



**CONDICIONS TÈCNIQUES I DE SEGURETAT
DE LES INSTAL·LACIONS DE DISTRIBUCIÓ
DE
FECSA ENDESA**

**NORMA TÈCNICA PARTICULAR
LÍNIES AÈRIES DE BAIXA TENSIÓ
(NTP-LABT)**

OCTUBRE DEL 2006

ÍNDIX

1	OBJECTE	3
2	ABAST	3
3	REGLAMENTACIÓ	3
4	NORMATIVA GENERAL	3
5	CRITERIS GENERALS DE DISSENY	4
5.1	GENERALITATS	4
5.2	CRITERIS DE DISSENY DE LES XARXES AÈRIES TRENADES DE BT	4
6	ELEMENTS DE LA XARXA TRENADA DE BT	5
6.1	CONDUCTORS.....	5
6.2	SUPORTS	5
6.3	FERRAMENTA.....	6
7	PROTECCIONS	8
8	CONTINUÏTAT DEL NEUTRE	8
9	POSADA A TERRA	9
10	CÀLCUL ELÈCTRIC	9
10.1	RESISTÈNCIA I REACTÀNCIA DEL CONDUCTOR	9
10.2	CÀLCUL DE LA SECCIÓ D'UNA LÍNIA.....	10
11	CÀLCUL MECÀNIC DELS CONDUCTORS	11
11.1	CÀLCUL DE LES TAULES DE TENSIONS I FLETXES.....	12
12	LÍNIES TIBADES SOBRE SUPORTS	12
12.1	CÀLCUL MECÀNIC DELS SUPORTS.....	12
12.2	ENCASTAMENTS I CIMENTACIONS.	14
12.3	CONDICIONS GENERALS PELS ENCREUAMENTS, PROXIMITATS I PARAL·LELISMES	15
12.4	CRITERIS DE CONSTRUCCIÓ	16
13	LÍNIES AÈRIES POSADES SOBRE FAÇANA	19
13.1	CONDICIONS GENERALS PER A ENCREUAMENTS, PROXIMITATS I PARAL·LELISMES.....	20
13.2	CRITERIS DE CONSTRUCCIÓ	20
14	NORMES DE REFERÈNCIA	23

1 OBJECTE

Aquesta Norma Tècnica Particular (NTP) té per finalitat establir les característiques que han de reunir les línies aèries trenades de BT, destinades a formar part de les xarxes de distribució de FECSA ENDESA. Són vàlides tant per a les instal·lacions construïdes per l'esmentada empresa com per a les construïdes per tercers i cedides a FECSA ENDESA.

2 ABAST

Els criteris de disseny descrits a la present NTP, seran d'aplicació a les línies aèries trenades de BT instal·lades sobre suports i a les que s'instal·lin sobre façana.

3 REGLAMENTACIÓ

El disseny i la construcció de les Línies Aèries de Baixa Tensió a les quals es refereix la present NTP haurà de complir el que s'estableix en els següents Reglaments i Normes:

- ◆ Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió i Instruccions Tècniques Complementàries (ITC-BT). (Reial Decret 842/2002 de 2 d'agost, BOE núm. 224 de setembre de 2002).
- ◆ Reial Decret (RD) 1955/2000, d'1 de desembre, que regula les activitats de transport, distribució, comercialització, subministrament i procediments d'autorització d'instal·lacions d'energia elèctrica (BOE 310 de 27.12.00)
- ◆ Procediments de control de l'aplicació del Decret 120/1992 de 28 d'abril, modificat parcialment pel Decret 196/1992, de 4 d'agost (Ordre de 5 de juliol de 1993, DOG 1782 de 11-8-93).
- ◆ Llei de Prevenció de Riscos Laborals (LPRL), (Llei 31/1995, de 8 de novembre de 1995, BOE 10.11.1995).
- ◆ Reial Decret 614/2001, de 8 de juny, sobre disposicions mínimes per a la protecció de la salut i seguretat dels treballadors enfront del risc elèctric (BOE 21.06.01).
- ◆ Altres reglamentacions o disposicions administratives nacionals, autonòmiques o locals vigents.

4 NORMATIVA GENERAL

Com a referència per a la redacció de la present NTP s'ha considerat la següent documentació.

- ◆ Normes UNE d'obligat compliment segons es desprèn dels Reglaments, en les seves corresponents actualitzacions efectuades pel Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

- ◆ Normes UNE que no essent d'obligat compliment, defineixen característiques dels elements integrants de les instal·lacions.
- ◆ Normes europees (EN)
- ◆ Estàndards d'Enginyeries del Grup ENDESA (Normes GE)
- ◆ Altres normes o disposicions vigents que puguin ser d'obligat compliment.

Per a aquelles característiques específiques no definides en aquesta NTP, se seguiran els criteris de la normativa anterior, seguint la prioritat indicada.

5 CRITERIS GENERALS DE DISSENY

Les línies aèries trenades de baixa tensió segons sigui la configuració del seu traçat i la forma d'instal·lació, podran ser:

- ◆ Línies aèries trenades de baixa tensió tibades sobre suports.
- ◆ Línies aèries trenades de baixa tensió posades sobre façanes.

5.1 Generalitats

Les línies aèries trenades de baixa tensió s'estructuraran a partir del CT, PT, o CTR d'origen.

Es dissenyaran en forma radial ramificada, amb secció uniforme.

Les línies secundàries o derivacions es connectaran en T mitjançant peces de connexió o caixes de derivació amb fusibles. Seran de secció uniforme.

En el traçat de les línies s'hauran de complir totes les reglamentacions i normatives en relació amb distàncies a les edificacions, vies de comunicació i altres serveis, tant en encreuaments com en paral·lelismes.

En el traçat de les línies trenades es procurarà reduir al màxim el seu impacte mediambiental sobre l'entorn, així com el fet que discorrin per llocs en què passin com més desapercebudes possible.

5.2 Criteris de disseny de les xarxes aèries trenades de BT

Els aspectes que amb caràcter general hauran de tenir-se en compte en el disseny i la instal·lació de les línies aèries trenades de BT seran els següents:

- ◆ El valor de la tensió nominal de la xarxa aèria de BT serà de 400 V.
- ◆ La caiguda de tensió no serà més gran del 7 %.
- ◆ El disseny de la xarxa s'efectuarà tenint en compte la càrrega màxima a transportar, el corrent màxim admissible en el conductor i el moment elèctric de la línia.
- ◆ Les línies principals seran de secció uniforme.
- ◆ Les derivacions seran, també, de secció uniforme.
- ◆ Les línies estaran protegides contra sobrecàrregues i curtcircuits.
- ◆ Les derivacions de la línia principal i les connexions de servei seran en T, mitjançant connectors adequats.
- ◆ Per raons de protecció, a l'inici de les derivacions podran instal·lar-se caixes de seccionament i protecció proveïdes de fusibles.

