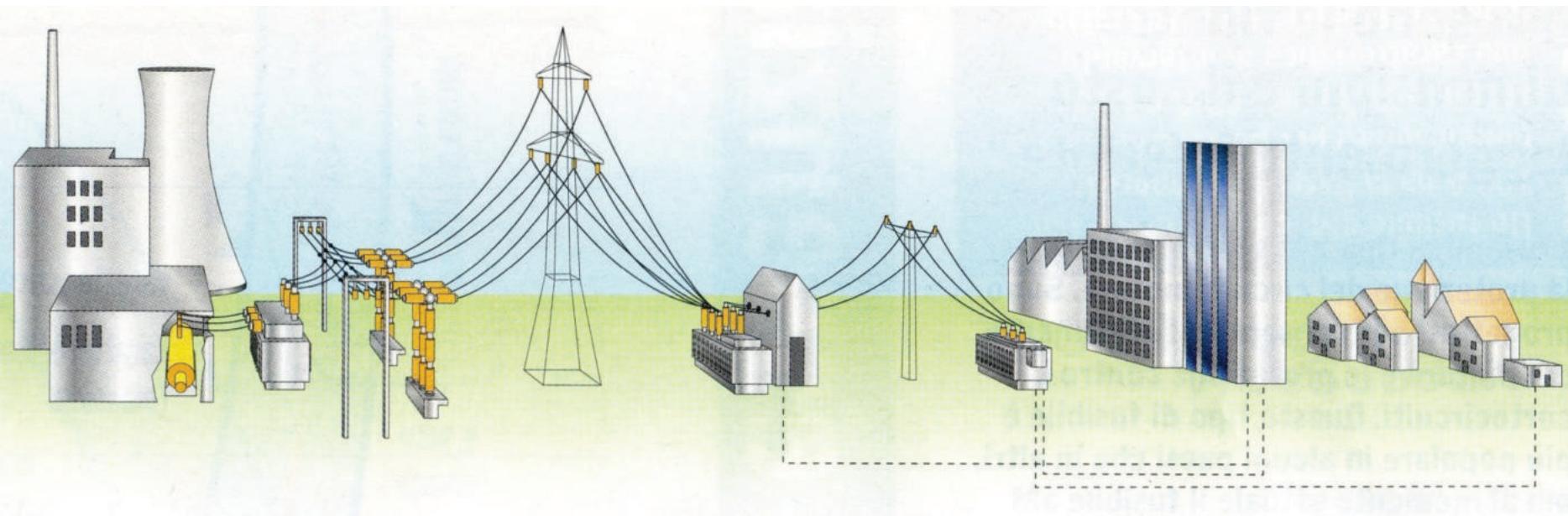
Lettere supplementari

H	Apparecchiatura ad alta tensione
M	Provato contro gli effetti dannosi dovuti all'ingresso di acqua con l'apparecchiatura in moto
S	Provato contro gli effetti dannosi dovuti all'ingresso di acqua con l'apparecchiatura non in moto
W	Adatto all'uso in condizioni atmosferiche specificate

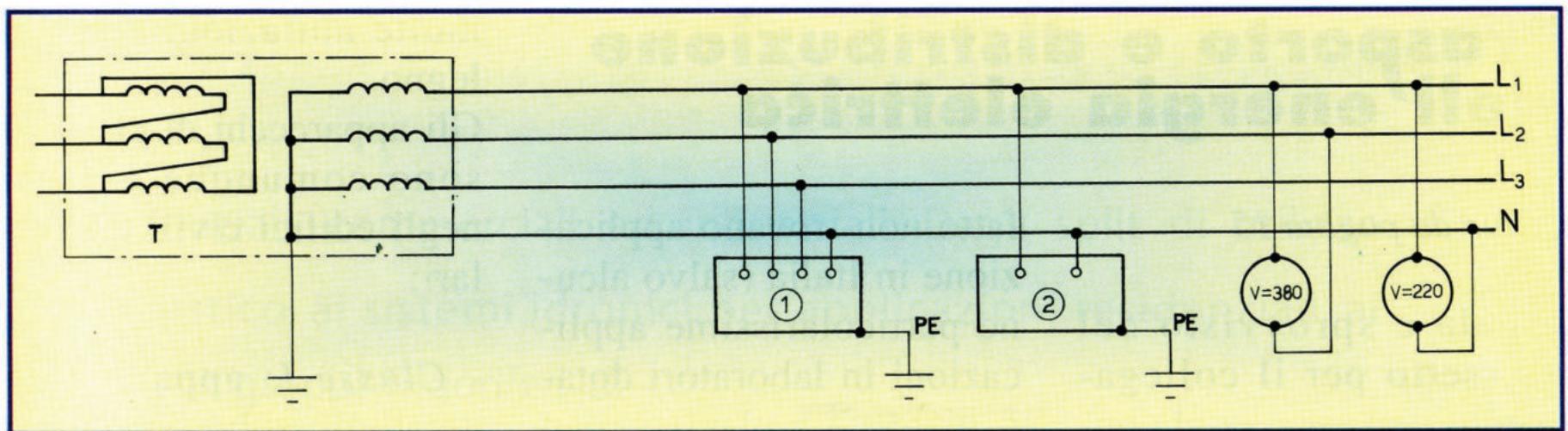
Le parti attive devono essere poste dentro involucri o dietro barriere tali da assicurare almeno il grado di protezione IPXXB



TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA

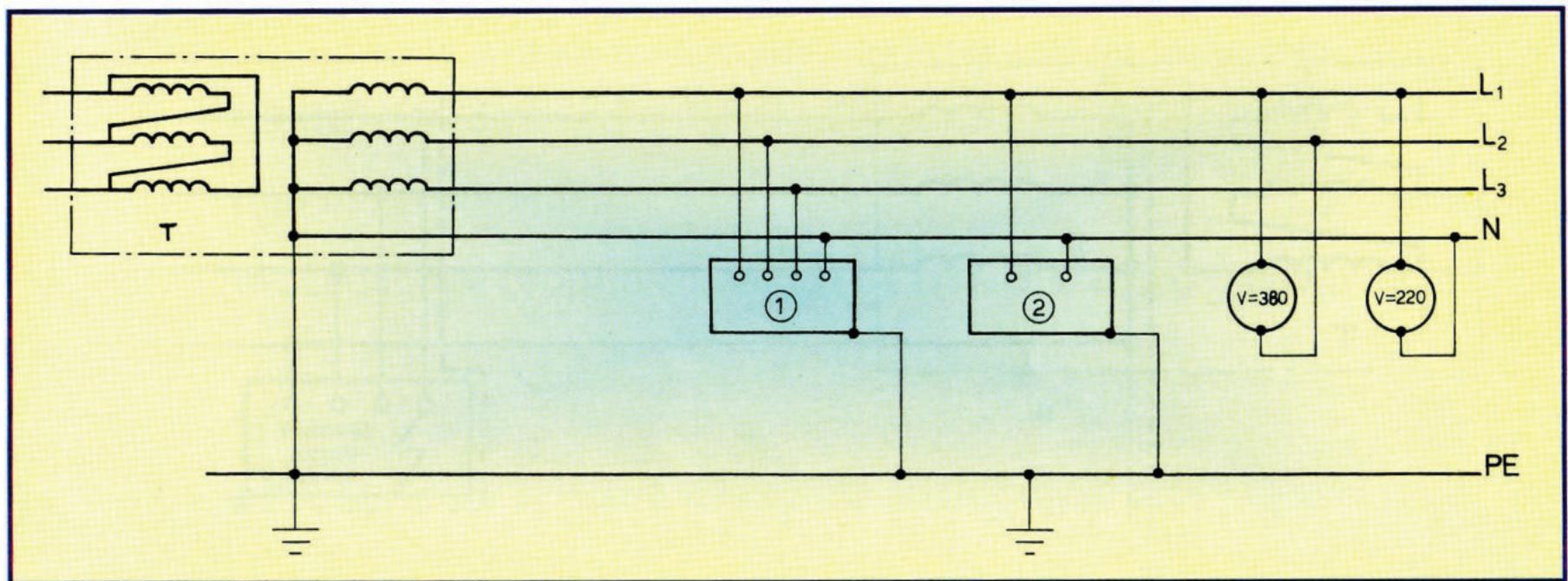


DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA IN B.T.



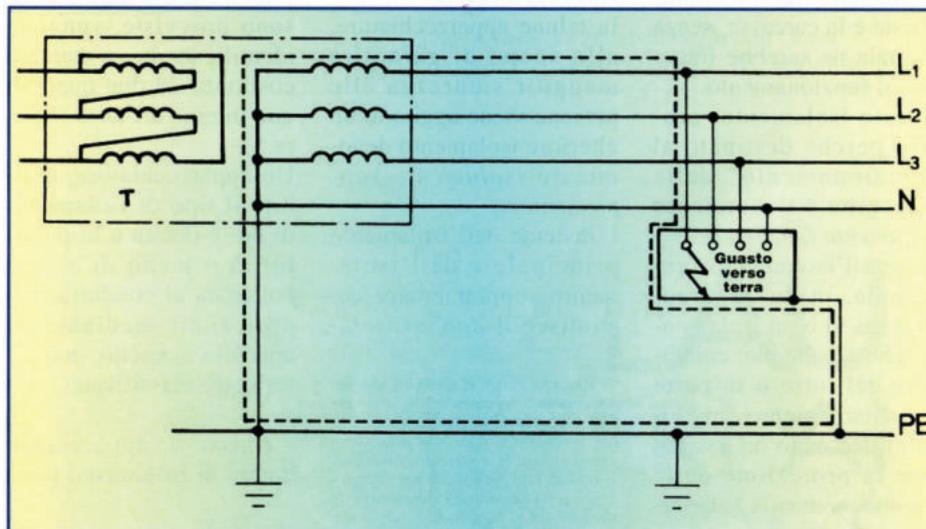
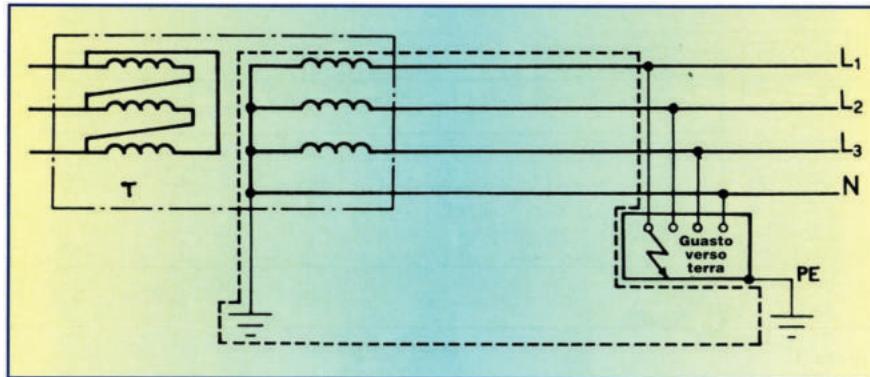
Sistema TT

DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA IN B.T.

