

Advanced Service & Direzione Tecnica

Norma CEI 99-2



Schneider
Electric

La Normativa vigente

- CEI 11-1

- La norma è applicabile fino al 1/11/2013.

- CEI 99-2

- Sostituisce la CEI 11-1
- La norma EN 61936 (CEI 99-2) ha lo scopo di rendere sicuri il funzionamento e la conduzione degli impianti elettrici in AT e di conseguenza fornisce prescrizioni comuni per la progettazione e costruzione di impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a. e frequenze fino a 60 Hz. Deve essere utilizzata per tutti gli aspetti impiantistici ad esclusione dell'impianto di terra oggetto della norma EN50522 (CEI 99-3)

La Normativa vigente

- CEI 99-3

- la norma EN 50522 (CEI 99-3) ha lo scopo di introdurre limiti per le tensioni di contatto e di passo negli impianti elettrici in AT in modo che possano funzionare ed essere gestiti in sicurezza e quindi fornisce prescrizioni per la progettazione e la costruzione di sistemi di messa terra di impianti elettrici con tensione nominale superiore a 1 kV in c.a. e frequenza nominale fino a 60 Hz.

La Normativa 99-2

● Definizione di “Impianto Elettrico”

- Cabine, incluse quelle per l'alimentazione di ferrovie
- Impianti elettrici su montanti, pali e tralicci
- Apparecchiature e/o trasformatori situati al di fuori di aree elettriche chiuse
- Uno o più impianti ubicati 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 ambienti industriali, agricoli, commerciali o pubblici

Non cambia rispetto alla definizione CEI 11-1

La Normativa 99-2

- **Definizione di “Area elettrica chiusa”**

- locale o luogo per l’esercizio di impianti o componenti elettrici il cui accesso è consentito esclusivamente a persone esperte o avvertite oppure a persone comuni sotto la sorveglianza di persone esperte o avvertite, ad esempio, mediante l’apertura di porte o rimozione di barriere solo con l’uso di chiavi o di attrezzi sulle quali siano chiaramente applicati segnali idonei di avvertimento

- **Definizione di “Area soggetto a rischio di incendio”**

- locali o luoghi, chiusi o aperti, dove esiste il pericolo, dovuto a condizioni d’esercizio locali, che quantità pericolose di materiali facilmente infiammabili possano essere così vicine alle apparecchiature elettriche da creare un rischio d’incendio a causa delle loro alte temperature o dell’innesco di un arco elettrico

- **Non cambia rispetto alla definizione CEI 11-1**

La Normativa 99-2

- Definizione di “Impianto” Elettrico

- Viene definito il significato di:

- Cabina

- parte di un sistema di potenza, concentrata in un dato luogo, comprendente soprattutto terminali di linee di trasmissione o distribuzione, apparecchiature, alloggiamenti e che può comprendere anche trasformatori. Generalmente comprende dispositivi necessari per la sicurezza e controllo del sistema (es. dispositivi di protezione)

- Centrale

- impianto il cui scopo è di generare elettricità e che comprende opere di ingegneria civile, apparecchiature di conversione di energia e i necessari servizi ausiliari

- Non cambiano rispetto alla definizione CEI 11-1

- Impianto di tipo aperto

- Impianto i cui componenti non hanno protezioni contro i contatti diretti

- Impianto di tipo chiuso

- Impianto i cui componenti hanno protezioni contro i contatti diretti

La Normativa 99-2

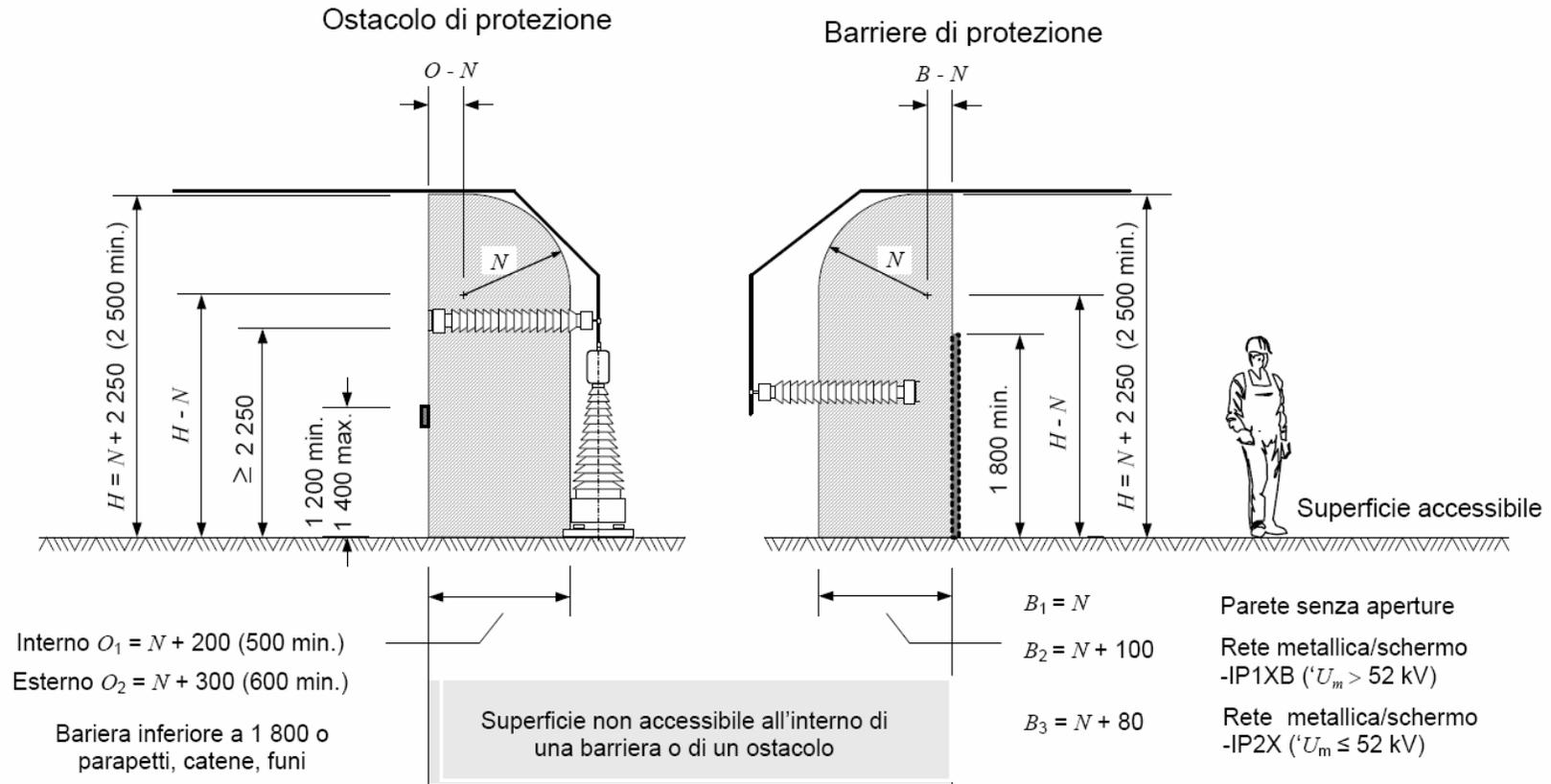
- Definizione per “Misure di sicurezza”
 - Viene definito il significato di:
 - Protezione contro i contatti diretti
 - provvedimenti atti a prevenire che le persone vadano pericolosamente in prossimità di parti attive, o di quelle parti che potrebbero andare in tensione, con parti del loro corpo o mediante oggetti (raggiungendo la zona di pericolo)
 - Protezione contro i contatti indiretti
 - protezione delle persone dai pericoli che potrebbero insorgere, in caso di guasto, dal contatto con masse di apparecchiature elettriche o con masse estranee
- Non cambiano rispetto alla definizione CEI 11-1

La Normativa 99-2

- Definizione per “Misure di sicurezza”
 - Viene definito il significato di:
 - Involucro
 - elemento che assicura la protezione delle apparecchiature contro determinate influenze esterne e la protezione, in ogni direzione, contro i contatti diretti
 - Barriera
 - riparo che assicura la protezione contro i contatti diretti in tutte le direzioni abituali di accesso
 - Ostacolo
 - elemento atto a prevenire contatti diretti non intenzionali, ma che non li impedisce nel caso in cui l'azione sia intenzionale
- Non cambiano rispetto alla definizione CEI 11-1

La Normativa 99-2

- Definizione per “Misure di sicurezza”



La Normativa 99-2

- Definizione per “Distanze d’isolamento”

- Le definizioni si riferiscono a lavori non sotto tensione svolte da persone esperte o avvertite
- Le definizioni relative a lavori sotto tensione si trovano nella CEI 11-27
- Il termine “minima distanza di lavoro” in europa viene utilizzato al posto di “distanza di isolamento”

La Normativa 99-2

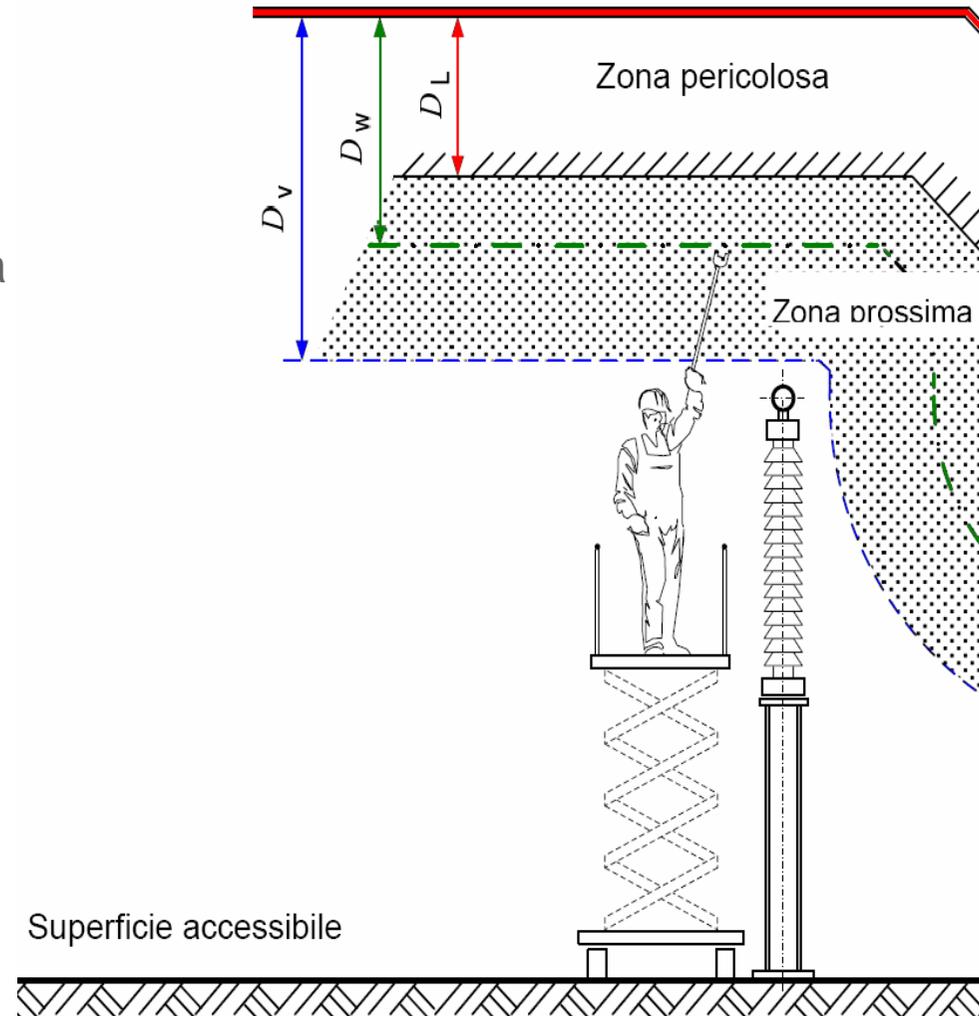
- Definizione per “Distanze d’isolamento”

- Viene definito il significato di:
 - Distanza d’isolamento
 - distanza tra due parti conduttrici lungo il più breve percorso possibile tra le stesse
 - Minima distanza d’isolamento
 - minima distanza ammissibile in aria tra parti attive o tra parti attive e terra
 - distanza di isolamento dalla barriera
 - minima distanza ammissibile tra una barriera e le parti attive o quelle parti che possono raggiungere potenziali pericolosi
 - distanza d’isolamento dall’ostacolo
 - minima distanza ammissibile tra un ostacolo e le parti attive o le parti che possono raggiungere potenziali pericolosi