6 ELEMENTS DE LA XARXA TRENADA DE BT

6.1 Conductors

Els conductors a emprar compliran la Norma UNE 21030 i la Norma [GE BNL001](#). L'aïllament serà de polietilè reticulat (XLPE), per a una tensió assignada de 0,6/1 kV. Les característiques principals s'indiquen a la taula 1.

Taula 1. Cables trenats de BT

Conductor	Diàmetre feix (mm)	Pes feix (daN/m)	Càrrega de ruptura (daN)	Mòdul elàstic (daN/mm ²)	Corrent màxim admissible (t=40°C) (A)
RZ 0,6/1 kV 3x50 Al/54,6 alm	36,85	0,77	1560	6000	150
RZ 0,6/1 kV 3x95 Al/54,6 alm	45,05	1,32	1560	6000	230
RZ 0,6/1 kV 3x150 Al/80 alm	50,40	1,698	2000	6200	305

Per derivacions a una sola escomesa de curta longitud, i si la potència contractada així ho permet, es podrà utilitzar conductor RZ 0,6/1 kV de 4x25 Al.

6.2 Suports

Els suports a utilitzar seran els que a continuació es relacionen.

6.2.1 Fusta

Els suports de fusta compliran la Norma UNE-EN 12465 i Norma [GE AND003](#). Les característiques mecàniques dels suports seleccionats seran les indicades a la taula 2.

Taula 2. Pals de fusta

Classe Pals de fusta	Alçada (m)	Esforç (daN)	
		Assignat	Càrrega de ruptura nominal
Classe III a V	9 - 10	120	460
	9-11-12-13	240	845

6.2.2 Formigó

Els suports de formigó compliran la norma UNE 21080 i la Norma [GE AND002](#). Les alçades i esforços seleccionats per a les línies aèries de baixa tensió seran:

- ◆ Suports de 9 m, amb esforços nominals de 250, 400, 630, 800 i 1000 daN.
- ◆ Suports d'11 i 13 m, amb esforços nominals de 250, 400, 630, 800, 1000 i 1600 daN.

6.2.3 Gelosia

Els suports de gelosia compliran la Norma [GE AND001](#). Les alçades i esforços més utilitzats per a les línies de baixa tensió seran els de 12 i 14 m d'esforços 1000 i 2000 daN.

Aquests suports s'utilitzaran en aquells casos en que es presentin obertures superiors a 200 m y en terrenys de difícil accés.

6.2.4 Xapa plegada

Els suports de xapa metàl·lica compliran la Norma [GE AND004](#).

L'alçada serà de 7 i 9 m per als esforços de 160, 250, 400, 630, 800 i 1000 daN.

6.3 Ferramenta

La ferramenta són peces que suporten o amarren el cable.

La ferramenta serà de material resistent a la corrosió i a la intempèrie i compliran el que s'indica en la Norma [GE BNL002](#).

6.3.1 Peces d'ancoratge

Les peces d'ancoratge tenen com a funció unir les peces d'amarrada o de suspensió als suports o als murs. La seva fixació s'efectuarà mitjançant un sistema de rosca (espiga roscada o cargol); els fixats a la paret podran estar encastats.

Hauran de suportar 2500 daN a tracció i 500 daN a flexió, sense que es produeixin deformacions permanents. Seran resistents a la corrosió, ja sigui per les característiques pròpies del material o pel recobriment de zinc que se li apliqui (gruix ≥ 70 micres).

6.3.2 Pines d'amarrada

La fixació de la línia a les peces d'ancoratge (punts d'ancoratge) es realitzarà mitjançant pines d'amarrada que s'acoblaran al conductor del neutre portant, per un sistema de tascons aïllants lliscant. La pressió s'efectuarà sobre l'aïllament del cable de manera que no fereixi ni disminueixi les seves característiques. Les característiques de les pines d'amarrada s'ajustaran a la Norma [GE BNL002](#).

Qualsevol element de la pinça haurà de suportar les sol·licitacions produïdes per un esforç de tibament major o igual a 2000 daN.

6.3.3 Grapes de suspensió

La suspensió de la línia als suports s'efectuarà mitjançant grapes de suspensió que suportaran el feix a través del neutre fiador. S'uniran al suport mitjançant peces d'ancoratge formant una unió articulada, i s'acoblaran al conductor del neutre portant de 54,6 i de 80 mm². Portaran un sistema que impedeixi la sortida accidental del cable del seu allotjament; també permetran unir el feix a la grapa de suspensió.

Les característiques de les grapes de suspensió s'ajustaran a la Norma [GE BNL002](#).

Qualsevol element de la pinça haurà de suportar les sol·licitacions d'esforços verticals de valor major o igual a 900 daN

6.3.4 Suports amb abraçadora per a fixació a façanes

La fixació de la línia als murs es realitzarà mitjançant suports amb abraçadora que suportaran el conjunt del feix, a manera de mènsula, que es fixaran a murs o façanes mitjançant tacs incorporats

al mateix suport. Portaran un sistema de tancament que uneixi el suport amb el feix i impedeixi la sortida accidental d'aquest del seu allotjament.

Els suports amb abraçadora separaran el cable de la paret de manera que, un cop instal·lat, quedi separat uns 20 mm.

Les característiques dels suports amb abraçadora s'ajustaran a la Norma [GE BNL004](#).

Qualsevol element del suport haurà de suportar les sol·licitacions dels esforços verticals, aplicats de manera equivalent a les condicions normals de treball. Hauran de suportar un pes major o igual a 75 daN.

6.3.5 Peces de connexió

Les peces de connexió es dividiran en unions, terminals i peces de derivació. Les característiques de les peces de connexió s'ajustaran a la norma UNE 21021 i CEI 1238-1.

6.3.5.1 Unions

Serán d'alumini adequades per a la connexió per compressió hexagonal als conductors d'aleació d'alumini i punxonat profund als d'alumini. S'aïllaran mitjançant un recobriment que aporti un nivell d'aïllament com a mínim igual al del cable. L'aïllament podrà formar part de la unió o podrà aplicar-se-li posteriorment.

Les unions per a les conversions de línia aèria a subterrània es realitzaran mitjançant maniguets adequats a cada secció.

6.3.5.2 Terminals

Serán d'alumini adequats perquè la connexió al cable es faci per compressió hexagonal en els conductors d'aleació d'alumini i per punxonat profund en els d'alumini. La connexió del terminal a la instal·lació fixa es farà a pressió mitjançant cargols i serà d'unió bimetàl·lica. La part que estigui unida al cable s'aïllarà mitjançant un recobriment que aporti un nivell d'aïllament com a mínim igual al del cable.

6.3.5.3 Peces de derivació

Les derivacions es connectaran a la línia principal mitjançant connectors bimetàl·lics, de pressió constant, de ple contacte i de connexió per cargol amb un parell de serratge controlat (cargol fusible). Aniran coberts per una funda de protecció plena de greix d'elevat punt de degoteig.

