

Ordinanza sulle linee elettriche (OLEI¹)

del 30 marzo 1994 (Stato 1° settembre 2009)

Il Consiglio federale svizzero,

visto l'articolo 3 della legge federale del 24 giugno 1902² concernente gli impianti elettrici a corrente forte e a corrente debole (legge sull'elettricità),

ordina

Titolo 1: Disposizioni generali

Capitolo 1: Scopo, campo di applicazione e definizioni

Art. 1 Scopo

La presente ordinanza si propone di ridurre i pericoli che risultano dalla presenza delle linee elettriche, dalla vicinanza, dal parallelismo e dagli incroci delle linee elettriche tra loro, con altri impianti o con fabbricati.

Art. 2 Campo di applicazione

¹ La presente ordinanza regola la costruzione, l'esercizio e la manutenzione delle linee elettriche.

² Le disposizioni relative alla costruzione valgono per le linee esistenti quando:

- a. esse vengono radicalmente ristrutturate;
- b. esse vengono modificate in misura significativa, il soddisfacimento delle esigenze non sia sproporzionato e la sicurezza non ne risulti pregiudicata;
- c. esse presentano un pericolo imminente per l'uomo e l'ambiente o perturbano in modo grave altri impianti elettrici;
- d. in seguito alla costruzione di altri impianti, vengono a crearsi vicinanze, parallelismi ed incroci.

³ Se singole disposizioni della presente ordinanza possono essere rispettate solo con difficoltà straordinarie, o se esse si rivelano di ostacolo all'evoluzione tecnica o alla protezione dell'ambiente, il Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni³ (Dipartimento) o, in casi meno importanti, l'or-

RU 1994 1233

¹ Nuova abbreviazione giusta l'art. 2 let. h dell'O del 10 gen. 1996 che rettifica alcune abbreviazioni di titoli di atti normativi (RU 1996 208).

² RS 734.0

³ Nuova denominazione giusta il DCF non pubblicato del 19 dic. 1997.

gano di controllo competente (art. 21 della legge sull'elettricità) può, su richiesta motivata, autorizzare deroghe.

⁴ Per i cavi a fibre ottiche trovano applicazione, per analogia, le disposizioni relative alle linee a corrente debole.

Art. 3 Altre prescrizioni

¹ Per la costruzione, l'esercizio e la manutenzione delle linee elettriche valgono inoltre le disposizioni dell'ordinanza del 30 marzo 1994⁴ sugli impianti elettrici a corrente forte e dell'ordinanza del 30 marzo 1994⁵ sugli impianti elettrici a corrente debole.

² Per gli impianti elettrici delle ferrovie e delle funicolari come pure per gli impianti e i veicoli di trolleybus valgono le disposizioni dell'ordinanza del 5 dicembre 1994⁶ sulle installazioni elettriche delle ferrovie.⁷

Art. 4 Definizioni

I concetti utilizzati nella presente ordinanza sono definiti nell'appendice 1.

Capitolo 2: Sicurezza

Art. 5 Principio

Le linee elettriche, se esercite conformemente al loro scopo o in presenza di guasti prevedibili, non devono mettere in pericolo persone o cose.

Art. 6 Regole della tecnica

¹ Laddove la presente ordinanza non contiene prescrizioni, valgono le regole riconosciute della tecnica.

² Per regole riconosciute della tecnica si intendono in particolare le norme della CEI⁸ e del CENELEC⁹. In mancanza di norme armonizzate a livello internazionale si applicano le norme svizzere^{10,11}

³ Se non esistono norme tecniche specifiche, si prendono in considerazione le norme applicabili per analogia o eventuali istruzioni tecniche.¹²

⁴ RS 734.2

⁵ RS 734.1

⁶ RS 734.42

⁷ Nuovo testo giusta l'art. 59 cpv. 2 dell'O del 5 dic. 1994 sulle installazioni elettriche delle ferrovie (RS 734.42).

⁸ Commissione elettrotecnica internazionale.

⁹ Comitato europeo di normalizzazione elettrotecnica.

¹⁰ L'elenco dei titoli delle norme e i relativi testi possono essere richiesti al Centro informativo svizzero per norme tecniche (switec), Mühlebachstrasse 54, 8008 Zurigo.

¹¹ Nuovo testo giusta il n. 5 dell'all. all'O dell'8 dic. 1997 (RU 1998 54).

¹² Nuovo testo giusta il n. 5 dell'all. all'O dell'8 dic. 1997 (RU 1998 54).

Art. 7 Protezione dalle perturbazioni

¹ In quanto non ne risultino dispendi straordinari, le linee elettriche devono essere costruite, modificate e mantenute in modo da non perturbare in maniera inammissibile, in qualsiasi condizione d'esercizio, l'esercizio conforme al loro scopo di altri impianti a corrente forte o debole e di altri dispositivi elettrotecnici.

² In quanto non ne risultino dispendi straordinari, le linee elettriche esposte al pericolo di perturbazioni devono essere costruite, modificate e mantenute in modo che il loro esercizio conforme allo scopo non venga perturbato in maniera inammissibile, in tutte le condizioni d'esercizio, da altri impianti e dispositivi elettrotecnici.

³ Se, malgrado l'osservanza delle regole riconosciute della tecnica, si manifestano perturbazioni inammissibili, eliminabili solo con grande dispendio, le parti in causa cercano di mettersi d'accordo. Se nessun accordo può essere raggiunto, decide il Dipartimento. In precedenza, questi consulta gli organi di controllo interessati.

⁴ Per la compatibilità elettromagnetica vigono le disposizioni dell'ordinanza del 9 aprile 1997¹³ sulla compatibilità elettromagnetica.¹⁴

Art. 8 Interferenze esercitate dalle linee elettriche

¹ In caso di vicinanze, parallelismi ed incroci di linee elettriche tra loro, con altri impianti o con fabbricati, occorre evitare interferenze e danni reciproci inammissibili.

² In caso di parallelismo di linee elettriche con altri sistemi conduttori, si devono prendere misure protettive contro l'induzione di tensioni longitudinali inammissibili.

³ Se le linee elettriche devono essere costruite nelle zone di influenza di impianti di messa a terra estranei, esse devono essere dotate di una isolazione commisurata alla tensione massima prevedibile. Occorre badare a che correnti estranee non possano fluire lungo le guaine dei cavi ed i tubi di protezione.

⁴ Se, nel caso di incontro di linee elettriche, si rendono necessarie misure di sicurezza e se gli esercenti non riescono a mettersi d'accordo sulla ripartizione delle spese, decide l'Ufficio federale dell'energia (art. 17 della legge sull'elettricità).

Art. 9 Interrelazione con altre linee o infrastrutture

¹ Nella progettazione delle linee elettriche, l'esercente effettua un inventario delle linee e delle infrastrutture esistenti nella zona di influenza della linea progettata.

² Se in caso di incontro di linee elettriche con altre linee, impianti od oggetti può risultare una riduzione della sicurezza, l'esercente deve darne tempestiva conoscenza, per iscritto, all'organo di controllo, informandolo delle misure di protezione previste.

³ L'organo di controllo decide in merito all'ammissibilità della disposizione prevista e delle misure di protezione.

¹³ RS 734.5

¹⁴ Introdotto dal n. 4 dell'all. all'O del 9 apr. 1997 sulla compatibilità elettromagnetica. (RS 734.5).

⁴ L'organo di controllo può, nel caso di incontro di linee a corrente forte con altri impianti od oggetti, prescrivere misure protettive supplementari secondo l'appendice 2.

Art. 10 Esposizioni a pericolo transitorie

¹ Se nel corso della costruzione, dell'esercizio o della manutenzione di linee elettriche, di altri impianti elettrici o di impianti quali ferrovie, funivie, trasporti in condotta e strade nazionali, sorgono condizioni di pericolo reciproche, gli esercenti degli impianti interessati devono provvedere ad informarsi tra loro e ad accordarsi sulle misure di protezione necessarie.

² L'esercente della linea annuncia il caso all'organo di controllo e comunica le misure di protezione concordate.

Art. 11 Protezione del paesaggio e dell'ambiente

¹ Nella progettazione, nella costruzione, nell'esercizio e nella manutenzione delle linee elettriche si devono rispettare le prescrizioni determinanti per la protezione della natura, del paesaggio, dell'ambiente e delle acque.

² Le linee elettriche devono essere realizzate in modo che, tenuto debito conto di un approvvigionamento energetico sicuro ed economico e di una soluzione tecnicamente accettabile, deturpino il meno possibile il paesaggio, la natura e l'ambiente.

Art. 11a¹⁵ Protezione dalle radiazioni non ionizzanti per le linee esistenti

Prima di rilasciare un permesso di costruzione o approvare modifiche all'utilizzazione di fondi, l'autorità comunale o cantonale competente deve consultare il gestore di una linea ad alta tensione nel caso in cui:

- a. l'utilizzazione autorizzata di superfici in zone edificabili esistenti venga estesa o modificata in modo tale da rendere possibili nuovi luoghi a utilizzazione sensibile (art. 3 cpv. 3 lett. a e b dell'O del 23 dic. 1999¹⁶ sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti, ORNI) nel perimetro di una linea ad alta tensione esistente nel quale è raggiunto o superato il valore limite dell'impianto (all. 1 n. 14 ORNI) nello stato di esercizio determinante (all. 1 n. 13 ORNI);
- b. vengano costruiti o modificati edifici in modo tale da creare nuovi luoghi a utilizzazione sensibile (art. 3 cpv. 3 lett. a e b ORNI) nel perimetro di una linea ad alta tensione esistente nel quale è raggiunto o superato il valore limite dell'impianto (all. 1 n. 14 ORNI) nello stato di esercizio determinante (all. 1 n. 13 ORNI).

¹⁵ Introdotta dal n. II 2 dell'O del 24 giu. 2009, in vigore dal 1° set. 2009 (RU 2009 3507).

¹⁶ RS 814.710

Titolo 2: Prescrizioni costruttive**Capitolo 1: Linee elettriche aeree****Sezione 1: Linee aeree a corrente debole¹⁷****Art. 12** Tracciato

¹ Le linee devono essere costruite in modo da non poter venire danneggiate da alberi o arbusti, anche in presenza di forte vento o di neve.

² I conduttori delle linee possono essere fissati esclusivamente ai sostegni all'uopo autorizzati e costruiti.

Art. 13 Distanze dei conduttori tra loro e dai sostegni

Le distanze dei conduttori tra loro e dai sostegni vanno fissate in modo da escludere cortocircuiti anche in seguito a spostamenti straordinari dei conduttori (spostamenti sotto la spinta del vento, caduta del sovraccarico).

Art. 14 Distanza dal suolo

¹ In presenza della freccia massima o sotto la spinta del vento, la distanza dal suolo di conduttori e cavi aerei non deve scendere al disotto dei valori di cui all'appendice 3.

² Per i percorsi usati in inverno per i trasporti, le piste di sci contrassegnate ed i sentieri molto frequentati, nell'osservanza della distanza minima dal suolo si deve tener conto anche dell'altezza media della coltre nevosa.

³ L'organo di controllo può autorizzare, in casi eccezionali motivati, distanze più piccole. Esso definisce, in tal caso, le misure di protezione da applicare.

Art. 15 Distanza dagli alberi

Gli alberi sotto o accanto alle linee vanno rimossi o potati qualora ciò sia necessario per la protezione delle persone occupate alla cura degli alberi stessi o per garantire la sicurezza d'esercizio della linea.

Art. 16 Distanza dalle acque

Per quanto concerne la distanza delle linee aeree a corrente debole dalle acque trova applicazione l'articolo 40.

Art. 17 Conduttori ed elementi portanti dei cavi aerei

¹ La sollecitazione a cui sono sottoposti i conduttori e gli elementi portanti non deve superare la massima sollecitazione alla trazione ammissibile per i materiali impiegati.

¹⁷ RU 1996 2376

² I conduttori e gli elementi portanti devono avere un carico di rottura almeno pari a 1,25 kN.

Art. 18 Sollecitazione massima alla trazione

¹ Per il calcolo della sollecitazione massima alla trazione a cui sarà presumibilmente sottoposto un conduttore o un cavo, si assumono le seguenti ipotesi:

- a. una temperatura del conduttore pari a -20°C , senza sovraccarico;
- b. una temperatura del conduttore pari a 0°C ed un sovraccarico distribuito uniformemente pari ad almeno 8 N/m, in assenza di vento.

² Se, in base alle esperienze raccolte in loco, bisogna attendersi temperature più basse o sovraccarichi maggiori, saranno queste ultime condizioni ad essere assunte quali ipotesi di calcolo.

³ Per i cavi aerei, le ipotesi relative alle temperature si riferiscono sempre agli elementi portanti. Il peso del cavo o i conduttori che non servono da elemento portante devono essere aggiunti al sovraccarico.

Art. 19 Freccia massima dei conduttori

¹ Per il calcolo della freccia massima presumibile di un conduttore o di un cavo, si assumono le seguenti ipotesi:

- a. una temperatura del conduttore pari a $+40^{\circ}\text{C}$;
- b. una temperatura del conduttore pari a 0°C ed un sovraccarico distribuito uniformemente pari ad almeno 8 N/m, in assenza di vento.

² Se, in base alle esperienze raccolte in loco, bisogna attendersi temperature più basse o sovraccarichi maggiori, saranno queste ultime condizioni ad essere assunte quali ipotesi di calcolo.

³ Per i cavi aerei, le ipotesi relative alle temperature si riferiscono sempre agli elementi portanti. Il peso del cavo o i conduttori che non servono da elemento portante devono essere aggiunti al sovraccarico.

Art. 20 Giunzioni dei conduttori

¹ Le giunzioni dei conduttori devono soddisfare alle stesse esigenze elettrotecniche del materiale dei conduttori.

² Le giunzioni dei conduttori autoportanti o degli elementi portanti dei cavi aerei devono soddisfare le esigenze di cui all'articolo 17.

³ Le linee aeree non devono essere composte di più spezzoni di conduttori.

Art. 21 Isolatori

¹ Il carico di rottura minimo degli isolatori a bastone, degli isolatori rigidi a perno e degli isolatori rigidi a base, di materiali ceramici o di vetro, deve essere almeno pari a 2,8 volte la sollecitazione statica massima.

² Gli isolatori compositi di materiale sintetico devono resistere alle intemperie ed all'azione dei raggi ultravioletti.

Art. 22 Elementi di fissaggio

I fissaggi dei conduttori e degli elementi portanti devono essere adatti ai tipi di sostegni e devono poter trasmettere con sicurezza i carichi a cui sono sottoposti.

Art. 23 Resistenza dei materiali

I conduttori, i cavi aerei, le giunzioni dei conduttori, gli isolatori e le morsetterie devono resistere agli influssi esterni e agli attacchi di natura elettrochimica.

Art. 24 Solidità e stabilità di sostegni, fondazioni, contropali e tiranti e ancoraggi

¹ I sostegni, le fondazioni, i contropali e tiranti, gli ancoraggi ed i loro componenti devono essere dimensionati e costruiti in modo da resistere alle massime sollecitazioni.

² Per sollecitazione massima si intende la combinazione più sfavorevole di tutte le forze che possono agire su un sostegno o parti dello stesso. Si devono prendere in considerazione:

- a. le forze esercitate dai conduttori alla temperatura di 0° C e con un sovraccarico ripartito uniformemente pari ad almeno 8 N/m per ogni conduttore o cavo aereo;
- b. le spinte orizzontali del vento.

³ Come materiali per i sostegni si impiegano generalmente acciaio, cemento armato o legno. I sostegni costituiti dai suddetti materiali devono essere dimensionati conformemente all'appendice 4.

⁴ Altri materiali o tipi di costruzione inabituali possono essere impiegati soltanto se ne è dimostrata l'idoneità, particolarmente per quanto concerne la resistenza e la durata. L'organo di controllo può esigere attestati di prova rilasciati da laboratori di prova riconosciuti oppure l'esecuzione di prove speciali.

Art. 25 Fondazioni dei sostegni

¹ I pali di legno devono essere infissi nel terreno per una profondità pari ad almeno un decimo della loro lunghezza più 40 cm.

² Essi devono essere solidamente rinalzati. Se le sollecitazioni e le caratteristiche del terreno lo esigono, si deve aumentare la superficie di pressione.

³ I pali di legno cementati direttamente nel terreno vanno rimossi dopo un periodo di tempo non superiore a tre anni.

⁴ Come fondazioni speciali possono essere impiegati soltanto zoccoli resistenti all'azione del terreno. I pali di legno devono poter essere sostituiti e vanno fissati in

modo da risultare protetti dall'umidità del terreno e dal ristagno di acqua. La resistenza degli zoccoli deve essere almeno uguale a quella dei sostegni.

⁵ Le fondazioni dei sostegni costituiti da materiali diversi dal legno devono essere dimensionate per le sollecitazioni massime presumibili, tenendo conto delle reazioni di incastro. La sicurezza al rovesciamento deve essere almeno pari a 1,5.

Art. 26 Ancoraggi (tiranti)

¹ La fune metallica usata per gli ancoraggi deve avere una sezione di almeno 20 mm². Nel terreno, i tondini di acciaio devono avere un diametro minimo di 10 mm, le funi di acciaio una sezione minima di 70 mm².

² Gli ancoraggi devono poter essere tesi ulteriormente in qualsiasi momento.

³ Gli ancoraggi di materiale elettricamente conduttore devono essere fissati al sostegno in modo da escludere il contatto con parti dell'impianto sotto tensione.

Art. 27 Protezione dei sostegni

¹ I sostegni, le fondazioni, i contropali e tiranti e gli ancoraggi devono essere protetti dagli influssi esterni in modo tale da garantire in ogni momento la loro stabilità e solidità.

² I sostegni di legno ed i componenti di legno dei sostegni devono essere impregnati o protetti in modo equivalente.

³ I giunti dei sostegni di legno devono essere disposti o protetti in modo da evitare i ristagni d'acqua.

Art. 28 Identificazione dei sostegni

¹ I sostegni devono essere provvisti di un numero d'ordine, dell'anno di costruzione e delle iniziali dell'esercente della linea (targa indicatrice).

² Sui sostegni di legno vanno inoltre marcati indelebilmente, ad una altezza di 4,5 m dal piede, l'anno di impregnazione e la designazione del fornitore.

Sezione 2: Linee aeree a corrente forte

Art. 29 Protezione contro le perturbazioni

Per le linee ad alta tensione ed i loro elementi costruttivi valgono i valori di protezione riportati nell'appendice 5.

Art. 30 Protezione dei volatili

¹ Se le condizioni locali lo richiedono, vanno adottati provvedimenti sui sostegni a protezione degli uccelli, affinché questi non possano provocare messe a terra o cortocircuiti.

² Le nuove linee attraverso regioni a forte densità di volatili vanno pianificate e costruite in modo che il rischio di collisione per gli uccelli sia il più basso possibile.

Art. 31 Istruzioni di comportamento

Gli esercenti delle linee aeree di distribuzione locale o regionale devono impartire alla popolazione, secondo le consuetudini locali, le istruzioni circa il comportamento da adottare:

- a. nell'esercizio di attività che potrebbero rivelarsi pericolose in prossimità delle linee aeree;
- b. in presenza di difetti alle linee aeree, in particolare in presenza di conduttori caduti;
- c. verso le persone ferite dalla corrente elettrica che si trovano ancora nella zona di pericolo.

Art. 32 Scalata dei sostegni

I sostegni devono essere concepiti o equipaggiati in modo tale che il salirvi abusivamente sia possibile solo con mezzi ausiliari o con sforzi spropositati.

Art. 33 Distanze dei conduttori tra loro e dai sostegni

¹ Le distanze dei conduttori sotto tensione tra loro e dai sostegni devono essere calcolate in modo che, in tutte le situazioni prevedibili, non possano prodursi scariche e sovratensioni pericolose, cortocircuiti alla terra o tra fasi.

² Le distanze minime richieste si determinano in base alle massime tensioni nominali presenti e in base alle tensioni di prova ad esse associate secondo l'appendice 6. Se non altrimenti stabilito, queste distanze valgono per i conduttori, i conduttori di terra, i cavi aerei e le funi di guardia.

³ I cavi aerei ad alta tensione senza involucro metallico messo a terra sono considerati come conduttori nudi sotto tensione.

Art. 34 Distanza dal suolo

¹ Sia in presenza della freccia massima sia in presenza di oscillazioni impresse dal vento, conduttori, cavi aerei e conduttori di terra devono avere almeno le distanze minime dal suolo indicate nell'appendice 3.

² Nelle zone non accessibili, specialmente per quanto concerne le sporgenze del terreno, la distanza diretta minima in presenza di oscillazione impressa dal vento ammonta a 0,01 m per ogni kV di tensione nominale, ma in ogni caso non inferiore a 1,5 m.

³ In presenza di percorsi usati in inverno per i trasporti, di piste sciistiche contrassegnate e di sentieri molto frequentati, occorre tener conto anche dell'altezza media della coltre nevosa.

⁴ In casi eccezionali motivati, l'autorità di controllo può autorizzare distanze più piccole. In tal caso, essa definisce le misure protettive da adottare.

Art. 35 Distanza dagli alberi

¹ Nel determinare le distanze dirette tra conduttori elettrici ed alberi va tenuto conto della coltivazione degli stessi, delle caratteristiche del suolo, della pendenza del terreno, della neve che può cadere dagli alberi, ecc.

² La distanza dagli alberi da frutta ed ornamentali situati sotto o accanto alle linee deve essere tale da permetterne la coltivazione senza pericolo.

³ In presenza di impianti per innaffiare alberi e piante, si determinano caso per caso le distanze da osservare tra i getti di acqua ed i conduttori delle linee aeree, e le eventuali misure di protezione.

⁴ Le distanze verticali tra gli alberi ed i conduttori nudi delle linee ad alta tensione non devono essere, in presenza della freccia massima, inferiori ai seguenti valori:

- a. alberi da frutta: 2,5 m + 0,01 m per kV di tensione nominale;
- b. altri tipi di alberi: 1,5 m + 0,01 m per kV di tensione nominale.

Art. 36 Distanza dai fabbricati

Le linee aeree devono essere disposte a distanze tali o realizzate in modo da non costituire pericolo né per le persone né per i fabbricati, e da non essere di ostacolo all'opera di salvataggio e di spegnimento del fuoco nel caso di incendio.

Art. 37 Distanza delle linee a bassa tensione dai fabbricati

¹ Per quanto concerne le linee aeree a bassa tensione ed i cavi aerei a bassa tensione, valgono le distanze dai fabbricati di cui all'appendice 7.

² Gli ancoraggi alle facciate devono essere eseguiti in modo che:

- a. non possano essere toccati da posti accessibili a tutti;
- b. le linee aeree si accostino alle facciate, per quanto possibile, perpendicolarmente alle stesse.