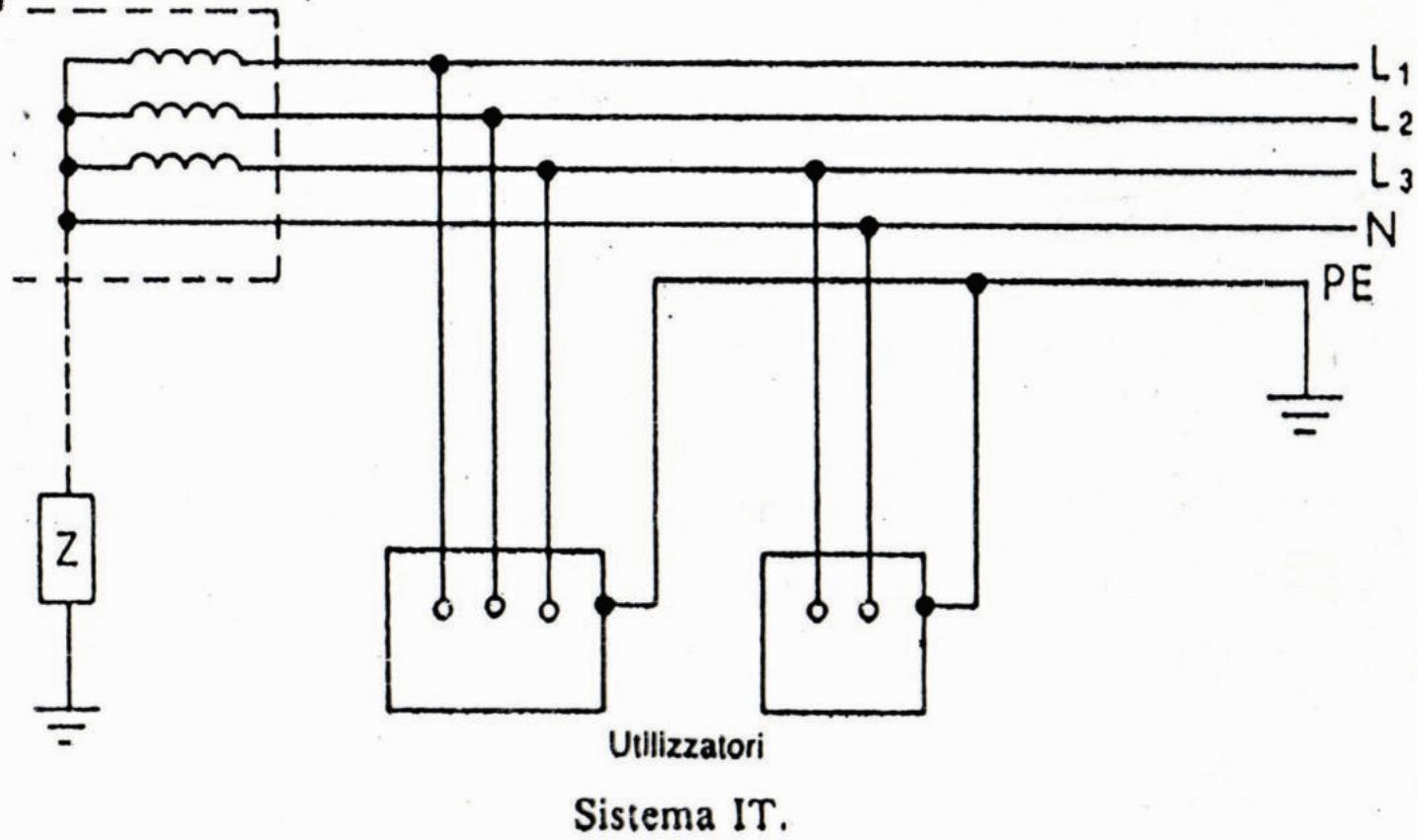


Sistema TN

DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA IN B.T.



Trasformatore



Protezione nei sistemi IT: controllo dell'isolamento

Nei sistemi IT lo stato di isolamento delle masse deve essere continuamente sorvegliato da un dispositivo di
CONTROLLO DI ISOLAMENTO

Al manifestarsi del primo guasto tra una parte attiva e masse o terra il dispositivo deve azionare un segnale ottico e/o acustico che avverte gli utenti della anomalia in atto.



Protezione nei sistemi IT: secondo guasto a terra

Guasti a terra successivi al primo

Masse messe a terra
collettivamente

Adottare condizioni per la
protezione analoghe a quelle
dei sistemi TN.

Si differenzia la condizione

Neutro
distribuito

Masse messe a terra per
gruppi o individualmente

Adottare condizioni per la
protezione analoghe a quelle
dei sistemi TT

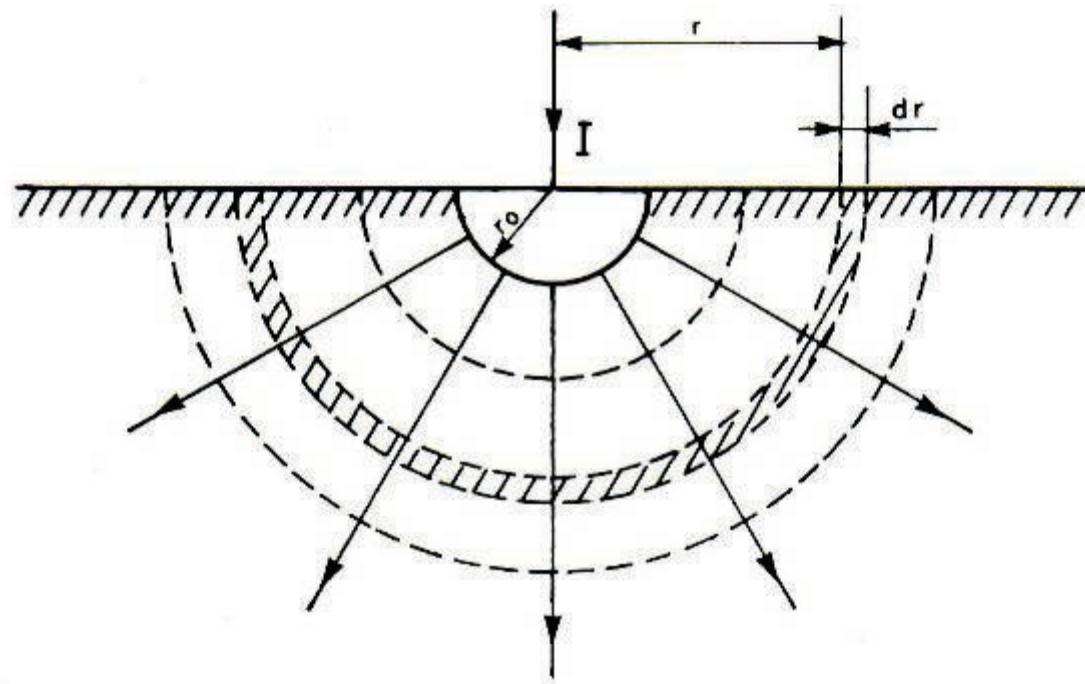
IL TERRENO CONDUTTORE ELETTRICO

La corrente che fluisce attraverso il corpo umano si chiude in genere tramite il terreno, salvo il caso particolare di una persona isolata da terra e in contatto simultaneo con due punti del circuito elettrico a diverso potenziale.

La «terra» è anche coinvolta, direttamente o indirettamente, in quasi tutti i sistemi di protezione.

È bene quindi che l'analisi delle situazioni di pericolo per le persone e delle relative misure di protezione inizi dallo studio del comportamento del terreno quale conduttore elettrico.