En les connexions de servei amb cable de fins 25 mm² d'Al de secció, podran utilitzar-se connectors de perforació d'aïllament.

6.3.6 Caixes de derivació amb fusibles

Les caixes de derivació amb fusibles seran de construcció per a intempèrie, estaran formades per un envoltant de doble aïllament, fabricat en polièster reforçat amb fibra de vidre de color gris clar, autoextingible i resistent a àlcalis i agents atmosfèrics. Al seu interior allotjarà:

- ◆ Un conjunt de borns per a rebre la línia passant sense necessitat d'interrompre la continuïtat del cable.
- ◆ Tres bases portafusibles tamany DIN 1 de 250 A.
- ◆ Una barra seccionable per al neutre.
- ◆ Connexió a pressió per cargol inserit, per a la connexió de la derivació.

Les característiques tècniques de l'equip s'ajustaran a la Norma [GE NNL010](#), i seran les següents:

- ◆ Grau de protecció IP-43 (UNE 20324)

- ◆ Grau de protecció a impactes IK-07 (UNE-EN 50102)
- ◆ Classe tèrmica A (UNE 21305)
- ◆ Categoria inflamabilitat FV1 (UNE 53315/1)
- ◆ Corrent assignat de l'embarrat 250 A
- ◆ Tensió d'assaig a 50 Hz:
 - ◆ Parts actives - massa 3,75 kV
 - ◆ Entre parts actives 2,5 kV
- ◆ Corrent de curtcircuit 12 kA (1 s)
- ◆ La sortida de la derivació es farà per la part inferior mitjançant cons o premsaestopes aïllants.
- ◆ A la tapa portarà una senyal de risc elèctric AE-10 (AMYS 1.4-10)

7 PROTECCIONS

La protecció contra curtcircuits i sobrecàrregues a les línies aèries trenades de BT es farà mitjançant fusibles classe gG, les característiques dels quals es detallen a la norma UNE 21103. S'instal·laran en el centre de transformació, CT, PT o CTR, i a les derivacions amb canvi de secció, quan el conductor de la línia no quedi protegit des de capçalera.

Els criteris de protecció que s'aplicaran per a aquest tipus de xarxa estaran contemplats en la Norma [GE FGC001](#), i seran els següents:

- ◆ Corrent assignat del conductor:
 - ◆ El fusible elegit permetrà la plena utilització del conductor.
- ◆ Resposta tèrmica del conductor:
 - ◆ La característica corrent/temps del conductor haurà de ser superior a la del fusible, per a un temps de 5 segons.
- ◆ Potència del transformador MT/BT:
 - ◆ El calibre del fusible a la sortida del CT, PT o CTR, s'adequarà a el corrent assignat del secundari del transformador.

8 CONTINUÏTAT DEL NEUTRE

En tot moment ha de quedar assegurada la continuïtat del neutre, per a la qual cosa s'aplicarà el que s'indica a continuació.

A les xarxes de distribució de BT el conductor neutre no podrà ser interromput, a no ser que aquesta interrupció es faci mitjançant unions amovibles al neutre, pròximes als interruptors o seccionadors dels conductors de fase, que estiguin degudament senyalitzades i que només puguin ser maniobrades amb eines adequades. En aquest cas, el neutre no ha de ser seccionat sense que prèviament ho estiguin les fases, ni han de connectar-se aquestes sense haver sigut connectat prèviament el neutre.

9 POSADA A TERRA

Les posades a terra a les línies aèries de BT es realitzaran a través del conductor neutre. Aquestes posades a terra s'instal·laran al primer suport després del CT, PT o CTR, a les ramificacions de xarxa i a aquells punts en els quals la distància entre posades a terra sigui superior a 500 m (ITC-BT 06, apartat 3.7). Es procurarà que el terreny elegit per al suport sigui el de menor resistivitat.

En el cas de no aconseguir-se aquest valor amb una sola pica, el càlcul de la posada a terra del neutre es farà mitjançant piques alineades segons la publicació *Mètode de càlcul i projecte d'instal·lacions de posta a terra per a centres de transformació connectats a xarxes de tercera categoria* (UNESA).

Les diferents formes d'efectuar la posada a terra als suports o a les façanes es detallen a la figura 1.

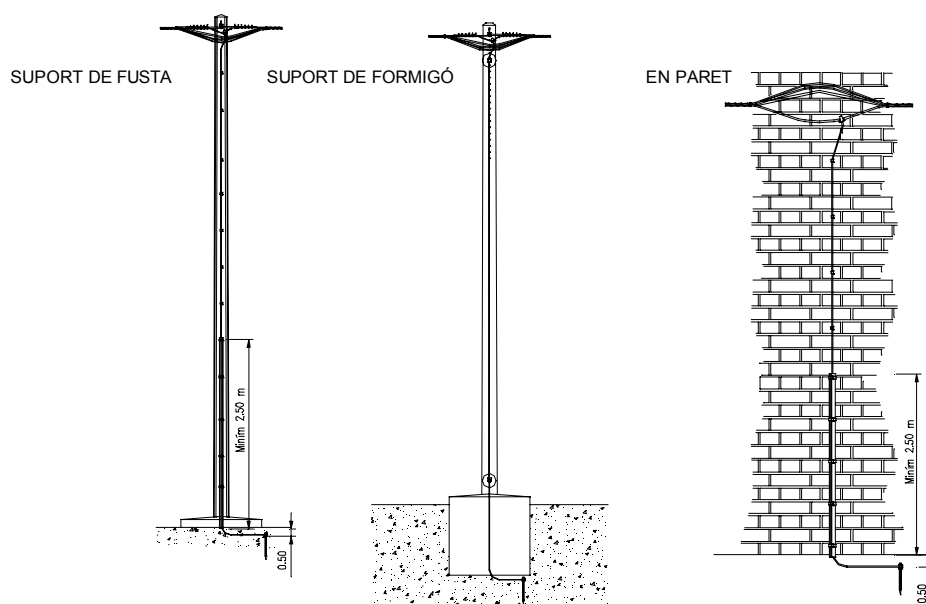


Figura 1. Posada a terra del neutre

10 CÀLCUL ELÈCTRIC

En l'actualitat existeixen diversos programes informàtics comercials que s'utilitzen per al càlcul de xarxes elèctriques, els quals es podran utilitzar en el seu disseny, sempre que s'hagi contrastat la seva validesa i sancionat amb la pràctica.

Per al càlcul del conductor i de les seccions que els mateixos configuren una xarxa aèria en baixa tensió, es tindran en compte els criteris més desfavorables dels que s'indiquen a continuació.

10.1 Resistència i reactància del conductor

La resistència R del conductor, en Ω/km , varia amb la temperatura T de funcionament de la línia. A efectes de càlcul s'adoptarà el valor corresponent a 50°C . A la taula 3 s'indiquen la resistència dels conductors de fase i del neutre portant.