- Non cambiano rispetto alla definizione CEI 11-1

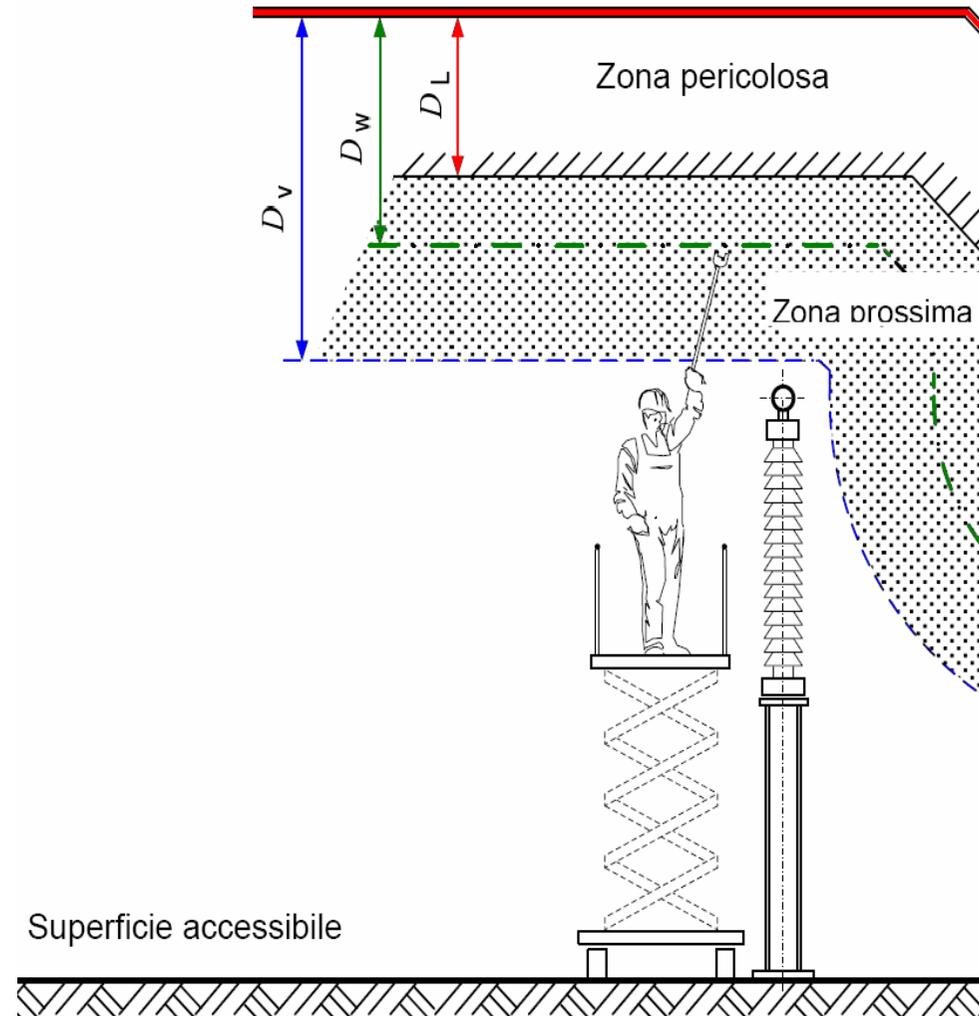
La Normativa 99-2

- Definizione per “Distanze d’isolamento”
 - Zona pericolosa
 - area limitata dalla minima distanza d’isolamento (D_L) attorno alle parti attive senza protezione complete contro i contatti diretti
 - Entrare nella zona pericolosa equivale a toccare le parti attive



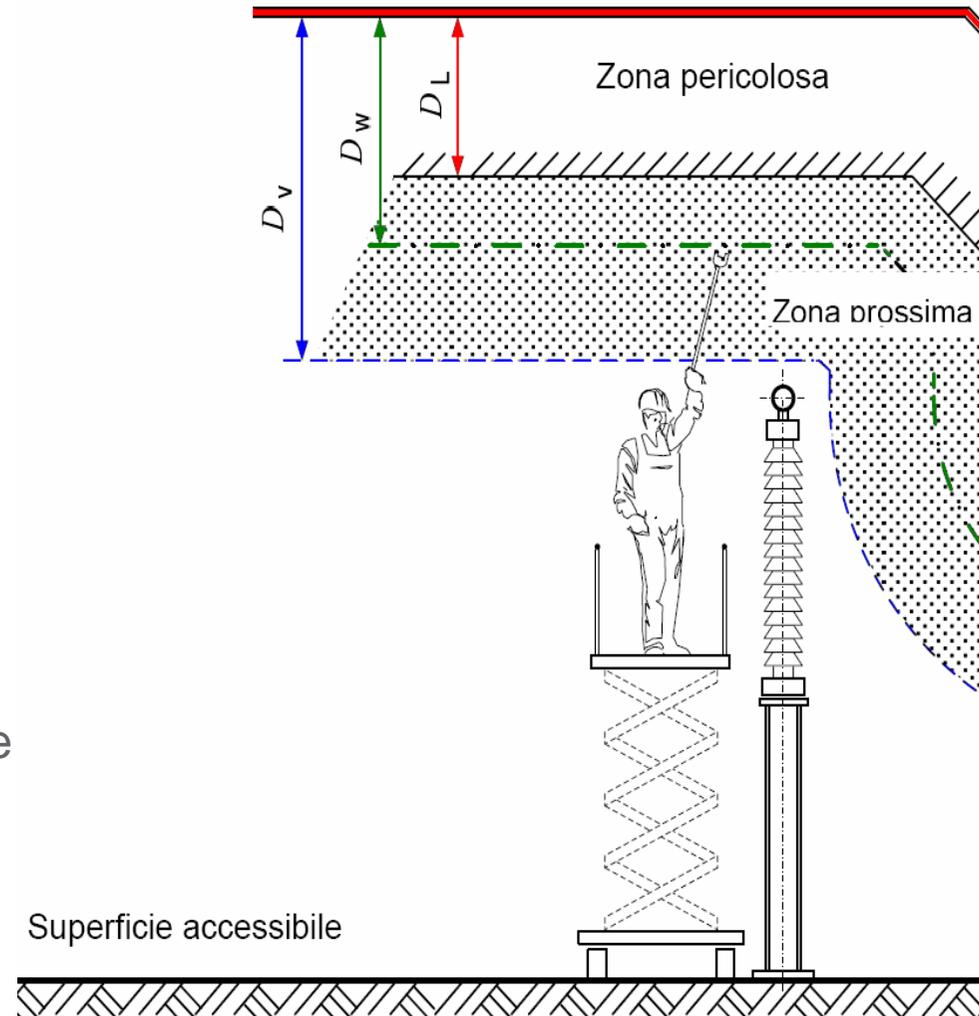
La Normativa 99-2

- Definizione per “Distanze d’isolamento”
 - Zona prossima
 - zona attorno alla zona pericolosa il cui confine esterno è limitato dalla distanza D_V
 - Il lavoro nella zona prossima è considerato un lavoro dove un lavoratore è all’interno della zona o la raggiunge con parti del corpo o attrezzi ma non entra nella zona pericolosa



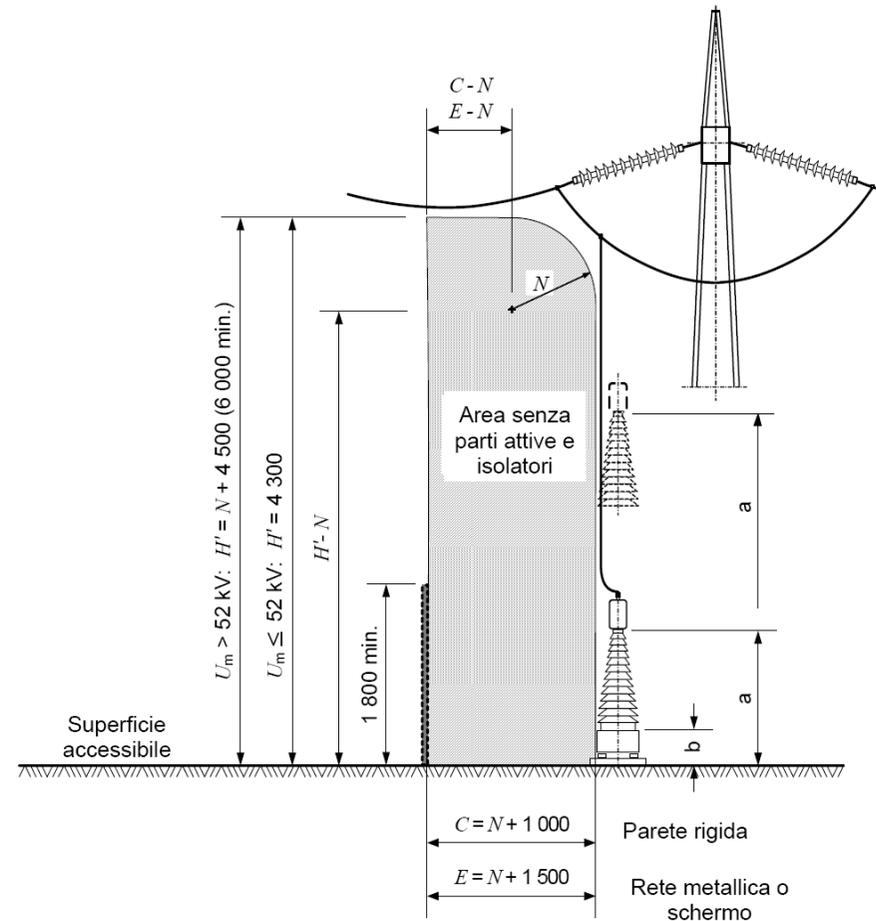
La Normativa 99-2

- Definizione per “Distanze d’isolamento”
 - Distanza di lavoro
 - minima distanza di sicurezza (D_w) che deve essere mantenuta tra qualsiasi parte attiva e ogni persona che lavori in una cabina o da qualsiasi attrezzo conduttore direttamente maneggiato
 - Ulteriore sicurezza per evitare che il lavoratore entri nella zona pericolosa



La Normativa 99-2

- Definizione per “Distanze d’isolamento”
 - Minima distanza di confine
 - minima distanza (C o E) ammissibile tra una recinzione perimetrale e parti attive o quelle parti che possono raggiungere tensioni pericolose
 - Altezza minima
 - la minima distanza verticale ammissibile tra superfici accessibili e parti attive prive di protezione contro i contatti diretti o altre parti che possono raggiungere tensioni pericolose



La Normativa 99-2

- Definizione per “Comandi e protezioni”

- Viene definito il significato di:
 - Dispositivo d'interblocco
 - dispositivo che subordina la possibilità di manovra di un'apparecchiatura alla posizione o alla manovra di altra(e) parte(i) di apparecchiatura
 - Comando locale
 - comando di manovra effettuato da un punto interno o adiacente al dispositivo controllato
 - Comando a distanza
 - comando di manovra di un dispositivo da un punto distante dal dispositivo controllato
 - Richiusura automatica
 - richiusura automatica di un interruttore associato ad una sezione di rete guasta dopo un intervallo di tempo che permetta il ripristino di quella sezione da un guasto transitorio

- Non cambiano rispetto alla definizione CEI 11-1

La Normativa 99-2

- **Definizione per “messa a terra”**
 - Viene definito il significato di:
 - Terra
 - Termine per designare il pianeta e tutta la sua materia fisica.
 - terra (locale)
 - parte del terreno (della Terra) a contatto elettrico con un dispersore di terra e il cui potenziale non è necessariamente uguale a zero
 - terra di riferimento
 - parte del terreno (della Terra) considerato conduttivo il cui potenziale elettrico è convenzionalmente assunto pari a zero trovandosi al di fuori dalla zona di influenza dei dispersori del pertinente impianto di terra
- **Non cambiano rispetto alla definizione CEI 11-1 si è aggiunto il concetto di terra locale**

La Normativa 99-2

- Definizione per “messa a terra”
 - dispersore
 - elettrodo di terra
 - parte conduttiva che può essere annegata in uno specifico mezzo conduttore, es. nel calcestruzzo o carbone, in contatto elettrico con il terreno (Terra)
 - Conduttore di terra (PE)
 - conduttore che realizza un collegamento, o parte di un collegamento conduttivo, tra un dato punto di un sistema, di un impianto o di un'apparecchiatura e un dispersore
 - Conduttore equipotenziale
 - conduttore di protezione che assicura un collegamento equipotenziale
- Non cambiano rispetto alla definizione CEI 11-1

La Normativa 99-2

- Definizione per “messa a terra”

- impianto di terra

- insieme di connessioni e di dispositivi necessari per mettere a terra separatamente o congiuntamente apparecchiature o impianti

Conduttore di terra

- Picchetto di terra

- dispersore consistente in un'asta metallica infissa nel terreno

- Dispersore di fatto

- parte metallica in contatto conduttivo con il terreno o con l'acqua, direttamente o tramite calcestruzzo, il cui scopo originale non è di mettere a terra, ma soddisfa tutti i requisiti di un dispersore senza compromettere la sua funzione originale

Esempio: tubature, palificazioni metalliche, le armature del calcestruzzo delle fondazioni, le strutture in acciaio delle costruzioni, ecc.