Art. 38 Distanza delle linee aeree ad alta tensione dai fabbricati

¹ Per le linee aeree ad alta tensione valgono le distanze dai fabbricati di cui all'appendice 8.

² La distanza orizzontale dei conduttori ad alta tensione e dei relativi sostegni dai fabbricati deve essere almeno pari a 5 m, mentre la distanza diretta tra i conduttori e le parti più vicine dei fabbricati deve essere, in presenza di oscillazione impressa dal vento, almeno pari a 2,50 m + 0,01 m per ogni kV di tensione nominale.

³ Per i fabbricati che superano in altezza il conduttore più basso, la distanza orizzontale di 5 m deve essere aumentata di un valore uguale alla differenza di altezza della parte di fabbricato più vicina ai conduttori. Per i tetti con declività superiore a 45°, la

differenza di altezza si misura secondo l'appendice 8, figura 2. Una distanza orizzontale pari a 20 m è sufficiente in ogni caso.

⁴ Se la linea aerea ad alta tensione sorpassa il fabbricato, la distanza orizzontale può essere in via eccezionale diminuita. L'organo di controllo decide in merito:

- a. alla ammissibilità di una tale riduzione;
- b. alle distanze dirette necessarie in base al rischio di incendio dei fabbricati ed alla portata dell'incendio;
- c. alle eventuali misure protettive.

⁵ Fabbricati, capannoni per manifestazioni, tendoni o impianti simili con concorso di numeroso pubblico, ad elevato rischio di incendio o contenenti esplosivi non devono trovarsi nella zona di rispetto delle linee aeree. L'organo di controllo può autorizzare eccezioni e prescrivere misure protettive.

⁶ La fissazione o l'amarraggio delle linee aeree ad alta tensione ai fabbricati è permesso solo nel caso che i fabbricati servano esclusivamente all'esercizio di impianti elettrici.

Art. 39 Luoghi con grande concorso di pubblico, impianti sportivi e campi di giuoco

¹ I luoghi in cui si raccolgono temporaneamente molte persone (raduni, mercati, fiere, teatri, terreni di sport, camping, parchi pubblici di ricreazione e di distensione, ecc.) non devono trovarsi nella zona di rispetto delle linee aeree ad alta tensione.

² Detti luoghi possono essere eccezionalmente attraversati da linee aeree. L'organo di controllo decide sull'ammissibilità di una tale soluzione, sulle distanze da rispettare e sulle misure di protezione.

³ Le acque (piscine, laghi, fiumi, ecc.) degli stabilimenti balneari pubblici non devono trovarsi nella zona di rispetto delle linee aeree. Per le piscine di piccole dimensioni, l'organo di controllo può autorizzare eccezioni fissando le eventuali misure protettive.

⁴ Per quanto concerne i terreni di calcio, la distanza dei conduttori e dei cavi aerei dal suolo, considerata la freccia assunta dai conduttori ad una temperatura di 40° C degli stessi, deve essere di almeno 15 m. Per i campi di giuoco di secondaria importanza, l'organo di controllo può eccezionalmente autorizzare distanze più piccole.

⁵ Per i campi di giuoco e gli impianti sportivi, la distanza verticale tra i conduttori od i cavi aerei e gli eventuali recinti, reti di protezione e simili, considerata la freccia assunta dai conduttori ad una temperatura di 40° C degli stessi, deve essere almeno pari a $2,50 \text{ m} + 0,01 \text{ m}$ per ogni kV di tensione nominale.

⁶ Per tribune, sedi di circoli, vestiari e simili appartenenti ad impianti sportivi e di giuoco, valgono le disposizioni applicabili ai fabbricati.

Art. 40 Distanza dalle acque

¹ Le linee aeree che attraversano superfici d'acqua vanno disposte in modo da non ostacolare la navigazione.

² Relativamente ai corsi d'acqua sottoindicati, i conduttori, i cavi aerei ed i conduttori di terra non possono assumere, in presenza della freccia massima, una distanza inferiore a $15\text{ m} + 0,01\text{ m}$ per ogni kV di tensione nominale, misurata sul livello di massima piena ammesso per la navigazione:

- a. Reno, dal lago di Costanza al confine nazionale a Basilea;
- b. Aare, dal lago di Bienna a Coblenza (foce dell'Aar);
- c. canale della Broye;
- d. canale della Zihl;
- e. Rodano, a valle di Ginevra fino al confine nazionale.

³ Per le seguenti tratte, l'organo di controllo può ammettere distanze più piccole, purché la navigazione esistente non venga messa in pericolo:

- a. Reno, da Sciaffusa a Coblenza (foce dell'Aar);
- b. Aar, da Bienna fino al ponte stradale di Döttingen;
- c. Rodano, dalla centrale di Verbois al confine nazionale.

⁴ Per tutti gli altri corsi d'acqua, o per le altre acque aperte con navigazione esistente o possibile, le distanze di sicurezza e le misure di protezione da adottare sono fissate dall'organo di controllo d'intesa con le autorità della navigazione. Se necessario, si apporrà la segnaletica di navigazione o cartelli d'avvertimento.

⁵ La distanza dei conduttori dalle acque non navigabili deve essere, in condizioni di massima piena ed in presenza della freccia massima, almeno pari a $4\text{ m} + 0,01\text{ m}$ per kV di tensione nominale.

Art. 41 Sorgenti luminose sui sostegni delle linee ad alta tensione

¹ Le sorgenti luminose possono essere fissate ai sostegni delle linee aeree ad alta tensione solo se:

- a. linea e manutenzione dell'impianto di illuminazione dipendono dallo stesso esercente;
- b. gli esercenti interessati hanno concordato per iscritto l'esercizio e la manutenzione dell'impianto di illuminazione.

² Le sorgenti luminose devono essere applicate sempre al disotto dei conduttori o dei cavi aerei ad alta tensione.

³ Nelle linee ordinarie, tra il conduttore o cavo aereo ad alta tensione più basso e le sorgenti luminose deve essere rispettata una distanza verticale pari a $1,5\text{ m} + 0,01\text{ m}$ per ogni kV di tensione nominale, mentre per le linee a grandi portate la distanza verticale è data da $2,5\text{ m} + 0,01\text{ m}$ per ogni kV di tensione nominale.

⁴ Le sorgenti luminose e le relative installazioni devono essere applicate ai sostegni e messe a terra in modo che, nel caso di cortocircuito nella rete ad alta tensione, non risultino esposte a perturbazioni inammissibili e non possano convogliare tensioni pericolose in altri punti.

Art. 42 Sostegni di illuminazione

¹ Le distanze dei conduttori e dei cavi aerei ad alta tensione dai sostegni di illuminazione e dalle sorgenti luminose devono essere almeno pari ai valori secondo l'appendice 9.

² Il montaggio o lo spostamento di sostegni di illuminazione può avvenire solo d'intesa con gli esercenti delle linee aeree ad alta tensione qualora, in seguito a movimenti casuali o voluti del sostegno stesso, esista il pericolo che la distanza diretta possa divenire inferiore al valore «a» di cui all'appendice 9.

³ I lavori di manutenzione alle sorgenti luminose ed ai loro sostegni non devono essere ostacolati o resi pericolosi per il personale dalla presenza di linee aeree ad alta tensione. Le deviazioni dei conduttori o dei sostegni di illuminazione sotto la spinta del vento non devono provocare scariche elettriche.

⁴ Nel caso di incroci di linee aeree ad alta tensione con una fila di sostegni di illuminazione le cui sorgenti luminose superano in altezza i conduttori più bassi o sono a pari altezza degli stessi, occorre richiamare l'attenzione da ambedue le parti dell'incrocio, sia presso le sorgenti luminose che al piede dei sostegni di illuminazione, sulla presenza di questi conduttori bassi sotto tensione.

⁵ Prima di iniziare lavori ai sostegni di illuminazione situati in prossimità di linee aeree ad alta tensione con tensione nominale superiore a 100 kV, gli impianti elettrici e le morsetterie dei sostegni di illuminazione devono essere messi a terra.

Art. 43 Segnaletica stradale e pareti di protezione

¹ Per i cartelli di segnalazione e le pareti di protezione permanenti valgono le distanze applicabili ai sostegni di illuminazione.

² La presenza di linee aeree non deve ostacolare i lavori di manutenzione alla segnaletica stradale, alle pareti di protezione e simili, e non deve costituire pericolo per il personale.

Art. 44 Poligoni di tiro

¹ Le distanze tra le linee aeree e gli impianti di tiro per esercitazioni fuori servizio con munizioni di ordinanza vengono definite secondo l'appendice 10. Le distanze possono essere ridotte se le linee risultano protette da schermi o si trovano fuori della zona di tiro.

² Le distanze tra le linee aeree e gli impianti di tiro sportivi o di caccia sono fissate dall'organo di controllo. Quest'ultimo definisce inoltre le misure di protezione da adottare.

³ L'organo di controllo decide se le linee aeree possono essere fatte passare sopra gli stand dei bersagli o gli impianti dei bersagli. Esso fissa le distanze dirette e le misure di protezione da adottare.

Art. 45 Conduttori ed elementi portanti dei cavi aerei

¹ I conduttori devono avere un diametro di almeno 5 mm, una sezione di almeno 19,6 mm² e un carico di rottura minimo pari a 5,5 kN. Per i conduttori di alluminio puro e gli elementi portanti metallici dei cavi aerei, la sezione deve essere pari ad almeno 50 mm².

² Per i conduttori di sezione superiore a 50 mm², per tutti i conduttori di alluminio puro e per gli elementi portanti metallici dei cavi aerei sono ammesse solo corde.

³ La sollecitazione massima alla trazione ammessa per i materiali dei conduttori o degli elementi portanti si determina secondo l'appendice 11. Nel caso di impiego di materiali non riportati in questa appendice, la sollecitazione ammissibile non deve superare i $\frac{2}{3}$ del carico di rottura. L'organo di controllo può esigere attestati di prova rilasciati da istituti di prova riconosciuti.

⁴ Nel caso di corde composite, la sollecitazione massima alla trazione ammessa non deve essere superata per nessuno dei materiali impiegati. Se un materiale viene impiegato quale unico elemento portante, gli altri materiali devono essere considerati come sovraccarico.

⁵ Per i cavi aerei senza elementi portanti separati, occorre impiegare almeno due conduttori quali elementi portanti. Tuttavia, il conduttore PEN o il conduttore di protezione PE dei cavi a bassa tensione non può essere mai impiegato come elemento portante.

Art. 46 Trazione massima sui conduttori

¹ Per il calcolo della sollecitazione massima presumibile alla trazione a cui può essere sottoposto un conduttore, si assumono le seguenti ipotesi:

- a. una temperatura del conduttore pari a -20° C, senza sovraccarico;
- b. una temperatura del conduttore pari a 0° C ed un sovraccarico distribuito uniformemente pari ad almeno 20 N/m per conduttore o parte di conduttore, in assenza di vento.

² Se, sulla base delle condizioni locali, bisogna attendersi temperature più basse o sovraccarichi maggiori, saranno queste ultime condizioni ad essere assunte quali ipotesi di calcolo.

³ Per i cavi aerei, le ipotesi relative alle temperature si riferiscono sempre agli elementi portanti. Il peso del cavo o i conduttori che non servono da elementi portanti devono essere aggiunti al sovraccarico.

Art. 47 Freccia massima dei conduttori

¹ Per il calcolo della freccia massima presumibile di un conduttore, si assumono le seguenti ipotesi:

- a. una temperatura del conduttore pari a 40° C;
- b. una temperatura del conduttore pari a 0° C ed un sovraccarico distribuito uniformemente pari ad almeno 20 N/m per conduttore o parte di conduttore, in assenza di vento.

² Se, sulla base delle condizioni locali, bisogna attendersi temperature più alte o sovraccarichi maggiori, saranno queste ultime condizioni ad essere assunte quali ipotesi di calcolo.

³ Per i cavi aerei, le ipotesi relative alle temperature si riferiscono sempre agli elementi portanti. Il peso del cavo o i conduttori che non servono da elementi portanti devono essere aggiunti al sovraccarico.

Art. 48 Sollecitazione alla trazione e freccia delle linee ordinarie

Le sollecitazioni a trazione e le frecce delle linee ordinarie si calcolano secondo l'appendice 12.

Art. 49 Giunzioni dei conduttori

¹ Il carico di rottura delle giunzioni sollecitate a trazione dei conduttori e degli elementi portanti dei cavi aerei deve raggiungere almeno il 90 per cento del limite di rottura del conduttore o dell'elemento portante.

² Se, nel caso di danneggiamento di un conduttore sottoposto allo sforzo di trazione, la sezione dello stesso presenta una riduzione superiore al 25 per cento, il punto di riparazione deve soddisfare le esigenze imposte alle giunzioni sollecitate a trazione.

³ Le linee aeree non possono essere costituite dall'unione di più spezzoni di conduttori.

Art. 50 Isolatori

¹ Gli isolatori a bastone, gli isolatori rigidi a perno e gli isolatori rigidi a base di materiale ceramico o di vetro devono presentare, con riferimento al carico minimo di rottura, i seguenti fattori di sicurezza:

- a. non inferiore a 1,25, quando sollecitati dalle forze elettrodinamiche esercitate dai conduttori percorsi dalle correnti di cortocircuito;
- b. non inferiore a 2,8, quando sollecitati dalle forze statiche massime.

² Gli isolatori a cappa e perno di materiali ceramici o di vetro devono presentare i seguenti fattori di sicurezza:

- a. non inferiore a 1,25, riferito al carico minimo di rottura, quando sollecitati dalle forze elettrodinamiche esercitate dai conduttori percorsi dalle correnti di cortocircuito;
- b. non inferiore a 3,5, riferito al carico di rottura elettromeccanico, quando sollecitati dalle forze statiche massime.

³ Gli isolatori compositi di materiale sintetico devono resistere alle intemperie ed all'azione dei raggi ultravioletti.

Art. 51 Isolatori a catena multipla

¹ Qualora vengano richiesti, quale misura protettiva supplementare, attacchi a sospensione multipla o amarraggi multipli dei conduttori, i fattori di sicurezza secondo l'articolo 50 devono essere garantiti anche in caso di rottura di una delle sospensioni o di uno degli amarraggi parziali.

² Le catene di isolatori devono, in tal caso, essere fissate ai sostegni almeno in due punti diversi.

³ Se una sospensione parziale cede, gli elementi restanti della sospensione multipla o dell'amarraggio multiplo devono resistere alle sollecitazioni di natura dinamica che ne conseguono.

⁴ Le singole catene di isolatori di una tale sospensione multipla non devono essere composte da più di tre isolatori quando la lunghezza dei singoli isolatori è inferiore a 0,5 m.

Art. 52 Morsetterie

Le morsetterie devono essere dimensionate in modo da garantire il rispetto dei fattori di sicurezza secondo l'appendice 13 quando sollecitati dal carico statico massimo.

Art. 53 Resistenza dei materiali

Conduttori, cavi aerei, giunzioni, isolatori e morsetterie devono resistere agli influssi ambientali esterni ambientali ed alla corrosione elettrochimica.

Art. 54 Ipotesi di carico per sostegni e fondazioni

¹ I sostegni, i loro componenti e le fondazioni devono essere dimensionati in base alle ipotesi di carico di cui alle appendici 14 e 15.

² Dette ipotesi si applicano per analogia anche ai sostegni di esecuzione speciale ed ai sostegni degli impianti all'aperto.

Art. 55 Tipi di sostegni

¹ I sostegni ordinari sono ammessi per le tratte di amarraggio fino a 2 km, per campate medie fino a 225 m ed angoli di slineamento compresi tra 195 e 205 gon. Essi non devono mai essere dotati di catene di isolatori disposte in amarro.

² I sostegni portanti sono ammessi per le tratte di amarraggio fino a 4 km ed angoli di slineamento compresi tra 180 e 220 gon. Essi non devono essere dotati di catene di isolatori disposte in amarro. L'organo di controllo può autorizzare deroghe.

³ I sostegni portanti speciali sono necessari per le tratte di amarraggio superiori a 4 km. Essi sono ammessi per angoli di slineamento compresi tra 180 e 220 gon.

⁴ I sostegni di amarraggio sono necessari per angoli di slineamento inferiori a 180 gon e superiori a 220 gon, o quando le differenze tra le portate sono grandi oppure per limitare le tratte di amarraggio.

⁵ I sostegni terminali sono necessari quando si passa dalla linea aerea alla linea in cavo oppure quando la linea aerea penetra in un impianto, a meno che il compito del sostegno terminale venga assunto da un elemento dell'impianto.

Art. 56 Solidità e stabilità di sostegni, fondazioni, contropali e tiranti e ancoraggi

¹ Sostegni, fondazioni, contropali e tiranti, ancoraggi e loro componenti devono essere dimensionati e costruiti in modo da resistere alle sollecitazioni massime.

² I materiali impiegati per i sostegni sono l'acciaio, il cemento armato o il legno. I sostegni costituiti dai suddetti materiali devono essere dimensionati conformemente all'appendice 13.

³ Altri materiali o costruzioni inabituali, possono essere impiegati soltanto se ne è dimostrata l'idoneità, in particolare per quanto concerne la stabilità e la durata. L'organo di controllo può esigere attestati di prova rilasciati da laboratori di prova riconosciuti oppure l'esecuzione di prove speciali.

⁴ La dimostrazione di una sufficiente stabilità può essere analitica oppure, d'intesa con l'organo di controllo, ottenuta mediante prove di carico sull'opera finita.

Art. 57 Sostegni di legno per linee ordinarie

¹ I pali di legno devono essere infissi nel terreno per una profondità pari ad almeno un decimo della loro lunghezza + 40 cm.

² I pali di legno cementati direttamente nel terreno devono essere rimossi dopo un periodo di tempo non superiore a tre anni.

³ I sostegni ordinari devono essere dimensionati secondo l'appendice 16.

Art. 58 Ancoraggi (tiranti), paline

¹ I fili di acciaio degli ancoraggi devono avere una sezione non inferiore a 50 mm². Nel terreno, i fili d'acciaio a sezione circolare devono avere un diametro minimo pari a 10 mm, mentre per le corde d'acciaio è necessaria una sezione minima pari a 70 mm².

² La tesatura degli ancoraggi deve poter essere rafforzata in qualsiasi momento.

³ Negli ancoraggi di materiale elettricamente conduttore di sostegni isolanti deve essere intercalato un pezzo isolante, posto ad almeno 1 m sotto la parte più bassa in tensione e commisurato alla tensione nominale più elevata della linea. Dopo il punto di fissaggio, questi ancoraggi non devono più toccare parti del sostegno.

⁴ Le paline devono essere protette contro la corrosione e dimensionate in modo da poter garantire il rispetto dei fattori di sicurezza secondo l'appendice 13 quando sollecitate dal carico statico massimo.

Art. 59 Protezione dei sostegni

¹ Tutti i sostegni, le fondazioni, i contropali e tiranti e gli ancoraggi devono essere protetti dagli influssi esterni in modo tale da garantire in ogni momento la stabilità e la solidità necessarie.

² I sostegni di legno ed i componenti di legno dei sostegni devono essere impregnati o protetti in modo equivalente.

³ I giunti dei sostegni di legno devono essere disposti e protetti in modo da evitare i ristagni d'acqua.

Art. 60 Identificazione dei sostegni

¹ I sostegni devono essere provvisti di un numero d'ordine, dell'anno di costruzione e delle iniziali dell'esercente della linea (targa indicatrice).

² Sui sostegni di legno vanno inoltre marcati indelebilmente, ad una altezza di 4,5 dal piede, l'anno di impregnazione e la designazione del fornitore.

³ Sui sostegni delle linee aeree ad alta tensione, sulle paline e presso gli ancoraggi alle facciate delle linee con conduttori nudi devono essere apposti cartelli monitori.

Art. 61 Fondazioni dei sostegni

¹ Le fondazioni dei sostegni devono essere eseguite in modo che la stabilità dei sostegni in presenza delle sollecitazioni massime sia garantita e che non si producano inclinazioni inammissibili.

² La sicurezza al rovesciamento deve essere almeno pari ad 1,5.

³ Nel calcolo delle fondazioni occorre tener presenti, oltre alle caratteristiche locali del terreno, anche le condizioni marginali quali la presenza di acque sotterranee, la frequenza delle piene, le scarpate ed altri influssi.

⁴ Le condizioni del terreno e le condizioni marginali devono essere verificate sul posto.

⁵ I sostegni portanti speciali o i sostegni di legno per linee a grande portata, destinati a restare per un periodo superiore a tre anni, necessitano di fondazioni o zoccoli speciali.

Capitolo 2: Linee in cavo**Sezione 1: Disposizioni generali****Art. 62** Piani d'opera

¹ Gli esercenti devono registrare la posizione e le modalità di posa delle loro linee in cavo. Le linee devono poter essere localizzate in qualsiasi momento.

² La documentazione relativa alle linee in cavo deve essere conservata fino alla loro eliminazione. Questo vale anche per le linee non più utilizzate.

³ Su richiesta di terzi legittimati, gli esercenti rendono note la posizione e le modalità di posa delle linee in cavo.

Art. 63 Accessibilità

¹ Tutte le parti delle linee in cavo che devono essere ispezionate o sottoposte a manutenzione devono essere accessibili in qualsiasi momento al personale di servizio. Devono essere garantite la necessaria libertà di movimento per l'esecuzione dei lavori e la sicurezza del personale.

² Gli accessori dei cavi devono essere disposti in modo da non ostacolare l'accesso agli impianti.

Art. 64 Protezione delle tratte di linea allo scoperto

¹ L'esercente deve identificare e, se necessario, proteggere le tratte di linea allo scoperto.

² Grazie a misure idonee di protezione, va impedita l'esposizione a pericolo di terzi.

Art. 65 Esigenze tecniche di carattere generale

¹ Nella fase di costruzione e durante l'esercizio dell'impianto, le installazioni di cavi devono resistere alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, termiche, elettriche e ambientali.

² Tutte le parti di una linea in cavo devono rispondere alle condizioni d'esercizio ed essere armonizzate tra loro.

³ Gli elementi portanti dei cavi devono far fronte alle sollecitazioni meccaniche risultanti in condizioni normali d'esercizio e in seguito a guasti prevedibili.

Art. 66 Identificazione

Ai terminali e nei luoghi accessibili, i cavi devono essere identificati in modo inequivocabile, indelebile e ben visibile.

Art. 67 Posa delle linee in cavo

¹ I cavi devono essere posati in modo da essere protetti da danneggiamenti in condizioni normali d'esercizio.

² Per quanto possibile, i cavi ad alta tensione vanno posati in modo da risultare separati da quelli a bassa tensione e dai cavi di comando ed a corrente debole.

³ Per i cavi aerei valgono le disposizioni applicabili alle linee aeree.

Art. 68 Interramento

¹ Le linee in cavo direttamente interrate devono presentare una resistenza meccanica adattata alla natura del letto di posa.