Taula 3. Resistència dels conductors

Secció del conductor (mm ²)	Resistència a 20° C (Ω/km)	Resistència a 50° C (Ω/km)
50 Al	0,64	0,72
95 Al	0,32	0,36
150 Al	0,21	0,24
54,6 alm	0,63	0,70
80 alm	0,43	0,48

La reactància X del conductor, en Ω/km, varia amb el diàmetre i la separació entre els conductors.

En el cas de conductors aïllats trenats en feix, la reactància és sensiblement constant. S'adopta el valor $X = 0,1$ Ω/km, que pot aplicar-se als càlculs sense error apreciable.

10.2 Càlcul de la secció d'una línia

Es poden utilitzar dos criteris per al càlcul, un funció de el corrent admissible i l'altre funció de la potència a subministrar. El primer criteri s'utilitzarà per a càrregues elèctriques elevades situades en punts propers al CT, i el segon per a subministraments de petites potències disseminades.

A efectes de càlcul segons s'indica a l'apartat 5.2, el valor màxim de caiguda de tensió a considerar serà del 7 %.

10.2.1 Càlcul en funció del corrent màxim admissible

La secció dels conductors es calcularà de manera que el corrent de funcionament a règim permanent no superi el 80 % del màxim admissible, en condicions normals d'instal·lació, tal com s'indica a la ITC-BT 006 apartat 4. Quan les condicions siguin unes altres, s'aplicaran els factors de correcció indicats a la referida ITC.

La caiguda de tensió originada pel pas del corrent en règim permanent, en condicions normals, no superarà el valor indicat a l'apartat 5.2.

La temperatura del conductor en condicions normals de funcionament no serà superior a 50° C.

En cas de sobrecàrrega, la temperatura màxima del conductor de línia, no superarà els 90° C.

En cas de curtcircuit, la temperatura del conductor de línia, no superarà els 250° C, per a un temps màxim de duració del defecte de 5 segons.

10.2.2 Càlcul en funció de la potència a subministrar

Per a dimensionar una línia en funció de la potència a subministrar, es considerarà l'efecte que té la connexió d'una càrrega, situada a una distància determinada de l'origen de la línia, a la caiguda de tensió:

A tall d'exemple, s'indica un dels mètodes utilitzats amb aquest fi: el de moments elèctrics.

Moment elèctric d'una càrrega

Es denomina moment elèctric d'una càrrega trifàsica equilibrada, P , situada a una distància L del origen, al producte

$$M = P \cdot L \quad (1)$$

S'expressa en kW·km.

Moment elèctric específic M_1 d'una línia

És el moment elèctric que, per a una línia determinada, origina una caiguda de tensió relativa, e/U , de l'1 %.

A la taula 4 s'indiquen els valors dels moments elèctrics específics (per a $U_n=400$ V.) M_1 , per als diferents tipus de cables de la xarxa:

Taula 4. Moments elèctrics específics

Secció de conductor Al	$\cos \varphi = 1$	$\cos \varphi = 0,9$	$\cos \varphi = 0,8$
	50 ° C	50 ° C	50 ° C
50 mm ²	2,23	2,08	2,02
95 mm ²	4,45	3,92	3,69
150 mm ²	6,92	5,73	5,23

La caiguda de tensió relativa d'una càrrega de moment elèctric M alimentada per una línia de moment elèctric específic M_1 , és:

$$e = \frac{M}{M_1} \quad (2)$$

Per obtenir la caiguda de tensió, partint de la secció del conductor, la distància del subministrament, la potència subministrada, la tensió entre fases i el $\cos \varphi$ de la instal·lació, es procedirà a calcular el moment de la càrrega a través de la fórmula (1), i s'aplicarà després la fórmula (2) per obtenir el valor de la caiguda de tensió relativa, la qual no podrà excedir de la màxima permesa.

11 CÀLCUL MECÀNIC DELS CONDUCTORS

Els criteris de càlcul mecànic dels conductors s'establiran segons el que especifica la ITC-BT 06 apartat 2 del *Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió*.

Les tensions i fletxes amb què cal que sigui estès el conductor, depenen de la longitud de l'obertura i de la temperatura del conductor en el moment de l'estesa, de manera que en variar aquesta, la tensió del conductor en les condicions més desfavorables no sobrepassi els límits establerts.

S'adoptarà un coeficient de seguretat no inferior a 2,5.

A la ITC-BT 06 apartat 2 del *Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió* s'estableixen les accions a considerar en el càlcul mecànic dels elements que constitueixen les línies aèries tibades sobre suports, així com les càrregues i sobrecàrregues que els són aplicables segons la zona en què es trobin:

Zona A. Altitud inferior a 500 m.

- a) Acció del seu propi pes i sobrecàrrega de vent de 50 daN/m^2 i 90 daN/m^2 , a la temperatura de 15°C .
- b) Acció del seu propi pes i sobrecàrrega de vent de $50/3 \text{ daN/m}^2$ i $90/3 \text{ daN/m}^2$, a la temperatura de 0°C .

Zona B. Altitud compresa entre 500 i 1000 m.

Acció del seu propi pes i sobrecàrrega de gel de $180 \cdot \sqrt{d}$ gr/m lineal, essent d el diàmetre del feix, a la temperatura de 0°C .

Zona C. Altitud superior a 1000 m.

Acció del seu propi pes i sobrecàrrega de $360 \cdot \sqrt{d}$ gr/m lineal, a la temperatura de 0°C .

La fletxa màxima dels conductors a les zones B i C es determinarà tenint en compte les hipòtesis següents:

- a) Acció del seu propi pes, a la temperatura de 50°C .
- b) Acció del seu propi pes i de la sobrecàrrega de gel corresponent a la zona, a la temperatura de 0°C .

En el càlcul, la tensió mecànica màxima del cable no serà major de 500 daN per als cables amb neutre fiador d'almelec de $54,6 \text{ mm}^2$, i també de 500 daN per al de 80 mm^2 d'almelec (tensions mecàniques màximes recomanades $315 - 500$ i 630 daN).

11.1 Càlcul de les taules de tensions i fletxes

Les tensions i fletxes de l'estesa es calcularan aplicant a l'equació de canvi de condicions els valors corresponents de les diverses hipòtesis de càlcul, tenint en compte les característiques del cable, les sobrecàrregues, l'obertura considerat i la temperatura del conductor.

12 LÍNIES TIBADES SOBRE SUPORTS

A continuació s'indiquen, d'acord amb la ITC-BT 06 apartats 2 i 3, els criteris a seguir per al càlcul mecànic.

12.1 Càlcul mecànic dels suports

Es consideraran les diferents hipòtesis de càlcul reglamentàries, per a les diverses funcions dels suports. En la taula 5 es resumeixen les càrregues a considerar.