- Non cambiano rispetto alla definizione CEI 11-1

La Normativa 99-2

- Definizione per “messa a terra”
 - Tensione totale di terra (U_e) EPR (**Earth Potential Rise**)
 - tensione tra un impianto di terra e la terra di riferimento
 - Tensione di contatto (effettiva) (U_t)
 - tensione tra parti conduttrici quando vengano toccate simultaneamente
 - Tensione di contatto a vuoto (U_{vt})
 - tensione tra parti conduttrici accessibili simultaneamente quando non vengano toccate
- Non cambiano rispetto alla definizione CEI 11-1 la tensione di contatto a vuoto viene definita U_{vt} al posto di U_{st}

La Normativa 99-2

- Definizione per “messa a terra”

- Tensione di passo (Us)

- tensione tra due punti della superficie del terreno a distanza di 1 m tra loro, distanza che si assume come lunghezza del passo di una persona

- Potenziale trasferito

- aumento del potenziale di un impianto di terra, causato da una corrente di terra, trasferita per mezzo di un conduttore collegato (per esempio uno schermo metallico di un cavo, un conduttore PEN, una tubatura, una rotaia) ad aree a basso livello di potenziale o a potenziale nullo rispetto alla terra di riferimento, dando luogo a una differenza di potenziale tra il conduttore e ciò che lo circonda

- Sollecitazione di tensione

- tensione che si manifesta durante condizioni di guasti a terra tra parti messe a terra o involucri di apparecchiature o dispositivi e ogni altra loro parte e che potrebbe influire sul loro normale funzionamento o sulla loro sicurezza

- Non cambiano rispetto alla definizione CEI 11-1 inserita la definizione di Sollecitazione di tensione

La Normativa 99-2

- Definizione per “messa a terra”
 - Impianto di terra globale
 - impianto di terra realizzato con l’interconnessione di più impianti di terra singoli che assicura, data la loro vicinanza, l’assenza di tensioni di contatto pericolose
 - Messa a terra multipla
 - conduttore di neutro di una linea di distribuzione connesso a un impianto di terra di un trasformatore di alimentazione e messo a terra a intervalli regolari
 - massa
 - parte conduttrice di un componente elettrico che può essere toccata e che in condizioni ordinarie non è in tensione, ma che può diventarlo in caso di cedimento dell’isolamento di base
- Non cambiano rispetto alla definizione CEI 11-1

La Normativa 99-2

- Definizione per “messa a terra”

- massa

- parte conduttrice di un componente elettrico che può essere toccata e che in condizioni ordinarie non è in tensione, ma che può diventarlo in caso di cedimento dell'isolamento di base

- Massa estranea

- parte conduttrice che non fa parte dell'impianto elettrico ed è in grado di introdurre un potenziale elettrico, generalmente il potenziale di un singolo impianto di terra

- Conduttore PEN

- conduttore che in un sistema di bassa tensione svolge sia la funzione di conduttore di protezione che di neutro

- Non cambiano rispetto alla definizione CEI 11-1

La Normativa 99-2

● Definizioni dei conduttori di protezione

● Conduttore PEN

- conduttore che in un sistema di bassa tensione svolge sia la funzione di conduttore di protezione che di neutro

● Conduttore PEL

- conduttore che in un sistema di bassa tensione svolge sia la funzione di conduttore di protezione che di conduttore di linea

● Conduttore PEM

- conduttore che in un sistema di bassa tensione svolge sia la funzione di conduttore di protezione che di conduttore del punto mediano

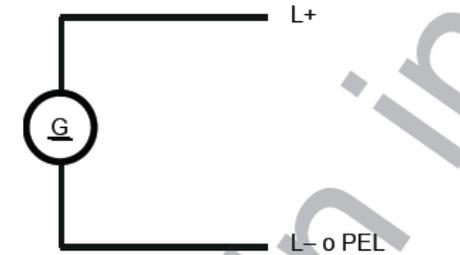


Figura 6 – bipolare

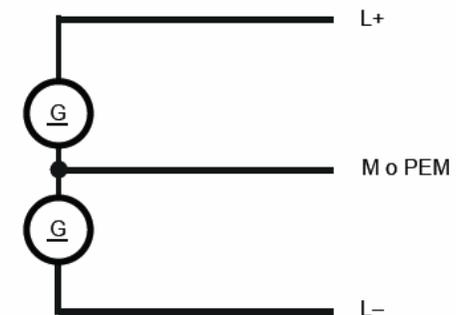


Figura 7 – tripolare

La Normativa 99-2

- Definizione per “messa a terra”

- Guasto a terra

- guasto causato da un conduttore che va a diretto contatto con la terra o tramite la propria resistenza di isolamento verso terra e che diviene inferiore a un determinato valore

- I guasti a terra di due o più conduttori di fase dello stesso impianto in punti diversi, sono designati come guasti a terra doppi o multipli

- Corrente di guasto a terra (I_f)

- corrente che fluisce dal circuito principale verso terra, o verso parti collegate a terra, nel punto di guasto (punto di guasto a terra)

- Corrente circolante nel neutro del trasformatore

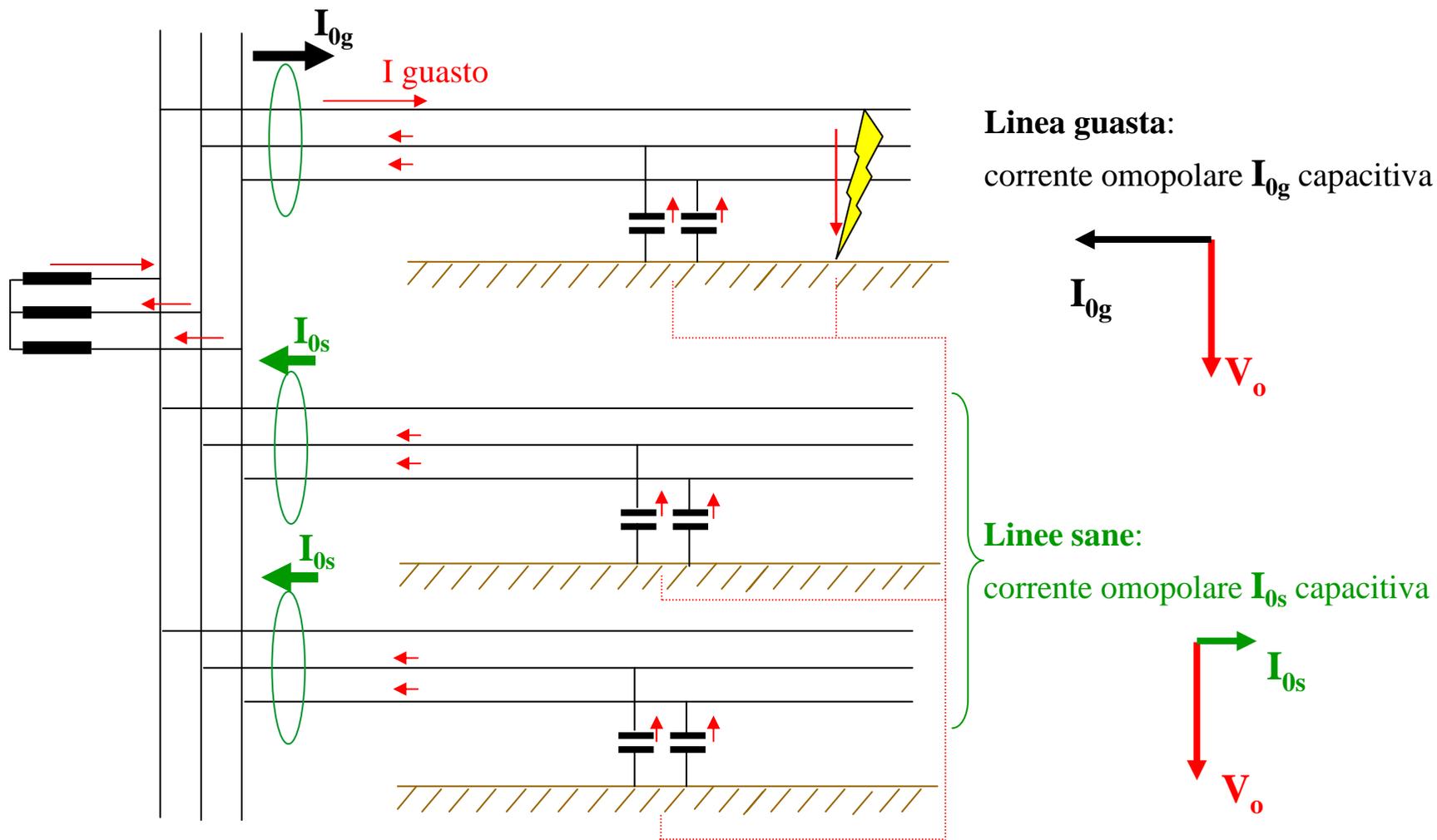
- parte della corrente di guasto che ritorna verso il punto di neutro del trasformatore attraverso le parti metalliche e/o l'impianto di terra senza mai disperdersi nel suolo

