



## Collegamento equipotenziale principale

Le seguenti masse estranee devono essere integrate **direttamente** nel collegamento equipotenziale principale:

- ⇒ conduttore per il collegamento equipotenziale principale secondo CEI 64-8/4
- ⇒ dispersore di fondazione / dispersore per la protezione contro i fulmini
- ⇒ impianto di riscaldamento
- ⇒ tubo metallico dell'acqua
- ⇒ parti conduttive dell'edificio (ad esempio guide dell'ascensore, struttura portante in acciaio, canali di aerazione e di condizionamento)
- ⇒ tubo metallico di scarico acqua
- ⇒ tubature del gas interne
- ⇒ conduttore di messa a terra per antenne (secondo CEI EN 61728-11)
- ⇒ conduttore di messa a terra per impianto di telecomunicazione secondo CEI EN 61663-1)
- ⇒ conduttore di protezione dell'impianto elettrico secondo CEI 64-8 (conduttore PEN per sistemi TN e conduttori PE per sistemi TT e IT)
- ⇒ schermature metalliche di condutture elettriche ed elettroniche
- ⇒ guaine metalliche di cavi di alimentazione fino a 1000 V
- ⇒ sistema di messa a terra per impianti di alimentazione superiore ai 1 kV, se non può essere trasferita una tensione di terra troppo elevata, non permessa

Definizione normativa nella CEI 64-8/2 di una massa estranea:

parte conduttrice che non fa parte dell'impianto elettrico in grado di introdurre un potenziale elettrico, generalmente il potenziale di terra.

**Nota:** tra questi corpi estranei conduttivi vi sono anche pavimenti, pareti ed infissi conduttivi, se attraverso questi può essere introdotto un potenziale elettrico, compreso il potenziale di terra.

I seguenti elementi devono essere integrati **indirettamente** attraverso spinterometri nel collegamento equipotenziale principale:

- ⇒ impianti con protezione da corrosione catodica e di protezione contro correnti vaganti
- ⇒ sistemi di messa a terra per impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV secondo CEI 11-1,

se possono essere trasferite tensioni di terra troppo elevate, non permesse

- ⇒ terra della rete ferroviaria a corrente alternata e corrente continua (le rotaie delle ferrovie possono essere collegate solo con permesso scritto dell'ente competente)
- ⇒ terra di misura per laboratori, se eseguite separatamente dai conduttori di protezione

Nella **figura 6.1.1** sono rappresentati i collegamenti e i rispettivi componenti del collegamento equipotenziale principale.

## Esecuzione dell'impianto di terra per il sistema equipotenziale

Poiché l'impianto utilizzatore in bassa tensione rende necessarie determinate resistenze di terra (condizioni per il sezionamento automatico dell'alimentazione) e il dispersore di fondazione offre buoni valori di terra se posato correttamente, il dispersore di fondazione rappresenta un complemento ottimale ed efficace del sistema equipotenziale. Per l'esecuzione del dispersore di fondazione è rilevante la CEI 64-12, che richiede, ad esempio, l'utilizzo di conduttori uscenti o punti fissi di terra per le barre equipotenziali. Descrizioni più dettagliate sul dispersore di fondazione si trovano nel capitolo 3.2.

Se si utilizza il dispersore di fondazione come terra di protezione contro i fulmini, devono, se necessario, essere osservati i requisiti aggiuntivi secondo CEI EN 62305-3 allegato E.5.4.3.2

## Conduttori equipotenziali

I conduttori equipotenziali devono, nella misura in cui possiedono una funzione di protezione, essere contrassegnati come conduttori di protezione, cioè giallo/verde.

I conduttori equipotenziali non portano corrente di servizio e possono quindi essere nudi o isolati.

Determinante per la definizione dei conduttori equipotenziali principali secondo CEI 64-8/5 è la sezione del conduttore di protezione principale. Il conduttore di protezione principale è il conduttore che proviene dalla sorgente di alimentazione o dal punto di consegna del distributore oppure dal quadro generale.