Taula 5. Càrregues a considerar

Funció del suport	Zona A		Zona B i C	
	Hipòtesi de vent a la temperatura de 15° C	Hipòtesi de temperatura a 0°C amb 1/3 part de vent	Hipòtesi de vent a la temperatura de 15° C	Hipòtesi de gel segons zona i temperatura de 0° C
Alineació	Càrregues permanents	Càrregues permanents Diferència de tirs	Càrregues permanents	Càrregues permanents Diferència de tirs
Angle	Càrregues permanents, resultat de l'angle			
Estrellament	Càrregues permanents 2/3 resultants	Càrregues permanents resultants	Càrregues permanents 2/3 resultants	Càrregues permanents resultants
Fi de línia	Carregues permanents, tir de conductores			

La resistència mecànica d'un suport ve determinada pel seu *esforç útil*, o esforç que es capaç de suportar en direcció normal al seu eix, aplicat en el punt d'instal·lació de l'amarrada, amb els coeficients de seguretat reglamentaris i deduïda la sobrecàrrega deguda a la pressió del vent sobre el mateix suport.

12.1.1 Suports d'alineació

En condicions normals d'instal·lació, les càrregues permanents i el desequilibri de traccions tenen molt poca influència, per aquesta raó es considerarà únicament una sobrecàrrega de 50 daN/m² deguda a la pressió del vent sobre el feix.

12.1.2 Suports d'angle

Es considerarà la més desfavorable de les hipòtesis reglamentàries i una sobrecàrrega del vent de 50 daN/m² o 90 daN/m² aplicada a la semisuma d'obertures contigües.

$$F = 2t \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2} + V \cos^2 \frac{\alpha}{2} \quad (3)$$

on:

- F esforç aplicat al suport, en daN
- t tensió màxima aplicada, en daN, dels conductors a la hipòtesi considerada
- V esforç del vent, en daN, sobre els conductors de les semiobertures considerats
- α angle de desviació de la línia

L'angle màxim de desviació α , i el límit d'utilització d'un suport d'esforç útil F , es determinaran per a cada valor de la semisuma de les obertures contigües per la fórmula:

$$\operatorname{sen} \frac{\alpha}{2} = \frac{t \pm \sqrt{t^2 - V(F - V)}}{V} \quad (4)$$

12.1.3 Suports fi de línia

L'esforç útil mínim que han de suportar els suports de fi de línia es determinarà en funció del tibament màxim escollit, en les hipòtesis considerades.

12.1.4 Suports en estrellament

Per a determinar l'esforç útil mínim dels suports en estrellament, es parteix dels valors dels tibaments t_1 , t_2 i t_3 , en funció del tipus de conductor i la longitud de l'obertura. S'obté la resultant de les traccions F_t , a la qual haurà d'afegir-se en valor absolut l'esforç del vent de 50 daN/m^2 o 90 daN/m^2 , aplicat a la projecció de les tres semiobertures sobre una normal a la resultant de les traccions F_t .

S'obtindrà l'esforç, $F_v = |1' - 2' + 3'|$, que sumat a l'esforç F_t donarà l'esforç total.

En general, es recomana adoptar el càlcul gràfic per la seva senzillesa.

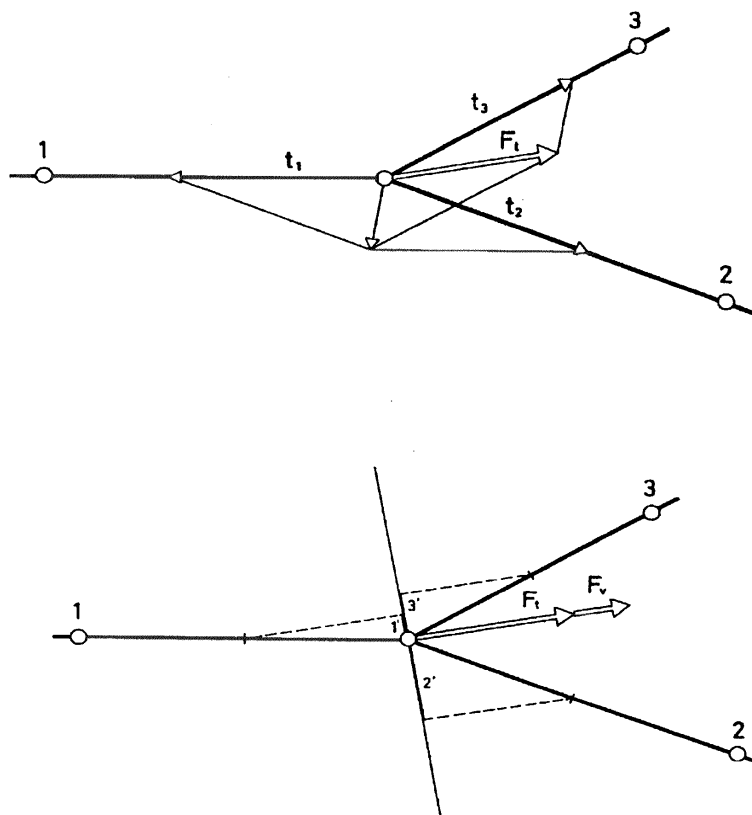


Figura 2. Càlcul gràfic d'esforços sobre suports en estrellament

12.2 Encastaments i cimentacions.

12.2.1 Suports de fusta

Per al càlcul de la profunditat d'encastament h (m), dels suports de fusta, en funció de la seva alçada total H (m), s'aplicaran els següents criteris:

- ◆ A terreny normal, els suports s'empotraran a una profunditat, $h = \frac{H}{10} + 0,50$.
- ◆ A terreny rocós s'admetrà una profunditat, $h = \frac{H}{10}$.

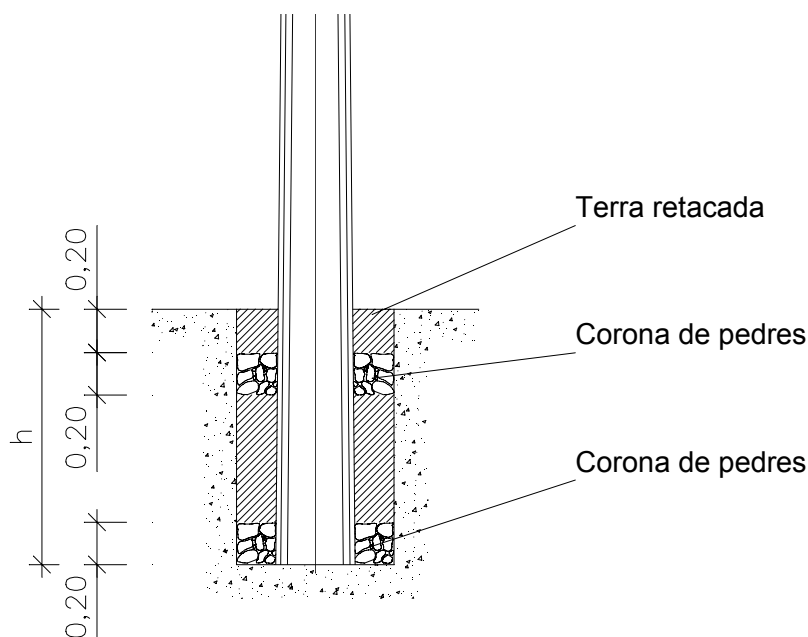


Figura 3. Encastrament de suports de fusta

12.2.2 Suports de formigó, de gelosia i de xapa plegada

El càlcul de la cimentaria dels suports de formigó, gelosia i xapa plegada, es realitzarà aplicant la fórmula de Schulzberger, d'acord amb els següents criteris:

- ◆ S'adoptarà un coeficient de seguretat de bolcada major o igual a 1,5.

$$\frac{M_R}{M_V} \geq 1,5 \quad (5)$$

- ◆ La tangent de l'angle de gir de la cimentaria no serà superior a 0,01.
- ◆ El coeficient de compressibilitat del terreny, s'expressarà en (daN/m · m²).