- Non cambiano rispetto alla definizione CEI 11-1

La Normativa 99-2

- Corrente di guasto a terra

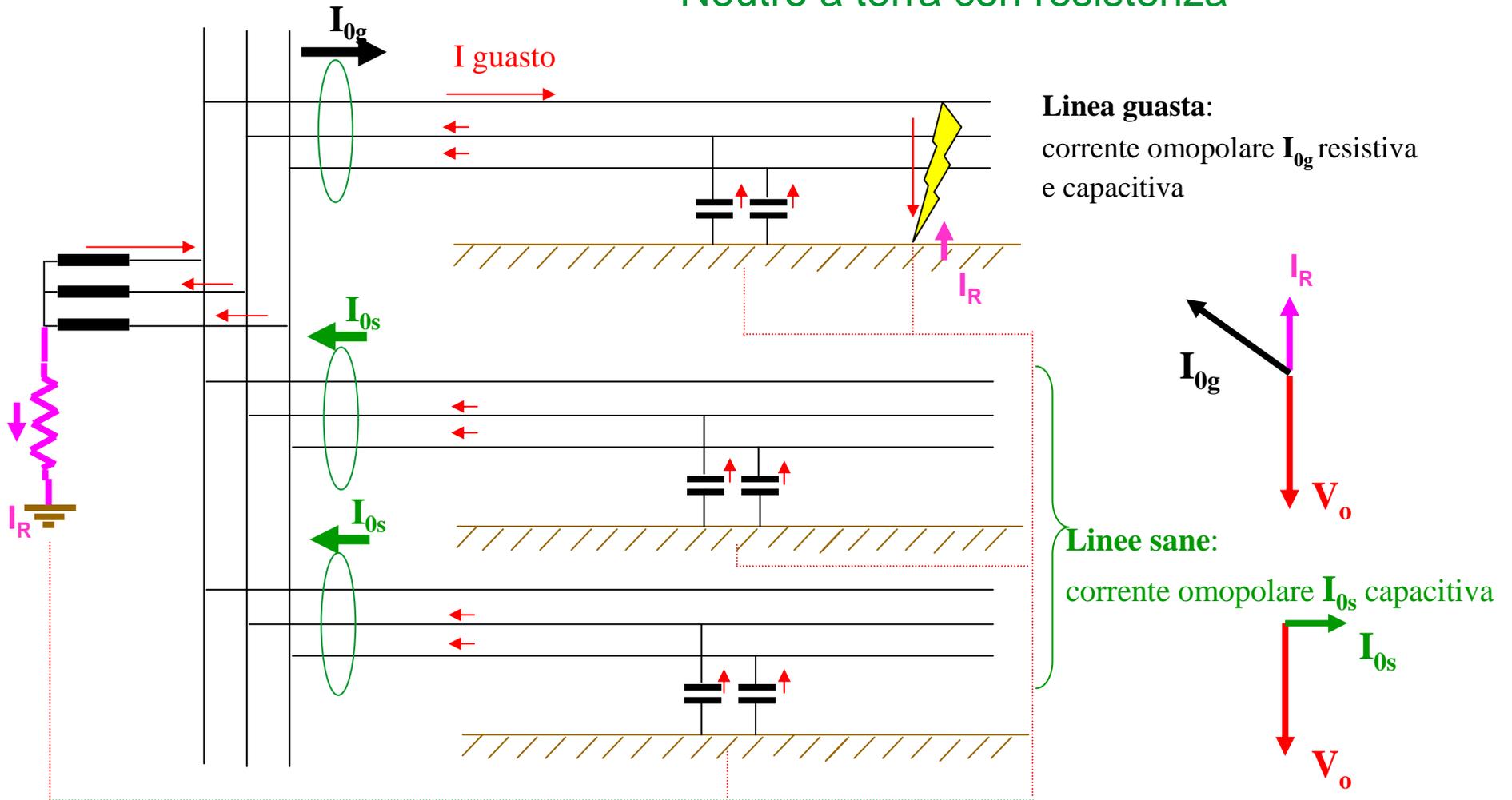
Neutro ISOLATO



La Normativa 99-2

- Corrente di guasto a terra

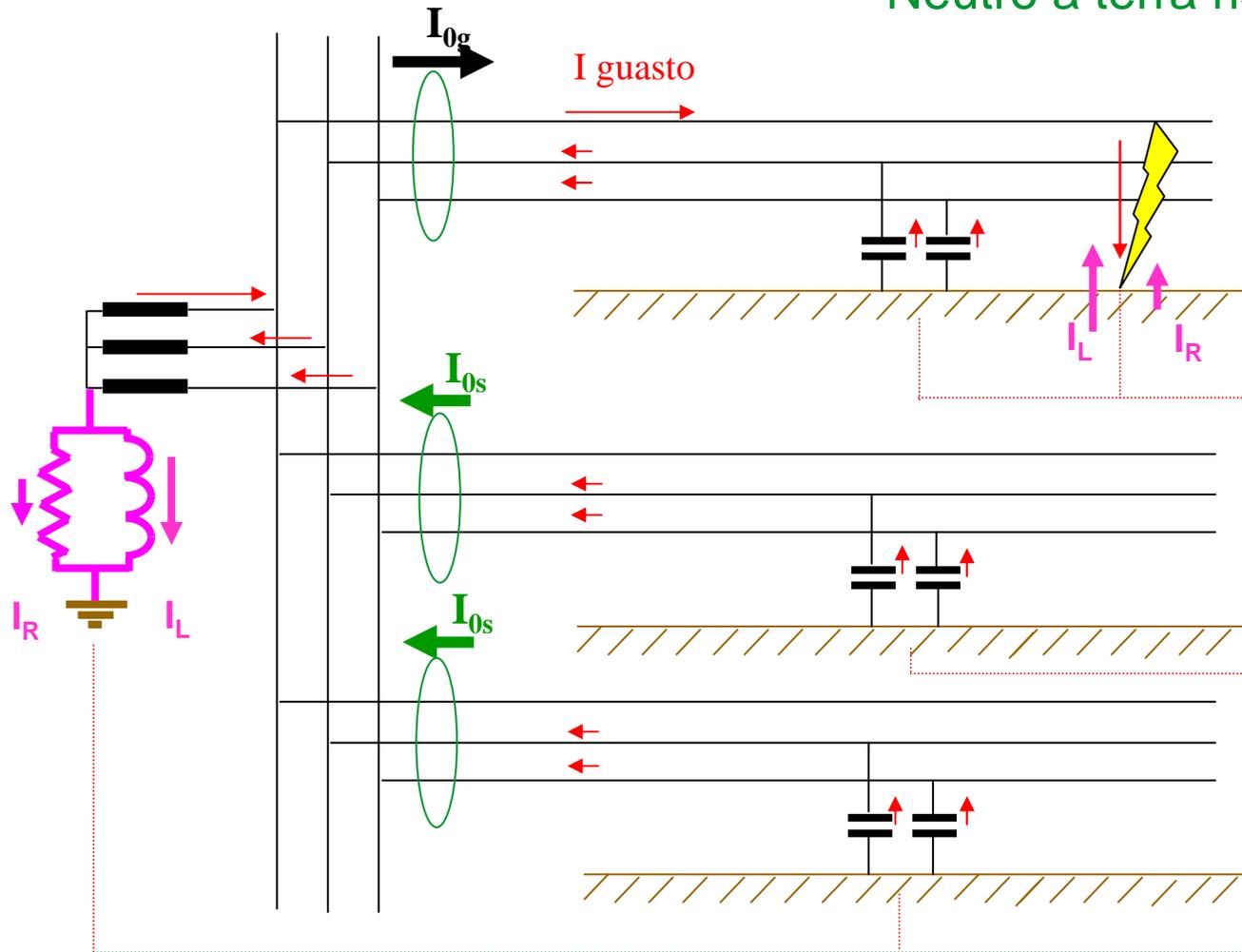
Neutro a terra con resistenza



La Normativa 99-2

- Corrente di guasto a terra

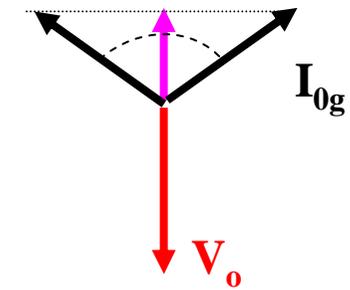
Neutro a terra risonante



Linea guasta:

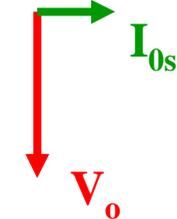
corrente omopolare I_{0g} resistiva e capacitativa (sottocompensazione) o induttiva (sovracompensazione)

Sottocomp. I_R Sovracomp.



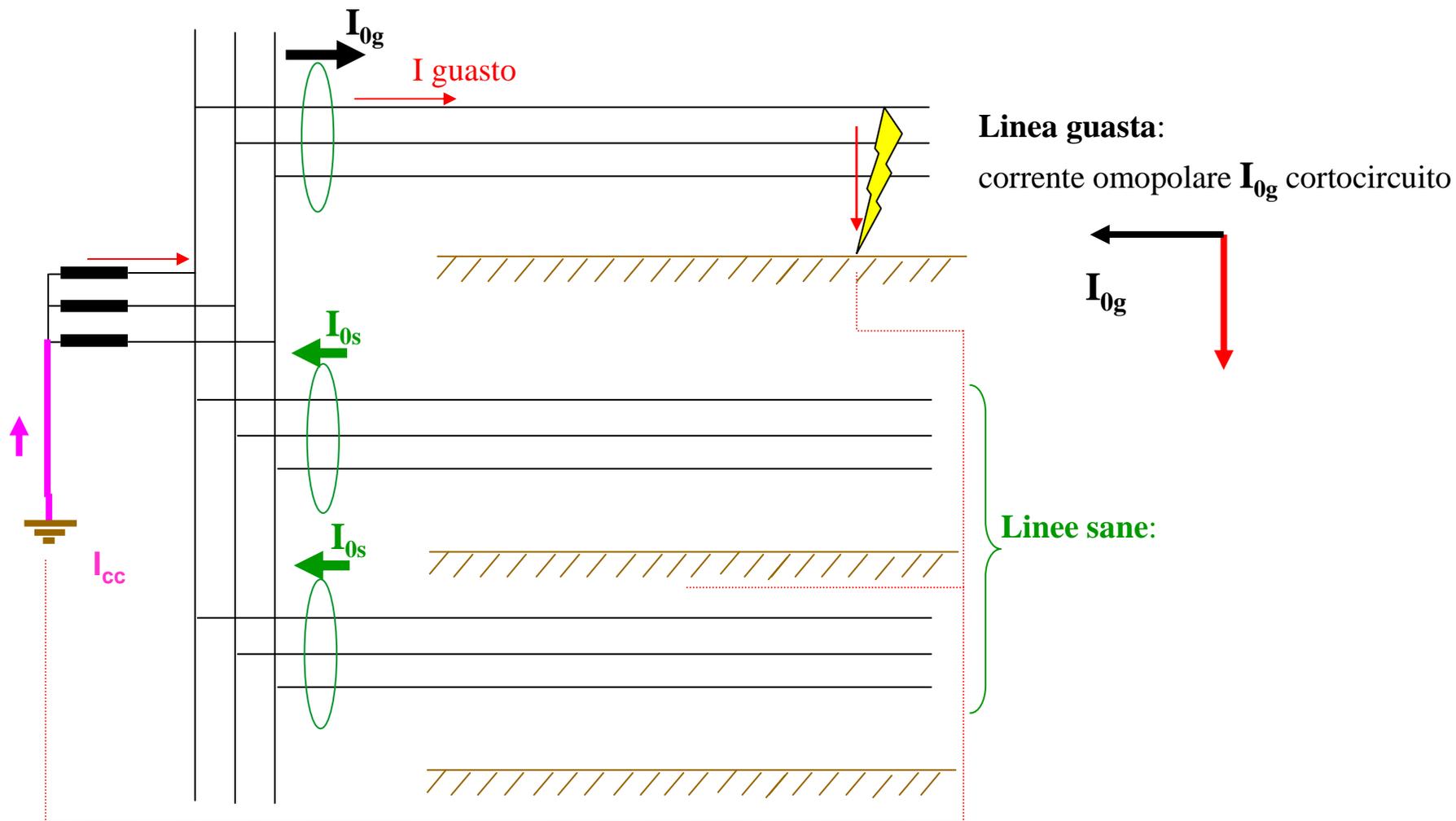
Linee sane:

corrente omopolare I_{0s} capacitativa



La Normativa 99-2

Neutro a terra diretta



La Normativa 99-2

- **Capitolo Prescrizioni fondamentali (Cap. 4.1)**
 - Per il progetto e costruzione degli impianti di potenza, si devono considerare accordi aggiuntivi, tra costruttore/contraente/progettista e utente/appaltante/proprietario, che possono avere effetto su necessarie prescrizioni d'esercizio.
 - Che hanno come oggetto
 - Prescrizioni Classificazione della tensione
 - Condizioni climatiche
 - Caratteristica dei dispositivi e componenti dell'impianto
 - Protezioni
 - Manutenzione
 - Prove e messa in servizio

Non presente nella CEI 11-1

La Normativa 99-2

- **Classificazione dei sistemi in categorie (CEI 11-1)**
 - La suddivisione in categorie:
 - Categoria 0: $< 50V_{ca} - < 120V_{cc}$
 - Categoria I: $< 50 - 1000 V_{ca} - 120 - 1500V_{cc}$
 - Categoria II: $< 1000 - 30000V_{ca} - < 1500 - 30000V_{cc}$
 - Categoria III: $> 30000 V$
- **Classificazione dei sistemi (CEI 99-2)**
 - Bassa tensione → sistemi di categoria I
 - Alta Tensione → sistemi di categoria II e III

La Normativa 99-2

- Capitolo Prescrizioni fondamentali (Cap. 4)

- Viene evidenziato che il progetto deve tenere conto:
 - dello scopo dell'impianto,
 - delle prescrizioni per gli utenti quali la qualità dell'alimentazione, l'affidabilità, la disponibilità e la capacità della rete elettrica di resistere agli effetti di condizioni transitorie come l'avviamento di grandi motori, brevi indisponibilità e rimessa in servizio di un impianto,
 - della sicurezza degli operatori e del pubblico,
 - dell'influenza ambientale,
 - della possibilità di ampliamento (se del caso) e della manutenzione

Non presente nella CEI 11-1

La Normativa 99-2

- **Capitolo Prescrizioni fondamentali (Cap. 4)**

- Per il progetto e costruzione degli impianti di potenza, si devono considerare accordi aggiuntivi, tra costruttore/contraente/progettista e utente/appaltante/proprietario, che possono avere effetto su necessarie prescrizioni d'esercizio.
- Che hanno come oggetto
 - Prescrizioni Classificazione della tensione
 - Condizioni climatiche
 - Caratteristica dei dispositivi e componenti dell'impianto
 - Protezioni
 - Manutenzione
 - Prove e messa in servizio

Non presente nella CEI 11-1

La Normativa 99-2

- Capitolo Prescrizioni fondamentali (Cap. 4)

- Si ribadisce che la scelta della messa a terra del neutro influenza il livello della corrente di guasto.
- Ricordiamo che riveste importanza su:
 - scelta del livello di isolamento;
 - caratteristiche dei dispositivi limitatori di sovratensione quali spinterometri e scaricatori;
 - scelta dei relè di protezione;
 - progettazione dell'impianto di terra.

presente parzialmente nella CEI 11-1

La Normativa 99-2

- Capitolo Prescrizioni fondamentali (Cap. 4)
 - La scelta del tipo di messa a terra è basata
 - regolamenti locali (se del caso);
 - continuità dell'alimentazione richiesta per la rete;
 - limitazione dei danni alle apparecchiature per guasti a terra;
 - eliminazione selettiva delle sezioni guaste della rete;
 - rilevazione del punto di guasto;
 - tensioni di contatto e di passo;
 - interferenze induttive;
 - aspetti di manutenzione ed esercizio.

Non presente nella CEI 11-1

La Normativa 99-2

- Corrente di cortocircuito
 - Per i calcoli si fa riferimento a:
 - CEI 60909
 - Valore standard di durata 1s
- Si fa riferimento comunque al tempo di eliminazione del guasto da parte delle protezioni
 - Altri valori standardizzati sono 0,5s - 2s – 3s
- presente nella CEI 11-1

La Normativa 99-2

- Armoniche

- Si dovrebbero considerare gli effetti delle armoniche di tensione e di corrente sugli impianti, ad es. industriali.
- Le analisi armoniche possono essere richieste per determinare quali misure correttive adottare per adempiere alle prescrizioni locali e/o per assicurare il corretto funzionamento dell'intero sistema elettrico.

- **NOTA Per ulteriori informazioni consultare la EN 50160.**

- Non presente nella CEI 11-1

La Normativa 99-2

- **Capitolo Prescrizioni meccaniche (Cap. 4)**

- Le apparecchiature e le strutture di supporto, comprese le loro fondazioni, devono resistere alle sollecitazioni meccaniche previste.
- Si devono considerare due ipotesi di carico, normale ed eccezionale. In ciascuno di questi casi, devono essere analizzate diverse combinazioni, la più sfavorevole delle quali deve essere utilizzata per determinare la resistenza meccanica delle strutture.
- Nell'ipotesi di carico normale, devono essere considerati i seguenti carichi
 - peso proprio;
 - tiro;
 - carichi durante il montaggio;
 - peso del ghiaccio;
 - spinta del vento.