² In assenza di tubo protettivo, la profondità di interramento deve essere:

- a. almeno pari a 0,4 m per i cavi a corrente debole;
- b. almeno pari a 0,6 m per i cavi a bassa tensione;
- c. almeno pari a 0,8 m per i cavi ad alta tensione.

³ Laddove le profondità di interramento di cui al capoverso 2 non possono essere rispettate, vanno prese misure protettive supplementari, in particolare contro i danni meccanici.

⁴ La protezione dei cavi a corrente forte deve essere ricoperta in ogni caso da uno strato di terreno almeno pari a 0,4 m. L'organo di controllo può autorizzare deroghe.

Art. 69 Posa in tubi di protezione

¹ I tubi di protezione di materiale sintetico devono presentare le caratteristiche prescritte dall'organo di controllo.

² Cavi, tubi di protezione e blocchi pluricanali per cavi posati entro o presso opere di genio civile, devono essere costituiti in modo da resistere alle prevedibili dilatazioni termiche, vibrazioni, ecc.

³ I tubi di protezione metallici devono essere messi a terra.

Art. 70 Posa all'interno di gallerie e cunicoli

¹ Le linee in cavo all'interno di gallerie e di cunicoli devono poter essere controllate e sottoposte a manutenzione regolare.

² Le gallerie ed i cunicoli devono permettere uno svolgimento sicuro dei lavori. Devono disporre, in particolare, di una buona qualità dell'aria ed essere protetti contro il pericolo di esplosione e di inondazione.

³ Le gallerie ed i cunicoli devono poter essere abbandonati nelle due direzioni. I percorsi di fuga devono essere contrassegnati in prossimità del suolo in modo chiaramente visibile.

⁴ Nelle gallerie e nei cunicoli destinati anche ad altri usi, vanno adottate le necessarie misure di sicurezza.

⁵ Le gallerie ed i cunicoli devono essere suddivise in tronchi di lunghezza idonea mediante mezzi tagliafuoco.

Art. 71 Posa in acqua

¹ Le linee in cavo devono essere posate in acqua in modo da non poter essere danneggiate da detriti o da sedimentazioni oppure dalle erosioni delle rive.

² Nelle acque navigabili, i cavi devono essere anche protetti dagli influssi meccanici originati dalla navigazione.

³ Nelle zone rivierasche, in acque basse e in vicinanza degli approdi dei battelli, le linee in cavo vanno contrassegnate in modo chiaro e indelebile all'intenzione della navigazione.

Art. 72 Messa a terra

¹ L'involucro conduttore di una linea in cavo deve essere messo a terra alle due estremità. Se, per motivi di esercizio, un'estremità non può essere messa a terra, questa deve essere protetta contro il contatto diretto e provvista di cartelli di avvertimento o di segnalazione.

² Le parti elettricamente conduttrici, quali armature dei cavi, terminali e accessori, devono essere messi a terra.

³ Occorre rispettare le distanze di sicurezza imposte dalle tensioni presenti negli involucri metallici dei cavi messi a terra da un lato o in croce.

⁴ Le terre delle linee a corrente debole in cavo devono rispondere alle disposizioni dell'ordinanza del 30 marzo 1994¹⁸ sulla corrente debole.

⁵ Le terre delle linee a corrente forte in cavo devono rispondere alle disposizioni dell'ordinanza del 30 marzo 1994¹⁹ sulla corrente forte.

Sezione 2: Disposizioni speciali per le linee ad alta tensione in cavo**Art. 73** Tipi di cavi

¹ Per la trasmissione dell'energia elettrica si devono impiegare cavi di rete. Sono ammesse eccezioni solamente nei casi in cui la linea attraversa terreni sui quali l'esercente della linea stessa gode del diritto esclusivo di disporre.

² I cavi a bassa tensione posati in superficie negli impianti a corrente forte non devono avere involucri conduttori.

³ L'inserimento di conduttori a bassa tensione, di segnalazione, di misurazione e di comando all'interno dei cavi ad alta tensione è ammesso a condizione che essi presentino una isolazione sufficiente e non esercitino nessuna importante funzione di protezione o di sicurezza.

Art. 74 Cavi di rete

¹ Le distanze tra i cavi di rete e le altre linee –elettriche e non elettriche –devono essere dimensionate in modo da escludere qualsiasi interferenza reciproca e da poter eseguire i lavori su una linea senza perturbazione grave delle altre.

² I cavi ad alta tensione senza involucro conduttore messo a terra devono essere trattati come cavi sotto tensione e posati in modo da non poter essere toccati nemmeno per inavvertenza.

Art. 75 Cavi di rete a bassa tensione

Quale involucro di materiale conduttore dei cavi di rete a bassa tensione è ammesso anche un conduttore periferico disposto concentricamente. Nel caso di messa a terra

¹⁸ RS 734.1

¹⁹ RS 734.2

col neutro, è ammesso, quale conduttore periferico, solo il conduttore PEN e, in presenza di una terra di protezione, solo il conduttore di protezione PE.

Art. 76 Protezione delle acque

Se i cavi di rete contengono liquidi inquinanti, occorre prestare particolare attenzione alla protezione delle acque.

Art. 77 Marcatura

Il tracciato delle linee ad alta tensione in cavo deve essere contrassegnato (ad es. per mezzo di nastri monitori). Vi si può rinunciare nelle aree densamente popolate.

Capitolo 3:

Vicinanze, parallelismi ed incroci delle linee elettriche tra loro

Sezione 1: Disposizioni generali

Art. 78 Ammissibilità e tracciato

¹ Vicinanze, parallelismi e incroci delle linee aeree tra loro su sostegni in comune sono ammessi solo se:²⁰

- a. tutte le linee sono sottoposte allo stesso esercente;
- b. gli esercenti interessati hanno concordato per iscritto le modalità concernenti la costruzione, l'esercizio e la manutenzione.

² ...²¹

³ Le linee aeree devono essere progettate e costruite in modo da ridurre al minimo il numero degli incroci con altre linee aeree.

⁴ Se gli incroci sono inevitabili, essi vanno disposti, per quanto possibile, in prossimità del sostegno della linea sovrappassante.

Art. 79 Disposizione delle linee aeree

¹ Nei casi di vicinanze, parallelismi ed incroci di linee aeree tra loro, i conduttori a tensione più elevata devono essere disposti al disopra dei conduttori a tensione più bassa.

² Se, eccezionalmente, i conduttori a tensione più alta sono tesati, ad un parallelismo od incrocio, sopra ai conduttori a tensione più alta, i primi devono soddisfare le disposizioni in materia di sicurezza meccanica vigenti per i conduttori di tensione più elevata. I conduttori superiori devono essere tenuti da fissaggi rigidi.

²⁰ Nuovo testo giusta il n. 5 dell'all. all'O dell'8 dic. 1997 (RU **1998** 54).

²¹ Abrogato dal n. 5 dell'all. all'O dell'8 dic. 1997 (RU **1998** 54).

Art. 80 Protezione meccanica dei conduttori portati verso il basso

I conduttori di terra o i cavi che vengono fatti discendere lungo i sostegni devono essere protetti, a partire dal suolo e fino ad una altezza sufficiente, contro i danni di origine meccanica.

Art. 81 Distanze

¹ Le vicinanze, i parallelismi e gli incroci tra linee elettriche devono essere eseguiti in modo che tra i conduttori di linee diverse non si verifichino trasferimenti di tensione.

² Le distanze da rispettare nei casi di vicinanze, parallelismi ed incroci delle linee elettriche tra loro sono fissate nell'appendice 17. Le vicinanze, i parallelismi e gli incroci delle linee isolate a corrente debole tra loro sono ammessi senza dover rispettare nessuna distanza di sicurezza.

³ Agli incroci, la distanza di sicurezza deve essere dimensionata sulla base delle ipotesi seguenti:

- a. conduttore superiore: temperatura di 0° C e sovraccarico, tenendo conto di un possibile aumento della freccia in seguito a scorrimento vincolato dei conduttori o allo spostamento delle sospensioni mobili;
- b. conduttore inferiore: temperatura di 0° C, senza sovraccarico.

⁴ Gli esercenti sono tenuti a scambiarsi vicendevolmente i dati necessari ai calcoli delle distanze.

Art. 82 Scalata dei sostegni

Agli incroci, i conduttori sottopassanti non devono ostacolare o rendere pericolosa la scalata dei sostegni.

Sezione 2:**Vicinanze, parallelismi ed incroci di linee aeree a corrente debole ed a corrente forte****Art. 83** Linee a corrente debole e linee a bassa tensione su sostegni in comune

¹ Le funi di ancoraggio dei sostegni in comune devono essere suddivise mediante corpi isolanti in modo che una fune sciolta o difettosa non possa stabilire nessun collegamento elettrico tra i conduttori a corrente debole e quelli a bassa tensione.

² I conduttori di terra o i cavi a bassa tensione che vengono fatti scendere lungo i sostegni devono essere protetti, a partire dal suolo e fino ad una altezza di 0,50 m al disopra del conduttore a corrente debole, contro i danni di origine meccanica.

Art. 84 Linee a corrente debole e linee a bassa tensione in prossimità dei fabbricati

I punti di ancoraggio delle linee a bassa tensione a opere murarie o a fabbricati devono essere disposti al disopra dei punti di ancoraggio delle linee a corrente debole.

Art. 85 Parallelismi di linee a corrente debole e linee ad alta tensione su sostegni in comune

1 ...²²

² Lungo tutto il percorso del parallelismo, i conduttori nudi ad alta tensione devono essere dotati di fissaggi rigidi. I conduttori a corrente debole devono rispondere alle esigenze di sicurezza meccanica imposte ai conduttori ad alta tensione.

³ I parallelismi di linee a corrente debole con cavi aerei ad alta tensione su sostegni in comune sono ammessi.

⁴ Le linee a corrente debole devono essere isolate per una tensione pari a 1,3 volte il valore più alto possibile del potenziale contro terra.

Art. 86 Incroci di linee a corrente debole e linee ad alta tensione su sostegni in comune

1 ...²³

² Gli incroci delle linee a corrente debole con cavi aerei ad alta tensione su sostegni in comune sono ammessi.

³ Le linee a corrente debole devono essere isolate per una tensione pari a 1,3 volte il valore più alto possibile del potenziale contro terra.

Art. 87 Incroci di linee a corrente debole e linee a corrente forte su sostegni separati

Se una linea a corrente debole incrocia una linea a corrente forte in modo che, in seguito ad un eventuale sbalzo, un conduttore della linea a corrente debole possa avvicinarsi pericolosamente alla linea a corrente forte, si devono prendere appropriate misure di protezione.

²² Abrogato dal n. 5 dell'all. all'O dell'8 dic. 1997 (RU **1998** 54).

²³ Abrogato dal n. 5 dell'all. all'O dell'8 dic. 1997 (RU **1998** 54).

Sezione 3:**Vicinanze, parallelismi ed incroci delle linee aeree a corrente forte tra loro****Art. 88** Più linee aeree a corrente forte in parallelo

Se più di due linee aeree a corrente forte su sostegni separati seguono un tracciato parallelo, gli esercenti delle linee devono stipulare una convenzione scritta sulle particolari misure di sicurezza da adottare per i lavori di manutenzione lungo questa tratta.

Art. 89 Distanze

Nel caso di parallelismo di linee aeree a corrente forte su sostegni separati, le distanze dirette possono non essere calcolate secondo l'appendice 17, ma conformemente all'appendice 6 quando:

- a. il conduttore più basso di una linea, alla temperatura di 0° C e con sovraccarico, si trova ad almeno 1 m al disopra del conduttore più alto dell'altra linea alla temperatura di 0° C ma senza sovraccarico; e
- b. gli esercenti interessati hanno dato il loro accordo.

Art. 90 Incroci realizzati successivamente

Qualora si debba utilizzare, in via eccezionale, un sostegno esistente per realizzare un incrocio tra linee a corrente forte, la resistenza meccanica del sostegno e della fondazione deve rispondere alle nuove sollecitazioni.

Art. 91 Disposizione delle linee

¹ Agli incroci tra linee a corrente forte, i conduttori delle linee a lunga portata devono essere disposti al disopra delle linee ordinarie.

² Il passaggio di una linea ordinaria sopra una linea a lunga portata è ammesso solo in casi eccezionali motivati. In questi casi, la linea ordinaria deve rispondere alle condizioni in materia di sicurezza imposte alle linee a lunga portata.

Sezione 4: Parallelismi ed incroci di linee in cavo**Art. 92** Tracciato

¹ I parallelismi e gli incroci delle linee in cavo devono essere disposti in modo da evitare interferenze inammissibili o danni reciproci.

² Gli involucri metallici delle linee in cavo che corrono parallele o si incrociano possono venire in contatto tra loro soltanto se le linee sono collegate allo stesso sistema di messa a terra.

³ Nel terreno, le linee in cavo con le tensioni più basse devono essere disposte al disopra di quelle con le tensioni più elevate. Deroghe sono ammesse previo accordo reciproco tra gli esercenti delle due linee.

⁴ I cavi unipolari di un sistema trifase disposti parallelamente tra loro sono considerati come un'unica linea in cavo. In questi casi, i tubi protettivi di materiale ferromagnetico sono ammessi solo se tutti i cavi unipolari sono posati nello stesso tubo.

⁵ Gli allacciamenti in parallelo di più cavi a valle del medesimo organo di protezione contro le sovracorrenti sono ammessi solo se i cavi sono posati in modo che le loro impedenze siano all'incirca uguali.

Art. 93 Ristagni termici e protezione antincendio

¹ Nei parallelismi ed incroci di cavi adibiti al trasporto di energia vanno presi provvedimenti contro i possibili danni che può provocare il ristagno termico.

² Nei parallelismi e negli incroci di più linee in cavo all'interno di fabbricati e di canali vanno presi provvedimenti contro il propagarsi di incendi lungo le linee in cavo o i canali.

Art. 94 Linee in cavo per impianti con funzioni protettive

Le linee in cavo per impianti aventi importanti funzioni di protezione o di sicurezza non devono essere posate nello stesso canale o pozzo parallelamente alle linee in cavo destinate al trasporto dell'energia, né incrociare le stesse. Deroghe sono ammesse se la disposizione o le misure protettive sono in grado di impedire la messa in pericolo reciproca.

Art. 95 Linee in cavo ad alta tensione di grande potenza

Le linee in cavo ad alta tensione con elevata potenza di cortocircuito tra fasi o verso terra non possono essere tesate parallelamente ad altre linee in cavo né incrociare le stesse. Deroghe sono ammesse se la disposizione o le misure protettive sono in grado di impedire la messa in pericolo di persone o cose.

Art. 96 Distanze e schermature

¹ Tra le linee in cavo a corrente forte ed a corrente debole che si incrociano o che corrono parallele, devono essere rispettate le seguenti distanze minime:

- a. nei fabbricati o nei canali per cavi: 0,005 m per ogni kV di tensione nominale, ma almeno pari orizzontalmente a 0,1 m, o verticalmente a 0,2 m;
- b. nel terreno: 0,3 m.

² Se non possono essere rispettate le distanze minime secondo il capoverso 1, tra le linee in cavo occorre disporre schermature resistenti al fuoco ed elettricamente non conduttrici.

³ Se le linee in cavo sono sottoposte allo stesso esercente o se gli esercenti interessati si sono accordati per iscritto sulla costruzione, l'esercizio e la manutenzione dei cavi,

i parallelismi e gli incroci sono ammessi, senza schermature e senza le distanze minime prescritte:

- a. all'interno di costruzioni destinate esclusivamente all'esercizio di impianti elettrici, per le linee in cavo appartenenti all'impresa e non impiegate per installazioni con importanti funzioni di protezione e di sicurezza;
- b. per i parallelismi di linee in cavo ad alta tensione su una lunghezza non superiore a 50 m;
- c. per i parallelismi di linee in cavo ad alta e bassa tensione quando la linea in cavo a bassa tensione serve esclusivamente alla trasmissione di segnali di misurazione e di comando d'importanza secondaria;
- d. per le linee in cavo a bassa tensione e a corrente debole raccordate allo stesso sistema di messa a terra;
- e. per le linee in cavo a bassa tensione il cui involucro esterno è di materiale sintetico oppure quando gli involucri metallici di tutti i cavi sono collegati insieme e messi a terra.

⁴ I conduttori delle linee a bassa tensione e delle linee a corrente debole possono essere riuniti, debitamente isolati, in uno stesso cavo quando le linee sono sottoposte allo stesso esercente.

⁵ Nei parallelismi e negli incroci in blocchi comuni di cemento a tubi multipli di cavi a corrente forte tra loro o con altre linee, tra i singoli tubi deve esserci uno spessore di cemento di almeno 4 cm.

Capitolo 4:

Vicinanze, parallelismi ed incroci delle linee elettriche con altri impianti

Sezione 1: Disposizioni generali

Art. 97

¹ Le vicinanze, i parallelismi e gli incroci delle linee elettriche con altri impianti devono essere evitati o, per quanto possibile, limitati al minimo.

² Le vicinanze, i parallelismi e gli incroci di linee elettriche con altri impianti devono essere disposti in modo che le linee e gli impianti non possano danneggiarsi o influenzarsi reciprocamente in maniera inammissibile.

³ Le linee elettriche situate nel settore di influenza di altri impianti devono essere disposte in modo da non costituire ostacolo reciproco all'esercizio ed alla manutenzione delle linee e degli impianti.

⁴ L'organo di controllo decide in merito alle misure supplementari di protezione.

Sezione 2:**Vicinanze, parallelismi ed incroci delle linee elettriche con gli impianti ferroviari e filoviari e con le funicolari (ferrovie)****Art. 98** Sostegni delle linee

¹ I sostegni delle linee vanno messi in opera in modo che non possano penetrare, nemmeno in posizione inclinata, all'interno della sagoma di spazio libero della ferrovia.

² I sostegni delle linee sovrappassanti ed i sostegni che possono penetrare all'interno della sagoma di spazio libero della ferrovia in seguito ad inclinazione o a caduta devono:

- a. essere dimensionati per i carichi eccezionali secondo l'appendice 14, cifra 4.3;
- b. essere dotati di fondazioni speciali secondo l'articolo 61 capoverso 5.

Art. 99 Distanze nelle vicinanze e nei parallelismi

¹ La distanza minima tra le linee elettriche ed i sostegni o tra i conduttori delle linee di trazione (compresi i pendini del filo di contatto) e le funi di protezione deve essere uguale:

- a. ad almeno 3 m più 0,01 m per ogni kV della tensione nominale più alta;
- b. a 0,01 m per ogni kV di tensione nominale, ma in ogni caso non inferiore ad 1 m in presenza di inclinazione dei conduttori sotto la spinta del vento.

² I sostegni in comune sono ammessi se la distanza tra le mensole ed i portali della linea di trazione, o tra lo stelo dei sostegni in comune, ed i conduttori della linea parallela, è almeno pari a 3 m più 0,01 m per ogni kV della tensione nominale più alta. Se le linee dispongono di sistemi separati di messa a terra, tutti gli isolatori vanno dimensionati per la tensione nominale più alta.

³ Se dei conduttori che non servono all'esercizio ferroviario devono essere disposti al disopra della linea di trazione, l'organo di controllo fissa le misure di protezione da adottare.

⁴ Le linee in cavo, ad esclusione dei conduttori a fibre ottiche senza parti metalliche, che non servono all'esercizio ferroviario devono essere posate all'esterno della sede ferroviaria e dei sostegni dei conduttori per l'alimentazione in energia della ferrovia. In tal caso, la distanza del cavo dalla rotaia più esterna deve essere almeno pari a 1,3 m.

⁵ Per quanto concerne le linee in cavo, gli organi di controllo possono autorizzare distanze minori o la posa tra la massicciata e le fondazioni dei sostegni quando:

- a. non ci sia da temere nessuna interferenza reciproca;
- b. la ferrovia non dispone di una sede propria;
- c. la ferrovia viaggia su sede propria, e gli esercenti interessati hanno dato il loro accordo.

Art. 100 Incroci con le ferrovie dotate di linea di contatto

¹ Le linee a corrente debole e le linee a bassa tensione devono passare sotto i binari.

² Se, in via eccezionale, una linea aerea a corrente debole o una linea aerea a bassa tensione deve passare sopra la ferrovia, l'organo di controllo decide in merito:

- a. all'ammissibilità di una tale soluzione;
- b. alle misure di protezione da adottare.

³ Le sorgenti luminose ed i loro fili di alimentazione portati da sostegni indipendenti dall'impianto elettrico di trazione devono, nel settore di passaggio al disopra della linea di contatto:

- a. disporre di una isolazione rinforzata; e
- b. essere isolati, rispetto ai sostegni non collegati alla terra della ferrovia, in modo tale da non mettere questi sotto tensioni pericolose nel caso che tocchino i fili di contatto.

Art. 101 Distanze agli incroci

¹ Agli incroci con ferrovie dotate di linea di contatto, le distanze devono essere fissate in modo che sia possibile lavorare senza pericolo agli impianti di trazione elettrica.

² La distanza tra i conduttori nudi sovrappassanti e l'impianto di trazione elettrica deve essere, in presenza della freccia massima, almeno pari a 3 m, più 0,01 m per ogni kV della tensione nominale più elevata e più 0,02 m per ogni metro di distanza del punto di incrocio dal più vicino sostegno della linea sovrappassante (appendice 18).

³ Per le ferrovie a scartamento normale alimentate a corrente alternata occorre in ogni caso rispettare una altezza di 14 m tra i conduttori sovrappassanti e la testa della rotaia.

⁴ Per le linee di trazione nelle quali l'organo di presa di corrente del rotabile può facilmente allontanarsi dal filo di contatto (ad es. trolley dei filobus), la distanza tra i conduttori sovrappassanti e la linea di contatto si determina conformemente all'appendice, cifra 2.1.2, ma deve essere almeno pari a 1,5 m. La distanza è misurata tra i conduttori sovrappassanti e la posizione più elevata dell'organo di presa di corrente. Se non può essere rispettata, occorre applicare misure atte a limitare l'escursione verso l'alto dell'organo di presa di corrente.

⁵ Quando la linea di contatto ha la forma di una rotaia posta in prossimità del suolo, la distanza tra i conduttori sovrappassanti e la testa della rotaia deve essere pari a 7 m più 0,01 m per ogni kV di tensione nominale.

⁶ Se la sagoma limite degli impianti fissi determinante per la ferrovia (conformemente alla sagoma di spazio libero) ha un'altezza superiore a 4 m, la distanza minima secondo il capoverso 5 deve essere aumentata di questa differenza.

Art. 102 Incroci con ferrovie senza linea di contatto

Se le linee elettriche incrociano ferrovie senza linea di contatto, l'altezza sulla testa della rotaia dei conduttori sovrappassanti deve essere almeno pari a 7 m più 0,01 m per ogni kV di tensione nominale.