12.3 Condicions generals pels encreuaments, proximitats i paral·lelismes

Les línies aèries trenades de BT tibades, hauran de complir les condicions senyalades en l'apartat 3 de la ITC-BT 06, per a encreuaments, paral·lelismes i proximitats corresponents a aquest tipus de línies, així com les disposicions legals que poguessin imposar altres organismes competents quan les seves instal·lacions siguin afectades per línies aèries trenades de BT.

12.4 Criteris de construcció

12.4.1 Traçat

Es procurarà que el traçat de les línies trenades tibades sobre suports passi pel mig dels vessants de les muntanyes i per la proximitat de camins perquè el seu impacte mediambiental sobre l'entorn sigui mínim i s'eviti el seu contrast amb el cel.

12.4.2 Estesa

Per a l'estesa i tibat dels conductors s'utilitzaran politges de fusta o d'aleació d'alumini en les quals l'amplada i profunditat de gorja tinguin una dimensió mínima igual a un cop i mig la del major diàmetre del feix a estendre. En l'estesa es prendran les precaucions necessàries per a evitar que els conductors resultin retorçats.

Per l'extrem del feix a estendre s'exercirà la suficient tracció fins aconseguir el tibament necessari per a ajustar les fletxes d'instal·lació als valors calculats per a les condicions en les quals s'efectua l'estesa. Un cop tibat, el neutre portant es col·locarà sobre els suports.

Les línies aèries trenades, tibades sobre suports, es fixaran a aquests mitjançant elements de suspensió o d'amarrada. La fixació s'efectuarà a través del neutre fiador.

L'aplicació dels elements de fixació serà la següent:

◆ Suspensió

- ◆ La suspensió s'utilitzarà en suports d'alineació o desviacions inferiors a 15°. S'evitarà instal·lar més de tres suports consecutius en aquesta posició.

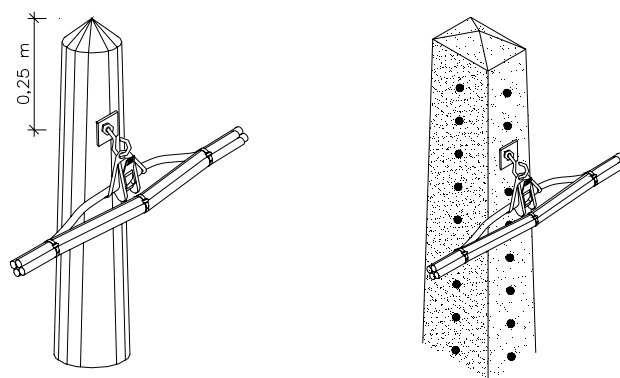
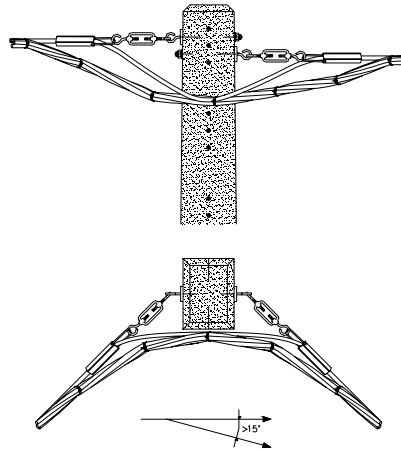
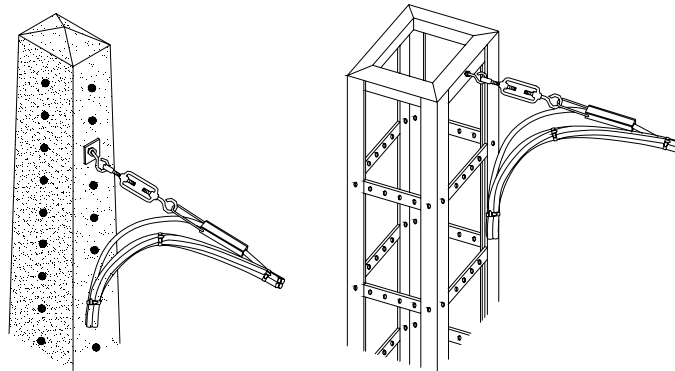


Figura 4. Amarrada de suspensió

◆ Amarrada en angle

- ◆ L'amarrada en angle s'utilitzarà quan els angles de desviació siguin superiors a 15° , quan hi hagin desnivells pronunciats, o quan estigui previst realitzar la connexió de derivacions o connexions de servei. També poden usar-se en els punts d'origen i final de línia.

**Figura 5. Amarrada en angle****◆ Amarrada final de línia****Figura 6. Amarrada de final de línia****12.4.3 Derivacions i connexions**

Les derivacions de la xarxa trenada tibada sobre suports es faran mitjançant les peces de connexió indicades en l'apartat corresponent.

La connexió d'una derivació o d'una connexió de servei es realitzarà en punts de la línia no sotmesos a tensió mecànica (en el pont flux de les amarrades de la línia).

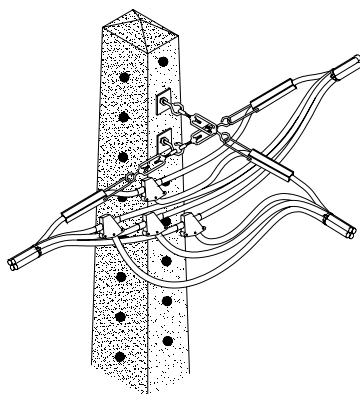


Figura 7. Connexió de derivacions o connexions de servei

12.4.4 Unions

Quan calgui efectuar unions per a la continuació de l'estesa dels cables, els maniguets que s'utilitzaran seran els indicats en l'apartat referent a peces de connexió.

Les unions no hauran de quedar sotmeses a tracció, per la qual cosa s'hauran d'efectuar en els punts fluxos.