In ogni caso la sezione minima del conduttore equipotenziale principale deve essere  $6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ .

	Equipotenziale principale	Equipotenziale supplementare	
normale	0,5 • sezione del conduttore di protezione più grande	tra due corpi	1 • sezione del conduttore di protezione più piccolo
		tra corpo e corpo estraneo	0,5 • sezione del conduttore neutro
minimo	6 mm <sup>2</sup>	con protezione meccanica	2,5 mm <sup>2</sup> Cu oppure conduttanza equivalente
		senza protezione meccanica	4 mm <sup>2</sup> Cu oppure conduttanza equivalente
possibile limitazione	25 mm <sup>2</sup> Cu oppure conduttanza equivalente	–	–

Tabella 6.1.1 Sezioni per i conduttori equipotenziali

Come possibile limite verso l'alto è stata definita la sezione 25 mm<sup>2</sup> Cu.

Come sezioni minime per il collegamento equipotenziale supplementare (Tabella 6.1.1) viene richiesta una sezione di 2,5 mm<sup>2</sup> Cu con protezione meccanica e 4 mm<sup>2</sup> senza protezione.

Per la messa a terra degli impianti per la ricezione e distribuzione dei segnali televisivi e sonori (CEI EN 60728-11) sono richieste le seguenti sezioni minime: 16 mm<sup>2</sup> Cu, 25 mm<sup>2</sup> Al, oppure 50 mm<sup>2</sup> acciaio.

### Barre equipotenziali

La barra equipotenziale è un elemento centrale del sistema equipotenziale e deve garantire il contatto sicuro di tutti i conduttori collegati a sezioni usuali, deve sopportare il passaggio di corrente ed essere resistente alla corrosione.

I requisiti minimi delle barre equipotenziali per il collegamento equipotenziale principale solita-

mente vengono definite con le seguenti possibilità di connessione:

- ⇒ 1 x conduttore piatto 4x30 mm o conduttore tondo Ø 10 mm
- ⇒ 1 x 50 mm<sup>2</sup>
- ⇒ 6 x 6 mm<sup>2</sup> fino a 25 mm<sup>2</sup>
- ⇒ 1 x 2,5 mm<sup>2</sup> fino a 6 mm<sup>2</sup>

Questi requisiti per la barra equipotenziale vengono rispettati dalla barra K12 (Figura 6.1.2).

Nella norma CEI EN 50164-1 (CEI 81-5) sono descritte le caratteristiche per i componenti di connessione per la protezione contro i fulmini.

Se sono soddisfatte le prescrizioni nella norma sopra indicata, questo componente può essere utilizzato anche per il sistema equipotenziale antifulmini secondo CEI EN 62305-1-4 (CEI 81-10/1-4).



Figura 6.1.2 Barra equipotenziale K12 Art. 563 200



Figura 6.1.3 Collare di messa a terra per tubi Art. 408 014



Figura 6.1.4 Collare di messa a terra per tubi Art. 407 114

## Morsetti per il collegamento equipotenziale

I morsetti per il collegamento equipotenziale devono assicurare un contatto sicuro e durevole.

### Integrazione delle tubazioni nel sistema equipotenziale

Per integrare le tubazioni nel sistema equipotenziale vengono utilizzati dei collari di messa a terra adeguati al diametro dei tubi (Figura 6.1.3 e 6.1.4).

Enormi vantaggi al montaggio vengono offerti dai collari di messa a terra in INOX, che possono essere adattati al diametro del tubo (Figura 6.1.5).

Con i collari di messa a terra possono essere fissati tubi di qualsiasi materiale (ad esempio acciaio, rame e acciaio inossidabile). Questi componenti consentono anche l'esecuzione di connessioni passanti.

La figura 6.1.6 illustra il collegamento equipotenziale di tubazioni per riscaldamento con connessione passante.

### Prova e ispezione del sistema equipotenziale

Prima della messa in servizio dell'impianto elettrico di utenza è necessario controllare la condizione e l'efficacia dei collegamenti.