Art. 103 Sottopassaggio di cavi

¹ Gli attraversamenti di linee in cavo sotto le sedi ferroviarie non devono pregiudicare la stabilità della sottostruttura e non costituire un ostacolo per gli impianti destinati all'esercizio ferroviario.

² Le distanze tra le linee in cavo e la suola della rotaia devono essere pari:

- a. ad almeno 1,3 m per i binari su sede propria;
- b. ad almeno 0,7 m per i binari posati su strada o su sede aperta al traffico.

³ La protezione meccanica del cavo non deve pregiudicare le proprietà della sovrastruttura ferroviaria.

⁴ In prossimità dei binari, i mantelli protettivi metallici e le armature dei cavi devono soddisfare le disposizioni dell'ordinanza del 7 luglio 1933²⁴ sulla costruzione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti elettrici delle ferrovie.

Art. 104 Passaggi di linee aeree ad alta tensione sotto i ponti ferroviari

¹ Nel caso che una linea aerea ad alta tensione debba sottopassare un ponte ferroviario, i conduttori, i conduttori di terra ed i cavi aerei devono presentare, rispetto alle parti costruttive ed ai dispositivi d'esercizio del ponte, le seguenti distanze minime:

- a. una distanza diretta pari ad almeno 2,5 m + 0,01 m per ogni kV di tensione nominale, per una temperatura dei conduttori di 0° C ed in assenza di sovraccarico;
- b. una distanza orizzontale pari ad almeno 1,5 m + 0,01 m per ogni kV di tensione nominale, in presenza di inclinazione dei conduttori dovuta alla spinta del vento.

² Se il ponte è aperto al traffico pedonale oppure la distanza orizzontale tra il ponte ed un sostegno della linea sottopassante è inferiore a 25 m, è necessario apporre una rete di protezione alta 1,8 m con cartelli d'avvertimento che accennano al pericolo di toccare parti sotto tensione. Detta rete deve estendersi per almeno 2 m da ambedue i lati della linea sottopassante, oltre la larghezza della stessa.

³ I lavori di manutenzione, lo sgombero della neve e le riparazioni al e sul ponte non devono essere pregiudicati dalla presenza delle linee ad alta tensione. Essi devono essere oggetto di una convenzione scritta.

²⁴ [CS 4 880; RU 1957 635, 1994 1199 art. 85, 1989 1834 art. 42 n. 3. RU 1995 1024 art. 58]. Ora: l'O del 5 dic. 1994 sulle installazioni elettriche delle ferrovie (RS 734.42).

Sezione 3:**Vicinanze, parallelismi ed incroci delle linee elettriche con le funivie e con le sciovie****Art. 105** Sostegni delle linee elettriche

¹ Non sono ammessi sostegni ordinari che, in seguito a inclinazione o caduta, potrebbero mettere direttamente in pericolo l'esercizio dell'impianto di trasporto a fune.

² Questi sostegni devono soddisfare i requisiti richiesti ai sostegni portanti speciali (appendice 14, cifra 4.3) ed essere dotati di fondazioni speciali secondo l'articolo 61 capoverso 5.

Art. 106 Messe a terra

¹ I sostegni più prossimi ai punti di vicinanza e di incrocio, nonché le stazioni delle funivie e le eventuali costruzioni protettive, devono essere messi a terra.

² Le costruzioni protettive al disopra delle linee aeree ad alta tensione non devono essere in contatto metallico con parti della funivia.

³ Tutte le terre, le fondazioni, i sostegni della funivia e le costruzioni protettive sopra la stessa devono trovarsi all'esterno della zona di influenza pericolosa intorno alle terre dei sostegni della linea aerea ad alta tensione.

⁴ Se vi è possibilità di trasferimento di differenza di potenziale lungo l'impianto di trasporto a fune, gli organi di controllo ordinano le misure di protezione necessarie.

Art. 107 Sciovie, impianti a fune per il trasporto di materiali (teleferiche)

¹ L'organo di controllo decide sull'ammissibilità delle vicinanze, dei parallelismi e degli incroci delle linee elettriche aeree con sciovie, teleferiche, gru di sollevamento, palorci e impianti simili.

² Esso decide sulle misure di sicurezza. Occorre tener conto, in questi casi, anche dell'escursione verso l'alto della fune di trasporto in seguito a caduta del carico.

Art. 108 Vicinanze e parallelismi

¹ La distanza diretta tra i conduttori ed i sostegni delle linee elettriche dai sostegni e dalla sagoma limite delle funivie (funi, cabine ed i carichi ad esse appesi), deve ammontare almeno a 1,5 m più 0,01 m per ogni kV di tensione nominale.

² La distanza diretta non deve risultare diminuita nel caso di avvicinamenti:

- a. delle parti della funivia deviate dalla spinta del vento (per una pressione pari a 1 kN/m²) ai conduttori o ai cavi aerei, non deviati, della linea aerea;
- b. dei conduttori della linea aerea deviati dalla spinta del vento, secondo l'appendice 6, alle parti non deviate della funivia.

³ La distanza diretta, pari a 0,01 m per ogni kV di tensione nominale, ma non inferiore a 1,5 m, non deve trovarsi diminuita in seguito ad abbassamento o a escursione verso l'alto dei conduttori della linea aerea o delle funi o dei fili della funivia.

Art. 109 Incroci con linee a corrente debole o a bassa tensione

¹ Se un incrocio con linee a corrente debole o a bassa tensione non può essere evitato, le linee devono essere fatte passare sottoterra.

² Per i sostegni terminali del cavo e le parti sotto tensione della linea aerea valgono le distanze secondo l'articolo 108.

Art. 110 Incroci con linee aeree ad alta tensione

¹ Se l'incrocio con una linea aerea ad alta tensione non può essere evitato, la linea aerea deve essere di regola tesa sopra la funivia.

² Gli incroci delle linee aeree ad alta tensione devono essere disposti, per quanto possibile, in prossimità dei sostegni della linea sovrappassante e di quelli della funivia.

³ L'angolo di incrocio non deve essere inferiore a 20 gon.

Art. 111 Distanza delle linee aeree ad alta tensione sovrappassanti

¹ La distanza diretta tra i conduttori delle linee aeree ad alta tensione e le sagome di spazio libero delle funivie non deve, di regola, essere inferiore a 1,5 m più 0,01 m per ogni kV di tensione nominale, più 0,01 m per ogni metro di distanza tra il punto di incrocio ed il sostegno più vicino della funivia da un lato, e tra il punto di incrocio ed il più vicino sostegno della linea aerea d'altro lato.

² La distanza diretta tra i sostegni della funivia ed i conduttori della linea aerea non deve essere inferiore a 1,5 m più 0,01 m per ogni kV di tensione nominale, più 0,02 m per ogni metro di distanza tra il punto di incrocio ed il sostegno più vicino della linea aerea. Detta distanza deve essere aumentata di 1,5 m al disopra delle parti accessibili dei sostegni della funivia.

³ Le distanze vanno calcolate in base alle seguenti ipotesi:

- a. una temperatura dei conduttori di 0° C con sovraccarico sulla linea aerea, ed una freccia pari a 0,7 volte la freccia assunta dalle funi e dai fili della funivia in assenza di carico ed alla temperatura di 0° C;
- b. una temperatura dei conduttori della linea aerea di +40° C ed una freccia pari a 0,7 volte la freccia assunta dalle funi e di fili della funivia, in assenza di carico e alla temperatura di +15° C;
- c. gli spostamenti provocati dalla spinta del vento, secondo l'articolo 108 capoverso 2.

⁴ La distanza diretta, pari a 0,01 m per ogni kV di tensione nominale, ma non inferiore a 1,5 m, non deve trovarsi diminuita in seguito ad abbassamento dei conduttori della linea aerea o a escursione rapida verso l'alto di funi o fili della funivia.

Art. 112 Costruzioni protettive sopra le funivie

¹ Se le esigenze di cui all'articolo 111 non possono essere soddisfatte, l'organo di controllo decide:

- a. in merito all'ammissibilità del soprapassaggio;
- b. in merito alle misure protettive da adottare.

² Se l'organo di controllo prescrive una costruzione protettiva al disopra della funivia, questa deve estendersi lateralmente oltre i conduttori più esterni delle linee aeree in modo da poter trattenere sia i conduttori caduti, sia le funi o i fili oscillanti verticalmente.

³ Tra la costruzione protettiva ed i conduttori della linea aerea la distanza diretta, in presenza della freccia massima, non deve mai essere inferiore a 1,5 m più 0,01 m per ogni kV di tensione nominale, più 0,02 m per ogni metro di distanza tra il punto d'incrocio ed il sostegno più vicino della linea aerea.

⁴ Se la costruzione protettiva può essere scalata per lavori di manutenzione e di controllo da eseguire sulla funivia, la distanza secondo il capoverso 3 deve essere maggiorata di 1,5 m.

Art. 113 Linee aeree ad alta tensione sottopassanti

¹ Se una linea aerea ad alta tensione deve in via eccezionale passare al disotto di una funivia, occorre erigere una costruzione protettiva così che le funi pendenti o cadute della funivia non possano avvicinarsi in modo inammissibile ai conduttori della linea.

² Si può rinunciare alla costruzione protettiva quando:

- a. la distanza tra le funi della funivia ed i conduttori della linea ad alta tensione sia tale da poter escludere, anche in condizioni straordinarie d'esercizio dell'impianto di trasporto, che si verifichi un avvicinamento inammissibile;
- b. il recupero dei viaggiatori non venga ostacolato in modo inammissibile;

³ Le distanze tra le costruzioni protettive ed i conduttori della linea si determinano in base all'appendice 6.

⁴ Le dimensioni delle costruzioni protettive sono determinate in funzione delle condizioni locali, tenendo conto in particolare dello spostamento trasversale della funivia sotto la spinta del vento.

⁵ Se, in seguito a condizioni straordinarie d'esercizio della funivia (ad es. frenatura brusca), le funi della stessa possono eccezionalmente venire in contatto con la costruzione protettiva o poggiare sulla stessa, dette costruzioni protettive vanno dimensionate in conseguenza e costruite in modo che le funi non possano subire danni.

⁶ Quando i viaggiatori bloccati nelle cabine della funivia non possono essere portati al sicuro con un impianto di recupero, la costruzione protettiva va concepita in modo che sia possibile far scendere gli stessi mediante corde.

Sezione 4:**Vicinanze, parallelismi ed incroci delle linee elettriche con le strade nazionali ed altre vie di comunicazione****Art. 114** Considerazione di futuri ampliamenti delle strade nazionali

Le linee elettriche devono essere progettate e costruite in modo da non ostacolare gli ampliamenti già pianificati delle strade nazionali.

Art. 115 Disposizione dei sostegni

¹ Le linee aeree devono essere progettate e costruite in modo da non ostacolare la visibilità sulla strada nazionale (segnaletica, indicatori stradali, ecc.).

² I sostegni devono essere protetti in modo particolare quando esiste pericolo di danneggiamento da parte degli autoveicoli. La distanza orizzontale degli zoccoli di fondazione e degli steli dalla linea di corsia più esterna non deve scendere al disotto di 5 m.

Art. 116 Autorizzazione supplementare

Le parti della linea aerea all'interno delle aree con divieto di costruzione o degli allineamenti delle strade nazionali devono essere approvate anche dalle autorità cantonali competenti per dette strade.

Art. 117 Messe a terra

All'interno delle zone di rispetto delle terre dei sostegni, le griglie metalliche, le barriere continue o gli impianti di linee delle strade nazionali devono essere posati, separati elettricamente o isolati in modo che non possano verificarsi tensioni di contatto o trasferimenti di potenziale pericolosi.

Art. 118 Vicinanze e parallelismi

¹ Nei casi di vicinanze e di parallelismi delle linee aeree con le strade nazionali, si devono prevedere distanze orizzontali sufficienti o disporre misure protettive contro l'induzione di potenziali longitudinali lungo gli impianti delle strade nazionali.

² La distanza orizzontale tra la linea di corsia più esterna ed il conduttore o il cavo aereo più vicino non deve scendere al disotto di 1 m.

³ Se la vicinanza abbraccia una sola campata, essa è considerata un incrocio.

Art. 119 Incroci

¹ Ai punti di incrocio con le strade nazionali, le linee aeree a corrente debole o a bassa tensione devono essere fatte passare sottoterra.

² Le linee aeree ad alta tensione devono essere installate in modo da ridurre al minimo il numero degli incroci con le strade nazionali e con le relative aree di ristoro.

³ Le distanze dal suolo delle linee di terra, dei conduttori e dei cavi aerei sono regolate nell'appendice 3.

Art. 120 Passaggi di linee aeree sotto i ponti

¹ Nel caso che una linea aerea ad alta tensione debba sottopassare un ponte stradale, i conduttori, i conduttori di terra e i cavi aerei devono avere le seguenti distanze minime dalle parti costruttive e dai dispositivi d'esercizio del ponte:

- a. una distanza diretta almeno pari a $2,5 \text{ m} + 0,01 \text{ m}$ per ogni kV di tensione nominale, per una temperatura dei conduttori di 0°C ed in assenza di sovraccarico;
- b. una distanza orizzontale almeno pari a $1,5 \text{ m} + 0,01 \text{ m}$ per ogni kV di tensione nominale, per conduttori deviati dalla spinta del vento.

² Se il ponte è aperto al traffico pedonale oppure la distanza orizzontale tra il ponte ed un sostegno della linea sottopassante è inferiore a 25 m, è necessario apporre una rete di protezione alta 1,8 m con cartelli d'avvertimento che accennano al pericolo di toccare parti sotto tensione. Detta rete deve estendersi per almeno 2 m da ambedue i lati della linea sottopassante, oltre la larghezza della stessa.

³ I lavori di manutenzione, lo sgombero della neve e le riparazioni al e sul ponte non devono essere ostacolati dalla presenza della linea ad alta tensione. Essi devono essere convenuti per iscritto.

Art. 121 Linee in cavo

¹ Nelle vicinanze, nei parallelismi e negli incroci con vie di comunicazione (strade, ponti, gallerie, ecc.), le linee in cavo non devono essere danneggiate dalle vibrazioni e dalle scosse. Esse devono possedere una sufficiente flessibilità in presenza di elementi costruttivi incernierati (ponti).

² Le linee in cavo per impianti con importanti funzioni di protezione e di sicurezza devono essere costruite in modo da non poter subire danni meccanici o provocati da olio, benzina o da altri liquidi in fiamme o corrosivi in conseguenza di guasti o incidenti del traffico.

Art. 122 Canali e passaggi per cavi

¹ Le linee in cavo all'interno dei canali devono essere progettate e disposte in modo da non mettere in pericolo il traffico in caso di incendio dei cavi.

² I canali per cavi posati all'interno delle gallerie non devono contenere materiali che possono produrre grandi quantità di fumo.

³ I passaggi di cavi nelle gallerie, posati tra la via di traffico e gli impianti elettrici e che possono propagare incendi, devono essere schermati con materiale ignifugo.

Sezione 5: Vicinanze, parallelismi ed incroci delle linee elettriche con gli impianti di trasporto in condotta

Art. 123 Parallelismi

¹ Nel caso di parallelismo tra linee aeree ed impianti di trasporto in condotta sottoposti alla legge del 4 ottobre 1963²⁵ sugli impianti di trasporto in condotta occorre chiarire:

- a. se, in seguito ad accoppiamenti induttivi, possono apparire tensioni elettriche inammissibilmente elevate sulle condotte o sugli impianti di telecomunicazione e di telecomando a queste appartenenti;
- b. quali misure protettive si rendono necessarie.

² L'indagine va limitata agli impianti di telecomunicazione e di telecomando se la condotta:

- a. è posata direttamente nel terreno senza isolamento elettrica;
- b. è messa a terra lungo la tratta in parallelo;
- c. è costituita da materiale non conduttore.

³ L'indagine diventa superflua se il neutro della rete ad alta tensione è esercito isolato dalla terra oppure dotato di bobina di estinzione.

⁴ Occorre prendere in considerazione il pericolo di corrosione da corrente continua e da corrente alternata.

Art. 124 Distanza

¹ Le distanze da rispettare nei casi di vicinanze, parallelismi ed incroci di linee elettriche con impianti di trasporto in condotta sottoposti alla legge sugli impianti di trasporto in condotta sono fissate in base all'appendice 19.

² Gli organi di controllo possono autorizzare distanze più piccole se:

- a. la sicurezza è garantita grazie a misure di protezione supplementari;
- b. i lavori di servizio e di manutenzione agli impianti di trasporto in condotta (compresi i lavori di spegnimento) non sono ostacolati; e
- c. il personale d'esercizio non è esposto a pericoli.

Art. 125 Condotte in superficie

Nei casi di vicinanza e di parallelismo delle linee aeree ad alta tensione con condotte in superficie isolate dal terreno, si rendono necessarie misure protettive qualora, nel toccare la condotta, possano prodursi correnti di scarica avvertibili.

²⁵ RS 746.1

Art. 126 Separazione galvanica

Tra le terre o le parti messe a terra delle linee elettriche, o di impianti a corrente forte, e gli impianti in condotta non devono esserci collegamenti metallici a meno che i due impianti non siano collegati alla stesso sistema di terre.

Art. 127 Incroci con linee aeree

¹ Agli incroci con le linee aeree a corrente forte, le condotte devono essere interrato e coperte da almeno 1 m di terra;

² I lavori nel terreno non devono ridurre la stabilità dei sostegni delle linee aeree né danneggiare gli impianti di trasporto in condotta.

Art. 128 Impianti di trasporto in condotta non sottoposti alla legge

Le disposizioni della presente ordinanza si applicano, per analogia, all'incontro delle linee ad alta tensione con impianti in condotta adibiti al trasporto di gas e di liquidi infiammabili o al teleriscaldamento e non sottoposti alla legge sugli impianti di trasporto in condotta.

Sezione 6:**Vicinanze, parallelismi ed incroci delle linee elettriche con depositi di cisterne****Art. 129** Principio

¹ Le vicinanze, i parallelismi e gli incroci tra impianti di cisterne e linee aeree non sono ammessi.

² Le cisterne di olio da riscaldamento negli edifici ed i piccoli impianti simili non sono considerati impianti di cisterne.

Art. 130 Distanze dagli impianti di cisterne interrati

La distanza orizzontale tra gli impianti di cisterne interrati e le linee aeree non deve essere inferiore a 10 m.

Art. 131 Distanze dagli impianti di cisterne allo scoperto

¹ La distanza orizzontale tra le linee aeree e gli impianti di cisterne allo scoperto:

- a. non deve essere inferiore a 15 m quando, nella zona di avvicinamento, i conduttori si trovano alla stessa altezza o più in basso delle parti più elevate dell'impianto di cisterna;
- b. non deve essere inferiore a 10 m quando nella zona di avvicinamento i conduttori sono situati più in alto.

² La distanza diretta dei conduttori o dei cavi aerei dall'impianto di cisterne allo scoperto deve almeno corrispondere, quando deviati dal vento, all'estensione della zona di esplosione dell'impianto, più 0,01 m per ogni kV di tensione nominale.

³ La distanza orizzontale tra le linee aeree ed i distributori di carburante aperti al pubblico non deve essere inferiore a 5 m.

⁴ Se le linee aeree sono tesate molto più in alto della parte più elevata dell'impianto di cisterna, l'organo di controllo può autorizzare distanze orizzontali più piccole oppure il sovrappassaggio quando si possa escludere l'esplosione o l'incendio dell'impianto di cisterne o la loro pericolosità per le linee aeree. L'organo di controllo fissa i provvedimenti di protezione da adottare.

Art. 132 Distanze maggiori per esigenze antincendio

¹ L'organo di controllo può prescrivere distanze maggiori e particolari misure di protezione per evitare che le linee elettriche possano ostacolare, nel caso di incendio dell'impianto, le operazioni di spegnimento e di raffreddamento oppure mettere in pericolo il personale partecipante.

² Se, malgrado il rispetto della distanza orizzontale prescritta, non si può escludere che una esplosione o un incendio nell'impianto di cisterne possa mettere in pericolo o danneggiare parzialmente l'impianto elettrico a corrente forte, bisogna concordare con gli organi competenti dei vigili del fuoco misure di protezione appropriate.

³ Le linee elettriche indispensabili nel caso di catastrofe negli impianti di cisterne devono essere particolarmente protette.

Art. 133 Distanza dalle linee in cavo

¹ Alle vicinanze ed ai parallelismi delle linee in cavo con impianti di cisterne si applicano le distanze secondo l'appendice 19.

² Se la distanza diretta tra impianti di cisterne e linee in cavo sotterraneo è inferiore a 10 m, il titolare della linea in cavo deve fare in modo che i gas ed i liquidi infiammabili che possono fuoriuscire non vengano convogliati all'interno degli edifici attraverso i canali ed i tubi dei cavi.

Art. 134 Impianti di messa a terra

¹ Gli impianti di cisterne devono essere protetti contro le cariche capacitive pericolose indotte dalle linee aeree ad alta tensione situate in prossimità.

² Non devono esservi collegamenti metallici tra gli impianti di cisterne e le parti messe a terra delle linee elettriche non appartenenti agli impianti.

³ Gli impianti di cisterne non devono trovarsi all'interno della zona di influenza pericolosa delle terre delle linee elettriche. L'organo di controllo può autorizzare eccezioni.

⁴ Nel caso di vicinanza nel terreno, la distanza diretta tra le parti collegate all'impianto di cisterne ed i conduttori di terra – o le parti messe a terra degli impianti elettrici a corrente forte di terzi – deve essere pari a 0,5 m per ogni kA di corrente di circuito a terra, ma non inferiore a 10 m.

⁵ La distanza diretta di cui al capoverso 4 può essere ridotta quando le parti messe a terra delle linee elettriche in cavo o le parti dell'impianto di cisterne sono inoltre isolate elettricamente dal terreno circostante. La distanza diretta non può mai essere inferiore a 0,5 m (strato di terra).

Titolo 3: Esercizio, manutenzione e controllo delle linee elettriche

Art. 135 Manutenzione e controlli

¹ Gli esercenti devono mantenere le linee sempre in buono stato e sottoporle a controlli periodici.

² In particolare, essi devono verificare periodicamente le vicinanze, i parallelismi e gli incroci delle linee aeree con altri impianti o strade, piazze e acque navigabili pubbliche.

³ Gli intervalli tra i controlli non devono superare 5 anni per le linee aeree a corrente debole ed a bassa tensione, e 2 anni per le linee aeree ad alta tensione.

Art. 136 Rapporto sui controlli

¹ Gli esercenti stendono un rapporto per ogni controllo effettuato. Nello stesso riportano un giudizio sulle linee, stabilendo le modalità ed i termini per l'eliminazione delle manchevolezze constatate.

² I rapporti sui controlli devono essere conservati almeno per 10 anni e presentati su richiesta agli organi di controllo.

Art. 137 Istruzioni per i vigili del fuoco

Gli esercenti delle linee aeree a corrente forte destinate all'alimentazione di corrente a livello locale o regionale informano ed istruiscono periodicamente i vigili del fuoco per quanto concerne i loro impianti e le loro linee.