- **presente nella CEI 11-1**

La Normativa 99-2

- Capitolo Prescrizioni meccaniche (Cap. 4)

- Nell'ipotesi di carico eccezionale il carico proprio e il tiro agiscono simultaneamente e si devono considerare insieme al maggiore dei seguenti carichi occasionali:

- carichi derivanti dalle manovre;
- carichi derivanti dai cortocircuiti;
- perdita del tiro esercitato dal conduttore

- presente nella CEI 11-1

La Normativa 99-2

- Livello di rumore

- Se sono stabiliti i limiti del livello di rumore (di solito dalle autorità amministrative), ad esse si deve ottemperare mediante appropriati provvedimenti quali:
 - l'uso di tecniche di isolamento acustico contro la propagazione sonora attraverso l'aria o i solidi;
 - l'uso di apparecchiature a basso livello di rumore.

- Nulla cambia rispetto alla CEI 11-1

La Normativa 99-2

- isolamento (Cap. 5)

- Nelle installazioni in cui è richiesto un elevato livello di sicurezza, o in cui la configurazione del sistema, il metodo adottato di messa a terra del neutro o la protezione con scaricatori rendono inappropriato abbassare il livello di isolamento, si deve scegliere uno dei valori alternativi più alti della Tabella 1, della Tabella 2 e dell'Allegato A.
- Nelle installazioni in cui la configurazione del sistema, il metodo adottato di messa a terra del neutro o la protezione con scaricatori rende appropriato diminuire il livello di isolamento, sono sufficienti i valori alternativi più bassi della Tabella 1, della Tabella 2 e dell'Allegato A.

- Nulla cambia rispetto alla CEI 11-1

La Normativa 99-2

- Minime distanze di isolamento (Cap. 5)
 - Si considera la tensione massima e non la tensione nominale dell'impianto
 - Tabella 1 fascia di tensione da 1 a 245 kV
 - Tabella 2 fascia di tensione superiore a 245kV
 - Allegato A per valori di tensione tensione
 - Valori applicati per installazioni sotto i 1000 m
 - Per installazioni sopra i 1000 m inserimento di un fattore di moltiplicazione (Ka) secondo la IEC 62271-1:2007
- I valori indicati sono simili alle tabelle 4-1 , 4-2, 4-3 della CEI 11-1
- Minime distanze di isolamento in condizioni particolari (Cap. 5.5)
- Nulla cambia rispetto alla CEI 11-1

La Normativa 99-2

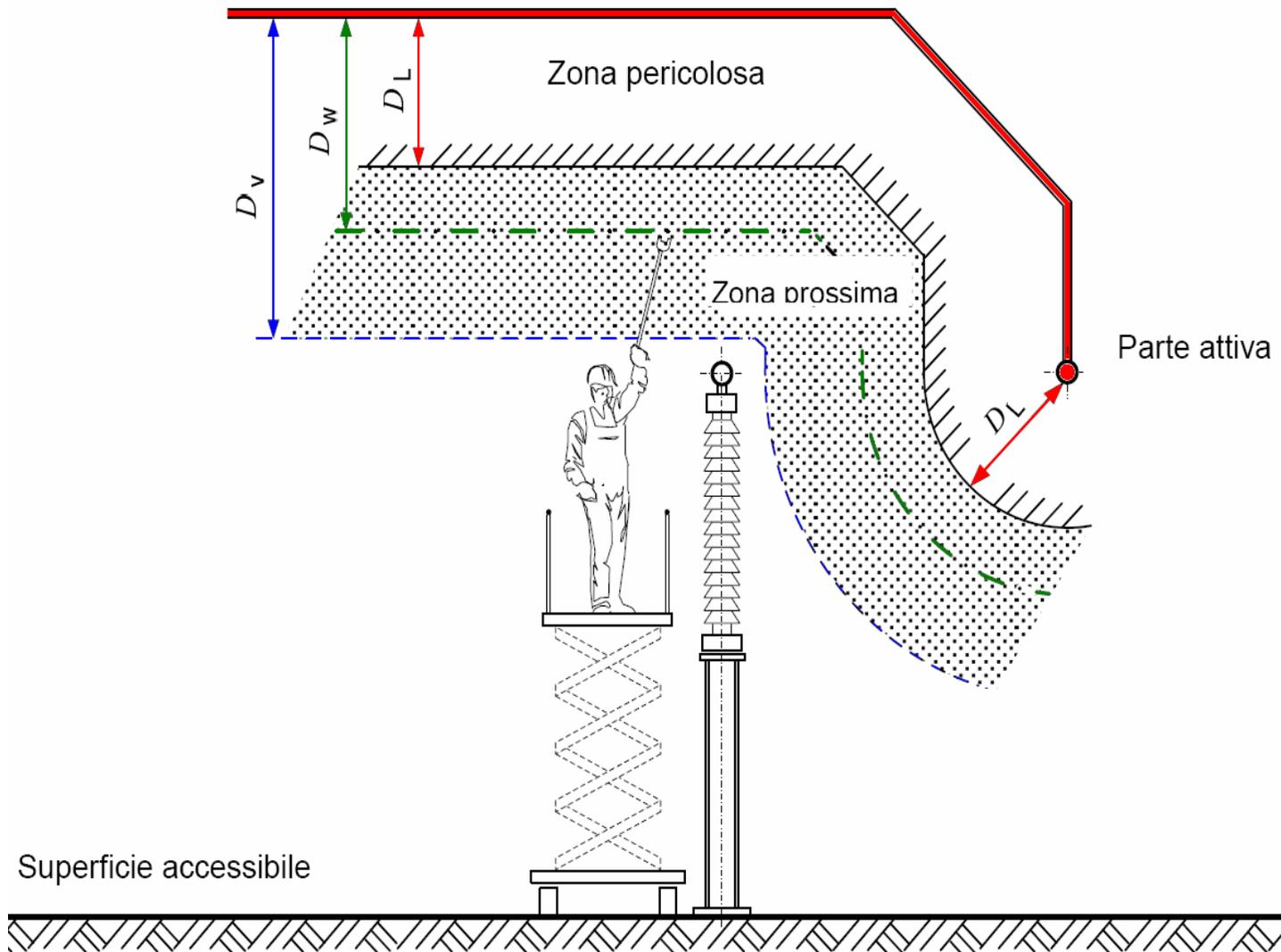
- **Minime distanze di isolamento in condizioni particolari (Cap. 5.5)**
 - Le distanze minime di isolamento tra parti di impianto che possono essere soggette a opposizioni di fase devono superare del 20 % i valori di Tabella 1, Tabella 2 e Allegato A.
 - Le distanze minime di isolamento tra parti di impianto alle quali sono assegnati livelli di isolamento diversi devono essere almeno il 125 % di quelle previste per il livello di isolamento più alto.
 - Se i conduttori sbandano per effetto di forze dovute a un cortocircuito, come minimo deve essere mantenuto il 50 % della distanza minima di isolamento di Tabella 1, Tabella 2 e Allegato A.
 - Se i conduttori oscillano per effetto della spinta del vento, come minimo deve essere mantenuto il 75 % della distanza minima di isolamento di Tabella 1, Tabella 2 e Allegato A.
- **Nulla cambia rispetto alla CEI 11-1**

La Normativa 99-2

- Estratto della Tabella 1
- La distanza minima dei conduttori di fase tra loro e verso terra (distanza di Isolamento N) si ricava dalla seguente tabella.

Fascia di tensione	Tensione massima dell'impianto	Tensione assegnata di tenuta a frequenza industriale di breve durata	Tensione assegnata di tenuta ad impulso atmosferico ^(a)	Distanze minime tra fase e terra e tra fase e fase	
	U_m Valore efficace	U_d Valore efficace	U_p 1,2/50 μ s (valore di picco)	N	
	kV	kV	kV	Impianti al chiuso mm	Impianti all'aperto mm
	3,6	10	20	60	120
			40	60	120
	7,2	20	40	60	120
			60	90	120
	12	28	60	90	150
75			120	150	
95			160	160	
17,5	38	75	120	160	
		95	160	160	
24	50	95	160		
		125	220		
		145	270		

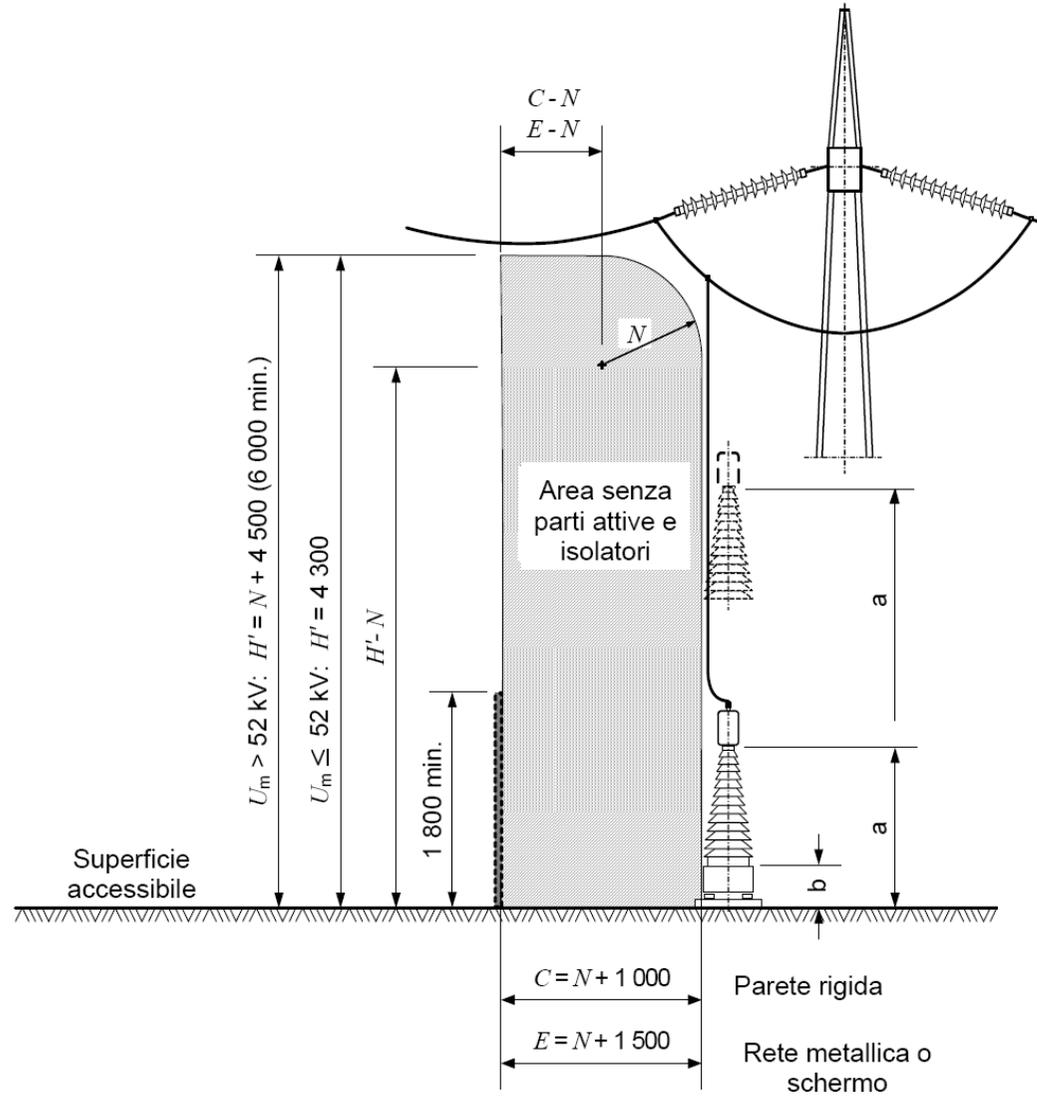
La Normativa 99-2



La Normativa 99-2

- Zona pericolosa $DL = N$
- Zona prossima $DV = N + 1000$ $Un < 110kV$
- Zona prossima $DV = N + 2000$ $Un > 110kV$
- Distanza di lavoro DW definito da norme o regolamenti nazionali
 - Limite non ancora definito ad oggi si possono fare queste due considerazioni:
 - Se DW coincide con DL non ho margini di sicurezza per l'operatore
 - Se DW coincide con DV il margine di sicurezza per l'operatore è massimo