Si consiglia di effettuare una prova di continuità a bassa impedenza verso le diverse parti dell'impianto e verso il sistema equipotenziale.

### Collegamento equipotenziale supplementare

Se non possono essere rispettate le condizioni di interruzione automatica previste dallo specifico sistema di alimentazione per un impianto o una

parte dell'impianto, è necessario un collegamento equipotenziale locale supplementare. Il concetto di base è di collegare tutte le parti conduttrici con i quali è possibile entrare contemporaneamente in contatto, e le utenze ad installazione fissa tra di loro, con l'obiettivo di ridurre il più possibile l'eventuale tensione di contatto.

Inoltre, il collegamento equipotenziale supplementare deve essere installato sull'impianto o parti dell'impianto di sistemi IT con controllo di isolamento.

E' altresì necessario un collegamento equipotenziale supplementare per ridurre i rischi dipendenti dalle condizioni ambientali in impianti o parti di impianti particolari.

Nella serie CEI 64-8/7 viene fatto riferimento al collegamento equipotenziale supplementare per stabilimenti produttivi, locali e impianti di tipo particolare.

Ad esempio

- ⇒ CEI 64-8/701 per locali contenenti bagni o docce
- ⇒ CEI 64-8/702 per locali contenenti piscine
- ⇒ CEI 64-8/705 per strutture adibite ad uso agricolo o zootecnico

La differenza rispetto al collegamento equipotenziale principale consiste nel fatto che le sezioni dei conduttori possono essere scelte più piccole (Tabella 6.1.1), e che per il collegamento equipotenziale supplementare è possibile un limite locale.



Figura 6.1.5 Fascetta di messa a terra, Art. 540 910



Figura 6.1.6 Collegamento equipotenziale passante

## 6.2 Collegamento equipotenziale per impianti elettrici in bassa tensione

Il sistema equipotenziale per impianti utilizzatori a bassa tensione nell'ambito della protezione contro i fulmini interna secondo CEI EN 62305-3, rappresenta un ampliamento del collegamento equipotenziale principale secondo CEI 64-8/4 (Figura 6.1.1).

In aggiunta vengono integrati, nel collegamento equipotenziale, oltre a tutti i corpi conduttori anche le linee di alimentazione dell'impianto utilizzatore in bassa tensione. La particolarità di questa equipotenzialità sta nel fatto che il collegamento al sistema equipotenziale può solo avvenire tramite relativi dispositivi di protezione da sovratensione. I requisiti che vengono posti a questi dispositivi di protezione da sovratensione, sono descritti più in dettaglio nell'allegato E capitolo 6.2.1.2 della CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3), e inoltre nella CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4) nel capitolo 7 e negli allegati C e D.

Come per il collegamento equipotenziale di corpi metallici (vedere capitolo 6.1) il collegamento equipotenziale per impianti utilizzatori in bassa tensione deve essere eseguito nel punto di ingresso nella struttura. Per l'installazione di dispositivi di protezione da sovratensione nella zona a monte del contatore dell'impianto utilizzatore in bassa tensione (punto di consegna) sono da rispettare le relative disposizioni del distributore di energia elettrica competente (vedere anche capitolo 7.5.2 e 8.1) (Figura 6.2.1 e 6.2.2).

## 6.3 Collegamento equipotenziale per sistemi informatici

L'equipotenzialità antifulmine richiede che tutte le parti metalliche conduttori, come conduttori e schermature, vengano integrate nel sistema equipotenziale all'entrata nell'edificio con la più bassa impedenza possibile. In questa categoria rientrano ad esempio i conduttori per antenne (Figura 6.3.1), i conduttori metallici delle linee per telecomunicazioni, ma anche gli impianti in fibra ottica con elementi metallici. I conduttori vengono collegati con l'aiuto di elementi in grado di sopportare correnti da fulmine (scaricatore e componenti per il collegamento della schermatura). Il luogo ideale per l'installazione è il punto di ingresso dei conduttori