Art. 138 Linee messe fuori servizio

¹ Le linee aeree fuori servizio per lungo tempo devono essere messe a terra e cortocircuitate.

² Le linee aeree messe fuori servizio devono essere periodicamente sottoposte a controllo e manutenzione come le linee in esercizio.

Art. 139 Lavori alle linee a corrente forte

Per i lavori alle linee a corrente forte valgono le disposizioni dell'ordinanza del 30 marzo 1994²⁶ sugli impianti elettrici a corrente forte.

Art. 140 Lavori alle linee in cavo

¹ Le linee in cavo sulle quali si deve lavorare vanno preventivamente identificate con chiarezza, disinserite e messe a terra.

² Nel caso possano verificarsi tensioni di contatto inammissibili, bisogna collegare galvanicamente i terminali liberi degli involucri di materiale conduttore e allacciarli alla terra del posto di lavoro.

³ Per i cavi a bassa tensione e a corrente debole, si può rinunciare al disinserimento o alla messa a terra qualora la sicurezza sia garantita in altro modo.

Art. 141 Misure di protezione particolari

¹ Se, durante i lavori ad una linea, possono nascere pericoli per altri o da altri impianti, gli esercenti si mettono tempestivamente d'accordo sulle misure protettive da adottare.

² Se non si raggiunge un accordo, l'organo di controllo decide in merito alle misure necessarie.

³ In caso di pericolo imminente, l'organo di controllo può ordinare la sospensione immediata dei lavori o dell'esercizio dell'impianto sottoposto alla sua vigilanza.

Art. 142 Misure per il recupero dei viaggiatori delle funivie

¹ Se, nel corso delle operazioni di recupero dei viaggiatori di una funivia, gli stessi possono essere esposti a pericolo a causa della presenza di una linea aerea, gli esercenti dei due impianti devono accordarsi per iscritto sulla procedura da seguire e sul disinserimento immediato della linea.

² Detta convenzione scritta deve essere pronta prima che si dia inizio all'esercizio dell'impianto ultimo venuto, su richiesta, deve essere presentata all'organo di controllo ed essere ognora accessibile al personale di servizio dei due impianti.

³ Gli esercenti devono istruire il loro personale sulla procedura da seguire e sulle misure da adottare nel caso di recupero in linea.

²⁶ RS 734.2

Titolo 4: Disposizioni finali

Art. 143²⁷

Art. 144 Diritto previgente: abrogazione

L'ordinanza del 7 luglio 1933²⁸ sui parallelismi e gli incroci delle linee elettriche tra esse e con le ferrovie è abrogata.

Art. 145 Modificazione del diritto vigente

L'ordinanza del 10 marzo 1986²⁹ sugli impianti di trasporto a fune è modificata come segue:

Art. 5 cpv. 2

...

Art. 146 Disposizione transitoria

I progetti di piani per linee elettriche già presentati alle autorità di approvazione al momento dell'entrata in vigore della presente ordinanza sono esaminati in conformità alle esigenze del diritto previgente. Nel caso di rielaborazione completa o importante dei piani, essi saranno esaminati conformemente al nuovo diritto.

Art. 147 Entrata in vigore

La presente ordinanza entra in vigore il 1° giugno 1994.

²⁷ Abrogato dal n. IV 25 dell'O del 22 ago. 2007 concernente l'aggiornamento formale del diritto federale, con effetto dal 1° gen. 2008 (RU 2007 4477).

²⁸ [CS 4 861]

²⁹ [RU 1986 632, 1991 1476 art. 34 n. 4, 1994 1233 art. 145, 1997 1008 all. n. 6, 1999 754 all. n. 5, 2000 2103 all. n. II 3 2538 2777, 2005 4957. RU 2007 39 art. 70 lett. a]

Appendice I
(art. 4)

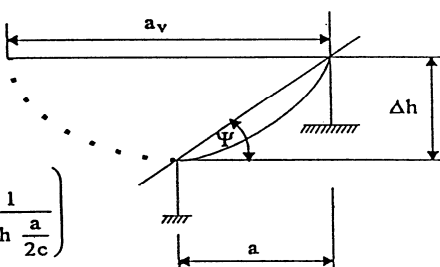
Definizioni

- 1 *Accessori dei cavi*: i componenti di una linea in cavo quali serbatoi di olio, gas, acqua, dispositivi di sorveglianza e di protezione.
- 2 *Ancoraggio (o amarraggio) di un conduttore*: elemento di collegamento tra il fissaggio rigido di un conduttore o dell'elemento portante di un cavo e la parte costruttiva localmente fissa.
- 3 *Angolo di slineamento α* : angolo misurabile in pianta nel punto di ubicazione di un sostegno e formato dal fascio di conduttori in arrivo (secondo la numerazione dei sostegni) con quello in uscita. Per tracciati lineari, $\alpha = 200$ gon. Se vi sono fasci un uscita con angoli diversi, per tutti questi angoli si farà riferimento a un solo ed unico fascio.
- 4 *Binario*: rotaie, elementi di fissazione, traverse e sottostante massicciata o sottostruttura di cemento. La piattaforma di cemento a profilo concavo di un ponte non fa parte del binario.
- 5 *Binario senza sede indipendente*: binario la cui sede è percorsa anche dagli autoveicoli come, ad esempio, le tramvie con rotaie a gola.
- 6 *Campata a* distanza misurata orizzontalmente tra due appoggi successivi.
- 6.1 *Campata media a_m* media aritmetica delle campate adiacenti ad un sostegno.
- 6.2 *Campata ideale a_{id}* campata fittizia, definita analiticamente, tra due ancoraggi.

$$a_{id} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (a_k^3 \cdot \cos \psi_k)}{\sum_{k=1}^n a_k}}$$

ψ = angolo di inclinazione

- 6.3 *Campata virtuale a_v* : per campate con punti di sospensione a differente altezza è la campata apparente formata dalla lunghezza della corda orizzontale compresa tra il punto di sospensione superiore ed il punto di incontro del prolungamento della catenaria passante per il punto di sospensione inferiore.



$$a_v = a + 2 \cdot c \cdot \operatorname{arsinh} \left(\frac{\Delta h}{2c} \cdot \frac{1}{\sinh \frac{a}{2c}} \right)$$

ψ = angolo di inclinazione

a = campata, in m

c = parametro della catenaria, in m

$c = F_H/q$ F_H = Forza orizzontale in N

q = peso della corda per unità di lunghezza, compresi eventuali sovraccarichi in N/m

Δh = differenza di altezza tra i punti di sospensione, in m

- 7 *Carico di rottura minimo degli isolatori:* la forza statica massima che può agire sull'isolatore senza che si rompa quando sottoposto alle prove secondo le norme in vigore.
- 8 *Cavo:* uno o più conduttori isolati circondati da involucri protettivi.
- 9 *Cavo aereo:* cavo autoportante, o portato da elementi supplementari, tesato in aria tra punti di appoggio.
- 10 *Cavo di rete:* cavo a corrente forte, circondato da un involucro di metallo destinato a deviare le correnti che possono apparire in condizioni normali d'esercizio o in presenza di difetti prevedibili.
- 11 *Conduttore a fibre ottiche:* cavo dielettrico per la trasmissione di segnali a mezzo di onde elettromagnetiche a frequenza ottica.
- 12 *Conduttore di terra:* conduttore messo a terra avente lo scopo di derivare le scariche atmosferiche e di garantire il ritorno delle correnti di cortocircuito verso terra.
- 13 *Conduttori:* materiali nudi o isolati adibiti alla trasmissione della corrente elettrica.
- 14 *Conduttori a fascio:* due più conduttori paralleli (conduttori singoli) collegati elettricamente e distanziati tra loro, in genere tramite distanziatori, allo scopo di ridurre l'intensità del campo elettrostatico alla superficie del conduttore.
- 15 *Deviazione del conduttore dovuta al vento:* deviazione del conduttore alla temperatura di +10 °C sotto la spinta del vento agente sul conduttore e sulle sospensioni dello stesso.
- 16 *Distanziatore di fase:* distanziatore tra diversi conduttori.

- 17 *Distanziatori*: distanziatori tra i conduttori singoli componenti i conduttori a fascio.
- 18 *Filo*: conduttore a sezione piena.
- 19 *Fissaggio a spostamento vincolato dei conduttori*: impedisce lo scorrimento sotto l'azione della risultante teorica dei tiri dei conduttori al punto di fissaggio (ad es. morsetti di fissaggio, legature). Permette però lo scorrimento del conduttore o dell'elemento portante del cavo aereo ed il conseguente aumento unilaterale delle campate in presenza di tiri più grandi e non prevedibili dei conduttori.
- 20 *Freccia*: distanza verticale tra la retta congiungente i punti di fissaggio del conduttore e la catenaria. La freccia massima si determina tirando la tangente alla catenaria parallelamente alla congiungente i punti di fissaggio.
- 21 *Fune composita*: conduttore costituito da fili attorcigliati di materiale diverso.
- 22 *Impianto di trazione elettrica*: fili di contatto, cavi portanti, sostegni, sotto-stazioni di distribuzione e parti sotto tensione con $U \geq 2U_{\text{filo di contatto}}$ ubicati sulla sede ferroviaria o nelle immediate vicinanze. La rotaia per l'alimentazione dei locomotori elettrici è considerata impianto di trazione elettrica.
- 23 *Isolatore rigido a base*: isolatore montato direttamente su un sostegno o parte di sostegno.
- 24 *Isolatore rigido a perno*: isolatore composto di una parte isolante fissata rigidamente ad un perno che penetra all'interno dell'isolatore.
- 25 *Linea aerea*: linea elettrica tesata all'aperto con i conduttori sospesi in aria tra i punti di attacco.
- 26 *Linea a grandi portate*: linea aerea i cui punti di appoggio sono disposti ad una distanza di oltre 60 m l'uno dall'altro.
- 27 *Linea in cavo*: linea elettrica composta di cavi, cavi di rete e dei relativi accessori e morsetterie.
- 28 *Linea ordinaria*: linea aerea i cui punti di appoggio non distano tra loro più di 60 m.
- 29 *Morsetterie dei cavi*: componenti di una linea in cavo per i collegamenti e le giunzioni dei cavi quali morsetti, muffole, terminali, ecc.
- 30 *Punto di fissaggio (o di appoggio)*: componente di una linea aerea a cui è fissato il conduttore o l'elemento portante di un cavo aereo (sostegni, portali, muri, ponti, ecc.).
- 31 *Sede ferroviaria indipendente*: sede che può essere percorsa solo da veicoli ferroviari.
- 32 *Sovraccarico*: neve e/o manicotto di ghiaccio sui conduttori delle linee aeree e sui cavi aerei o sui conduttori e le strutture delle installazioni elettriche all'aperto.

- 33 *Supporti dei cavi*: le opere o gli elementi di costruzione e fissazione che sostengono il cavo e lo fissano meccanicamente.
- 34 *Tratta di amarraggio*: sezione di linea compresa tra due sostegni di amarraggio.
- 35 *Treccia (o fune)*: conduttore costituito da fili cordati tra loro.
- 36 *Tensione meccanica massima di una campata*: lo sforzo di trazione che si manifesta nel punto di fissaggio più elevato alla temperatura del conduttore di 0 °C e con sovraccarico, oppure alla temperatura del conduttore più bassa.
- 37 *Tensione meccanica massima in una tratta compresa tra due amarraggi*: lo sforzo di trazione che si manifesta nel punto di fissaggio più elevato della campata virtuale più lunga alla temperatura del conduttore di 0 °C e con sovraccarico, oppure alla temperatura del conduttore più bassa.
- 38 *Zona di rispetto delle linee aeree ad alta tensione*: zona sotto ed accanto alle linee aeree, limitata lateralmente da piani verticali disposti da ambedue le parti della linea a 5 m di distanza orizzontale dal conduttore più esterno. Per i punti a quota più alta del conduttore più basso, la distanza orizzontale di 5 m viene aumentata del valore della differenza di altezza fino ad un massimo 20 m.

Appendice 2
(art. 9)**Misure di protezione supplementari negli incontri delle linee aeree a corrente forte con altri impianti ed oggetti**

Al fine di garantire la sicurezza, l'organo di controllo può, oltre alle prescrizioni della presente ordinanza, imporre i seguenti oneri:

1. Sui sostegni di sovrappassaggio vanno apposti, in punti ben visibili, cartelli d'avvertimento indicanti dove rivolgersi, in caso d'emergenza, per chiedere il disinserimento immediato della linea.
2. Nelle campate sovrapassanti non devono essere tese linee aeree ad alta tensione insieme a linee aeree a bassa tensione su sostegni in comune.
3. Vanno prese misure atte ad evitare che sotto le linee aeree a corrente forte possano radunarsi molte persone.
4. Il sovrappassaggio di edifici o l'avvicinamento agli stessi deve essere comunicato al corpo locale dei vigili del fuoco od al servizio antincendio aziendale. I vigili del fuoco devono, inoltre, essere istruiti sul posto. A questi vanno anche indicati l'indirizzo ed il numero telefonico del servizio competente per il disinserimento della linea elettrica.
5. Nel caso di costruzione o di ampliamento di edifici nella zona di rispetto di una linea aerea esistente, l'esercente della linea deve disporre e sorvegliare le misure necessarie alla protezione degli operai.
6. Nelle campate sovrapassanti, la distanza diretta tra i conduttori non deve essere inferiore a 1,3 m.
7. Sui sostegni di sovrappassaggio vanno prese misure atte ad impedire un abbassamento pericoloso dei conduttori.
8. I conduttori devono essere fissati rigidamente ai sostegni di sovrappassaggio.
9. Sui sostegni di sovrappassaggio a catena semplice di amarraggio sono ammessi, per il collegamento dei colli morti, solo giunzioni resistenti alla trazione.
10. Gli elementi portanti dei cavi aerei devono essere fissati rigidamente ai sostegni di sovrappassaggio ed esenti da punti a rottura controllata.
11. Lungo la campata sovrapassante i conduttori devono essere esenti da giunzioni.
12. Nei passaggi al disopra di edifici, la campata sovrapassante non deve comprendere cavi aerei. Fanno eccezione i cavi di comunicazione propri all'impresa collegati alla fune di guardia.
13. Al disotto delle campate di sovrappassaggio non devono svolgersi attività sportive, quali lancio del giavellotto o lo «hornuss», che potrebbero danneggiare i conduttori o gli isolatori.

14. Nel caso di impiego di isolatori compositi di materiale sintetico nelle catene multiple di sospensione o di amarraggio, sono necessari controlli visivi più frequenti.
15. Sui sostegni di sovrappassaggio, l'isolazione dei conduttori deve essere dimensionata per una tensione nominale pari ad almeno 50 kV.
16. Sui sostegni di sovrappassaggio di linee a grande portata, non sono ammessi né isolatori rigidi a base, né isolatori rigidi a perno.
17. Nelle campate di sovrappassaggio, i conduttori e gli elementi portanti dei cavi aerei devono almeno avere le sezioni indicate nella seguente tabella:

Materiale del conduttore	Sezione min. del conduttore in mm ²	
	linea ordinaria	linea a grandi portate
rame	70	120
alluminio	185	300
lega di alluminio (Aldrey)	120	240
acciaio, acciaio con involucro Al-Cu	50	70

Nel caso che l'acciaio sia il solo elemento portante dei conduttori compositi, la sezione dell'acciaio deve essere almeno pari a 70 mm².

18. I sostegni ordinari non possono essere impiegati come sostegni di sovrappassaggio.
19. I sostegni di sovrappassaggio di legno devono essere dotati di zoccoli o di fondazioni speciali secondo l'articolo 61 capoverso 5. Questi sostegni devono essere anche dimensionati per i sovraccarichi di cui all'appendice 14, cifra 4.3.
20. I sostegni devono essere protetti in modo particolare quando esiste il pericolo che possano essere danneggiati da veicoli.
21. I sostegni di legno devono essere ancorati qualora una loro inclinazione potrebbe provocare gravi danni.
22. I sostegni di sovrappassaggio devono essere messi a terra in modo da evitare che possano sorgere tensioni di passo o di contatto pericolose.
23. Nella zona di influenza delle terre dei sostegni di sovrappassaggio non devono trovarsi condotte di materiale elettricamente conduttore.
24. Le costruzioni metalliche fisse quali recinti, reti di protezione intorno ai campi di giuoco, strutture di scalata o stand dei bersagli, nella zona di rispetto delle linee, devono essere messe a terra. Tuttavia, queste terre e queste costruzioni non devono essere tirate attraverso le zone di influenza delle terre dei sostegni.
25. Sugli edifici sovrappassati occorre apporre un dispositivo messo a terra il quale, nel caso di abbassamento eventuale di un conduttore, provoca l'immediato disinserimento della linea o impedisce il sorgere di differenze di potenziale pericolose tra conduttore e terreno.

26. Le parti metalliche delle costruzioni ed i dispositivi interni all'edificio devono essere, se necessario, messi a terra nella zona di rispetto delle linee. Sui quadri di distribuzione vanno apposti, inoltre, cartelli d'avvertimento per richiamare l'attenzione sul pericolo rappresentato dalle tensioni capacitive indotte sulle installazioni disinserite.

Appendice 3
(art. 14, 34 e 119)

Distanze minime dal suolo

1. Linee aeree a corrente debole

	distanza diretta
in zone accessibili o transitabili	5 m
in zone impraticabili, non transitabili	4 m

2. Linee a corrente forte

		distanza verticale	distanza diretta
linea a bassa tensione	conduttore, cavo aereo, conduttore di terra	6 m	5 m
linea ordinaria ad alta tensione in zone impraticabili, non transitabili	conduttore	6 m + s	5 m + s
	cavo aereo, conduttore di terra	6 m	5 m
linea ordinaria ad alta tensione in altre zone	conduttore	7 m + s	5 m + s
	cavo aereo, conduttore di terra	7 m	5 m
linea ad alta tensione a grandi portate	conduttore	7,5 m + s	5 m + s
	cavo aereo, conduttore di terra	7,5 m	5 m
s = 0,01 m per ogni kV di tensione nominale			

Appendice 4
(art. 24)

Sostegni delle linee aeree a corrente debole

1 Ipotesi di carico

1.1 Per il calcolo della stabilità dei sostegni si assumono le seguenti ipotesi di carico, tenendo conto dello stato finale della linea:

- a. il peso proprio del sostegno e dei conduttori, a cui va aggiunto il sovraccarico, uniformemente distribuito, di cui all'articolo 18;
- b. il tiro dei conduttori, senza sovraccarico, con spinta orizzontale del vento perpendicolarmente al tracciato della linea;
- c. il tiro dei conduttori con sovraccarico secondo articolo 18;
- d. la spinta del vento per ogni m² di superficie pari a:
 - 1000 N per le superfici piane ortogonali alla direzione del vento;
 - 700 N per le superfici apparenti delle parti cilindriche dei sostegni e degli isolatori;
 - 500 N per le superfici apparenti dei fili e delle funi.

1.2 Per le regioni caratterizzate, per esperienza, da condizioni più favorevoli o più sfavorevoli, l'organo di controllo competente può definire in casi singoli altri valori per la spinta esercitata dal vento.

1.3 Le superfici A di una struttura a traliccio colpite dal vento vanno calcolate con la seguente formula:

$$A = (A_1 - A_2) + (A_3 - A_4) \cdot \frac{A_2}{A_1}$$

nella quale i simboli hanno i seguenti significati:

- A₁ la superficie, supposta piena, della parete anteriore del traliccio esposto al vento
- A₂ la superficie delle parti vuote della parete anteriore del traliccio
- A₃ la superficie, supposta piena, della parete posteriore del traliccio
- A₄ la superficie delle parti vuote della parete posteriore del traliccio

1.4 Le ipotesi di carico devono essere completate per:

- a. sostegni portanti: dal tiro unilaterale pari al 2 per cento del carico esercitato da tutti i conduttori secondo l'articolo 18, applicato in direzione della linea all'altezza della risultante dei tiri dei conduttori;
- b. sostegni d'amarraggio: dal tiro unilaterale pari al 10 per cento del carico esercitato da tutti i conduttori secondo articolo 18, applicato in direzione della linea all'altezza della risultante dei tiri dei conduttori;
- c. sostegni terminali: delle forze massime, calcolate secondo l'articolo 17, del tiro unilaterale dei conduttori.

I calcoli vanno effettuati sulla base delle sollecitazioni più sfavorevoli che possono effettivamente prodursi.

2 Coefficienti di sicurezza

La stabilità dei sostegni deve essere tale da garantire, sotto l'azione dei carichi assunti secondo la cifra 1, il rispetto dei seguenti coefficienti di sicurezza:

legno	2,5
metallo	2,25
altri materiali	2,5

3 Sostegni di legno

A base del calcolo di stabilità dei sostegni di legno vanno assunti i seguenti valori:

	Sollecitazione ammissibile				
	Unità	Trazione	Pressione	Flessione	Taglio
Legno molle e legno duro	N/mm ²	12	12	18	2,2
Modulo di elasticità: 10 000 N/mm ²					

4 Grado di sicurezza all'inflessione laterale delle parti costruttive in legno

4.1 Per le parti in legno sollecitate a compressione, con possibilità di inflessione, va verificato il grado di sicurezza all'inflessione.

4.2 La sollecitazione σ_k , in presenza di forze applicate centralmente o quasi centralmente, non deve essere superiore a:

$$\sigma_k = 13,2 - 0,092 \cdot \lambda \text{ [N/mm}^2\text{]} \text{ per } 13 \leq \lambda \leq 100$$

$$\sigma_k = \frac{4 \cdot 10^4}{\lambda^2} \text{ [N/mm}^2\text{]} \text{ per } \lambda > 100$$

$$\lambda = \frac{l_k}{i}$$

l_k = lunghezza di inflessione in cm

i = raggio d'inerzia in cm

In queste formule è inclusa la sicurezza di cui alla cifra 2. Per lunghezza libera di inflessione l_k si intende in generale la lunghezza libera l di tutto il sistema. Qualora si tratti di parti costruttive rinforzate con più elementi meccanici di collegamento, si può assumere un valore pari a 0,8 la lunghezza del sistema. Vanno prese in considerazione le forze applicate eccentricamente o quelle condizioni particolari di precompressione o di guida che possono influire in modo particolarmente sfavorevole sul grado di sicurezza all'inflessione.