IL TERRENO COME CONDUTTORE ELETTRICO



$$R_T = \rho \int_{r_0}^{\infty} \frac{dr}{2 \pi r^2} = \frac{\rho}{2 \pi r_0}$$

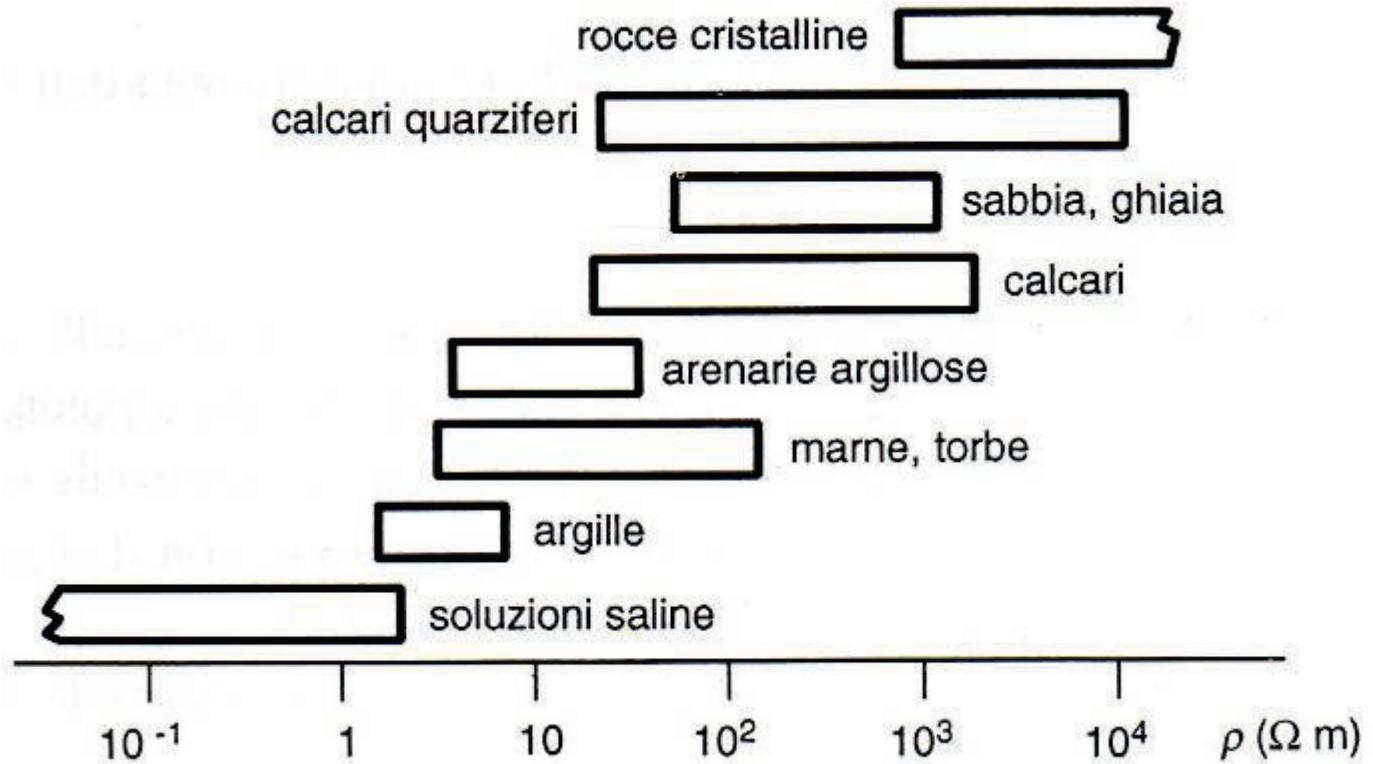
IL TERRENO COME CONDUTTORE ELETTRICO

Resistenza di terra di alcuni dispersori

Tipo di dispersore		Resistenza di terra*
	Picchetto verticale; lunghezza L , raggio a .	$R_T = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right)$
	Due picchetti verticali; lunghezza L , distanti d ($d > L$), raggio a .	$R_T = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right) + \frac{\rho}{4\pi d} \left(1 - \frac{L^2}{3d^2} + \frac{2L^4}{5d^4} \dots \right)$
	Due picchetti verticali; lunghezza L , distanti d ($d < L$), raggio a .	$R_T = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} + \ln \frac{4L}{d} - 2 + \frac{d}{2L} - \frac{d^2}{16L^2} + \frac{d^4}{512L^4} \dots \right)$
	Dispersore lineare; lunghezza $2L$, profondità $s/2$, raggio a .	$R_T = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} + \ln \frac{4L}{s} - 2 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2} + \frac{s^4}{512L^4} \dots \right)$
	Dispersore angolare; lunghezza del braccio L , profondità $s/2$, raggio a .	$R_T = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln \frac{2L}{a} + \ln \frac{2L}{s} - 0,2373 + 0,2146 \frac{s}{L} + 0,1035 \frac{s^2}{L^2} \dots \right)$
	Stella a tre punte, lunghezza del braccio L , profondità $s/2$, raggio a .	$R_T = \frac{\rho}{6\pi L} \left(\ln \frac{2L}{a} + \ln \frac{2L}{s} + 1,071 - 0,209 \frac{s}{L} + 0,238 \frac{s^2}{L^2} \dots \right)$
	Stella a quattro punte; lunghezza del braccio L , profondità $s/2$, raggio a .	$R_T = \frac{\rho}{8\pi L} \left(\ln \frac{2L}{a} + \ln \frac{2L}{s} + 2,912 - 1,071 \frac{s}{L} + 0,645 \frac{s^2}{L^2} \dots \right)$
	Stella a sei punte; lunghezza del braccio L , profondità $s/2$, raggio a .	$R_T = \frac{\rho}{12\pi L} \left(\ln \frac{2L}{a} + \ln \frac{2L}{s} + 6,851 - 3,128 \frac{s}{L} + 1,758 \frac{s^2}{L^2} \dots \right)$
	Stella a otto punte; lunghezza del braccio L , profondità $s/2$, raggio a .	$R_T = \frac{\rho}{16\pi L} \left(\ln \frac{2L}{a} + \ln \frac{2L}{s} + 10,98 - 5,51 \frac{s}{L} + 3,26 \frac{s^2}{L^2} \dots \right)$
	Dispersore ad anello; raggio r , profondità $s/2$, raggio del conduttore a .	$R_T = \frac{\rho}{4\pi^2 r} \left(\ln \frac{8r}{a} + \ln \frac{8r}{s} \right)$
	Piastra rotonda orizzontale; profondità $s/2$, raggio della piastra r .	$R_T = \frac{\rho}{8r} + \frac{\rho}{4\pi s} \left(1 - \frac{7}{12} \frac{r^2}{s^2} + \frac{33}{40} \frac{r^4}{s^2} \dots \right)$
	Piastra rotonda verticale; profondità $s/2$, raggio della piastra r .	$R_T = \frac{\rho}{8r} + \frac{\rho}{4\pi s} \left(1 + \frac{7}{24} \frac{r^2}{s^2} + \frac{99}{320} \frac{r^4}{s^2} \dots \right)$

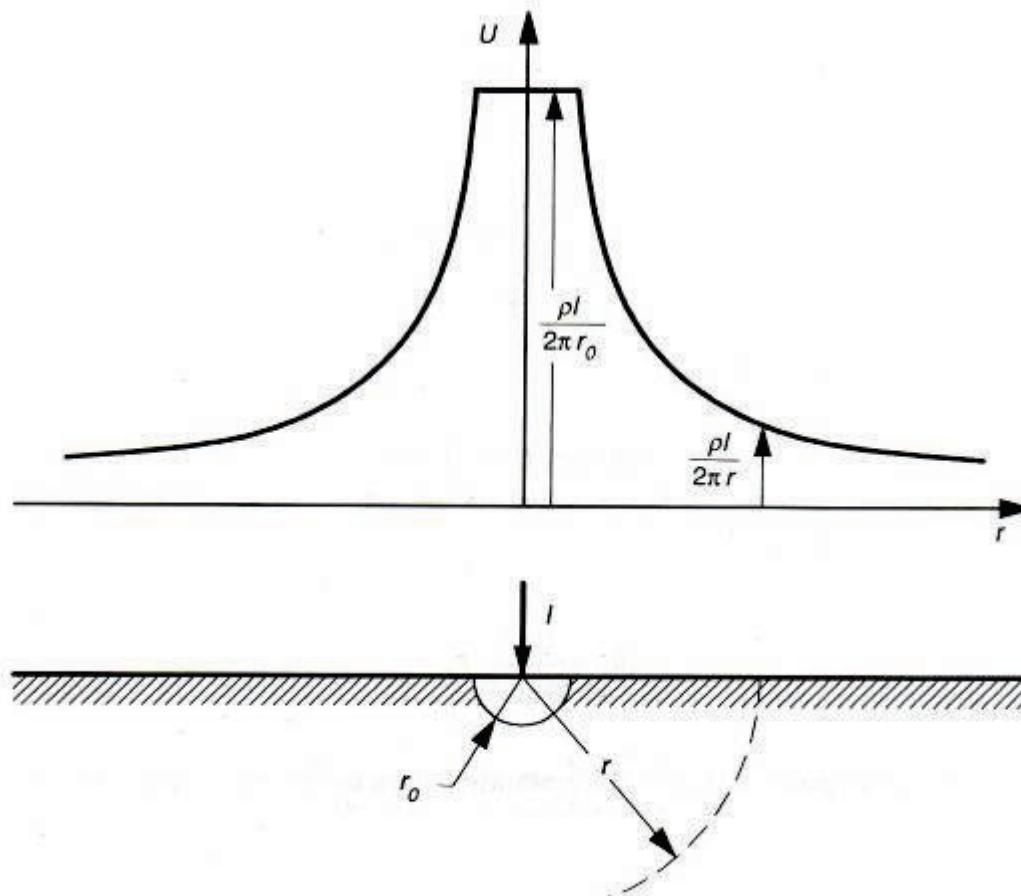
* La resistività ρ è espressa in ohm per centimetro, le dimensioni in centimetri e la resistenza in ohm

IL TERRENO COME CONDUTTORE ELETTRICO



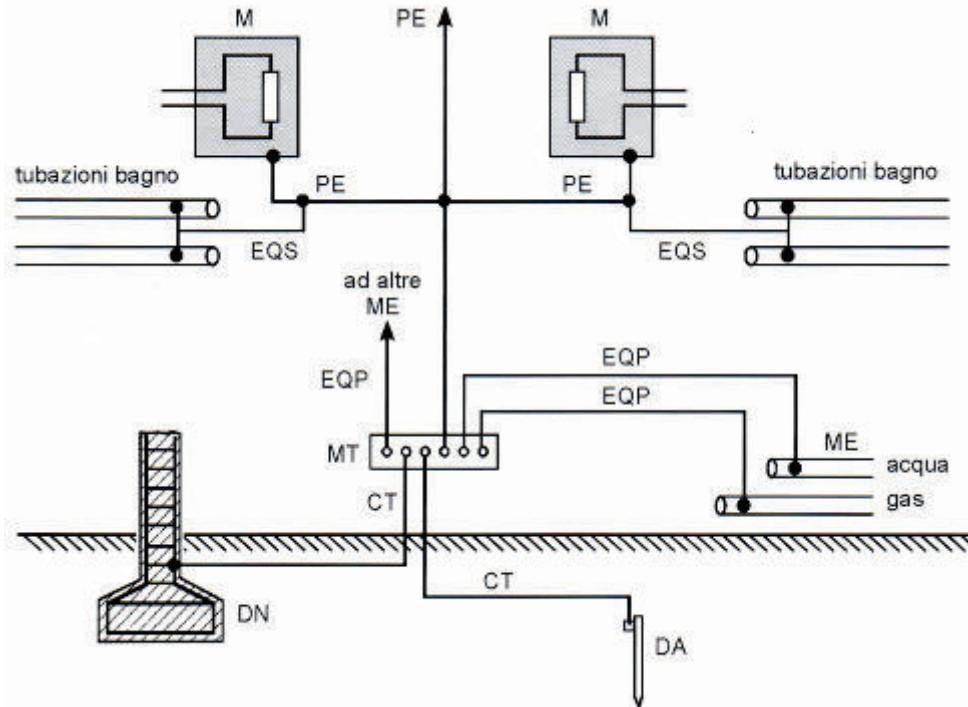
Resistività di alcune tipologie di terreno

IL TERRENO COME CONDUTTORE ELETTRICO



Andamento del potenziale nel terreno percorso da corrente

IMPIANTO DI TERRA



Elemento costitutivi l'impianto di terra:

DA = Dispersore intenzionale;
CT = Conduttore di terra;
ME = Massa estranea;
M = Massa;
PE = Conduttore di protezione;

DN = Dispersore di fatto;
EQP = Conduttore equipotenziale principale;
EQS = Conduttore equipotenziale supplementare;
MT = Collettore (nodo) principale di terra

Dispersore verticale

Profilato, tubo o asta metallica infisso nel terreno



Dispersore orizzontale

Conduttore interrato costituito da nastro, tondino o a corda che può essere disposto in modo radiale, ad anello, a maglia o da una loro combinazione



1.3 Conduttore di protezione (PE)

Conduttore prescritto per alcune misure di protezione, prevalentemente contro i contatti indiretti per il collegamento di alcune delle seguenti parti:

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



1.4 Conduttore di terra (CT)

Conduttore di protezione che collega il collettore (o nodo) principale di terra (MET) al dispersore e/o i singoli elementi del dispersore tra di loro.

1.7.1 Collettore (o nodo) principale di terra (MET)

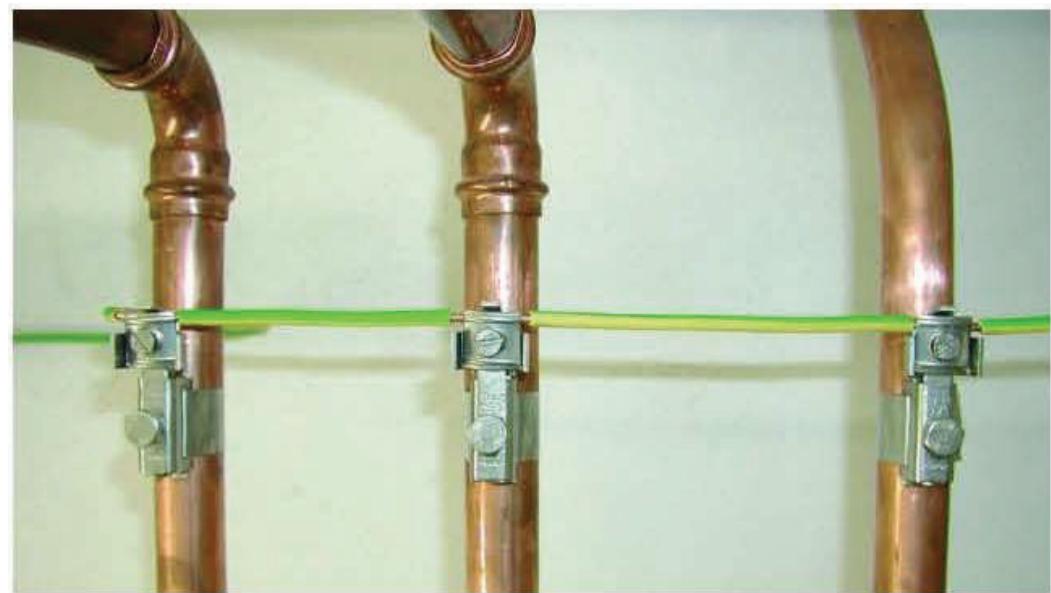
Elemento (barra o morsettiera) a cui si collegano il conduttore di terra, i conduttori di protezione, inclusi i conduttori equipotenziali, nonché i conduttori per la terra funzionale, se esistente.