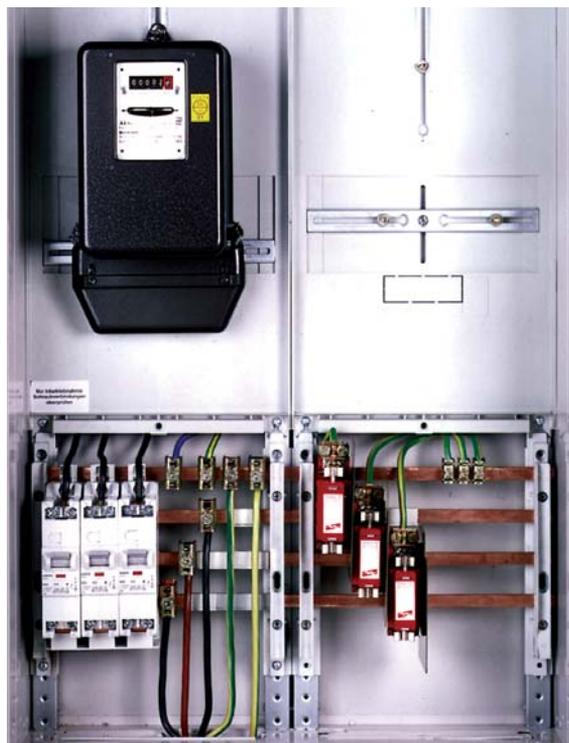


Figura 6.2.1 Scaricatore di corrente da fulmine DEHNbloc NH sulle barre di distribuzione del quadro contatori (vedi 6.2.2)

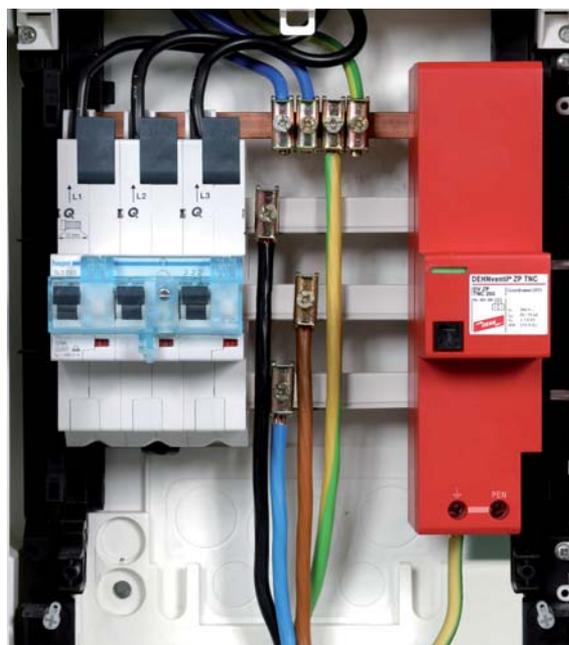


Figura 6.2.2 Scaricatore combinato omnipolare per il sistema di alimentazione principale DEHNventil ZP

nella struttura. Sia gli scaricatori che i componenti per il collegamento della schermatura devono essere scelti in base ai parametri delle correnti da fulmine previste.

Per minimizzare le spire induttive all'interno degli edifici si raccomandano i seguenti accorgimenti:

- ⇒ entrata di conduttori e tubazioni in metallo nello stesso punto
- ⇒ conduttori di potenza e di dati posati assieme, ma schermati tra di loro
- ⇒ evitare lunghezze eccessive di cavi utilizzando percorsi rettilinei

### Impianti di antenne:

Gli impianti di antenne sono generalmente posizionati in luoghi esposti per ragioni di radiotrasmissione e subiscono un'influenza maggiore da parte delle sovratensioni, particolarmente in caso di fulminazione diretta. Essi devono essere integrati nel collegamento equipotenziale secondo CEI EN 60728-11 e devono ridurre il rischio di un'influenza induttiva attraverso il tipo di esecuzione (posa dei cavi, connettori e armature), oppure attraverso misure supplementari adatte. Gli elementi delle antenne che, per cause di funzionalità non possono essere collegati direttamente con il collegamento equipotenziale, e che sono collegati con il conduttore di alimentazione dell'antenna, dovrebbero essere protetti tramite scaricatori.