Appendice 5
(art. 29)

Protezione contro le perturbazioni elettromagnetiche
dovute all’effetto corona

- 1. Per tempo secco e temperature superiori a 10 °C, non devono essere superati i valori seguenti, misurati alla frequenza di 500 kHz:

Impianto	Tensione perturbatrice agli isolatori e alle morsetterie dB (μV)	Intensità del campo perturbatore delle linee*) dB (μV/m)
Isolatori e morsetterie	40	—
Linee ad alta tensione con tensione di esercizio inferiore a 100 kV	—	34
Linee ad alta tensione con tensione di esercizio superiore a 100 kV	—	48
*) valore medio dell’intensità di campo misurata con antenna a telaio, riferita ad una distanza di 20 m dal conduttore più vicino		

- 2. Essendo il potere di perturbazione dipendente, tra l’altro, dalle condizioni locali e climatiche, i dettagli relativi alle misurazioni devono essere concordati, caso per caso, tra i circoli interessati e la Direzione generale delle PTT.
- 3. Disposizione e metodi di misurazione sono regolati nella pubblicazione CISPR 16³⁰, cifra 21.

³⁰ Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques.

Appendice 6³¹
(art. 33, 89, 101, 108 e 113)

Distanze dirette

1 Distanze dei conduttori dai sostegni

- 1.1 La distanza diretta delle parti nude sotto tensione verso le parti a terra dei sostegni non deve mai scendere al disotto dei seguenti valori:
- allo stato di riposo: $z = C1$
 - nel caso di avvicinamenti transitori $z = C3$
- 1.2 Se la tensione nominale è superiore a 1 kV, la distanza da rispettare deve essere in ogni caso almeno pari 0,10 m.

2 Distanze dei conduttori

- 2.1 Distanze tra i conduttori sul sostegno
- 2.1.1 I conduttori nudi sotto tensione devono possedere almeno la seguente distanza diretta z verso un conduttore dello stesso circuito elettrico, un conduttore di terra o un cavo aereo:
- allo stato di riposo: $z = C1$
 - nel caso di avvicinamenti transitori $z = C3$
- 2.1.2 I conduttori nudi sotto tensione devono possedere almeno la seguente distanza diretta z verso un conduttore di un altro circuito elettrico:
- allo stato di riposo: $z = C2$
 - nel caso di avvicinamenti transitori $z = C4$
- 2.1.3 In ogni caso, la distanza non può essere inferiore a 0,50 m.
- 2.2 Distanze tra i conduttori in campata aperta
- 2.2.1 Distanza diretta z tra due conduttori in campata aperta:
- all'interno dello stesso circuito elettrico: $z = k \cdot \sqrt{f + l_k} + C1$
 - tra circuiti elettrici diversi: $z = k \cdot \sqrt{f + l_k} + C2$
- 2.2.2 Tra i conduttori inclinati dal vento, devono essere almeno osservate le distanze C3 e C4. L'inclinazione dei conduttori deve essere, in tal caso, determinata considerando spinte del vento differenziate fino al 40 per cento. Rispetto ai conduttori ed ai sostegni di linee vicine, occorre in ogni caso rispettare le distanze di cui alle cifre 1.2 o 2.1.3.
- 2.2.3 In presenza di conduttori di diversa sezione, di materiale diverso o aventi frecce diverse, la distanza deve essere calcolata separatamente per ogni conduttore; la distanza da adottare sarà la più grande tra quelle così calcolate.

³¹ RU 1996 2376

2.2.4 In presenza di distanziatori di fase tra conduttori, la distanza diretta z non deve scendere al disotto dei seguenti valori:

– all'interno dello stesso circuito elettrico: $z = k \cdot \sqrt{df} + C3 \geq C1$

– tra circuiti elettrici diversi: $z = k \cdot \sqrt{df} + C4 \geq C2$

In ogni caso, la distanza non può essere inferiore a 0,90 m.

2.3 Per le linee con circuiti elettrici di tensione nominale diversa, determinante per le distanze secondo la tabella 4.1 è sempre la tensione nominale più elevata.

2.4 Legenda e spiegazioni relativa alla tabella 2.4.1:

- z = distanza diretta in m
- f = freccia del conduttore in m a 10 °C di temperatura del conduttore
- df = freccia massima tra i distanziatori di fase, in m
- l_k = lunghezza della catena di isolatori in m
- $C1, C2, C3, C4$ = distanze secondo tabella 2.4.1 in m
- k = fattore secondo diagramma 2.4.2 o 2.4.3

2.5 Le tensioni di prova determinanti variano, da un lato, in funzione delle distanze per sistema allo stato di riposo o di avvicinamenti transitori (ad es. deviazione dovuta alla spinta del vento) e, d'altro lato, in funzione delle distanze conduttore-conduttore appartenenti allo stesso circuito elettrico o rispetto ad un altro circuito elettrico.

3 Casi particolari

In regioni con condizioni climatiche particolari, le distanze vanno aumentate in conseguenza.

Tabella 2.4.1

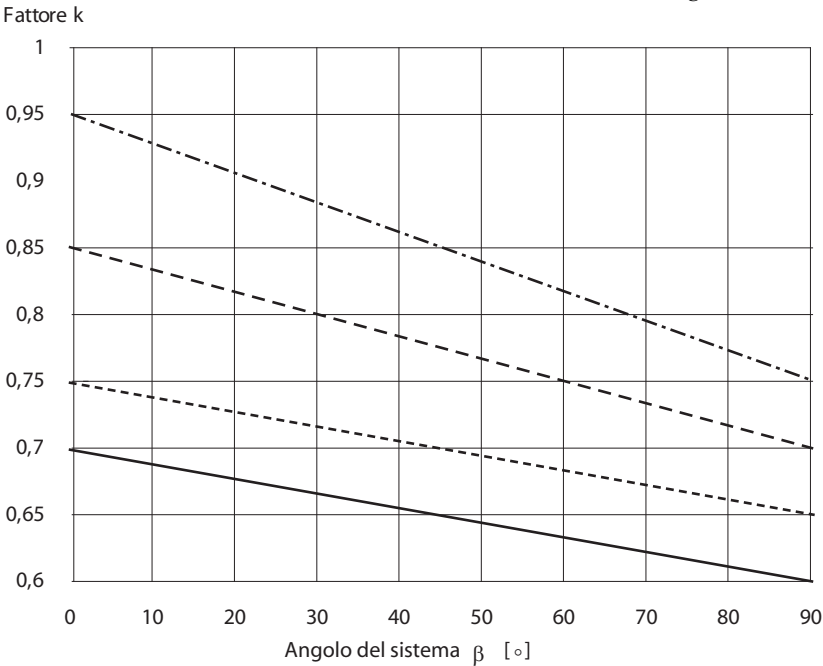
Distanze dirette in funzione della tensione

Distanze per sistemi a riposo o rigdi			Tensione nominale		Distanze negli avvicinamenti transistori (ad es. spinta de vento)	
C1	C2				C3	C4
All'interno dello stesso sistema F-F F-T [m]	Tra sistemi diversi F-F [m]	Tensione di tenuta all'impulso atmosferico [kV]	[kV]	Tensione di prova determinante 50 Hz [kV _{eff}]	All'interno dello stesso sistema F-F F-T [m]	Tra sistemi diversi F-F [m]
0,05	0,05		< 1		0,05	0,05
0,06		40	3		0,06	
	0,06	46				0,06
0,09		60	6		0,09	
	0,09	70				0,09
0,12		75	10		0,12	
	0,12	85				0,12
0,16		95	15		0,16	
	0,17	110				0,16
0,22		125	20		0,18	
	0,26	145				0,18
0,32		170	30	70	0,21	
	0,39	195		80		0,24
0,52		250	45	95	0,30	
	0,63	290		110		0,36
0,70		325	60	140	0,45	
	0,82	375		160		0,52
0,92		450	110	185	0,61	
1,12		550	und	230	0,76	
	1,38	650	132	265		0,89
1,32		650	150	275	0,92	
	1,64	750		315		1,05
1,93		950	220	395	1,35	
	2,29	1050		460		1,60
2,14		1050		460	1,60	
	2,56	1175		530		1,90
2,64		1300	380	570	2,09	
	3,37	1550		610		2,30
2,90		1425		630	2,33	
	3,64	1675		720		2,86

Le distanze della tabella 2.4.1 valgono per altitudini fino a 1000 m s.l.m.; per altitudini più grandi, esse devono essere aumentate linearmente del 14 per cento per ogni 1000 m supplementari.

Fattore k per una pressione del vento pari a 500 N/m²

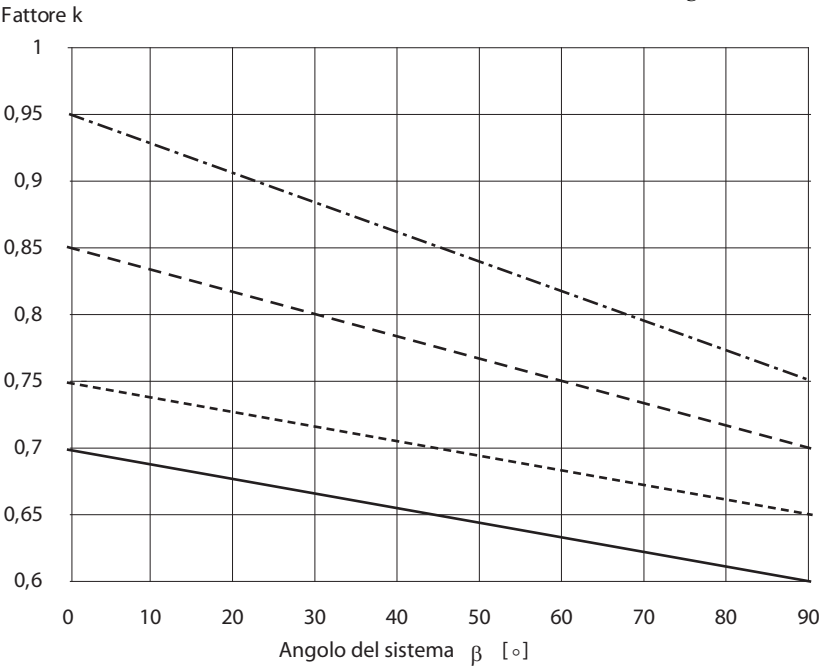
Diagramma 2.4.2



————	$0 < w \leq 16,8$	Cu : $A > 70 \text{ mm}^2$ Ac : $A > 95 \text{ mm}^2$ Al, Ad : $A > 600 \text{ mm}^2$
-----	$16,8 < w \leq 28,5$	Cu : $19,6 \leq A \leq 70 \text{ mm}^2$ Ac : $50 \leq A \leq 95 \text{ mm}^2$ Al, Ad : $300 \leq A \leq 600 \text{ mm}^2$
- - - - -	$28,5 < w \leq 42,8$	Ac : $A < 50 \text{ mm}^2$ Al, Ad : $185 \leq A < 300 \text{ mm}^2$
-. - -. -	$42,8 < w$	Al, Ad : $A < 185 \text{ mm}^2$

Fattore k per una pressione del vento pari a 650 N/m²

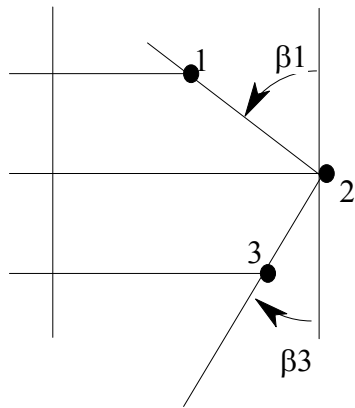
Diagramma 2.4.3



————	$0 < w \leq 12,9$	Cu : $A > 95 \text{ mm}^2$ Ac : $A > 150 \text{ mm}^2$ Al, Ad : $A > 1000 \text{ mm}^2$
- - - - -	$12,9 < w \leq 22,0$	Cu : $50 \leq A \leq 95 \text{ mm}^2$ Ac : $70 \leq A \leq 150 \text{ mm}^2$ Al, Ad : $500 \leq A \leq 1000 \text{ mm}^2$
.....	$22,0 < w \leq 33,0$	Cu : $A < 50 \text{ mm}^2$ Ac : $A < 70 \text{ mm}^2$ Al, Ad : $240 \leq A < 500 \text{ mm}^2$
- . - . -	$33,0 < w$	Al, Ad : $A < 240 \text{ mm}^2$

Legenda relativa ai diagrammi 2.4.2 e 2.4.3 per la determinazione del fattore k in funzione dell'angolo del sistema β e dell'angolo di inclinazione φ sotto la spinta del vento

– angolo del sistema β : angolo formato da un conduttore con la verticale passante per il conduttore adiacente



- angolo di inclinazione φ : $\text{arc tg} (p \cdot d/q \cdot 10^{-4})$
- indice w :
 $w = d/q$
 d : diametro della fune, in mm
 q : peso della fune, in kg/m
- pressione de vento p :
 $p_1 = 500 \text{ N/m}^2$
 $p_2 = 650 \text{ N/m}^2$
- fattore k :

Deviazione	$p_1 \text{ pl} = 500 \text{ N/m}^2$ (diagramma 2.4.2)	$p_2 = 650 \text{ N/m}^2$ (diagramma 2.4.3)
$0^\circ < \varphi \leq 40^\circ$	$0 < w \leq 16,8$	$0 < w \leq 12,9$
$40^\circ < \varphi \leq 55^\circ$	$16,8 < w \leq 28,5$	$12,9 < w \leq 22,0$
$55^\circ < \varphi \leq 65^\circ$	$28,5 < w \leq 42,8$	$22,0 < w \leq 33,0$
$65^\circ < \varphi$	$42,8 < w$	$33,0 < w$

Distanze minime delle linee aeree a bassa tensione dai fabbricati

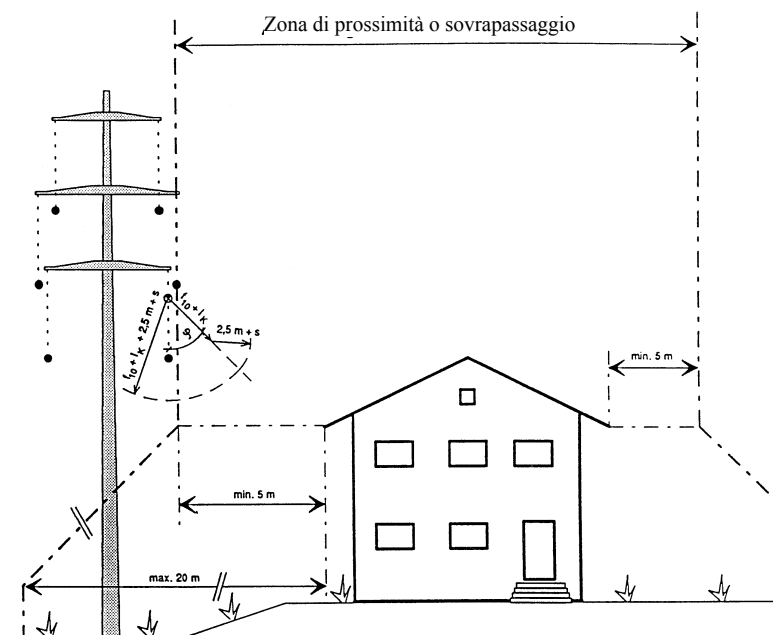
Distanza diretta dalle parti mobili dei fabbricati	0,60 m
Distanza diretta dalle aperture di finestre, da parti dei fabbricati a terra o elettricamente conduttrici, strutture sui tetti e da spioventi dei tetti generalmente non accessibili	1,20 m
per i cavi aerei, quando non sono probabili danni di origine meccanica (ad es. neve)	0,50 m
Distanza diretta degli impianti parafulmine e di altre parti messe a terra nei e sui fabbricati da: – paline su tetto – accessori – ancoraggi (tiranti) – ancoraggi alle facciate di cavi aerei con elementi portanti separati di materiale elettricamente conduttore	1 m
Se questa distanza diretta non può essere rispettata, le paline o gli ancoraggi devono essere messi a terra separatamente e, se del caso, collegati agli impianti parafulmine o ad altre parti a terra, anche se sono già messe a terra in altro modo.	
Distanza verticale da tetti generalmente non accessibili	1,80 m
per i cavi aerei, quando non sono probabili danni di origine meccanica (ad es. neve)	0,50 m
Distanza verticale verso tetti, balconi o altre parti di fabbricati generalmente accessibili	3,50 m

Appendice 8
(art. 38)

Distanze minime delle linee aeree ad alta tensione dai fabbricati

1 Figura 1

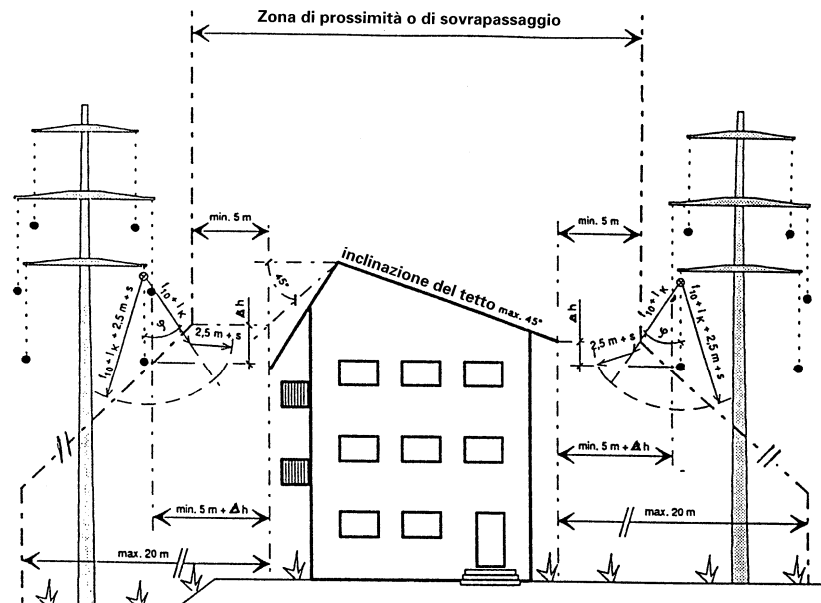
Il fabbricato è più basso del conduttore inferiore



- ⊗ = retta per i punti di fissaggio delle catene di sospensione/amarraggio del sostegno più vicino al fabbricato
 f_{10} = freccia a + 10 °C nel luogo di avvicinamento al fabbricato
 l_k = lunghezza della catena di isolatori (per le catene di amarraggio $l_k = 0$, per le catene di sospensione unilaterali l_k è ridotto nel rapporto delle campate parziali)
 φ = angolo compreso tra conduttore a riposo e conduttore inclinato
 s = 0,01 m per ogni kV di tensione nominale

2 **Figura 2**

Il fabbricato supera in altezza il conduttore inferiore

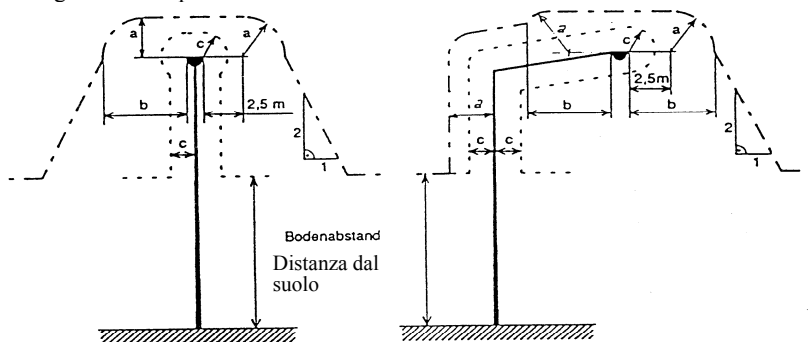


- ⊗ = retta per i punti di fissaggio delle catene di sospensione/amarraggio del sostegno più vicino al fabbricato
 f_{10} = freccia a $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ nel luogo di avvicinamento al fabbricato
 l_k = lunghezza della catena di isolatori (per le catene di amarraggio $l_k = 0$, per le catene di sospensione unilaterali l_k è ridotto nel rapporto delle campate parziali)
 φ = angolo compreso tra conduttore a riposo e conduttore inclinato
 s = $0,01\text{ m}$ per ogni kV di tensione nominale
 Δh = altezza di superamento bordo del tetto – conduttore inferiore

Appendice 9
(art. 42)

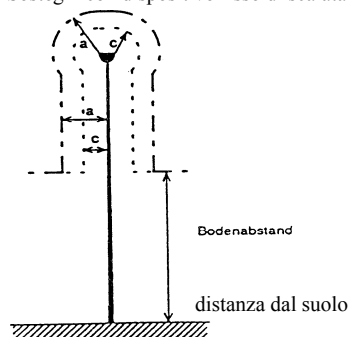
Distanze dai sostegni di illuminazione

Sostegni senza dispositivo fisso di scala

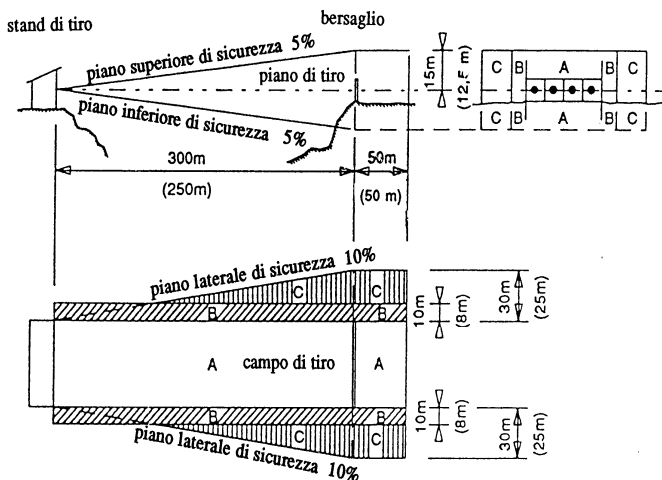
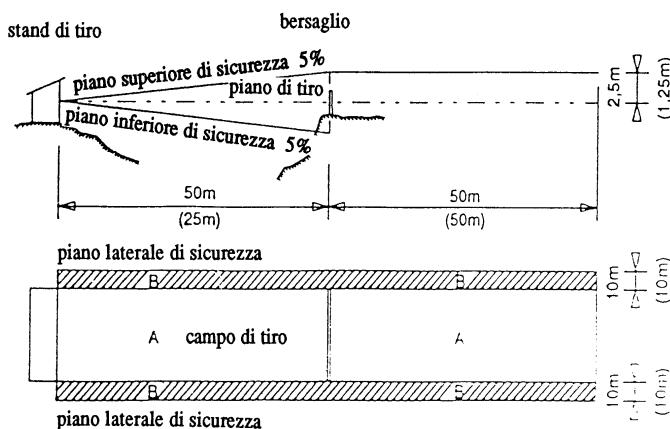


Kandelaber mit fest angebrachter Steigvorrichtung

Sostegni con dispositivo fisso di scalata



- Distanze in presenza della freccia massima del conduttore o del cavo aereo in condizioni di riposo
- ... a = 2,5 m + 0,01 m/kV tensione nominale
- ... b = 5,0 m + 0,01 m/kV tensione nominale
- Distanza nel caso di avvicinamento transitorio (a es. sotto la spinta del vento) e con temperatura del conduttore o del cavo aereo pari a 10 °C
- c = 0,01 m/kV tensione nominale, ma non inferiore a 1,5 m

Poligoni di tiro**1. Poligoni di tiro da 250 m e 300 m (con munizioni di ordinanza)****2. Poligono di tiro da 25 m e 50 m (con munizioni di ordinanza)**

3. All'interno delle zone A e B non vi devono essere sostegni o parti di sostegni, conduttori o cavi aerei. Nella zona C sono ammessi sostegni o parti di sostegno di legno o sostegni rivestiti di legno.