Nota: MET (Main Earth Terminal)



1.9.1 Conduttore equipotenziale principale (EQP)

Conduttore equipotenziale per il collegamento delle masse estranee entranti nell'edificio

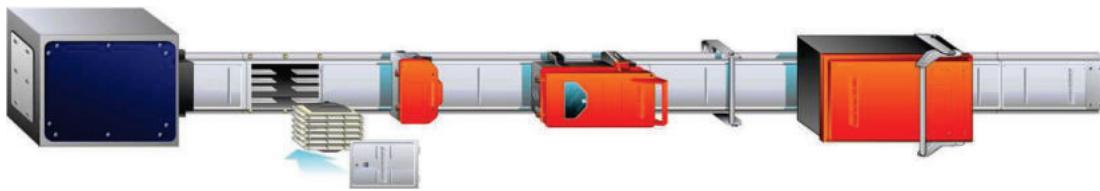
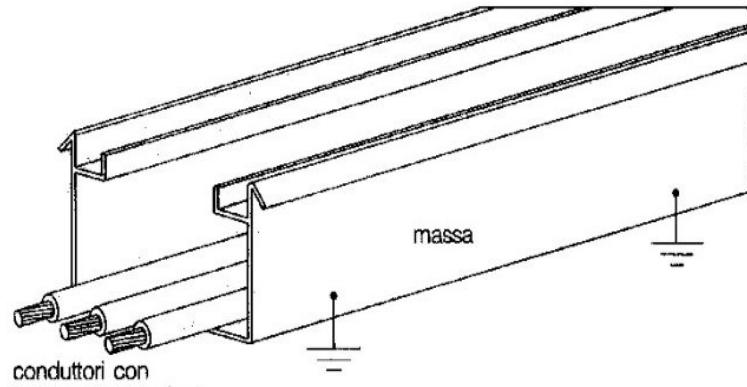


DEFINIZIONI DI MASSA E MASSA ESTRANEA

MASSA (CEI 64-8 art. 23.2)

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.

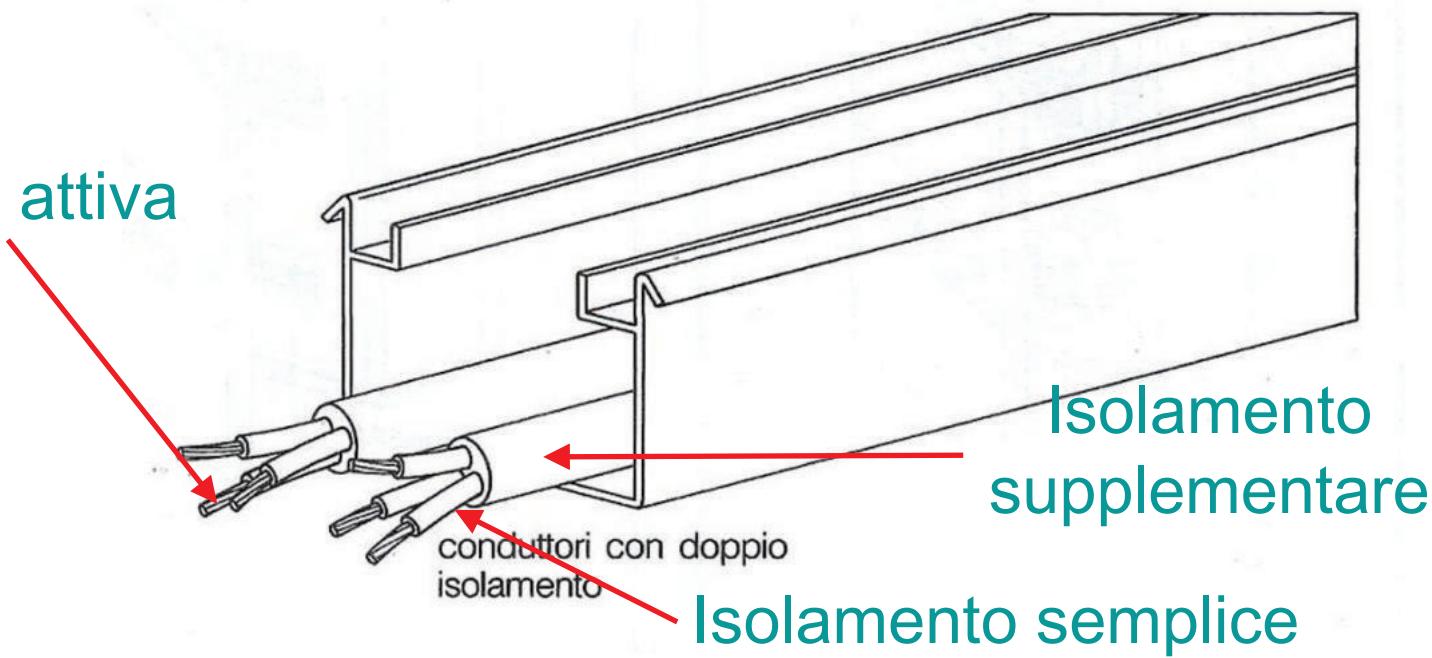
Nota: una parte conduttrice che può andare in tensione perché in contatto con una massa non è da considerare massa



Altre definizioni: massa e massa estranea

Una canalina che contiene cavi dotati di doppio isolamento (cavi con guaina) non è da considerare massa.

Parte attiva



Isolamento semplice

Isolamento supplementare

DEFINIZIONI DI MASSA E MASSA ESTRANEA

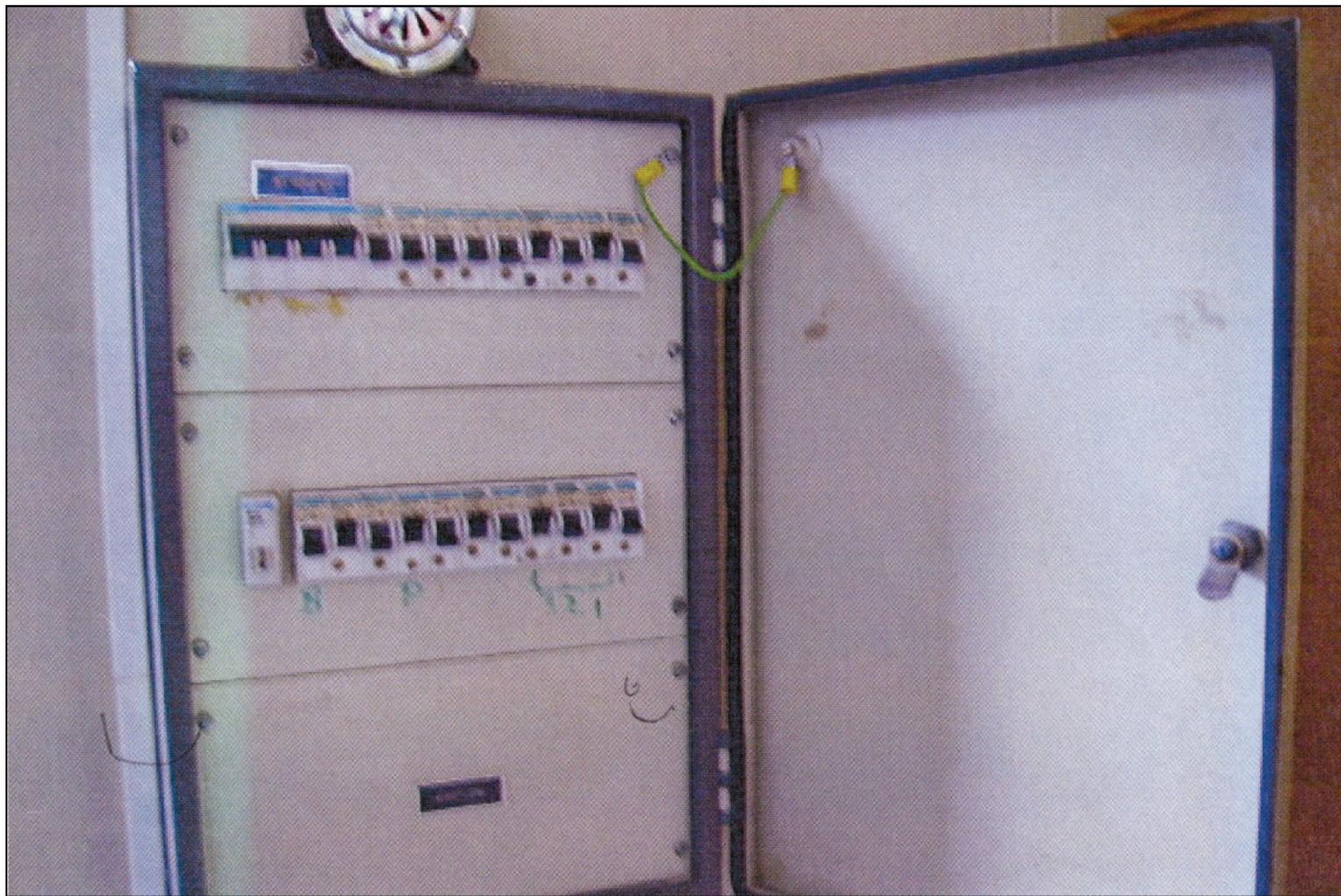
ATTENZIONE!