La Normativa 99-2



La Normativa 99-2

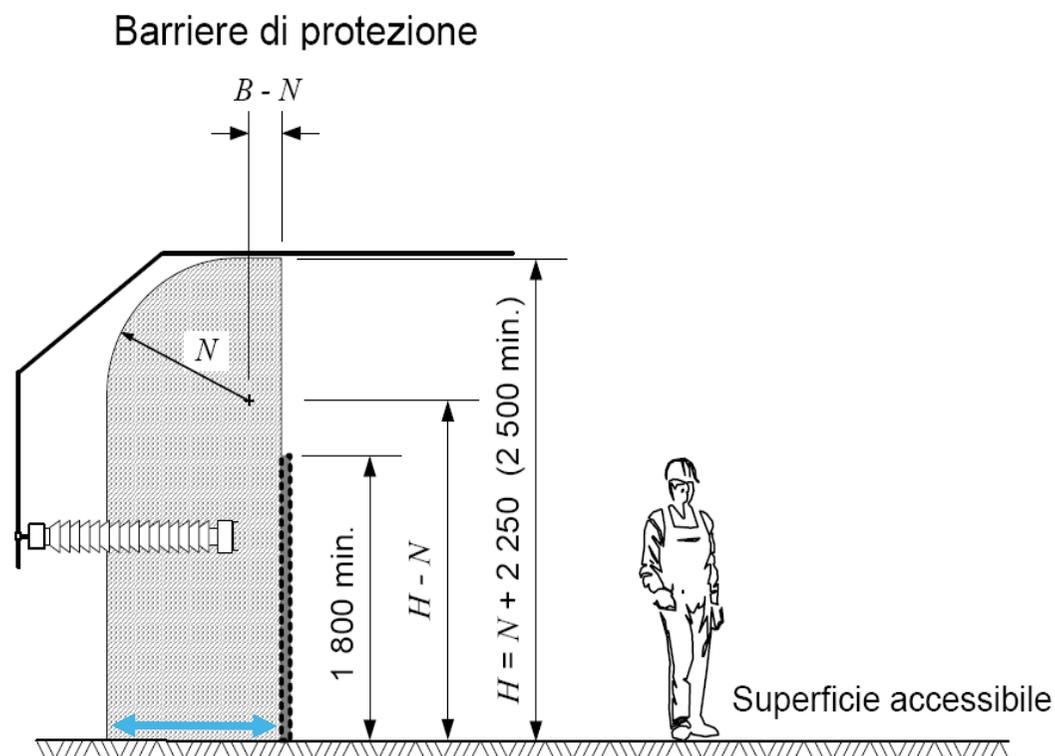
- Minima distanza di confine se parete fissa $C = N + 1000$
- Minima distanza di confine se rete metallica $E = N + 1500$

- Altezza minima 1800

- rispetto alla CEI 11-1 l'altezza minima è diventata 1800 contro i 2000

La Normativa 99-2

- La protezione contro i contatti diretti consiste nell'impedire alle persone il contatto con le parti attive nude o di portarsi ad una distanza tale per cui possa avvenire una scarica.
- B1 = N, parete senza aperture
- B3 = N + 80, rete metallica
- Altezza minima 1800



La Normativa 99-2

- Componenti Elettrici (Cap. 6)
- I componenti elettrici devono essere scelti ed installati per soddisfare le seguenti prescrizioni:
 - costruzione sicura quando correttamente assemblati, installati e connessi alla rete;
 - sicurezza e prestazioni appropriate tenendo conto delle influenze che possono essere attese nel luogo voluto;
 - sicurezza e prestazioni appropriate durante l'esercizio normale e nel caso di ragionevoli condizioni di sovraccarico attese, in condizioni anormali di esercizio e in condizioni di guasto, senza causare danni che possano rendere insicuri i componenti;
 - protezione delle persone durante l'uso e la manutenzione dei componenti.

La Normativa 99-2

- Componenti Elettrici (Cap. 6)
- Sicurezza del personale:
 - Deve essere fatta particolare attenzione alla sicurezza del personale durante l'installazione, l'esercizio e la manutenzione dei componenti.
 - Ciò può comprendere:
 - a) manuali e istruzioni per trasporto, magazzinaggio, installazione, esercizio e manutenzione,
 - b) attrezzi particolari prescritti per l'esercizio, manutenzione e prove,
 - c) procedure di sicurezza sul lavoro sviluppate per specifici ambienti,
 - d) misure per messa a terra di sicurezza.
- Non presente nella CEI 11-1

La Normativa 99-2

- Componenti Elettrici (Cap. 6)
- Dispositivi di manovra:
 - Le apparecchiature di interruzione o di sezionamento (compresi i sezionatori di terra) devono essere dotate di indicatori della posizione dei contatti. Il metodo di indicazione deve essere specificato dall'utente, in accordo con le norme di prodotto.
 - L'indicatore della posizione non deve dar adito ad ambiguità dell'effettiva posizione dei contatti primari del componente..
- presente nella CEI 11-1

La Normativa 99-2

- Componenti Elettrici (Cap. 6)
- Trasformatori di corrente e tensione:
 - Si devono mettere in atto accorgimenti per facilitare la messa in cortocircuito dei secondari dei trasformatori di corrente, per proteggerli da sovratensioni pericolose.
- Nulla cambia rispetto la CEI 11-1 a parte quanto indicato

La Normativa 99-2

- Componenti Elettrici (Cap. 6)
- Trasformatori e Reattori:
 - Il rischio di danni ai trasformatori dovuto a sovrasollecitazioni causate da ferrorisonanza, armoniche e altre cause dovrebbero essere minimizzate con studi di sistema appropriati e accorgimenti.
- Nulla cambia rispetto la CEI 11-1 a parte quanto indicato
- Scaricatori:
- Nulla cambia rispetto la CEI 11-1 a parte quanto indicato

La Normativa 99-2

- Componenti Elettrici (Cap. 6)
- Condensatori:
 - Si devono considerare il rischio di risonanza e le sovratensioni causate dalle armoniche e si deve provvedere con mezzi appropriati per limitare tali rischi.
- Nulla cambia rispetto la CEI 11-1 a parte quanto indicato
- Bobine di sbarramento:
- Nulla cambia rispetto la CEI 11-1 a parte quanto indicato

La Normativa 99-2

- Componenti Elettrici (Cap. 6)
- Isolatori:
 - Cambia il riferimento normativo.
 - Se non specificato altrimenti, la minima linea di fuga degli isolatori deve corrispondere alle prescrizioni della IEC/TS 60815-1, IEC/TS 60815-2 e IEC/TS 60815-3 per il livello di contaminazione specificato dall'utilizzatore.
 - Per tutti gli isolamenti esterni, devono essere applicate le prescrizioni della procedura di prova sotto pioggia della IEC 62271-1:2007.
- Nulla cambia rispetto la CEI 11-1 a parte quanto indicato

La Normativa 99-2

- Componenti Elettrici (Cap. 6)
- Cavi:
 - Si ribadisce che la massima temperatura non venga superata nelle condizioni:
 - esercizio normale;
 - condizioni particolari di esercizio, soggette a preventivi accordi tra fornitore e utilizzatore;
 - cortocircuito.
- Nulla cambia rispetto la CEI 11-1 a parte quanto indicato

La Normativa 99-2

- Componenti Elettrici (Cap. 6)
- Macchine elettriche rotanti:
 - L'avviamento di grandi motori dà luogo ad abbassamenti di tensione nel sistema elettrico di distribuzione. Ci sono diversi metodi per ridurre l'impatto sulla rete elettrica quando si avviino motori. I dispositivi di protezione devono essere progettati per fornire adeguata protezione ai motori durante l'intera sequenza di avviamento.
 - Si deve considerare il contributo dei grandi motori alla corrente di cortocircuito
- Nulla cambia rispetto la CEI 11-1 a parte quanto indicato

La Normativa 99-2

- Componenti Elettrici (Cap. 6)
- Unità di produzione:
 - Capitolo dedicato alle unità di produzione con indicazione delle modalità di progettazione e collegamento alla rete
- Non presente nella CEI 11-1
- Convertitori statici
- Nulla cambia rispetto la CEI 11-1

La Normativa 99-2

- Componenti Elettrici (Cap. 6)
- Interblocchi elettrici e meccanici:
 - Gli interblocchi possono essere necessari per assicurare la corretta sequenza della manovra d'esercizio con apparecchiature per prevenire pericoli al personale e danni ai componenti.



La Normativa 99-2

- Impianti (Cap. 7)
- Disposizione dei circuiti:
- Nulla cambia rispetto la CEI 11-1
- Documentazione:
 - Se applicabile, la documentazione deve essere fornita per ciascun impianto per consentire la costruzione, messa in servizio, funzionamento, manutenzione e tutela dell'ambiente.
 - La misura e la lingua della documentazione deve essere concordata tra fornitore e utilizzatore.
- Nulla cambia rispetto la CEI 11-1

La Normativa 99-2

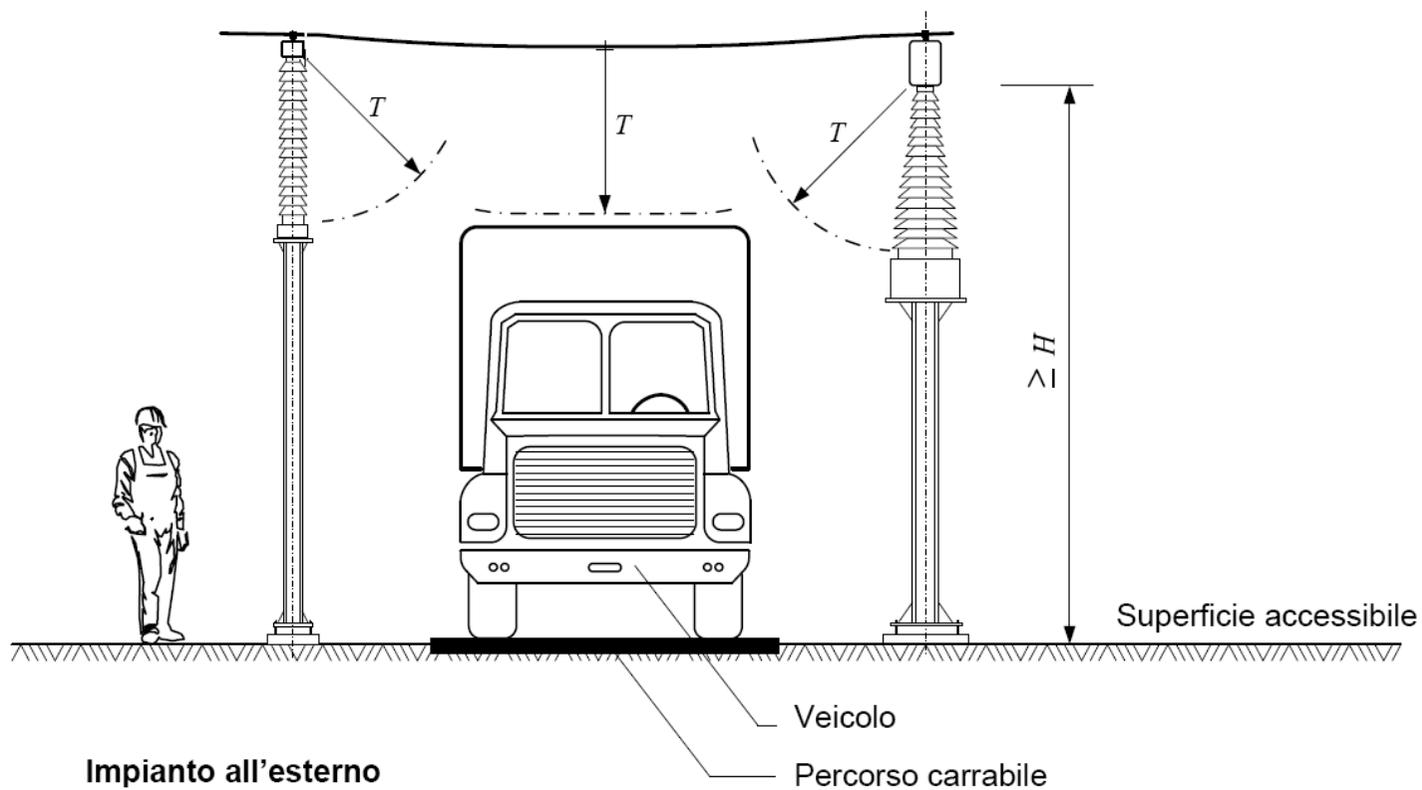
- Impianti (Cap. 7)
- Percorsi carrabili:
 - All'interno di aree elettriche chiuse, è consentito il passaggio di veicoli per trasporto o altri componenti elettrici mobili al di sotto od in prossimità di parti attive (senza protezioni) se sono rispettate le seguenti condizioni (vedere Figura 5):
 - il veicolo, con portiere aperte, ed il suo carico, non invadono la zona pericolosa: distanza minima di protezione per i veicoli, $T = N + 100$ (minimo 500 mm);
 - è rispettata l'altezza minima H dalle parti attive sopra le aree accessibili

La Normativa 99-2

- Impianti (Cap. 7)
- Percorsi carrabili:
 - **Altezza minima sulle superfici accessibili**
 - L'altezza minima delle parti attive sopra le superfici o le piattaforme, dove è permesso l'accesso pedonale, deve essere come segue:
 - \tilde{H} per le parti attive, si deve mantenere, senza mezzi di protezione, un'altezza minima $H = N + 2\ 250\ \text{mm}$ (min. 2 500 mm).
 - L'altezza H si riferisce alla freccia massima del conduttore
 - \tilde{H} la parte inferiore di ogni elemento isolante, ad esempio il bordo superiore della base metallica di un isolatore, non deve essere minore di 2 250 mm dalle superfici accessibili, a meno che non siano state adottate misure idonee per impedirne il contatto.
 - I valori suddetti devono essere aumentati per tener conto, ove necessario, della possibile riduzione delle distanze di sicurezza a causa della caduta di neve sulle superfici accessibili.