Appendice 11
(art. 45)

Resistenza dei materiali

Coefficienti dei materiali più usati per i conduttori

Materiale	Conduttore	Sezione	Peso specifico [kg/mm ³]	Modulo di elasticità [kN/mm ²]	Coefficiente dilatazione termica [1/°C]	Limite di elasticità 0,2% [N/mm ²]	Carico di rottura [N/mm ²]	Sollecitazione ammissibile [N/mm ²]
Rame Cu-ETP semiduro	filo	A ≤ 50 mm ²	8,9 · 10 ⁻⁶	115	17 · 10 ⁻⁶	250	280	180
Rame Cu-ETP duro	filo	A ≤ 50 mm ²	8,9 · 10 ⁻⁶	125	17 · 10 ⁻⁶	350	380	250
Rame Cu-ETP duro	fune		9,0 · 10 ⁻⁶	105	17 · 10 ⁻⁶		390	260
Alluminio Al 99,5 duro	fune		2,75 · 10 ⁻⁶	54	23 · 10 ⁻⁶		170	110 ¹⁾
Lega di alluminio E-AlMgSi 0,5 (Aldrey)	filo	A ≤ 50 mm ²	2,75 · 10 ⁻⁶	70	23 · 10 ⁻⁶	270	310	200
Lega di alluminio E-AlMgSi 0,5 (Aldrey)	fune		2,75 · 10 ⁻⁶	57	23 · 10 ⁻⁶		295	190
Acciaio	filo	A ≤ 50 mm ²	7,8 · 10 ⁻⁶	200	11,5 · 10 ⁻⁶	1150 ²⁾	1200	800
Acciaio	fune		8,0 · 10 ⁻⁶	185	11,5 · 10 ⁻⁶		1180	780
1) Sollecitazione ammissibile per l'alluminio ≤ 130 N/mm ² nelle funi acciaio/alluminio								
2) Limite di elasticità 1 per cento								

Sollecitazione alla trazione e freccia delle linee ordinarie

1. Freccia e sollecitazioni dei conduttori di alluminio e Aldrey delle linee ordinarie

Conduttore		Freccia in cm per portate in m					Sollecitazione in N/mm ² per portate in m					Condiz.
Materiale	Sezione 20 mm ²	30	40	50	60	20	30	40	50	60	Temp. °C	
Fune in alluminio	95	3	7	13	24	40	50	47	42	37	31	-20
		5	13	26	44	68	26	24	21	20	18	0
		9	21	37	58	83	15	15	15	15	15	10
		16	31	49	71	98	9	10	11	12	13	20
		29	47	69	94	123	5	7	8	9	10	40
		25	47	74	104	139	48	57	65	72	77	0+Z
	150	3	7	13	24	40	50	47	42	37	31	-20
		5	13	26	44	68	26	24	21	20	18	0
		9	21	37	58	83	15	15	15	15	15	10
		16	31	49	71	98	9	10	11	12	13	20
		29	47	69	94	123	5	7	8	9	10	40
		20	39	63	90	122	40	46	51	56	60	0+Z
Fune di Aldrey	50	2	5	10	16	26	60	58	55	52	48	-20
		4	10	18	30	46	33	31	30	28	27	0
		7	15	27	43	61	20	20	20	20	20	10
		13	24	39	56	77	11	13	14	15	16	20
		27	43	61	82	106	5	7	9	10	12	40
		31	56	86	119	155	70	86	100	112	124	0+Z
	95	2	5	10	16	26	60	58	55	52	48	-20
		4	10	18	30	46	33	31	30	28	27	0
		7	15	27	43	61	20	20	20	20	20	10
		13	24	39	56	77	11	13	14	15	16	20
		27	43	61	82	106	5	7	9	10	12	40
		23	43	67	95	125	52	62	71	79	86	0+Z
	150	3	6	13	23	39	53	49	44	38	32	-20
		5	13	26	44	68	27	24	22	20	18	0
		9	21	37	58	84	15	15	15	15	15	10
		16	31	49	71	98	9	10	11	12	13	20
		29	48	70	95	123	5	7	8	9	10	40
		20	38	62	88	119	41	47	53	57	61	0+Z

Z = sovraccarico 20 N/m

2. Freccia e sollecitazioni dei conduttori di rame delle linee ordinarie

Conduttore			Freccia in cm per portate in m					Sollecitazione in N/mm ² per portate in m					Condiz.
Materiale	Ø mm	Sezione mm ²	20	30	40	50	60	20	30	40	50	60	Temp. °C
filo di rame semiduro	5		5	14	29	54	87	85	74	61	52	46	-20
			9	23	43	71	106	49	44	41	39	38	0
			13	29	51	80	115	35	35	35	35	35	10
			17	35	58	88	123	26	29	31	32	33	20
			26	47	72	103	139	17	22	25	27	29	40
			37	67	103	144	191	151	186	216	241	262	0+Z
	6		5	14	29	54	87	85	74	61	52	46	-20
			9	23	43	71	106	49	44	41	39	38	0
			13	29	51	80	115	35	35	35	35	35	10
			17	35	58	88	123	26	29	31	32	33	20
			26	47	72	103	139	17	22	25	27	29	40
			32	59	92	130	174	124	151	173	191	207	0+Z
	8		5	14	29	54	87	85	74	61	52	46	-20
			9	23	43	71	106	49	44	41	39	38	0
			13	29	51	80	115	35	35	35	35	35	10
			17	35	58	88	123	26	29	31	32	33	20
			26	47	72	103	139	17	22	25	27	29	40
			26	49	78	112	152	95	112	125	136	144	0+Z
Fune di rame	50		6	15	31	57	92	81	70	59	50	45	-20
			10	24	45	74	110	48	44	41	39	38	0
			13	30	53	82	118	35	35	35	35	35	10
			18	36	60	90	127	26	29	31	32	35	20
			26	47	73	105	142	17	22	25	28	29	40
			26	51	81	116	157	93	109	122	133	141	0+Z
	95		6	15	31	57	92	81	70	59	50	45	-20
			10	24	45	74	110	48	44	41	39	38	0
			13	30	53	82	118	35	35	35	35	35	10
			18	36	60	90	127	26	29	31	32	35	20
			26	47	73	105	142	17	22	25	28	29	40
			21	42	68	101	139	73	82	89	94	98	0+Z

Z = sovraccarico 20 N/m

Materiali per sostegni di linee aeree a corrente forte

1 Acciaio

- 1.1 Le aste sollecitate a compressione semplice vanno dimensionate a inflessione laterale. Per le aste dei sostegni a traliccio, occorre rispettare i seguenti gradi di snellezza:
 - $\lambda_k \leq 200$ per gli angolari e le diagonali
 - $\lambda_k \leq 250$ per le altre parti costruttive (elementi secondari)
- 1.2 Per i profili dei tralicci, la lunghezza d'inflessione è in generale $l_k = l_s$, dove l_s è la lunghezza teorica del profilo tra i nodi tenuti fermi nella direzione di inflessione.
- 1.3 Se le diagonali sono collegate dalle due parti con due o più bulloni, i calcoli possono essere eseguiti con $l_k = 0,8 \cdot l_s$.
- 1.4 Per gli angolari passanti attraverso nodi tenuti rigidamente nello spazio, la lunghezza di inflessione può essere ridotta a $l_k = 0,85 \cdot l_s$.
- 1.5 Per gli angolari incastrati ad una estremità nella fondazione, si può assumere una lunghezza di inflessione ridotta pari a $l_k = 0,8 \cdot l_s$.
- 1.6 I collegamenti bullonati non devono presentare una distanza dal margine inferiore a 1,2 volte il diametro del bullone. Le distanze tra i bulloni non devono essere inferiori a 2,2 volte il diametro del bullone.
- 1.7 I profili sollecitati a presso-flessione vanno dimensionati applicando la teoria di secondo ordine. Occorre inoltre dimostrare che tutte le sezioni sono in grado di equilibrare, senza che vengano superate le tensioni limiti, i momenti e le forze perpendicolari calcolati applicando la teoria di primo ordine. I profili a parete sottile sollecitati a pressione devono essere dimensionati per offrire una sufficiente sicurezza all'ingobbamento.
- 1.8 Il fattore di sicurezza rispetto alle tensioni limiti è pari a 1,4. Esso si compone di un fattore di resistenza pari ad 1,1 e di un fattore di carico pari a 1,3.

2 Cemento armato

- 2.1 I sostegni di cemento armato devono essere dimensionati applicando le regole riconosciute della tecnica e la teoria di secondo ordine. Si devono particolarmente prendere in considerazione le forze eccentriche dei pesi delle mensole e dei conduttori in seguito alla deformazione dei pali.
- 2.2 La lunghezza di inflessione l_k dei sostegni monofusto è $l_k = 2 \cdot l$, dove l è la distanza dalla fondazione fino al punto di applicazione del carico risultante.

- 2.3 I sostegni accoppiati costituiti da due pali uguali devono essere calcolati, per quanto concerne il carico perpendicolare al piano degli assi dei due pali, come due pali monofusto sollecitati a flessione-torsione. Nel piano dei due assi si può tuttavia introdurre, per la sollecitazione a flessione, il triplo della resistenza di un solo palo monofusto, a condizione che ci sia un collegamento resistente alla sollecitazione di recisione.
- 2.4 I sostegni di tipo A devono essere calcolati, perpendicolarmente al piano degli assi dei due pali, come due pali monofusto. Nel piano passante per i due assi, la lunghezza di inflessione può essere assunta pari al 70 per cento della lunghezza dei puntoni misurata dalla fondazione, a condizione che le forze di recisione possano essere riportate all'estremità superiore.
- 2.5 Per la creazione della precompressione possono essere usati solo acciai ad alta resistenza. Va inoltre inserita un'armatura longitudinale lasca, di sezione almeno pari allo 0,6 per cento della sezione del cemento.
- 2.6 Per i sostegni di cemento armato vibrato, il fattore di sicurezza, riferito alle tensioni limiti calcolate, è pari a 1,7. Esso si compone di un fattore di resistenza pari a 1,3 e di un fattore di carico pari a 1,3.
- 2.7 Per i sostegni di cemento armato centrifugato, il fattore di sicurezza è pari a 1,55. Esso si compone di un fattore di resistenza pari a 1,2 e di un fattore di carico pari a 1,3.
- 2.8 I sostegni monofusto ed i pali accoppiati di cemento armato centrifugato, fino ad un'altezza di 37 m dalla fondazione, possono essere dimensionati come travi sollecitate a flessione semplice, ammettendo l'ipotesi di una completa plasticità della sezione. Per questa prova, il fattore di sicurezza è 2.

3 Legno

- 3.1 I sostegni e le loro parti di legno devono essere dimensionati in modo che non vengano superate le seguenti tensioni limite:

Sollecitazione	Simbolo	Tensione limite N/mm ²
Flessione	σ_b	45
Trazione	σ_z	30
Pressione parallela alla direzione delle fibre	$\sigma_d \parallel$	30
Pressione perpendicolare alla direzione delle fibre	σ_d	11,5
Taglio parallelo alla direzione delle fibre	$\tau \parallel$	5,5
Taglio perpendicolare alla direzione delle fibre	τ	9

Il modulo di elasticità si assume pari a 10 000 N/mm².

- 3.2 Le sezioni di legno sollecitate centralmente a pressione non devono superare le tensioni limite di inflessione date dalle formule seguenti:
- $\sigma_k = 33 - 0,23 \lambda$ [N/mm²] per $13 \leq \lambda \leq 100$
 - $\sigma_k = \frac{10^5}{\lambda^2}$ [N/mm²] per $\lambda > 100$
 - $\lambda = \frac{l_k}{i}$ l_k = lunghezza di inflessione; i = raggio d'inerzia
- 3.3 Il fattore di sicurezza riferito alla tensione limite è pari a 3.
- 3.4 Per la lunghezza di inflessione l_k dei semplici pali di legno vale, indipendentemente da eventuali ancoraggi, $l_k = 2 \cdot l$, dove l è la distanza dal suolo fino al punto di applicazione del carico.
- 3.5 Nel caso di pali accoppiati, per la sollecitazione a flessione in direzione del piano degli assi dei due pali si può calcolare con il fattore $n = 3$ (3 volte il momento di resistenza di un singolo palo), quando il tipo di collegamento dei due pali risponda alle seguenti condizioni:
- la distanza tra i bulloni non deve essere superiore a 1,80 m.
 - nella zona della sezione staticamente più sollecitata, la stessa non deve risultare indebolita dalla presenza di fori per bulloni.
 - la distanza libera tra i pali non deve essere superiore a 25 mm; la stessa distanza deve essere ottenuta, per ogni bullone, mediante piastre d'appoggio o con altri mezzi in grado di garantire una sufficiente trasmissione delle sollecitazioni di recisione tra i pali.
 - nell'ambito della lunghezza d'incastro nello zoccolo di fondazione devono esserci almeno due bulloni passanti.
- 3.6 Per i modi di collegamento che differiscono dai precedenti, in genere si può calcolare, nei due assi dei pali, solo con il fattore $n = 2$, a meno che non si possa dimostrare per n un valore più elevato.
- 3.7 I sostegni di tipo A o i sostegni con aste di rinforzo devono essere calcolati, perpendicolarmente al piano degli assi dei due pali, come due pali monofusto. Nel piano passante per i due assi, la lunghezza di inflessione può essere assunta pari al 70 per cento della lunghezza dei puntoni misurata dalla fondazione, a condizione che le forze di recisione possano essere trasmesse dal collegamento tra i due pali o dal collegamento tra palo e asta di rinforzo.

Appendice 14
(art. 54, 98 e 105)

Ipotesi di carico per i sostegni e le fondazioni delle linee aeree a corrente forte

1 Ipotesi di carico

Per il calcolo dei diversi tipi di sostegni e delle loro fondazioni si ammettono le seguenti ipotesi di carico. Le stesse valgono, per analogia, anche per i sostegni speciali e per i sostegni degli impianti elettrici all'aperto.

2 Disposizioni generali

- 2.1 Per ogni ipotesi di carico, si deve ammettere che tutte le forze verticali sono attive, cioè quelle dei conduttori, dei cavi aerei e dei conduttori di terra, con o senza sovraccarico a seconda dei casi. Nelle ipotesi teoriche di carico sono attive tutte le forze verticali, anche se i tiri orizzontali devono essere assunti agenti solo in parte. Per quanto concerne le forze verticali, sono determinanti, di regola, le due campate virtuali adiacenti.
- 2.2 In tutte le ipotesi di carico vanno presi in considerazione il peso proprio della costruzione ed il peso degli isolatori.
- 2.3 Quando si impiegano isolatori rigidi o isolatori a perno, occorre considerare la risultante dei tiri orizzontali (squilibrio o differenza di tiro).
- 2.4 Per i sostegni caricati in via provvisoria solo parzialmente, le ipotesi di carico devono riferirsi sia alle condizioni di carico parziale che a quelle definitive.
- 2.5 Per le linee ordinarie, non si tiene conto dei momenti di torsione quando la distanza tra l'asse del sostegno, o del palo, ed i conduttori non è superiore a 0,8 m.
- 2.6 I conduttori di terra, se non applicati al vertice del sostegno, devono essere trattati come normali conduttori.

3 Ipotesi di carico d'esercizio per tutti i sostegni

- 3.1 Agiscono i tiri orizzontali risultanti di tutti i conduttori e conduttori di terra a 0 °C senza sovraccarico e con vento spirante verticalmente alla linea. Per i sostegni d'angolo, il vento agisce sui conduttori e sul sostegno nella direzione della bisettrice dell'angolo formato dalle due campate adiacenti.
- 3.2 Per angoli di slineamento pari a 200 gon, sul sostegno agiscono i tiri orizzontali risultanti di tutti i conduttori e conduttori di terra a 0 °C, senza sovraccarico, e la spinta del vento nella direzione della linea.
- 3.3 Sul sostegno agiscono i tiri orizzontali risultanti di tutti i conduttori e conduttori di terra a -20 °C, senza sovraccarico.
- 3.4 Sul sostegno agiscono i tiri orizzontali risultanti di tutti i conduttori e conduttori di terra a 0 °C, con sovraccarico.

4 Ipotesi teoriche di carico

4.1 Sostegni ordinari

- 4.1.1 Sul sostegno agisce il 5 per cento dei tiri orizzontali unilaterali di tutti i conduttori e conduttori di terra alla temperatura di -20°C . Sul sostegno agisce, inoltre, la spinta del vento spirante nella direzione della linea.
- 4.1.2 Sul sostegno agisce il 30 per cento dei tiri orizzontali unilaterali del/dei conduttore/i di terra, con sovraccarico, alla temperatura di 0°C .

4.2 Sostegni portanti

- 4.2.1 Sul sostegno agisce il 5 per cento dei tiri orizzontali unilaterali di tutti i conduttori e conduttori di terra a -20°C , senza sovraccarico. Sul sostegno agisce, inoltre, la spinta del vento spirante nella direzione della linea.
- 4.2.2 Sul sostegno agisce il 30 per cento del tiro orizzontale unilaterale di un conduttore, di un conduttore parziale o di un conduttore di terra a 0°C , con sovraccarico, applicato nel punto di attacco che provoca la sollecitazione più sfavorevole, escludendo qualsiasi fattore di riduzione.

4.3 Sostegni speciali

- 4.3.1 Sul sostegno agisce il 5 per cento dei tiri orizzontali unilaterali di tutti i conduttori e conduttori di terra a -20°C , senza sovraccarico. Sul sostegno agisce, inoltre, la spinta del vento spirante nella direzione della linea.
- 4.3.2 Sul sostegno agisce il 15 per cento dei tiri orizzontali unilaterali di tutti i conduttori e conduttori di terra a 0°C , senza sovraccarico. Sul sostegno agisce, inoltre, la spinta del vento spirante nella direzione della linea.
- 4.3.3 Sul sostegno agisce il 15 per cento dei tiri orizzontali unilaterali di tutti i conduttori e conduttori di terra a 0°C , con sovraccarico.
- 4.3.4 Sul sostegno agisce l'80 per cento del tiro orizzontale unilaterale di un conduttore, di un conduttore parziale o di un conduttore di terra a 0°C , con sovraccarico, applicato nel punto di attacco che provoca la sollecitazione più sfavorevole, escludendo qualsiasi fattore di riduzione.

4.4 Sostegni di amarraggio

- 4.4.1 Sul sostegno agisce l'intero tiro orizzontale unilaterale del conduttore di terra a 0°C , con sovraccarico, escludendo qualsiasi fattore di riduzione.
- 4.4.2 Sul sostegno agisce una quota del tiro orizzontale unilaterale dei conduttori a 0°C , con sovraccarico, conformemente alla seguente tabella, escludendo qualsiasi fattore di riduzione.

Numero di conduttori o di conduttori parziali	Quota del tiro orizzontale unilaterale da prendere in considerazione (in %)
1	100
2	80
3	65
4	55
5	50
6	45
7 e più	40

4.4.3 Sul sostegno agisce l'intero tiro orizzontale unilaterale a 0 °C, con sovraccarico, di due conduttori o di un fascio di conduttori agenti nella stessa direzione e applicati nel punto di attacco che provoca la sollecitazione più sfavorevole, escludendo qualsiasi fattore di riduzione.

4.5 *Sostegni terminali*

Sul sostegno agisce l'intero tiro orizzontale unilaterale a 0 °C, con sovraccarico, di due conduttori o di un fascio di conduttori agenti nella stessa direzione e applicati nel punto di attacco che provoca la sollecitazione più sfavorevole, escludendo qualsiasi fattore di riduzione.

Ipotesi di carico per le linee aeree a corrente forte

1 Spinta del vento

1.1 I sostegni, le loro parti e le fondazioni devono resistere alle seguenti spinte orizzontali esercitate dal vento:

Pressione del vento, in N/m², in funzione dell'altezza del sostegno sul suolo

Sostegno	Altezza 0–30 m	Altezza 0–80 m	Parti al disopra di 80 m
Pali piani, a parete piena	1200	1450	1900
Piloni a traliccio con membrature a profilo angolare	1000	1200	1600
Piloni a traliccio con membrature tubolari, pali a sezione circolare o quasi circolare (poligono di 6 o più lati), isolatori e cavi aerei	700	850	1100
Conduttori nudi, funi di ancoraggio	500	650	850

1.2 La spinta del vento agisce sull'intera linea aerea, senza sovraccarico.

1.3 Se, in base alle condizioni locali, occorre prendere in considerazione spinte maggiori, i calcoli vanno eseguiti con riferimento a queste ultime.

1.4 Per il calcolo delle forze esercitate dal vento, è determinante la superficie apparente perpendicolare alla direzione del vento. Per i piloni a traliccio, si può ridurre del 20 per cento la spinta del vento sulle membrature della fiancata schermata da quella direttamente battuta.

1.5 Nel caso di portali con due o più ritti, di sostegni doppi o di sostegni tipo A con pali a sezione circolare o quasi circolare, è consentito applicare il seguente fattore di riduzione R alla parte del sostegno schermata in relazione alla direzione del vento:

Rapporto p	Riduzione R [%]
$p \leq 2$	100
$2 < p \leq 5$	30
$p > 5$	0

«p» è il rapporto tra la distanza degli assi ed il diametro dei singoli pali, calcolato a metà altezza del sostegno.

- 1.6 Le spinte del vento secondo la cifra 1.1 sui conduttori, sui cavi aerei e sui conduttori di terra, possono essere ridotte, se la campata media è superiore a 225 m, conformemente al diagramma 3.
- 1.7 Per i conduttori a fascio, i conduttori parziali sono considerati sottoposti alla spinta totale del vento.