Un elemento conduttore a contatto con una massa non è da considerarsi massa

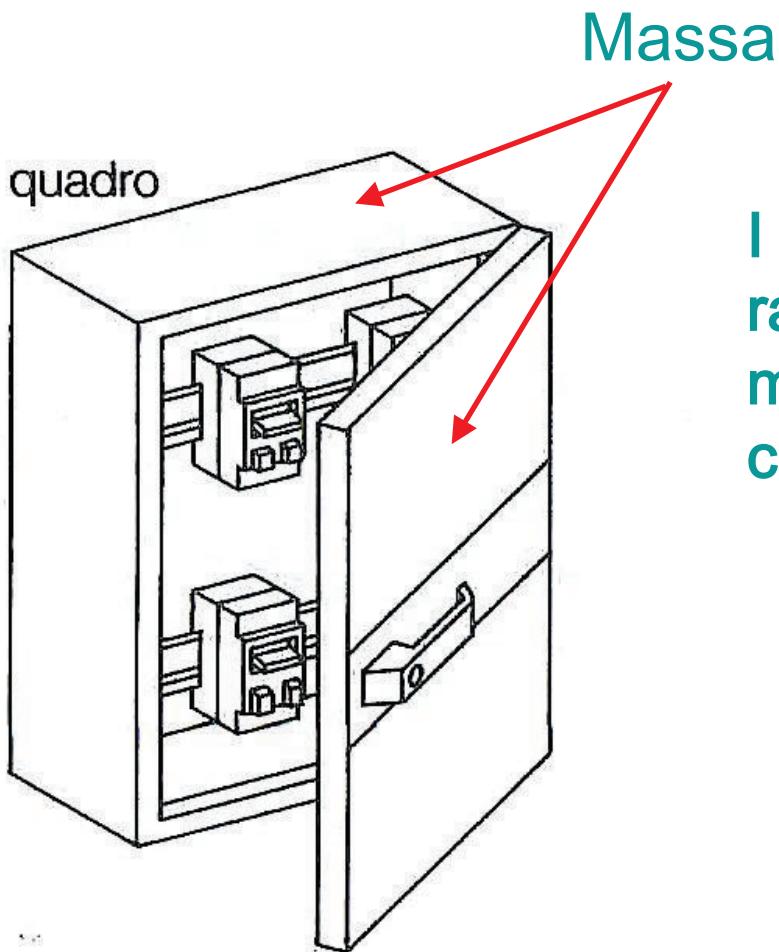
Esempi:

- un tavolino metallico che sorregge un motore non è da considerare massa (il motore invece è una massa)
- una porta metallica alla quale è ancorata una serratura elettrica non è da considerare massa (l'involucro della serratura invece è massa)

DEFINIZIONI DI MASSA E MASSA ESTRANEA



Altre definizioni: massa e massa estranea



I componenti elettrici sono racchiusi in un involucro metallico “massa” che comprende anche lo sportello.

DEFINIZIONI DI MASSA E MASSA ESTRANEA

Massa estranea elencate dalla norma CEI 64-8 all'art. 413.1.2.1

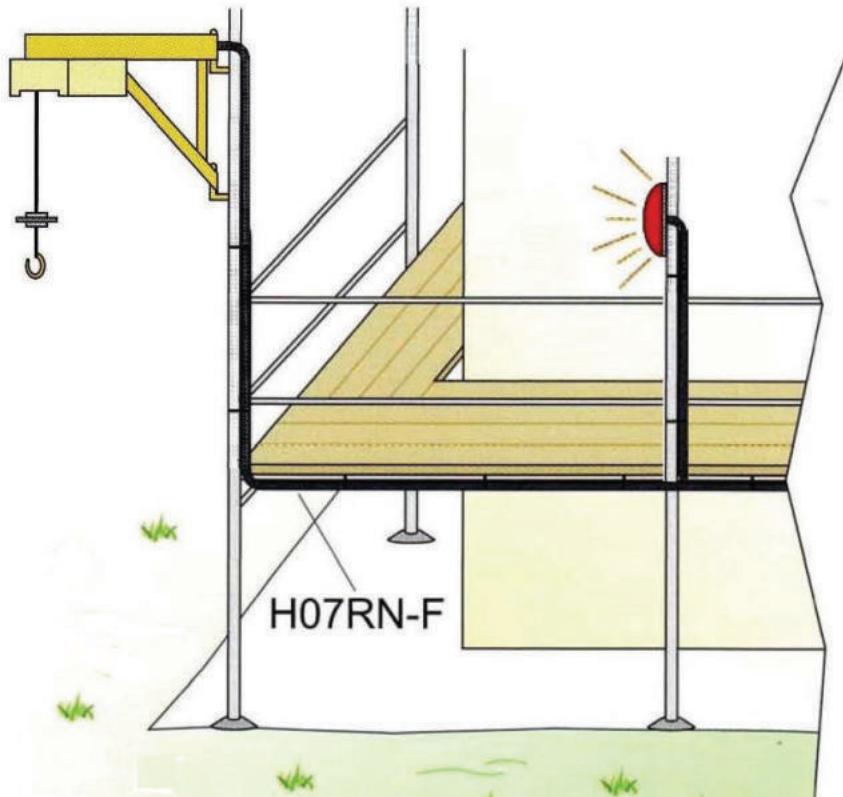
- tubi alimentanti i servizi dell'edificio (acqua e gas)
- parti strutturali metalliche dell'edificio e le canalizzazioni dell'impianto di riscaldamento centrale o del condizionamento d'aria
- armature del cemento armato utilizzate nella costruzione degli edifici (se praticamente possibile)

Altre definizioni: massa e massa estranea

Sono da considerare masse estranee le parti metalliche non facenti parte dell'impianto elettrico che presentano verso terra un valore di resistenza inferiore a:

- **1000 Ω negli ambienti ordinari** (nei quali si ammette una tensione di contatto massima non superiore a 50 V);
- **200 Ω negli ambienti a maggior rischio elettrico** (cantieri edili, stalle e locali adibiti ad uso medico e simili nei quali si ammette una tensione di contatto non superiore a 25 V);
- **0,5 MΩ nei locali ad uso medico** ed equivalenti nei quali esiste rischio di microshock.

Massa estranea: esempio



Messa a terra del ponteggio.

Se il cavo è di classe II (ad esempio H07RN-F), l'apparecchio di illuminazione è anch'esso di classe II e il montacarichi è messo a terra tramite il PE del cavo di alimentazione; in questo caso non è necessaria la messa a terra del ponteggio.

Impianto di terra: scopo

I componenti elettrici di Classe I sono dotati di isolamento principale tra le parti attive e le masse: in caso di cedimento di questo isolamento le masse assumono valori di tensione che potrebbero risultare pericolosi per le persone in contatto con esse.

La pericolosità del contatto dipende soprattutto dal valore e dalla durata della corrente nel corpo umano.

Impianto di terra: funzione

La funzione dell'impianto di terra, negli impianti utilizzatori alimentati da sistemi di I categoria, è quella di chiudere il circuito di guasto verso la sorgente di alimentazione. La corrente di guasto, in un impianto di terra coordinato con i dispositivi di protezione, ne provocherà l'intervento evitando così il permanere di tensioni pericolose sulle masse.

L'impianto di terra è efficace contro i contatti indiretti solo se si realizza un adeguato coordinamento con il dispositivo di protezione, secondo le regole indicate nella Norma CEI 64-8.

Impianto di terra: efficacia

L'impianto di terra, per essere efficace, deve:

- essere affidabile e garantire nel tempo le caratteristiche elettriche;
- avere una resistenza tale che il valore della corrente di guasto che lo attraversa sia in grado di provocare l'intervento del dispositivo di protezione nei tempi richiesti.

Nel caso di alimentazione da sistemi di II categoria, nei quali la cabina di trasformazione è di proprietà dell'utente, il conduttore di protezione viene in genere collegato direttamente al centro stella del secondario del trasformatore (TN). In questo caso in presenza di guasto su una massa del circuito di bassa tensione, la corrente si chiude attraverso il conduttore di protezione, senza interessare il dispersore, che viene dimensionato soprattutto in funzione di guasti che si possono verificare sul circuito di alimentazione di media tensione.

Impianto di terra nei sistemi di I e II categoria

I vari elementi dell'impianto di terra assumono aspetti diversi secondo i sistemi di alimentazione. La Guida CEI 64-12, all'articolo 2.4, identifica i seguenti:

- art. 2.4.1 Impianti utilizzatori alimentati da sistemi di I categoria con modo di collegamento a terra TT;
- art. 2.4.2 Impianti utilizzatori alimentati da sistemi di II categoria con modo di collegamento TN

Modo di collegamento TT

La protezione contro i contatti indiretti (CEI 64-8 art. 413.1.4) si ritiene soddisfatta quando:

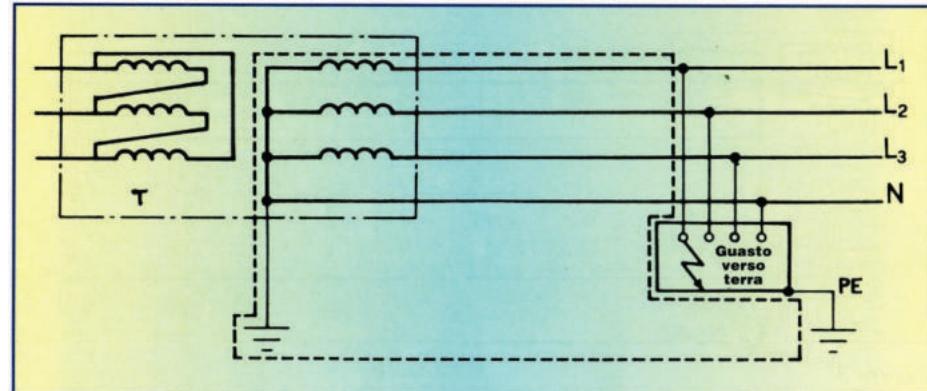
$$R_E \times I_{dn} \leq U_L$$

dove:

R_E = resistenza del dispersore (in Ω);

I_{dn} = corrente nominale differenziale (in A)

U_L = tensione limite (in volt, 50 V ambienti ordinari, 25V ambienti particolari)



Esempio: con $I_{dn}=0,3\text{ A}$ e $U_L=50\text{ V}$ deve essere $R_E \leq 166\text{ }\Omega$

Modo di collegamento TN

La protezione contro i contatti indiretti (CEI 64-8 art. 413.1.3.3) si ritiene soddisfatta quando:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

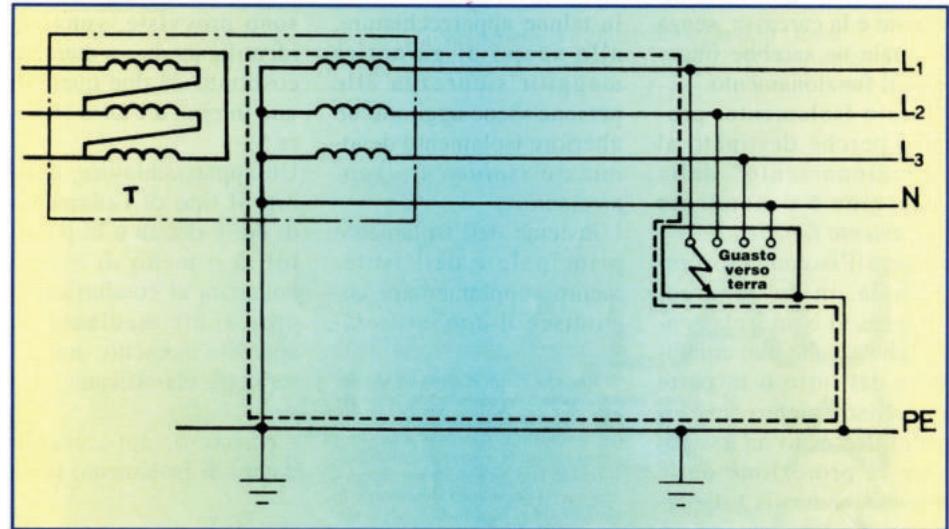
dove:

Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto (comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente);

I_a (I_d se si usa un interruttore differenziale) è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione:

- entro il tempo definito nella Tab. 41A in funzione della tensione nominale U_0 per i circuiti terminali protetti con dispositivi di protezione contro le sovraccorrenti aventi corrente nominale o regolata che non supera 32 A,
- entro un tempo non superiore a 5 s per gli altri circuiti;

U_0 è la tensione nominale verso terra in volt in c.a. e in c.c.