La Normativa 99-2

- Impianti (Cap. 7)



La Normativa 99-2

- Impianti (Cap. 7)
- Aree per la manutenzione e l'esercizio
 - Aree di servizio sono i corridoi, i passaggi, le aree d'accesso, i percorsi per il trasporto di materiale e le vie di fuga.
 - I passaggi devono avere una larghezza minima di 800 mm.
 - La larghezza dei passaggi non deve essere ridotta dalle sporgenze delle apparecchiature,
 - come ad esempio da meccanismi di manovra installati permanentemente o da carrelli di apparecchiature in posizione estratta.
 - Lo spazio per l'evacuazione deve sempre essere almeno pari a 500 mm anche quando parti mobili o porte aperte, bloccate nella direzione di fuga, invadono le vie di fuga stesse.
 - Sotto i soffitti, coperture o involucri, con esclusione dei cunicoli per i cavi, è richiesta un'altezza minima di 2 000 mm.
- Nulla cambia rispetto la CEI 11-1

La Normativa 99-2

- Impianti (Cap. 7)
- Porte
 - Le porte che conducono all'esterno devono essere di materiale a bassa infiammabilità, ad eccezione delle costruzioni circondate da una recinzione esterna alta almeno 1,8 m.
 - Le porte di emergenza devono avere come minimo un'altezza di 2 m e una larghezza netta di 750 mm.
- Nulla cambia rispetto la CEI 11-1

La Normativa 99-2

- Impianti (Cap. 7)
- Condizionamento e ventilazione
 - Sono stati inseriti capitoli dedicati alla ventilazione dei locali batteria, locali generatori di emergenza.
 - Per i locali contenenti batterie, si deve tener conto delle prescrizioni per la ventilazione, se necessario, a seconda del tipo di batterie, per prevenire l'accumulo di gas esplosivo durante la carica delle stesse.
 - Si devono installare sistemi di scarico del motore e collocarli in modo tale che i gas di scarico non rientrino dalla presa d'aria per la ventilazione delle sale di comando e controllo, né dalla presa d'aria del gruppo di generazione di emergenza.
- Nulla cambia rispetto la CEI 11-1 salvo quanto indicato

La Normativa 99-2

- Misure di sicurezza (Cap. 8)
- Protezione contro i contatti diretti
 - Le barriere possono essere pareti piene, pannelli o schermi (reti metalliche) con un'altezza minima di 1800 mm tali da assicurare che nessuna parte del corpo di una persona possa raggiungere la zona pericolosa prossima alle parti attive.
 - Gli ostacoli possono ad esempio essere coperture, parapetti, catene e corde oppure pareti, pannelli e schermi che hanno un'altezza inferiore a 1800 mm e che pertanto non possono essere considerati barriere
- Nulla cambia rispetto la CEI 11-1 salvo quanto indicato

La Normativa 99-2

- Misure di sicurezza (Cap. 8)
- Protezione contro i contatti diretti
- Al di fuori delle aree elettriche chiuse sono consentite solo protezioni mediante involucri o per distanziamento.
 - Quando si utilizza la protezione mediante involucri, il grado di protezione deve essere come minimo IP2XC.
 - Gli ostacoli possono ad esempio essere coperture, parapetti, catene e corde oppure pareti, pannelli e schermi che hanno un'altezza inferiore a 1800 mm e che pertanto non possono essere considerati barriere
- Nulla cambia rispetto la CEI 11-1 salvo quanto indicato

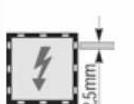
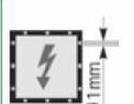
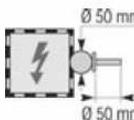
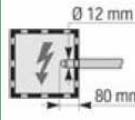
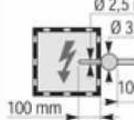
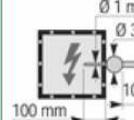
La Normativa 99-2

- Misure di sicurezza (Cap. 8)
- Protezione contro i contatti diretti
- All'interno di aree elettriche chiuse è permessa la protezione con involucri, barriere, ostacoli o per distanziamento.
 - Quando si utilizza la protezione con involucri, il grado di protezione deve essere come minimo IP2X. Tuttavia, possono essere necessarie speciali misure di protezione contro pericoli derivanti da archi elettrici
- Nulla cambia rispetto la CEI 11-1 salvo quanto indicato

La Normativa 99-2

● Grado di protezione

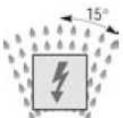
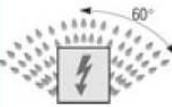
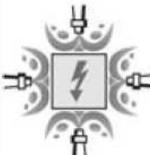
1ª Cifra caratteristica: Protezione contro l'ingresso di corpi estranei e contro l'accesso a parti pericolose

significato	0	1	2	3	4	5	6
protezione dell'involucro contro l'ingresso di		corpi solidi di dimensioni superiori a 50 mm	corpi solidi di dimensioni superiori a 12,5 mm	corpi solidi di dimensioni superiori a 2,5 mm	corpi solidi di dimensioni superiori a 1 mm	polvere in quantità nociva	polvere (totalmente protetto)
mezzo di prova		 calibro oggetto Ø 50 mm	 calibro oggetto Ø 12,5 mm	 calibro oggetto Ø 2,5 mm	 calibro oggetto Ø 1 mm	 polvere di talco	 polvere di talco
protezione della persona contro l'accesso con		dorso della mano	dito	attrezzo	filo		
mezzo di prova		 calibro di accessibilità Ø 50 mm	 dito di prova articolato	 calibro di accessibilità Ø 2,5 mm	 calibro di accessibilità Ø 1 mm		

La Normativa 99-2

● Grado di protezione

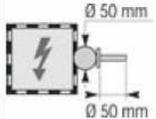
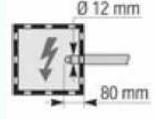
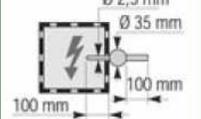
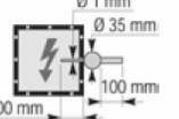
2^a Cifra caratteristica: Protezione contro la penetrazione dell'acqua

significato	0	1	2	3	4	5	6	7	8
protezione dell'involucro contro effetti dannosi derivati da		caduta verticale di gocce d'acqua	caduta verticale di gocce d'acqua con inclinazione dell'involucro fino a 15°	pioggia	spruzzi d'acqua	getti d'acqua	getti d'acqua potenti	immersione temporanea	immersione continua
mezzo di prova									in accordo tra utilizzatore, ma più severo di quelle di cifra 7

La Normativa 99-2

• Grado di protezione

Lettere opzionali

lettera addizionale ⁽¹⁾ significato	A	B	C	D	lettera supplementare informazioni supplementari per la protezione del materiale	
protezione della persona contro l'accesso con mezzo di prova	dorso della mano	dito	attrezzo	filo	H	apparecchiature ad alta tensione
					M	provato contro gli effetti dannosi dovuti all'ingresso dell'acqua quando le parti mobili dell'apparecchiatura sono in moto
	calibro di accessibilità Ø 50 mm	dito di prova articolato	calibro di accessibilità Ø 2,5 mm x 100 mm	calibro di accessibilità Ø 1 mm x 100 mm	S	provato contro gli effetti dannosi dovuti all'ingresso dell'acqua quando le parti mobili dell'apparecchiatura non sono in moto
					W	adatto all'uso in condizioni atmosferiche specificate e dotato di misure e procedimenti addizionali

La Normativa 99-2

- Misure di sicurezza (Cap. 8)
- Dispositivi per impedire la richiusura
- Dispositivi per determinare lo stato di fuori tensione
- Dispositivi per la messa a terra e in cortocircuito
 - dispositivi di messa a terra integrati in altri dispositivi di manovra, es, interruttori automatici
- Custodia dei dispositivi di protezione personali
- Nulla cambia rispetto la CEI 11-1 salvo quanto indicato

La Normativa 99-2

- Misure di sicurezza (Cap. 8)
- Protezioni contro pericoli causati da arco elettrico
 - Il seguente elenco di misure di protezione contro i pericoli causati dall'arco elettrico deve servire da guida nella progettazione e nella costruzione degli impianti elettrici. Il grado di protezione deve essere concordato tra fornitore e utilizzatore.
 - a) Protezione contro errori di manovra che può essere stabilita, ad esempio, per mezzo di:
 - interruttori di manovra al posto di sezionatori;
 - sezionatori di terra con potere di stabilimento;
 - dispositivi di interblocco;
 - interblocchi con chiavi non intercambiabili.
 - b) Passaggi per il transito d'esercizio il più possibile brevi.
 - c) Coperture piene quali involucri o barriere al posto di coperture forate o reti metalliche.
 - d) Apparecchiature provate per sopportare archi elettrici interni anziché di tipo aperto
- Nulla cambia rispetto la CEI 11-1 salvo quanto indicato

La Normativa 99-2

- Misure di sicurezza (Cap. 8)
- Protezioni contro pericoli causati da arco elettrico
 - e) Convogliamento dei prodotti dell'arco elettrico in direzione lontana dal personale operante, e con sfogo al di fuori dell'edificio, se necessario.
 - f) Uso di dispositivi limitatori di corrente.
 - g) Tempo molto breve di intervento; ciò si può ottenere per mezzo di relè istantanei o di dispositivi sensibili alla pressione, alla luce o al calore.
 - h) Manovre dell'impianto a distanza di sicurezza.
 - i) Prevenzione dalla rimessa in tensione utilizzando dispositivi non resettabili di rivelazione di guasto interno alle apparecchiature, che incorporino rilevatori di pressione e provvedano a segnalazione all'esterno.
- Nulla cambia rispetto la CEI 11-1

La Normativa 99-2

- Misure di sicurezza (Cap. 8)
- Protezione contro le scariche atmosferiche dirette

- Nulla cambia rispetto la CEI 11-1

La Normativa 99-2

- Misure di sicurezza (Cap. 8)
- Protezione contro gli incendi
 - Nel progetto dell'impianto si deve tenere conto dei relativi regolamenti nazionali e locali per la protezione contro gli incendi.
- Impianti all'esterno
 - La disposizione di un impianto all'aperto deve essere tale che la combustione di un trasformatore con volume di liquido superiore a 1 000 l non causi pericolo d'incendio ai trasformatori o altri oggetti, con l'eccezione di quelli direttamente connessi al trasformatore.
 - A questo scopo, sono necessarie adeguate distanze in aria G . Valori guida sono dati in Tabella 3. Quando siano installati trasformatori con volume di liquido inferiore a 1 000 l vicino a pareti non ritardanti la fiamma, sono necessarie precauzioni contro il fuoco in relazione alla natura e alla destinazione d'uso dell'edificio.
 - Se sono installati dispositivi automatici per l'estinzione dell'incendio, le distanze in aria G possono essere ridotte.
- Nulla cambia rispetto la CEI 11-1 salvo quanto indicato

La Normativa 99-2

- Misure di sicurezza (Cap. 8)

Tabella 3 – Valori di riferimento delle distanze in aria per trasformatori all'aperto

Tipo di trasformatore	Volume del liquido l	Distanza <i>G</i> da	
		altri trasformatori o superfici non combustibili di edifici m	superfici combustibili di edifici m
Trasformatori isolati in olio (O)	1 000 <...< 2 000	3	7,5
	2 000 ≤...< 20 000	5	10
	20 000 ≤...< 45 000	10	20
	≥ 45 000	15	30
Trasformatori con liquido isolante a bassa infiammabilità tipo (K) senza protezione maggiorata	1 000 <...< 3 800	1,5	7,5
	≥ 3 800	4,5	15

La Normativa 99-2

● Misure di sicurezza (Cap. 8)

Trasformatori con liquido isolante a bassa infiammabilità tipo (K) con protezione maggiorata	Distanze <i>G</i> da superfici di edifici o da trasformatori adiacenti		
	Orizzontale m	Verticale m	
	0,9	1,5	
Trasformatori a secco tipo (A)	Classe di comportamento al fuoco	Distanze <i>G</i> da superfici di edifici o da trasformatori adiacenti	
		Orizzontale m	Verticale m
	F0	1,5	3,0
F1	Nessuna	Nessuna	

NOTA 1 Mezzi di protezione maggiorata

- serbatoi resistenti alla rottura,
- serbatoi a rilascio di pressione,
- protezione dai guasti a correnti basse,
- protezione dai guasti a correnti elevate.

Per esempi di protezione maggiorata, vedere il Factory Mutual Global standard 3990 [33], o equivalente.

NOTA 2 Dovrebbe essere previsto spazio sufficiente per la pulizia periodica del avvolgimenti dei trasformatori incapsulati in resina, al fine di prevenire possibili guasti elettrici e rischi di incendio causati da depositi di inquinanti atmosferici.