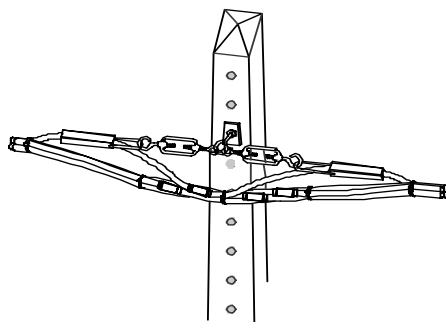


Figura 8. Situació de les unions

12.4.5 Encreuaments

En el cas d'encreuament, el feix de conductors es fixarà, en ambdós extrems, amb una pinça d'amarrada i, en cas de necessitat, amb el tensor corresponent.

12.4.6 Conversions de línia aèria a línia subterrània

Quan sigui necessari efectuar una conversió a línia subterrània des de la xarxa trenada de BT tibada en suports, es realitzarà de la manera que s'exposa a continuació:

- ◆ Els cables a utilitzar per realitzar el tram subterrani seran del tipus tipus RZ1 (fins a la implantació definitiva d'aquest conductor es podrà emprar cables RV).
- ◆ El tram de baixada d'aquests cables pel suport o per la façana es protegirà amb tub de les característiques dels indicats en l'apartat 1.2.1 de la ITC-BT 11, fins a una alçada de 2,5 m.

Quan per condicions específiques de la ubicació de la instal·lació (condicions climàtiques, previsió d'accions vandàliques, etc.) es podrà reforçar amb la col·locació suplementària d'un tub d'acer galvanitzat.

- ◆ L'extrem del tub que quedi a l'aire lliure se segellarà mitjançant un caputxó de protecció per evitar l'entrada d'aigua.
- ◆ Al punt d'inici (derivació) de la conversió, el qual estarà pròxim al punt d'amarrada de la xarxa trenada, s'uniran els cables RZ1 o RV amb els RZ de la xarxa trenada mitjançant maniguets d'unió, amb encast mitjançant punxonat profund. L'encast a la part del neutre dels cables RZ serà per compressió hexagonal.
- ◆ Les unions es recobriran amb maniguets aïllants contràctils.
- ◆ Al tram subterrani dels cables RV i RZ1 se li donarà el mateix tractament que a una xarxa de BT subterrània habitual.

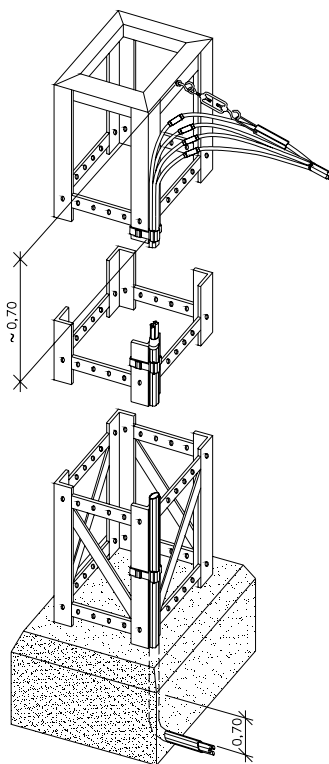


Figura 9. Situació de les unions entre cable RZ i cable RV

13 LÍNIES AÈRIES POSADES SOBRE FAÇANA

Les línies aèries trenades de baixa tensió posades sobre façana s'estructuraran, des del CT, CTR o PT d'origen, en forma radial.

En el traçat de les línies s'hauran de complir totes les reglamentacions i normatives en relació amb distàncies a edificacions, vies de comunicació i altres serveis, tant en encreuaments com en paral·lelismes. (ITC-BT 06 apartat 3)

Es procurarà reduir al màxim l'impacte visual de les xarxes posades sobre façana. Es dissimularan sota cornises, voladissos o altres elements constructius existents o dissenyats expressament amb aquest fi pels promotors d'edificis. En qualsevol cas hauran de estar a una alçada mínima a terra de 2,5 metres i màxima de 6 metres i ser fàcilment accessibles per poder realitzar el corresponent manteniment.

13.1 Condicions generals per a encreuaments, proximitats i paral·lelismes

Les línies aèries trenades de BT posades sobre façana, hauran d'acomplir, en els encreuaments, proximitats i paral·lelismes les condicions senyalades en l'apartat 3 de la ITC-BT 06 per a aquest tipus de línies, així com les disposicions legals que poguessin imposar altres organismes competents quan les seves instal·lacions fossin afectades per les esmentades línies.

13.2 Criteris de construcció

13.2.1 Estesa

La xarxa posada sobre façana no estarà sotmesa a cap esforç mecànic, excepte al seu propi pes, i es fixarà a la paret mitjançant accessoris adequats amb el fi d'aconseguir un traçat com més rectilini possible. Entre el feix i la façana es deixarà una separació d'uns 2 cm per evitar dipòsits de pols, i facilitar l'execució de derivacions i els treballs de manteniment.

En encreuaments de carrers o espais oberts, la xarxa estarà sotmesa, apart del seu propi pes, als esforços mecànics dels conductors.

Per a la substitució de la xarxa convencional sobre cadiretes per xarxa trenada, s'haurà de retirar la cadireta deixant només un tros de 0,10 a 0,15 m d'una de les seves potes d'ancoratge per poder amarrar la pinça de subjecció del neutre fiador en casos d'encreuament.

La xarxa trenada es fixarà a la paret mitjançant suports amb abraçadores, espaiats 0,80 m per a cables de seccions 150 i 95 mm² i 0,70 m per als de secció de 50 mm².

El traçat del feix serà horitzontal evitant fletxes i resalts importants.

Els canvis de direcció del traçat es faran verticalment, en el límit de l'immoble, aprofitant sortints intermedis.

El pas de cantonades, canonades, canalitzacions o obstacles es realitzarà conformant el feix i fixant-lo als suports que estaran disposats a una distància mínima de 0,25 m de la vorada, sortint o sostrada.

Per ultrapassar les canonades es passarà el feix per la part exterior de la mateixa mitjançant una separació progressiva de la façana iniciada uns 0,40 m abans de l'obstacle.

13.2.2 Derivacions i connexions

Les derivacions des de la xarxa posada sobre façana podran efectuar-se mitjançant:

- ◆ Caixes de derivació amb fusibles
- ◆ Connectors apropiats

Les característiques tant de les caixes de derivació amb fusibles com dels connectors a emprar es descriuen a l'apartat de Peces de connexió i de Caixes de derivació amb fusibles.