Percorso della corrente di guasto in un sistema TN (esempio con lato MT a neutro compensato)

Modo di collegamento TN: guasto sul lato BT

Tab. 41A - Tempi massimi di interruzione per i sistemi TN

Sistema	50 V < $U_0 \leq 120$ V s		120 V < $U_0 \leq 230$ V s		230 V < $U_0 \leq 400$ V s		$U_0 > 400$ V s	
	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.
TN	0,8	NOTA 3	0,4	5	0,2	0,4	0,1	0,1

U_0 è la tensione nominale verso terra in c.a. o in c.c.

Tabella valida per tensioni $U_L=50$ V

ANALISI DEGLI ELEMENTI DI PROGETTO

1) Analisi del sito

La resistività del terreno è il primo e determinante elemento nella progettazione del dispersore.

Sistema TT: il valore della resistenza di terra da realizzare non è, in genere, particolarmente basso; ci si affida a tabelle

Sistema TN: devono essere raggiunti valori molto bassi della resistenza di terra; è opportuno, se non necessario, effettuare la misura sul campo

ANALISI DEGLI ELEMENTI DI PROGETTO

1) Analisi del sito – sistema TT

Resistività per diversi tipi di suolo

Natura del terreno	Resistività Ωm
Terreno paludososo Alluvionale Humus Torba umida	Da alcune unità a 30 da 20 a 100 da 10 a 150 da 5 a 100
Argilla malleabile Marna e argilla compatta Marna giurassica	50 da 100 a 200 da 30 a 40
Sabbia argillosa Sabbia silicea Suolo pietroso nudo Suolo pietroso coperto d'erba	da 50 a 500 da 200 a 3 000 da 1 500 a 3 000 da 300 a 500
Calcare molle Calcare compatto Calcare crepato Scisto Mica-scisto	da 100 a 300 da 1 000 a 5 000 da 500 a 1 000 da 50 a 300 800
Granito e arenaria secondo l'alterazione superficiale Granito e arenaria molto alterati	da 1 500 a 10 000 da 100 a 600

ANALISI DEGLI ELEMENTI DI PROGETTO

3) Corrosività del terreno

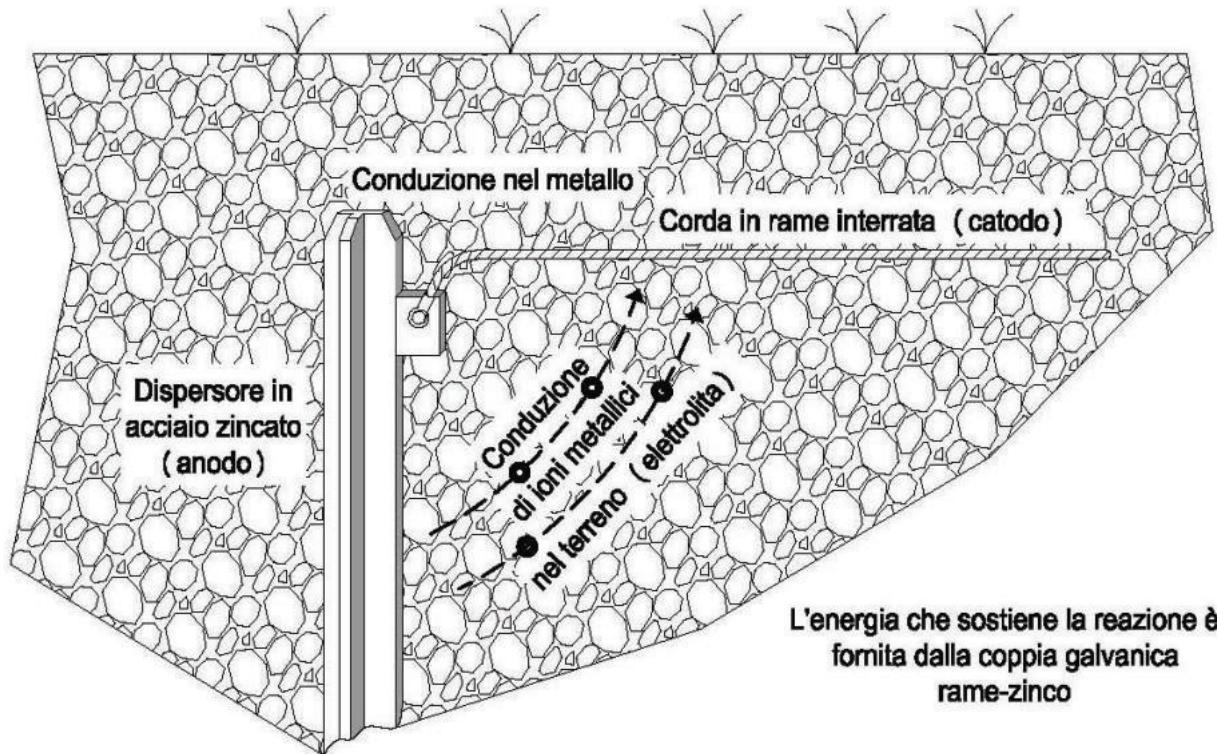
Gli elementi metallici immersi nel terreno e quindi in ambiente umido sono soggetti a corrosione.

Sono elementi incentivanti la corrosione:

- gli agenti chimici;
- le coppie galvaniche fra metalli diversi;
- le correnti vaganti.

ANALISI DEGLI ELEMENTI DI PROGETTO

3) Corrosività del terreno



Esempio di corrosione dovuta a coppia galvanica

ANALISI DEGLI ELEMENTI DI PROGETTO

3) Corrosività del terreno

Nella scelta dei materiali costituenti il dispersore, ai fini di limitare gli effetti della corrosione, si devono usare preferibilmente materiali omogenei, ma in particolare vicini nella scala di nobiltà.

In genere sono considerati adatti alla posa diretta nel terreno per la funzione di dispersori i seguenti materiali:

- rame nudo o stagnato;
- acciaio zincato a caldo.

Metallo	Potenziale elettrochimico, in V
Litio	-3,02
Sodio	-2,72
Magnesio	-1,80
Alluminio	-1,45
Manganese	-1,10
Zinco	-0,77
Cromo	-0,56
Ferro	-0,43
Cadmio	-0,42
Nickel	-0,20
Stagno	-0,14
Piombo	-0,13
Idrogeno	0,0
Antimonio	+0,2
Rame	+0,35
Argento	+0,80
Mercurio	+0,86
Platino	+0,87
Oro	+1,5

ANALISI DEGLI ELEMENTI DI PROGETTO

3) Corrosività del terreno

Quando vi è la necessità di effettuare giunzioni, la limitazione dei rischi di corrosione localizzata sulle superfici di contatto delle giunzioni, si ottiene con la combinazione dei due seguenti interventi:

- 1) Evitare il contatto con l'ambiente umido proteggendo la giunzione con nastri vulcanizzanti, vernici bituminose, ecc.
- 2) Limitare le coppie elettrochimiche utilizzando materiali omogenei per morsetti quando si collegano conduttori dello stesso metallo.

Quando invece si devono collegare conduttori di metalli diversi, si consiglia di evitare il contatto diretto fra i due metalli e di usare un morsetto di materiale avente potenziale elettrochimico intermedio fra i due conduttori.

ANALISI DEGLI ELEMENTI DI PROGETTO

3) Corrosività del terreno

Ulteriori accorgimenti/prescrizioni:

- Se si devono collegare all'impianto di terra serbatoi o altre strutture in acciaio o acciaio zincato immerse nel terreno, si deve evitare l'uso di rame nudo come dispersore e il collegamento delle strutture e serbatoi stessi a tondini di armatura di fondazioni estese.
- Le tubazioni in acciaio annegate nel calcestruzzo sono generalmente protette dalle corrosioni. Si sconsiglia comunque la posa di tubazioni nude in acciaio zincato in presenza di altre tubazioni in rame nudo o in presenza di elementi dispersori in rame.
- Il collegamento dei tondini nel calcestruzzo ai dispersori in rame nudo o acciaio ramato non è dannoso per i tondini d'armatura del calcestruzzo. Viceversa il collegamento ai dispersori in acciaio zincato non procura corrosione ai tondini, ma questi ultimi si pongono in stato di catodo e causano la corrosione del dispersore in acciaio zincato posto nel terreno.