La Normativa 99-2

- Misure di sicurezza (Cap. 8)
- Perdita di Gas SF₆
 - Nei locali con impianti SF₆, che sono fuori terra, è sufficiente una ventilazione naturale, se il volume di gas del più grande comparto a pressione atmosferica non supera il 10% del volume della sala di manovra accessibile. Se questo requisito non può essere soddisfatto, deve essere installata una ventilazione meccanica.
 - Nei locali con impianti SF₆ che sono completamente interrati, deve essere prevista la ventilazione meccanica se i quantitativi di gas che comportano un rischio intollerabile per la salute e la sicurezza del personale (definita da regolamenti nazionali) sono in grado di pareggiare quantità di gas pari alle dimensioni della stanza.
- Nulla cambia rispetto la CEI 11-1

La Normativa 99-2

- Misure di sicurezza (Cap. 8)
- Perdita di Gas SF₆
 - Nei locali con impianti SF₆, che sono fuori terra, è sufficiente una ventilazione naturale, se il volume di gas del più grande comparto a pressione atmosferica non supera il 10% del volume della sala di manovra accessibile. Se questo requisito non può essere soddisfatto, deve essere installata una ventilazione meccanica.
 - Nei locali con impianti SF₆ che sono completamente interrati, deve essere prevista la ventilazione meccanica se i quantitativi di gas che comportano un rischio intollerabile per la salute e la sicurezza del personale (definita da regolamenti nazionali) sono in grado di pareggiare quantità di gas pari alle dimensioni della stanza.
- Nulla cambia rispetto la CEI 11-1

La Normativa 99-2

- Misure di sicurezza (Cap. 8)
- Indicazioni e segnalazioni
 - Targhe di avvertimento
 - Avvertimento su pericoli elettrici
 - Avvertimento per condensatori del tempo di scarica
 - Marcatura e identificazione cavi
- Nulla cambia rispetto la CEI 11-1

La Normativa 99-2

- Sistemi di protezione, di controllo e ausiliari(Cap. 9)
- Sistemi di monitoraggio e controllo
 - I dispositivi automatici, progettati per offrire selettività e rapidità di esercizio, devono assicurare la protezione contro effetti dovuti a inaccettabili sovraccarichi e contro i guasti esterni ed interni in relazione alla dimensione ed all'importanza dell'impianto.
 - Si devono installare protezioni contro i seguenti effetti:
 - sovracorrente, cortocircuito e guasto a terra;
 - sovraccarico ed effetto termico;
 - sovratensione;
 - tensione bassa;
 - frequenza bassa.
 - Si devono studiare i coordinamenti delle protezioni in accordo tra utilizzatore e fornitore allo scopo di tarare i dispositivi di protezione. Si deve considerare la protezione di back-up per la protezione di cortocircuito e anche per quella di guasto a terra quando è prescritto l'isolamento di detto guasto.
- Nulla cambia rispetto la CEI 11-1 salvo quanto indicato

La Normativa 99-2

- Sistemi di protezione, di controllo e ausiliari(Cap. 9)
- Circuiti di alimentazione in CC e CA
 - Alimentazione in CA
 - Alimentazione in CC.
 - Sistemi ad aria compressa
 - Impianti di trattamento di gas SF6
 - Impianto di trattamento dell'idrogeno
- Nulla cambia rispetto la CEI 11-1

La Normativa 99-2

- Sistemi di protezione, di controllo e ausiliari(Cap. 9)
- Circuiti di alimentazione in CC e CA
 - Alimentazione in CA
 - Alimentazione in CC.
 - Sistemi ad aria compressa
 - Impianti di trattamento di gas SF6
 - Impianto di trattamento dell'idrogeno
- Nulla cambia rispetto la CEI 11-1

La Normativa 99-2

- Sistemi di protezione, di controllo e ausiliari(Cap. 9)
- Compatibilità Elettromagnetica
 - Sorgenti di disturbo
 - Misure per ridurre le interferenze ad alta frequenza.
 - Misure per ridurre le interferenze a bassa frequenza
 - Misure relative alla scelta delle apparecchiature

- Nulla cambia rispetto la CEI 11-1

La Normativa 99-2

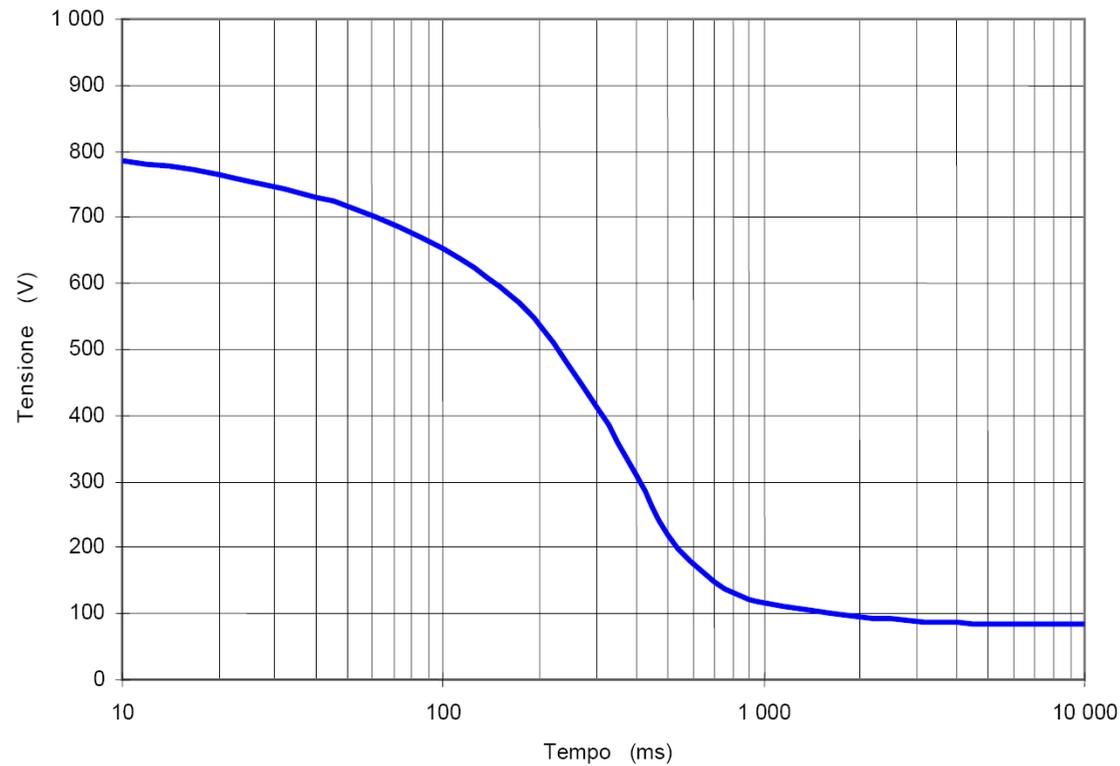
- Impianti di terra (Cap. 10)
- Si rimanda all'intervento seguente

La Normativa 99-2

- Impianti di terra (Cap. 10)
- Il pericolo per gli esseri umani è che una corrente che fluisca attraverso la regione cardiaca sia sufficiente a provocare fibrillazione ventricolare.
- Il limite di corrente, per alimentazioni a frequenza industriale, è derivato dalla curva apposita della IEC/TS 60479-1:2005. Questo limite di corrente nel corpo umano si traduce in limiti di tensione per il confronto con le tensioni di passo e di contatto calcolate prendendo in considerazione i seguenti fattori:
 - parte della corrente circolante nella regione cardiaca;
 - impedenza del corpo umano lungo il percorso della corrente;
 - resistenza tra i punti di contatto del corpo e, ad es., tra strutture metalliche e mano guantata, tra piedi e terra lontana comprese calzature o ghiaia;
 - durata del guasto.
- Si deve anche riconoscere che la presenza di guasto, la grandezza della corrente di guasto, la durata del guasto e la presenza di esseri umani sono fatti di natura probabilistica.

La Normativa 99-2

- Impianti di terra (Cap. 10)
- Si dovrebbe utilizzare la curva seguente che fornisce la tensione di contatto ammissibile



La Normativa 99-2

- Impianti di terra (Cap. 10)
- Interconnessione impianti di terra di BT e AT.
- Se gli impianti di terra di alta e bassa tensione sono in prossimità di qualsiasi altro che non è un impianto di terra globale, parte della EPR prodotta dall'impianto in AT può venir applicato all'impianto di BT.
- Attualmente si ricorre a due pratiche:
 - a) l'interconnessione tra tutti gli impianti di terra in AT e in BT;
 - b) la separazione dell'impianto di terra in AT da quello di BT.
- In entrambi i casi, le pertinenti prescrizioni per le tensioni di passo, di contatto e trasferite, specificate di seguito, devono essere rispettate all'interno di una cabina e nell'impianto in BT alimentato dalla cabina stessa.

La Normativa 99-2

- Impianti di terra (Cap. 10)
- **Alimentazione BT solo all'interno di cabine AT**
 - Se l'impianto in BT è completamente confinato nell'area interessata dall'impianto di terra di AT, i due impianti devono essere interconnessi anche se non si è in presenza di un impianto di terra globale.
- **Alimentazione BT uscente o entrante in una cabina AT**
 - Se l'impianto di terra AT è parte di un impianto di terra globale o è connesso a un conduttore di neutro con messa a terra multipla in un impianto equilibrato in AT, sono assicurate tutte le conformità prescrittive. Se non c'è impianto di terra globale si devono utilizzare le prescrizioni minime della Tabella 5 per individuare le situazioni dove è fattibile l'interconnessione dei sistemi di messa a terra con alimentazione a bassa tensione esterna all'impianto ad alta tensione.

La Normativa 99-2

- Impianti di terra (Cap. 10)
- BT in prossimità di cabine AT
 - Si dovrebbero fare particolari considerazioni sugli impianti BT situati nella zona di influenza dell'impianto di terra di una cabina AT.
 - Per gli impianti industriali e commerciali, può essere utilizzato un impianto di terra comune.
 - Data la reciproca vicinanza delle apparecchiature non è possibile separare gli impianti di terra.

La Normativa 99-2

- Ir Tabella 5 – Prescrizioni minime per l'interconnessione di impianti di terra in bassa e alta tensione, basati sui limi della EPR

- t_f

Tipo di sistema in BT ^(a, b)		Prescrizioni EPR		
		Tensione di contatto	Sollecitazione di tensione ^(c)	
			Durata del guasto $t_f \leq 5 \text{ s}$	Durata del guasto $t_f > 5 \text{ s}$
TT		Non applicabile	EPR $\leq 1\,200 \text{ V}$	EPR $\leq 250 \text{ V}$
TN		EPR $\leq F \cdot U_{Tp}$ ^(d, e)	EPR $\leq 1\,200 \text{ V}$	EPR $\leq 250 \text{ V}$
IT	Conduttore di terra di protezione distribuito	Come per sistema TN	EPR $\leq 1\,200 \text{ V}$	EPR $\leq 250 \text{ V}$
	Conduttore di terra di protezione non distribuito	Non applicabile	EPR $\leq 1\,200 \text{ V}$	EPR $\leq 250 \text{ V}$

(a) Per la definizione dei tipi di sistemi BT vedere la IEC 60364-1.

(b) Per le apparecchiature di telecomunicazione, dovrebbero essere utilizzate le raccomandazioni ITU.

(c) I limiti possono essere aumentati se sono installate apparecchiature BT o la EPR può essere sostituita da differenze di potenziale locali basate su misure o calcoli.

(d) Se il PEN o il conduttore di neutro dell'impianto BT è connesso soltanto all'impianto di terra AT, il valore di F dovrebbe essere 1.

(e) U_{Tp} è tratta dalla Figura 12

NOTA Il valore tipico di F è 2. Possono essere applicati valori più elevati di F se esistono connessioni a terra aggiuntive del conduttore PEN. Per certe conformazioni del suolo, F può arrivare fino a 5. Sono necessarie precauzioni quando questa regola viene applicata a un suolo con alta resistività contrapposto alla sommità dello strato che ha maggiore resistività. La tensione di contatto, in questo caso, può superare del 50 % la EPR.

La Normativa 99-2

- Ispezioni e prove (Cap. 10)
- I controlli e prove devono essere effettuati per verificare la conformità dell'impianto con la presente Norma e la conformità delle apparecchiature con le specifiche tecniche applicabili, gli argomenti sono soggetti ad accordo tra fornitore e utilizzatore
- Si definiscono i metodi e le attività ad esempio:
 - verifica delle caratteristiche delle apparecchiature (compresi i valori assegnati) per date condizioni di esercizio;
 - verifica delle distanze minime tra parti attive e tra parti attive e terra;
 - prove a frequenza industriale per apparecchi di manovra;
 - prova di tensione per i cavi;
 - verifica delle altezze minime e distanze in aria delle barriere di protezione;
 - ispezioni visive e/o prove funzionali per apparecchiature elettriche e parti di impianto;
 - prove funzionali e/o misure di protezione, monitoraggio, misura e controllo dei dispositivi;
 - ispezione delle marcature, segnali di sicurezza e dispositivi di sicurezza;
 - verifica della corretta resistenza al fuoco delle costruzioni/involucri;
 - verifica che le uscite di emergenza siano operative;
 - verifica dell'impianto di terra.

La Normativa 99-2

- Ispezioni e prove (Cap. 10)
- Manuale di esercizio e manutenzione:
 - Ogni impianto dovrebbe avere un manuale di esercizio che descriva le procedure normali, di emergenza e di manutenzione, nonché le istruzioni di sicurezza per il funzionamento degli impianti elettrici ad alta tensione.
 - Ogni impianto dovrebbe avere una serie di disegni aggiornati e diagrammi di funzionamento sul posto. Questi disegni e schemi dovrebbe consentire al personale di esercizio e della manutenzione di eseguire nell'impianto interventi sicuri ed efficienti.
 - I costruttori dei principali componenti di un impianto forniscono i manuali di funzionamento e di manutenzione, i rapporti di prova e di funzionamento. Questi documenti dovrebbero essere prontamente disponibili per l'uso, se necessario.
 - Nell'impianto dovrebbe essere affissi in posizione visibile le vie e i numeri di telefono di emergenza del più vicino ospedale.