Si può supporre, semplificando, che il 50% della corrente da fulmine diretta scorre attraverso gli schermi dei cavi coassiali delle antenne. Se un impianto di antenna è dimensionato per correnti da fulmine fino a 100 kA (10/350  $\mu$ s) (livello di protezione LPL III), si avrà una suddivisione della corrente di fulmine (50 kA) attraverso il conduttore di messa a terra (50 kA) e attraverso le schermature di tutti i cavi dell'antenna. Perciò gli impianti di antenne, che non sono in grado di sopportare corrente di fulmine, devono essere dotate di impianto di captazione, in grado di proteggere con il suo volume protetto le antenne. Per la scelta del cavo adatto deve essere individuata la relativa parte di corrente parziale da fulminazione per ogni cavo di antenna coinvolto nella scarica. La resistenza alle tensioni dei cavi può essere calcolata in base alla resistenza di accoppiamento e alla lunghezza del cavo di antenna nonché dall'intensità della corrente da fulmine.

Secondo l'attuale norma CEI EN 62305-3 gli impianti di antenne su edifici dovrebbero essere posizionati in zona protetta da fulminazione, attraverso

- aste di captazione
- conduttori di captazione sopraelevati
- funi tese

rispettando sempre la distanza di sicurezza s.

Attraverso l'isolamento elettrico dell'impianto di protezione da fulmini dei corpi conduttori della costruzione dell'edificio (parti della costruzione in metallo, armatura ecc.) e l'isolamento dei conduttori elettrici nell'edificio, può essere evitata la penetrazione di correnti parziali da fulmine in conduttori di comando e di alimentazione e quindi la causa di disturbo/distruzione di impianti elettrici ed elettronici (Figura 6.3.1. e 6.3.2).

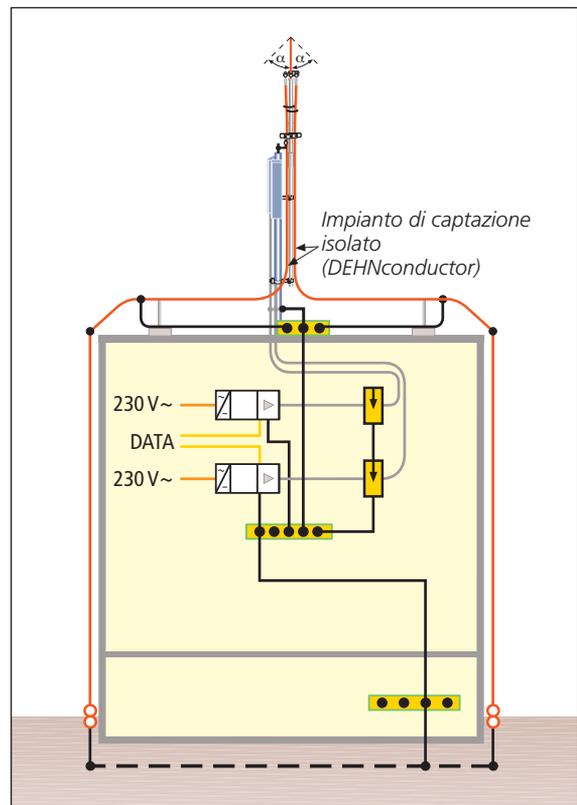


Figura 6.3.1 Sistema equipotenziale per la protezione contro i fulmini con sistema di captazione isolato DEHNconductor per impianti d'antenna professionali secondo CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3)