ANALISI DEGLI ELEMENTI DI PROGETTO

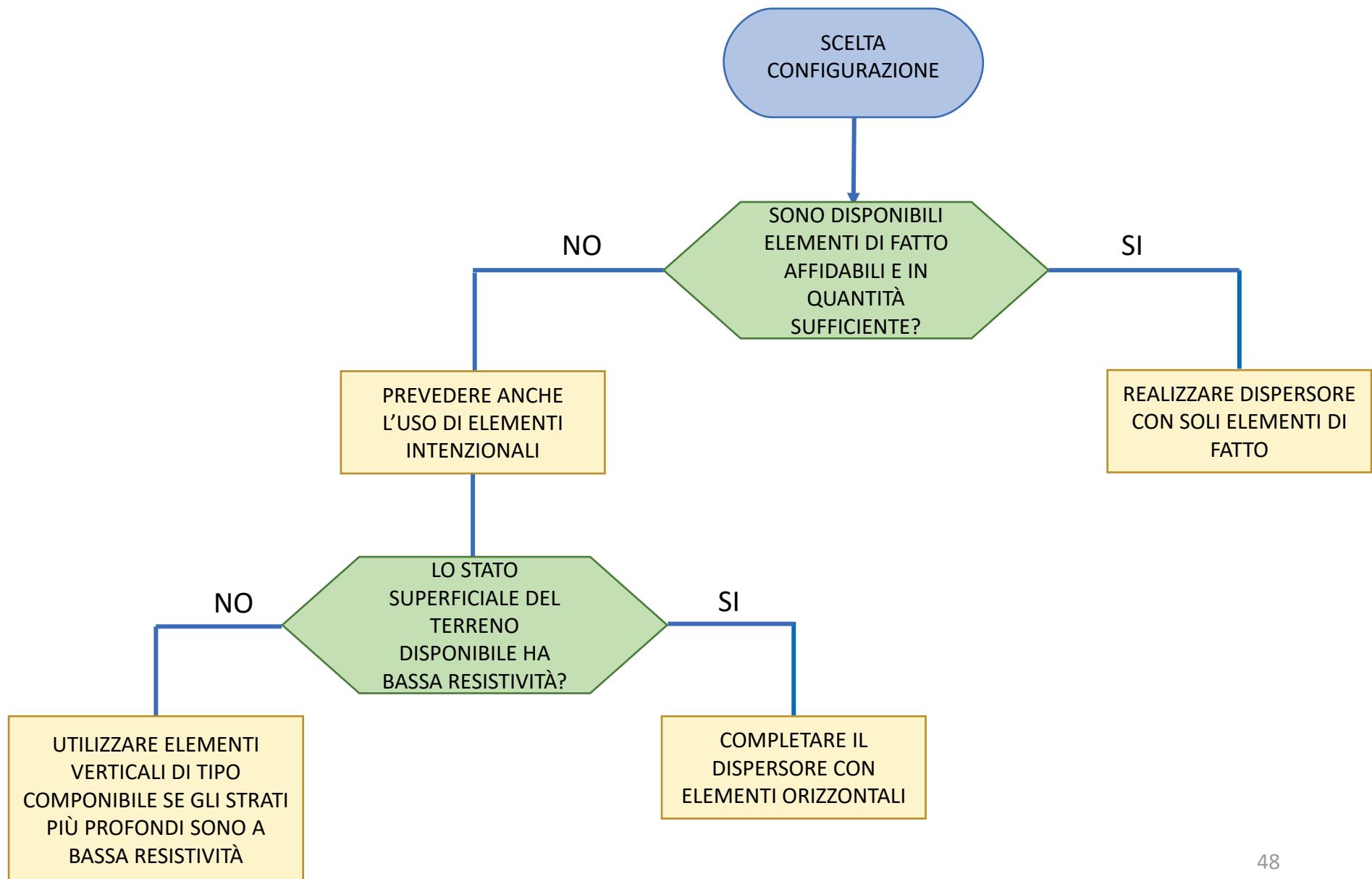
4) Scelta della configurazione

Le motivazioni che conducono alla scelta di un particolare tipo di elemento dispersore (verticale, orizzontale, di fatto o intenzionale) sono indirizzate da esigenze tecniche, economiche, ambientali.

Occorre pertanto valutare innanzitutto la presenza di elementi di fatto adatti allo scopo e determinarne (con misura o con calcolo di prima approssimazione) la resistenza dei vari tipi.

Si deve decidere quindi se installare dispersori intenzionali, sulla base dello schema a blocchi che segue.

ANALISI DEGLI ELEMENTI DI PROGETTO



ANALISI DEGLI ELEMENTI DI PROGETTO

6) Calcolo della resistenza di terra

a) Resistenza di un dispersore verticale

$$R_d = \rho_m / L$$

dove:

ρ_m = resistività del terreno [$\Omega \text{ m}$]

L = lunghezza dell'elemento a contatto con il terreno [m]

b) Resistenza di un dispersore orizzontale

$$R_d = 2 \rho_m / L$$

dove:

L = lunghezza dell'elemento a contatto con il terreno [m]

c) Resistenza di un sistema di elementi collegati a maglia

$$R_d = \rho_m / 4 r$$

dove:

r = raggio del cerchio di area equivalente a quella del dispersore in prova

ANALISI DEGLI ELEMENTI DI PROGETTO

6) Calcolo della resistenza di terra

La valutazione approssimativa del contributo dei dispersori di fatto può essere effettuata in accordo col documento CENELEC HD 60364-5-54. Nel caso ad esempio di un dispersore costituito da un pilastro metallico interrato, la resistenza è data dalla formula:

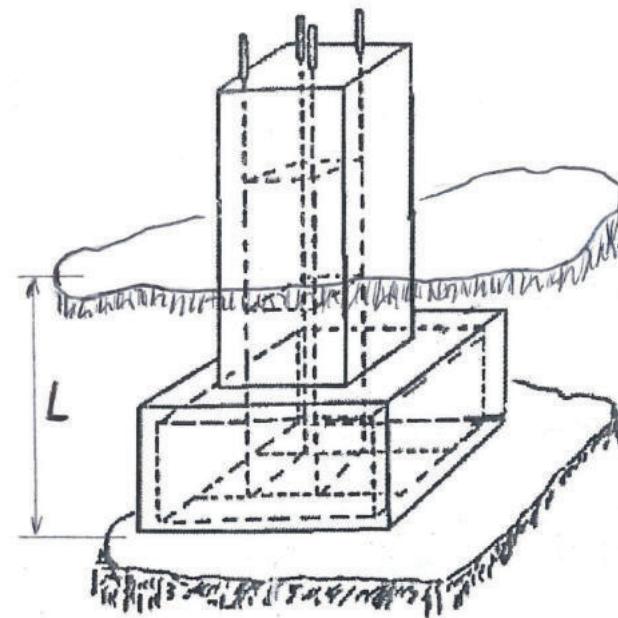
$$R = 0,366 \frac{\rho}{L} \log_{10} \frac{3L}{d}$$

dove:

L = è la lunghezza interrata del pilastro in metri

d = è il diametro del cerchio circoscritto al plinto, in metri

ρ = è la resistività del terreno in $\Omega \cdot m$



ANALISI DEGLI ELEMENTI DI PROGETTO

7) Dimensionamento dei componenti

Per garantire la funzionalità e la durata fisica dei componenti le norme ne fissano, tramite tabelle e formule, dimensioni minime raccomandate.

Nelle successive tre slide vengono fornite le dimensioni minime dei:

- dispersori
- conduttori di terra
- conduttore di protezione

ANALISI DEGLI ELEMENTI DI PROGETTO

7) Dimensioni minime dei dispersori per garantirne la resistenza meccanica e alla corrosione

Materiale	Tipo di dispersore	Dimensione minima				
		Corpo			Rivestimento/guaina	
		Diametro mm	Sezione mm ²	Spessore mm	Valori minimi µm	Valori medi µm
Acciaio	Zincato a caldo	Piattina ^(b)		90	3	63
		Profilati (incl. piatti)		90	3	63
		Tubo	25		2	47
		Barra tonda per picchetto	16			63
		Tondo per dispersore orizzontale	10			50
	Con guaina di piombo ^(a)	Tondo per dispersore orizzontale	8			1 000
		Con guaina di rame estrusa	Barra tonda per picchetto	15		2 000
		Con guaina di rame elettrolitico	Barra tonda per picchetto	14,2		90
Rame	Nudo	Piattina		50	2	
		Tondo per dispersore orizzontale		25 ^(c)		
		Corda	1,8 ^(d)	25		
		Tubo	20		2	
	Stagnato	Corda	1,8 ^(d)	25		1
	Zincato	Piattina		50	2	20
	Con guaina di piombo ^(a)	Corda	1,8 ^(d)	25		1 000
		Filo tondo		25		1 000
(a) Non idoneo per posa diretta in calcestruzzo. Si raccomanda di non usare il piombo per ragioni di inquinamento.						
(b) Piattina, arrotondata o tagliata con angoli arrotondati.						
(c) In condizioni eccezionali, dove l'esperienza mostra che il rischio di corrosione e di danno meccanico è estremamente basso, si può usare 16 mm ² .						
(d) Per fili singoli.						

ANALISI DEGLI ELEMENTI DI PROGETTO

7) Dimensionamento dei conduttori di terra

- in assenza di protezione contro la corrosione le sezioni minime dei conduttori di terra non devono essere inferiori a:
 - 25 mm² se in rame - 50 mm² se in ferro zincato
- in assenza di protezioni meccaniche, ma con protezioni contro la corrosione (es. conduttore interrato con isolamento in PVC), le sezioni minime non devono comunque essere inferiori a:
 - 16 mm² se in rame - 16 mm² se in ferro zincato
- in presenza di protezione meccanica e di protezione contro la corrosione, la sezione minima può essere pari a quella del conduttore di protezione di sezione maggiore

ANALISI DEGLI ELEMENTI DI PROGETTO

7) Dimensionamento dei conduttori di protezione

Per il dimensionamento dei conduttori di protezione si utilizza normalmente la tabella 54F della Norma CEI 64-8

Sezione dei conduttori di fase dell'impianto S (mm^2)	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione S_p (mm^2)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S_p = \frac{S}{2}$

In alternativa si può utilizzare la formula $S_p = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K}$

REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO DI TERRA

1) Dispersore a elementi intenzionali

Elementi orizzontali

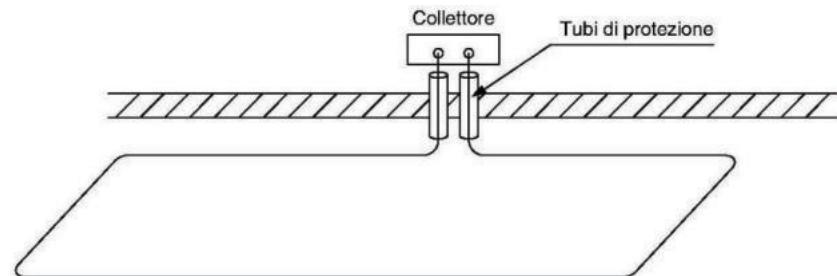
Configurazione ad anello

Il tipo più comunemente utilizzato di dispersore ad elementi orizzontali è quello ad anello.

L'elemento orizzontale è chiuso ad anello riducendo preferibilmente al minimo le eventuali giunzioni.

Dopo la ricongiunzione è preferibile collegare i due terminali tramite due conduttori di terra al collettore principale di terra.

La configurazione ad anello all'esterno del fabbricato è da preferire, in quanto può essere utilizzata come elemento di dispersione per l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche, se previsto.



Esempio di configurazione ad anello

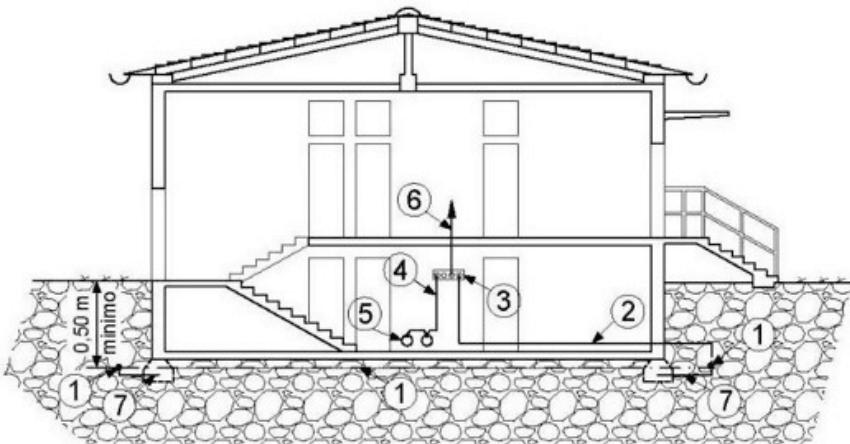
REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO DI TERRA