2 Sovraccarichi

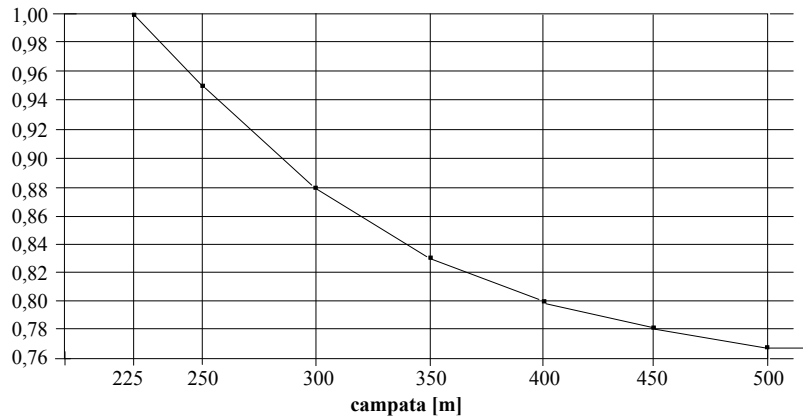
- 2.1 I sostegni, i loro componenti e le fondazioni vanno dimensionati per resistere alle forze che i conduttori esercitano sotto il sovraccarico massimo secondo l'articolo 46.
- 2.2 Per una linea aerea comprendente più di 6 conduttori (compreso quella di terra) e per la quale, tenuto conto delle condizioni locali, non si deve assumere un sovraccarico superiore a 20 N/m, i sovraccarichi per il calcolo dei sostegni possono essere ridotti secondo il diagramma 3, quando le campate virtuali sono superiori a 225 m. I conduttori parziali dei conduttori a fascio possono essere contati singolarmente se l'amarraggio dei fasci è eseguito con isolatori multipli.
- 2.3 Il carico della neve su un sostegno di una linea aerea è preso in considerazione solo se le condizioni locali nei punti esposti lo esigono.
- 2.4 Per quanto concerne i sostegni degli impianti all'aperto situati ad una altitudine non superiore a 2000 m s.l.m., si tiene conto del seguente carico della neve per m² di superficie coperta in pianta:

$$z = 0,3 + \left(\frac{h + 200}{720} \right)^2 \geq 0,7 \text{ kN/m}^2$$

Se l'impianto all'aperto è situato ad una altitudine superiore a 2000 m s.l.m., o le condizioni locali impongono carichi più elevati, i calcoli vanno eseguiti sulla base dei valori determinati separatamente.

3 **Fattore di riduzione**

Fattore di riduzione r



Spinta del vento: campata media a_m
Sovraccarico: campata virtuale a_{id}

Sostegni di legno per linee ordinarie

1 Dimensioni minime

Lunghezza del sostegno m	Classe di resistenza					
	I normale diametro		II media diametro		III forte diametro	
	D1 cm	D2 cm	D1 cm	D2 cm	D1 cm	D2 cm
10	18	12	20	15	22	16
11	19	13	21	16	23	17
12	20	13	22	16	24	17
13	21	14	23	17	25	18
14	22	14	24	17	26	18
15	23	15	25	18	27	19
16	24	15	26	18	28	19
17	25	15	27	18	29	19
18	26	15	28	18	30	19

D1 = Ø 2 m dal piede del palo
D2 = Ø in cima

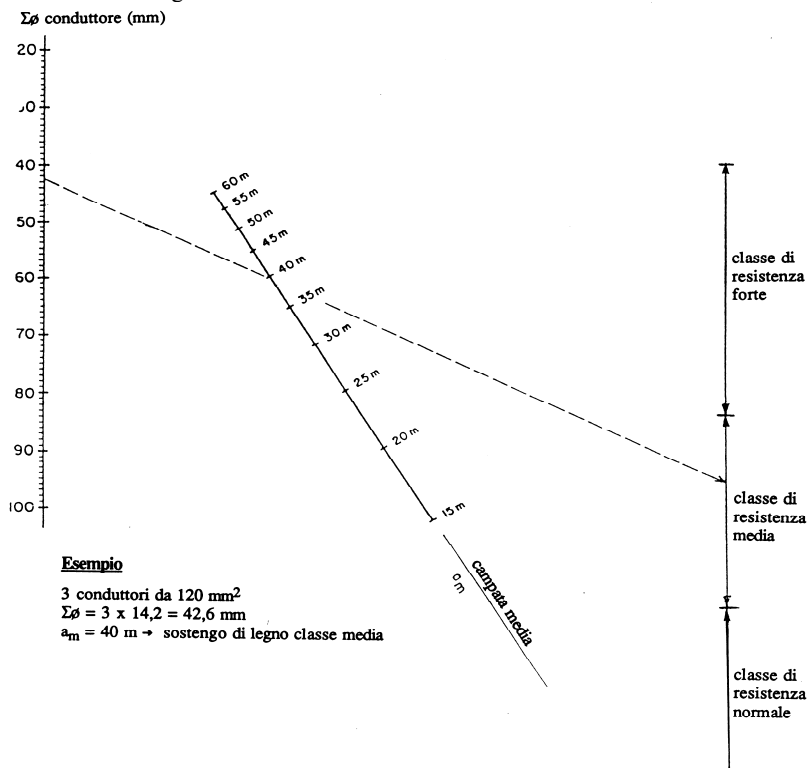
2 Diametro e sezione dei conduttori

	Filo				Fune							
Diametro in mm	5	6	7	8	9,1	10,9	12,6	14,2	15,9	17,6	20,2	22,5
Sezione in mm²	19,6	28,3	38,5	50	50	70	95	120	150	185	240	300

Per le linee a due terne, la sezione complessiva di tutti i conduttori può essere ridotta del fattore 0,9.

3 Determinazione della classe di resistenza dei sostegni di legno

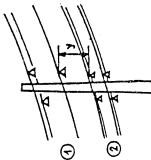
Nommogramma



Distanze nei parallelismi e negli incroci di linee elettriche tra loro

Vicinanze e parallelismi su sostegni comuni

Tabella 1

disposizione delle linee		linea No a		Linea No b		distanza	y = distanza verticale
nudo	cavo	nudo	cavo	nudo	cavo		
	N				S	$y \geq 0,5$ m per linee ordinarie e a grandi campate	
	N			S		$y \geq 0,5$ m per linee ordinarie	
	N			S		$y \geq 1,0$ m per linee a grandi campate	
N				S	S	$z \geq 1,5$ m; $y \geq 1,5$ m	
	H			S	S	$z \geq 1,5$ m; $y \geq 1,5$ m	
H				S		$z \geq$ append. 6, $\geq 1,5$ m; $y \geq 1,5$ m, solo S proprie all'azienda	
	N				N	$y \geq 0,5$ m	
	N			N		$z \geq$ append. 6, $\geq 1,5$ m	
N					N	$z \geq$ append. 6, $\geq 1,5$ m	
N				N		$z \geq$ append. 6, $\geq 1,5$ m	
	H			N	N	$z \geq$ append. 6, $\geq 1,5$ m; $y \geq 1,5$ m	
H				N	N	$z \geq$ append. 6, $\geq 1,5$ m; $y \geq 1,5$ m	
H	H			H	H	$z \geq$ append. 6, $\geq 1,5$ m	

H = linea ad alta tensione – N = linea a bassa tensione – S = linea a corrente debole

Tabella 2

H = linea ad alta tensione – N = linea a bassa tensione – S = linea a corrente debole

Vicinanze e parallelismi su sostegni separati

Tabella 3.1

disposizione delle linee		linea No a		linea No b		cambata		a = campata massima in m x = distanza orizzontale z = distanza diretta	
		nudo	cavo	nudo	cavo	≤ 60 m		distanza	
						≤ 60 m	> 60 m		
			N	S	S	●		$x \geq 1,0 \text{ m}$	
			N		S	●		$x \geq 2,0 \text{ m} + 0,02 \text{ a}$	
			N		S		●	$x \geq 2,0 \text{ m} + 0,02 \text{ a}$	
			N		S	●		$x \geq 2,0 \text{ m} + 0,02 \text{ a}$	
			N		S		●	$x \geq 2,0 \text{ m} + 0,02 \text{ a}$	
		N		S	S	●		$x \geq 2,0 \text{ m}$ risp. $1,0 \text{ m}$ se $\Delta h \geq 1 \text{ m}$	
		N		S	S	●		$x \geq 2 \text{ m} + 0,02 \text{ a}; z \geq \text{append. } 6$	
		N		S	S		●	$x \geq 2 \text{ m} + 0,02 \text{ a}; z \geq \text{append. } 6$	
			H	S	S			$x \geq 2,0 \text{ m}$ risp. $1,0 \text{ m}$ se $\Delta h \geq 1 \text{ m}$	
			H	S	S	●		$x \geq 2 \text{ m} + 0,02 \text{ a}; z \geq \text{append. } 6$	
		H		S	S	●		$x \geq 2 \text{ m} + 0,02 \text{ a}; z \geq \text{append. } 6$	
			H		S	●		$x \geq 10 \text{ m}$	
				S		●		$x \geq 20 \text{ m}$, se parallelismo $> 300 \text{ m}$ o in presenza di Δv	
		H		S	S	●		$x \geq 10 \text{ m}$, se parallelismo $\leq 300 \text{ m}$	
		H		S	S	●		$x \geq 2,0 \text{ m} + 0,02 \text{ a}; z \geq \text{append. (se parallelismo } \leq 60 \text{ m)}$	
		H		S	S	●		$x \geq 2,0 \text{ m} + 0,02 \text{ a}; z \geq \text{append. } 6$ (per S proprie all'azienda)	
			N		N	●		$x \geq 1,0 \text{ m}$	
			N		N	●		$x \geq 1,5 \text{ m}$	
			N		N	●		$x \geq 1,5 \text{ m}$	
			N	N		●		$x \geq 2,0 \text{ m}$	

H = linea ad alta tensione – N = linea a bassa tensione – S = linea a corrente debole

Vicinanze e parallelismi su sostegni separati

Tabella 3.2

disposizione delle linee		linea No a										x = distanza orizzontale z = distanza diretta			
		nudo	cavo	campata		nudo	cavo	campata							
				≤ 60 m	> 60 m			≤ 60 m	> 60 m						
			N		●	N		●	●			$x \geq 2,0 \text{ m} + 0,02 \text{ a}; z \geq \text{append. } 6$			
		N		●			N					$x \geq 2,0 \text{ m}$			
		N		●	●		N			●		$x \geq 2,0 \text{ m} + 0,02 \text{ a}; z \geq \text{append. } 6$			
		N			●		N			●		$x \geq 2,0 \text{ m} + 0,02 \text{ a}; z \geq \text{append. } 6$			
		N		●		N				●		$x \geq 2,0 \text{ m}$			
		N		●	●	N				●		$x \geq 2,0 \text{ m} + 0,02 \text{ a}; z \geq \text{append. } 6$			
		N			●	N				●		$x \geq 2,0 \text{ m} + 0,02 \text{ a}; z \geq \text{append. } 6$			
			H	●			N			●		$x \geq 2,0 \text{ m}$			
			H	●	●		N			●		$x \geq 2,0 \text{ m} + 0,02 \text{ a}; z \geq \text{append. } 6$			
			H		●		N			●		$x \geq 2,0 \text{ m} + 0,02 \text{ a}; z \geq \text{append. } 6$			
			H	●		N						$x \geq 2,0 \text{ m} + 0,02 \text{ a}; z \geq \text{append. } 6$			
			H	●	●	N				●		$x \geq 2,0 \text{ m} + 0,02 \text{ a}; z \geq \text{append. } 6$			
			H		●	N				●		$x \geq 2,0 \text{ m} + 0,02 \text{ a}; z \geq \text{append. } 6$			
		H		●	●		N			●		$x \geq 2,0 \text{ m} + 0,02 \text{ a}; z \geq \text{append. } 6$			
		H		●		N				●		$x \geq 2,0 \text{ m} + 0,02 \text{ a}; z \geq \text{append. } 6$			
			H	●			H			●		$x \geq 2,0 \text{ m}$			
			H	●	●		H			●		$x \geq 2,0 \text{ m} + 0,02 \text{ a}; z \geq \text{append. } 6$			
			H		●	H				●		$x \geq 2,0 \text{ m} + 0,02 \text{ a}; z \geq \text{append. } 6$			
		H		●	●		H			●		$x \geq 2,0 \text{ m} + 0,02 \text{ a}; z \geq \text{append. } 6$			
		H		●		H				●		$x \geq 2,0 \text{ m} + 0,02 \text{ a}; z \geq \text{append. } 6$			

H = linea ad alta tensione – N = linea a bassa tensione – S = linea a corrente debole

Incroci di linee su sostegni separati

Tabella 4.1

disposizione delle linee	linea No a				linea No b				distanza	y = distanza verticale z = distanza diretta b = m/kV della tensione nominale più elevata r = distanza in m dal sostegno più vicino dal punto d'incrocio della linea 1 s = distanza in m dal sostegno più vicino al punto d'incrocio della linea 2
	nudo	cavo	campata		nudo	cavo	campata			
			≤ 60 m	> 60 m			≤ 60 m	>60 m		
		N	●			S	●	$z \geq 0,5 \text{ m}$		
		N	●		S		●	$z \geq 1,0 \text{ m}$		
		N		●	S	S	●	$z \geq 1,0 \text{ m} + 0,02 \text{ r}$		
		N	●	●	S		●	$z \geq 1,0 \text{ m} + 0,02 \text{ r}$		
	N		●		S	S	●	$z \geq 1,5 \text{ m}$		
	N			●	S	S	●	$z \geq 1,0 \text{ m} + 0,02 \text{ r}, \geq 1,5 \text{ m}$		
	N		●	●	S	S	●	$z \geq 1,5 \text{ m} + 0,01 \text{ r} + 0,01 \text{ s}$		
		H	●		S	S	●	$z \geq 1,5 \text{ m}$		
		H		●	S	S	●	$z \geq 1,0 \text{ m} + 0,02 \text{ r}, \geq 1,5 \text{ m}$		
		H	●	●	S	S	●	$z \geq 1,5 \text{ m} + 0,01 \text{ r} + 0,01 \text{ s}$		
	H		●		S	S	●	$z \geq 1,5 \text{ m} + 0,01 \text{ b}$		
	H			●	S	S	●	$z \geq 1,0 \text{ m} + 0,01 \text{ b} + 0,02 \text{ r}, \geq 1,5 \text{ m}$		
	H		●	●	S	S	●	$z \geq 1,5 \text{ m} + 0,01 \text{ b} + 0,01 \text{ r} + 0,01 \text{ s}$		

H = linea ad alta tensione – N = linea a bassa tensione – S = linea a corrente debole

Incroci di linee su sostegni separati

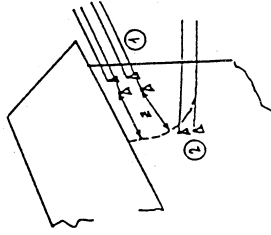
Tabella 4.2

disposizione delle linee		linea No a		linea No b		distanza y = distanza verticale z = distanza diretta b = m/kV della tensione nominale più elevata r = distanza in m dal sostegno più vicino dal punto d'incrocio della linea 1 s = distanza in m dal sostegno più vicino al punto d'incrocio della linea 2
		nudo	cavo	campata	cavo	campata
				≤ 60 m		≤ 60 m
		N		●	N	●
		N		●	N	●
		N		●	N	●
		N		●	N	●
		N		●	N	●
		N		●	N	●
		N		●	N	●
		N		●	N	●
		N		●	N	●
		N		●	N	●
		H		●	H	●
		H		●	H	●
		H		●	H	●
		H		●	H	●
		H		●	H	●
		H		●	H	●
		H		●	H	●
		H		●	H	●
		H		●	H	●
		H		●	H	●

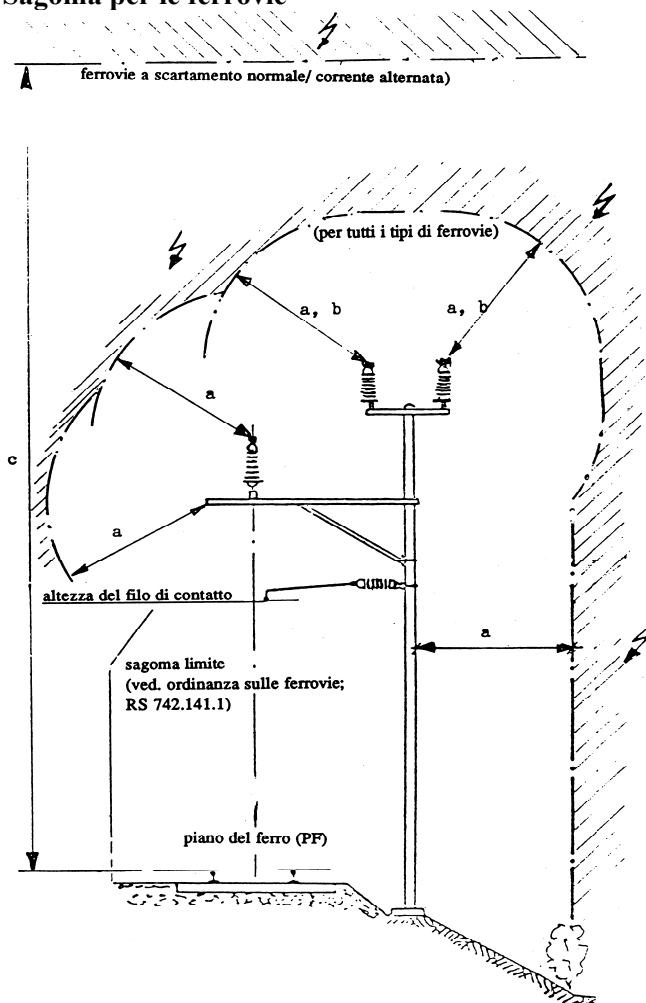
H = linea ad alta tensione – N = linea a bassa tensione – S = linea a corrente debole

Tabella 5

distanza x = distanza orizzontale

[illegible]

Sagoma per le ferrovie



- $a \geq 3 \text{ m} + 0,01 \text{ m per ogni kV della tensione nominale più elevata}$
- $b \geq 3 \text{ m} + 0,01 \text{ m per ogni kV della tensione nominale più elevata} + 0,02 \text{ m per ogni m di distanza dal più vicino sostegno della linea sovrappassante}$
- $c \geq 14 \text{ m per le ferrovie a scartamento normale alimentate a corrente alternata}$

Appendice 19³³
(art. 124 e 133)

Impianti di trasporto in condotta

1 Distanze minime orizzontali tra impianti a corrente forte e impianti di trasporto in condotta nel caso di vicinanze e parallelismi

Impianti a corrente forte	Impianti di trasporto in condotta			
	Condotte	Pig e spurgo	Stazioni di compressione e pompaggio	Stazioni DRM, altri impianti accessori
Conduttori nudi o isolati di linee aeree:				
fino a 50 kV	3 m	10 m	30 m	10 m
oltre 50 kV	10 m	30 m	30 m	10 m
Centrali, sottostazioni, impianti di distribuzione, incluse messe a terra:				
fino a 100 kV	10 m + 0,5 m/kA di corrente di corto circuito	30 m	50 m	10 m + 0,5 m/kA di corrente di corto circuito
oltre 100 kV	30 m	30 m	50 m	30 m
Sostegni di linee aeree incluse messe a terra:				
fino a 50 kV	3 m	10 m	30 m	10 m
oltre 50 kV	3 m + 0,5 m/kA di corrente di corto circuito	30 m	30 m	10 m + 0,5 m/kA di corrente di corto circuito

2 Distanze minime tra linee a corrente debole o forte in cavo sotterraneo e impianti di trasporto in condotta

Linee in cavo	fino a 50 kV	oltre 50 kV
Linee in cavo parallele a condotte	2 m spessore di terra	3 m + 0,5 m/kA di corrente di corto circuito
Distanza del cavo dagli impianti accessori	2 m spessore di terra	10 m + 0,5 m/kA di corrente di corto circuito
Incrocio di una linea a corrente debole o forte in cavo con una condotta	0,5 m	
Se la linea in cavo dispone di una seconda isolazione, la distanza può essere ridotta a 0,5 m di spessore di terra. È fatto salvo l'articolo 11 OSITC.		

³³ Nuovo testo giusta l’art. 63 dell’O del 4 apr. 2007 sulle prescrizioni di sicurezza per gli impianti di trasporto in condotta (RS 746.12).

Indice

	Articoli
Titolo 1:	Disposizioni generali
	1–11
Capitolo 1:	Scopo, campo di applicazione, definizioni
	1–4
Capitolo 2:	Sicurezza
	5–11
Titolo 2:	Prescrizioni costruttive
	12–135
Capitolo 1:	Linee aeree
	12–61
Sezione 1:	Linee aeree a corrente debole
	12–28
Sezione 2:	Disposizioni speciali per le linee aeree a corrente forte
	29–61
Capitolo 2:	Linee in cavo
	62–77
Sezione 1:	Disposizioni generali
	62–72
Sezione 2:	Linee ad alta tensione in cavo
	73–77
Capitolo 3:	Vicinanze, parallelismi ed incroci delle linee elettriche tra loro
	78–96
Sezione 1:	Disposizioni generali
	78–82
Sezione 2:	Vicinanze, parallelismi ed incroci di linee aeree a corrente debole ed a corrente forte
	83–87
Sezione 3:	Vicinanze, parallelismi ed incroci delle linee aeree a corrente forte tra loro
	88–91
Sezione 4:	Parallelismi ed incroci di linee in cavo
	92–96
Capitolo 4:	Vicinanze, parallelismi ed incroci delle linee elettriche con altri impianti
	97–134
Sezione 1:	Disposizioni generali
	97
Sezione 2:	Vicinanze, parallelismi ed incroci con impianti ferroviari e filoviari e con le funicolari (ferrovie)
	98–105
Sezione 3:	Vicinanze, parallelismi ed incroci delle linee elettriche con le funivie e le sciovie
	105–113
Sezione 4:	Vicinanze, parallelismi ed incroci delle linee elettriche con le strade nazionali ed altre vie di comunicazione
	114–122
Sezione 5:	Vicinanze, parallelismi ed incroci delle linee elettriche con gli impianti di trasporto in condotta
	123–128
Sezione 6:	Vicinanze, parallelismi ed incroci delle linee elettriche con depositi di cisterne
	129–134
Titolo 3:	Esercizio, manutenzione e controllo delle linee elettriche
	135–142
Titolo 4:	Disposizioni finali
	143–147

Appendici:

- 1 Definizioni
- 2 Misure di protezione supplementari negli incontri delle linee aeree a corrente forte con altri impianti ed oggetti
- 3 Distanze minime dal suolo
- 4 Sostegni delle linee aeree a corrente debole
- 5 Protezione contro le perturbazioni elettromagnetiche dovute all'effetto corona
- 6 Distanze dirette
- 7 Distanze minime delle linee aeree a bassa tensione dai fabbricati
- 8 Distanze minime delle linee aeree ad alta tensione dai fabbricati
- 9 Distanze dai sostegni di illuminazione
- 10 Poligoni di tiro
- 11 Resistenza dei materiali
- 12 Sollecitazione alla trazione e freccia delle linee ordinarie
- 13 Materiali per sostegni di linee aeree a corrente forte
- 14 Ipotesi di carico per i sostegni e le fondazioni delle linee aeree a corrente forte
- 15 Ipotesi di carico per le linee aeree a corrente forte
- 16 Sostegni di legno per linee ordinarie
- 17 Distanze nei parallelismi e negli incroci di linee elettriche tra loro
- 18 Sagoma per le ferrovie
- 19 Impianti di trasporto in condotta
- 20 Indice