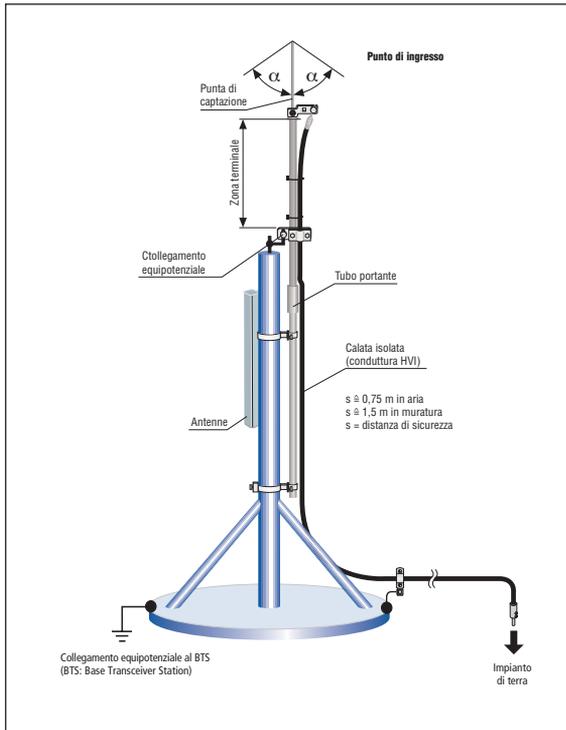


Figura 6.3.2 Costruzione di un impianto di captazione isolato per antenna radiomobile

### Impianti in fibra ottica

Gli impianti in fibra ottica con elementi metallici possono normalmente essere suddivisi nei seguenti tipi:

- ⇒ cavo con anima non metallica, ma con guaina in metallo (ad esempio anti umidità) o elementi portanti metallici
- ⇒ cavi con elementi metallici nell'anima e con guaina in metallo o elementi portanti metallici
- ⇒ cavi con elementi metallici nell'anima ma senza guaina in metallo.

Per tutti i tipi di cavo con elementi metallici deve essere calcolata l'ampiezza minima della corrente da fulmine che provoca un impedimento delle proprietà di trasferimento della fibra ottica. Devono essere scelti dei cavi capaci di sopportare corrente da fulmine e gli elementi metallici devono essere collegati direttamente o attraverso un SPD alla barra equipotenziale.

- ⇒ guaina metallica: terminazione con morsetti di schermatura ad esempio SAK, all'entrata nell'edificio



Figura 6.3.3 Sistema di connessione per schermi tipo SAK a tenuta di corrente da fulmine

- ⇒ anima metallica: terminazione con morsetto di messa a terra ad esempio SLK, vicino al box di giunzione
- ⇒ protezione contro le correnti vaganti: collegamento non diretto, ma indiretto tramite spinterometro ad esempio DEHNgap CS, elemento base BLITZDUCTOR CT

### Linee di telecomunicazione

Linee di telecomunicazione con cavi metallici sono composte solitamente da cavi con elementi simmetrici o coassiali dei seguenti tipi:

- ⇒ cavo senza elementi metallici supplementari
- ⇒ cavo con guaina metallica (ad esempio anti umidità) e/o elementi di supporto metallici
- ⇒ cavi con guaina metallica e armatura antifulmine aggiuntiva

La ripartizione della corrente da fulmine su conduttori informatici può essere determinata utilizzando il procedimento descritto in CEI EN 62305-3 o 4. I singoli cavi devono essere integrati nel collegamento equipotenziale nel modo seguente:

- a) i cavi non schermati devono essere collegati tramite scaricatori in grado di sopportare correnti da fulmine: corrente parziale da fulmine del conduttore diviso il numero dei singoli fili = corrente parziale da fulmine per ogni filo