Realizzazione dei dispersori

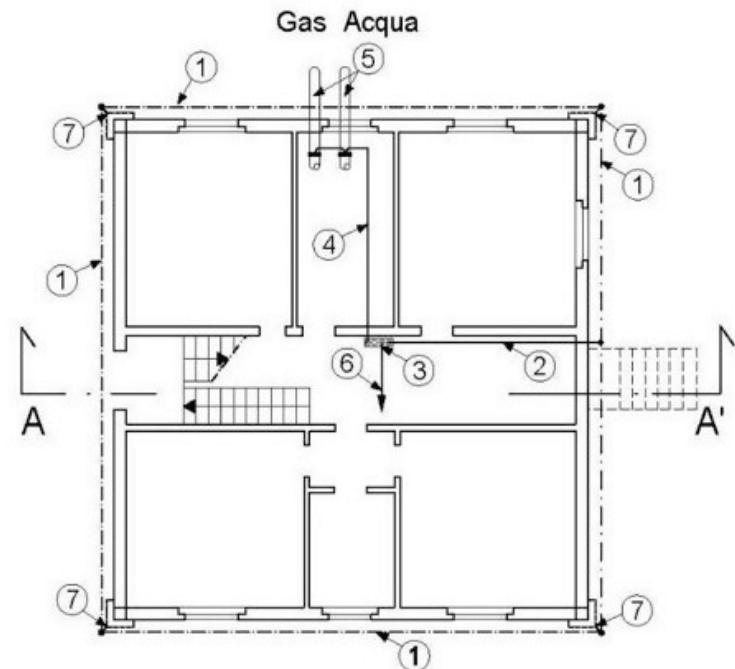
Esempio n°1: villetta o piccola unità in calcestruzzo armato con dispersore artificiale

Legenda

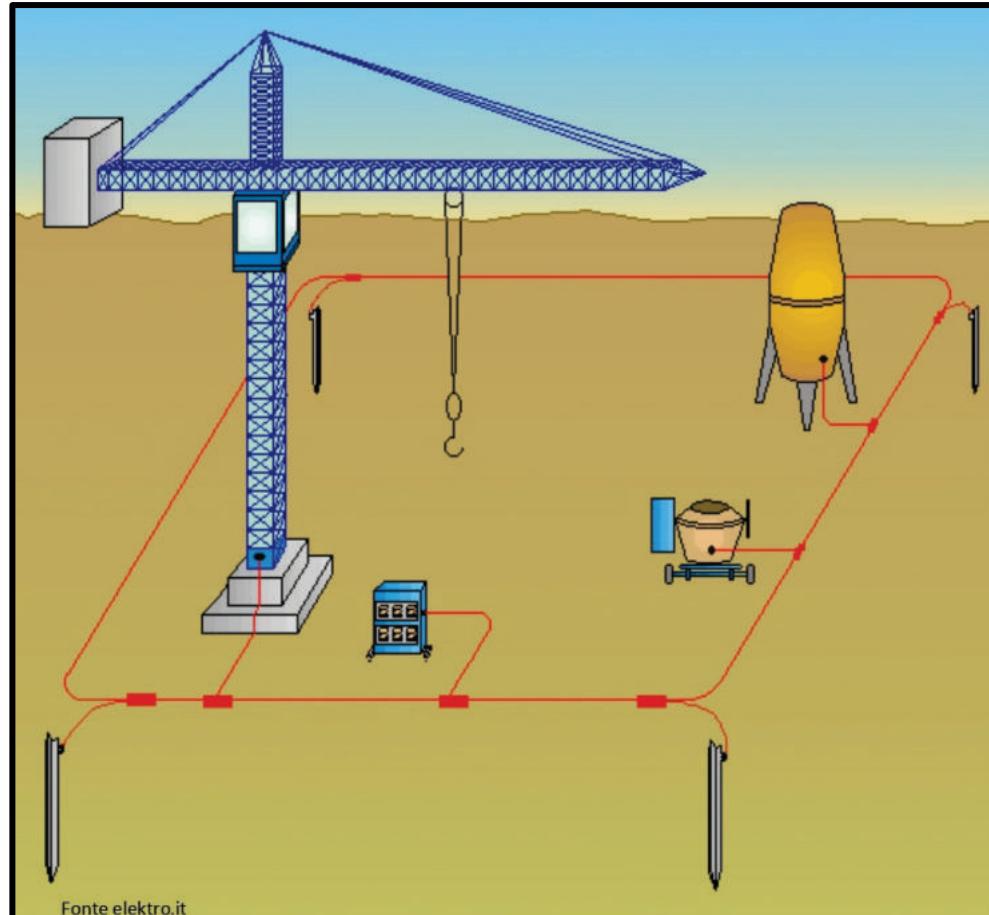
- 1 - Dispersore orizzontale ad anello (intenzionale)
- 2 - Conduttore di terra CT (in tubazione protettiva)
- 3 - Collettore (o nodo) principale di terra MET
- 4 - Collegamento equipotenziale principale EQP
- 5 - Massa estranea
- 6 - Collegamenti di protezione
- 7 - Collegamento ai ferri dell'armatura del calcestruzzo armato



Sezione A-A'



IMPIANTO DI TERRA NEI CANTIERI EDILI



Esempio di impianto di terra in un cantiere edile

IMPIANTO DI TERRA NEI CANTIERI EDILI

Nei sistemi di I categoria, con modo di collegamento a terra di tipo TT, la resistenza dell'impianto di terra R_E deve essere:

$$R_E \leq \frac{25}{I_{dn}}$$

dove:

R_E = resistenza di terra del dispersore (Ω)

I_{dn} = corrente nominale differenziale (A)

IMPIANTO DI TERRA NEI CANTIERI EDILI

Nei sistemi di II e III categoria (con cabina propria di trasformazione) la relazione da soddisfare deve essere:

$$U_E = R_E \cdot I_F \leq U_{TP}$$

Dove:

R_E = resistenza di terra (Ω)

U_E = tensione totale di terra (V)

U_{TP} = tensione di contatto ammissibile (V)

I_F = corrente di guasto a terra (A)

FAQ FOTOGRAFICHE

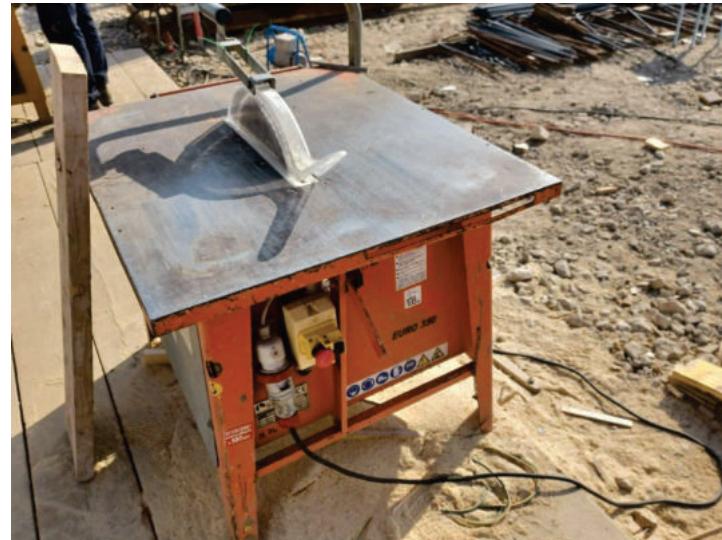
Gruppo elettrogeno

Deve essere collegato
a terra?



FAQ FOTOGRAFICHE

Il piano d'appoggio
(legno o metallo)
pone differenze ai fini
del collegamento a
terra?



FAQ FOTOGRAFICHE

A uno stesso generatore (gruppo elettrogeno) possono essere allacciati contemporaneamente apparecchi e macchinari di classe I e di classe II?



FAQ FOTOGRAFICHE

Cosa deve essere collegato a terra?



FAQ FOTOGRAFICHE

Incomprensioni
terrestri

FAQ FOTOGRAFICHE

Non mettiamo a
terra le croci

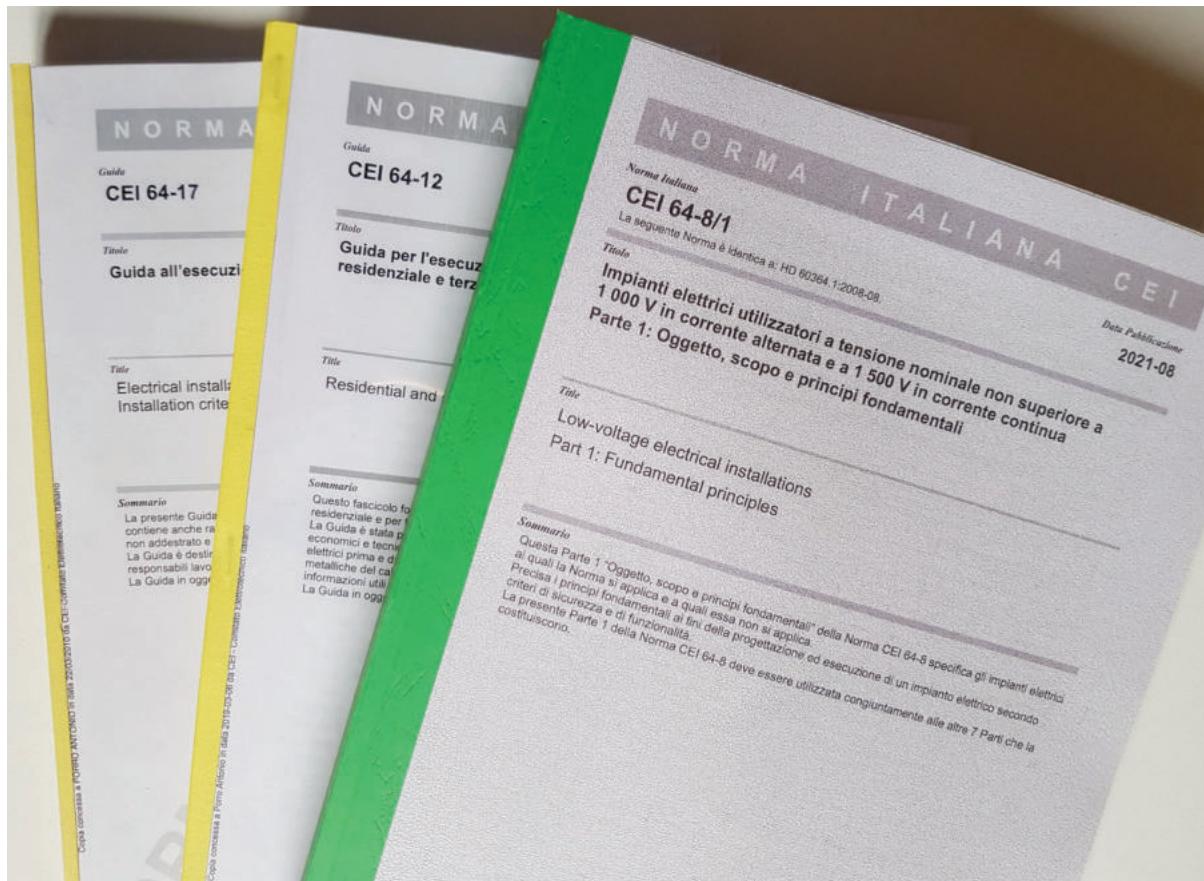


FAQ FOTOGRAFICHE

Come peggiorare
la sicurezza



Per chi desidera approfondire



Grazie dell'attenzione

ing. Antonio Porro - Lecco