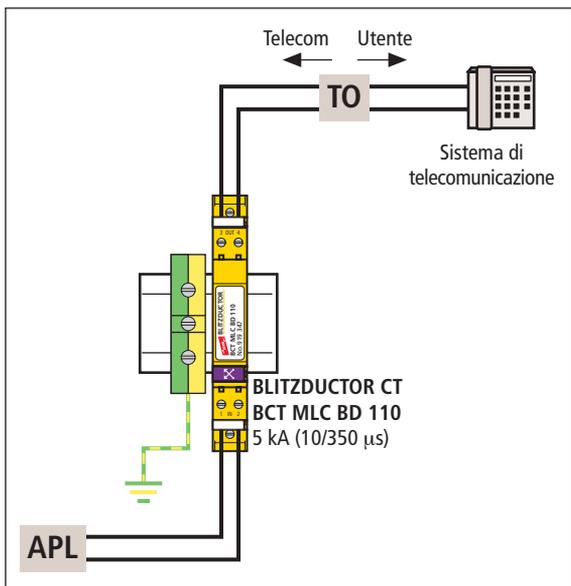


Figura 6.3.4 Equipotenzialità antifulmine con BLIZDUCTOR CT per l'allacciamento di telecomunicazione (Autorizzazione TELEKOM Germania)



Figura 6.3.5 Quadro equipotenziale DEHN (DPG LSA) a tenuta di corrente da fulmine per allacciamenti in tecnica a strisce per LSA-2/10

- b) se lo schermo del cavo è in grado di sopportare corrente da fulmine, quest'ultima scorre attraverso la schermatura. Tuttavia, i cavi possono essere soggetti a disturbi capacitivi/induttivi che rendono necessario uno scaricatore di sovratensioni. Requisiti:
- ⇒ lo schermo deve essere collegato alle due estremità al sistema equipotenziale principale in modo da sopportare la corrente di fulmine (Figura 6.3.3).
  - ⇒ in entrambi gli edifici, collegati dal cavo, deve essere applicato il concetto di zone di protezione LPZ e la connessione delle linee attive

deve essere effettuata in più zone di protezione (di solito LPZ 1).

- ⇒ se viene posato un cavo non schermato in un tubo metallico, questo cavo deve essere considerato con schermo in grado di resistere alla corrente da fulmine.
- c) se lo schermo del cavo non è capace di sopportare corrente di fulmine:
  - ⇒ in caso di schermatura collegata su entrambi i lati, la procedura è analoga a quella prevista per le linee di segnale in un cavo non schermato: corrente parziale da fulmine della linea diviso il numero dei singoli fili + 1 (schermo) = corrente parziale da fulmine per ogni filo.
  - ⇒ se lo schermo non è collegato su entrambi i lati, viene considerato come non esistente; corrente parziale di fulmine del cavo / numero dei singoli fili = corrente parziale di fulmine per filo.

Se non è possibile determinare l'esatta sollecitazione del filo è ragionevole orientarsi ai parametri della IEC 61643-22. Da qui risulta una sollecitazione massima per ogni filo di 2,5 kA (10/350).

Naturalmente, non solo gli SPD impiegati devono resistere alle sollecitazioni dalla corrente da fulmine presunta, ma anche il percorso di scarica dagli scaricatori al sistema equipotenziale.

Questo può essere illustrato nell'esempio di una linea di telecomunicazione multifilare:

- ⇒ a un ripartitore di edificio a strisce LSA è collegato un cavo di telecomunicazione con 100 coppie che entra dalla zona di protezione da fulmine LPZ 0A ed esso deve essere cablo con degli scaricatori.
- ⇒ la sollecitazione di corrente da fulmine del cavo viene presunta con 30 kA (10/350 µs).
- ⇒ risulta la seguente ripartizione simmetrica della corrente da fulmine sul filo singolo: 30 kA / 200 fili = 150 A / filo.

Al primo momento sembra che non siano da prendere particolari provvedimenti per gli elementi di protezione da installare. Dopo il passaggio negli elementi di protezione, le correnti parziali dei fili si sommano nuovamente ai 30 kA e sollecitano il seguente percorso di scarica, per esempio nel quadro di connessione, nei morsetti di terra e nei conduttori equipotenziali. Per assicurare che non accadano dei guasti nel percorso di scarica, possono essere utilizzati dei quadri provati con corrente da fulmine (Figura 6.3.5).