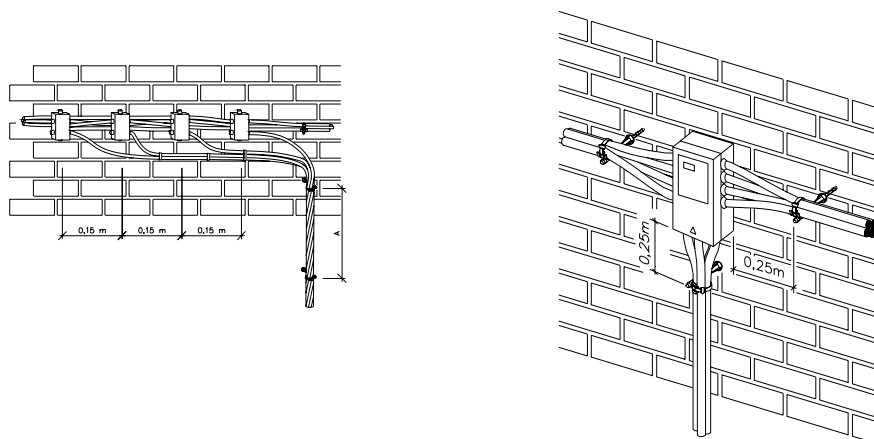


Figura 10. Derivacions

13.2.3 Unions

Quan sigui necessari efectuar unions per a la continuació de l'estesa dels cables, s'utilitzaran maniguets d'unió. Les característiques de les peces d'unió que s'utilitzaran es descriuen a l'apartat referent a peces de connexió.

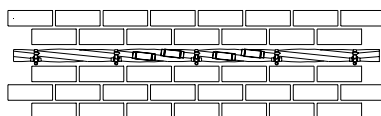


Figura 11. Unions

13.2.4 Encreuaments

En cas d'encreuament, el feix de conductors es fixarà, en ambdós extrems, mitjançant pines d'amarrada o retenció preformada helicoidal, ganxo espiral i, en cas de necessitat, el tensor corresponent.

El tibament que s'aplicarà als conductors no serà superior a 315 daN.

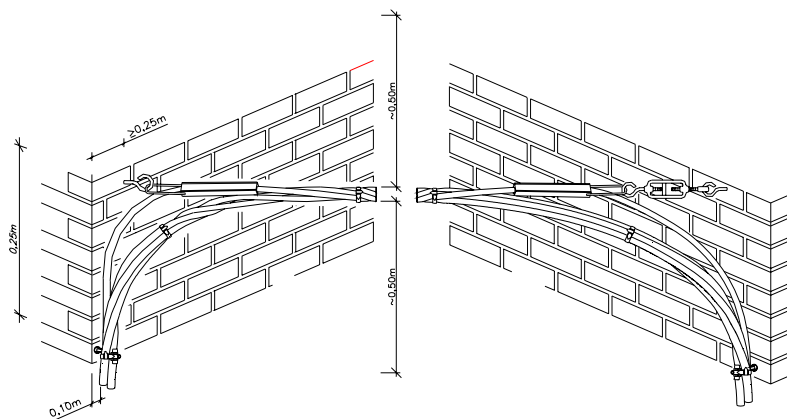


Figura 12. Encreuaments

13.2.5 Conversions de línia aèria a línia subterrània

Quan sigui necessari efectuar un encreuament subterrani des de la xarxa trenada BT posada a la façana, es realitzarà de la manera que s'indica a continuació:

- ◆ Els cables a utilitzar per realitzar el tram subterrani seran del tipus tipus RZ1 (fins a la implantació definitiva d'aquest conductor es podrà emprar cables RV).
- ◆ El tram de baixada d'aquests cables per la façana es protegirà amb tub de les característiques dels indicats en l'apartat 1.2.1 de la ITC-BT 11, fins a una alçada de 2,5 m. Quan per condicions específiques de la ubicació de la instal·lació (condicions climàtiques, previsió d'accions vandàliques, etc.) es podrà reforçar amb la col·locació suplementària d'un tub d'acer galvanitzat.
- ◆ L'extrem del tub que quedi a l'aire lliure se segellarà mitjançant un caputxó de protecció per evitar l'entrada d'aigua.
- ◆ Als punts d'inici de la conversió s'uniran els cables RV i RZ1 amb els RZ de la xarxa trenada mitjançant maniguets d'unió. L'encast serà mitjançant punxonat profund pels conductors de fase i mitjançant compressió hexagonal pel conductor neutre del cable RZ.
- ◆ Les unions es recobriran amb maniguets aïllants contràctils.
- ◆ Al tram subterrani dels cables RV i RZ1 se li donarà el mateix tractament que a una xarxa de BT subterrània habitual.

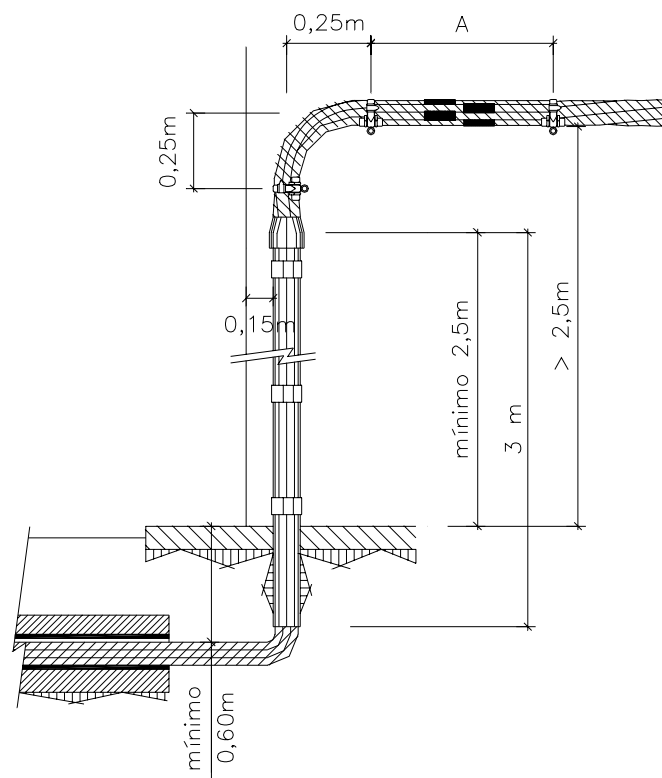


Figura 13. Conversió de línia aèria a subterrània

14 NORMES DE REFERÈNCIA

CEI 1238-1	Connectors puntxonats i a serratge mecànic per a cables d'energia amb ànimes de coure o d'alumini.
UNE-EN 50102	Graus de protecció proporcionats pels envoltants de materials elèctrics contra impactes mecànics externs (Codi IK).
UNE 20324	Classificació dels graus de protecció proporcionats pels envoltants.
UNE 21021	Peces de connexió per a línies elèctriques fins a 72,5 kV.
UNE 21030	Conductors d'alumini aïllats, cablejats en feix, per a línies aèries de 0,6/1 kV de tensió nominal.
UNE 21080	Pals de formigó armat no pretibat. Fabricació i assaigs.
UNE 21305	Classificació dels materials destinats a l'aïllament de màquines i aparells elèctrics en funció de la seva estabilitat tèrmica en servei.
UNE 53315/1	Plàstics. Mètodes d'assaig per a determinar la inflamabilitat dels materials aïllants elèctrics sòlids en exposar-los a una font d'encesa.
AMYS 1.4-10	Plaques de senyalització de seguretat relacionades amb l'electricitat. Tipus normalitzats i utilització.
GE AND001	Suports de perfils metàl·lics per a línies elèctriques fins a 30 kV.
GE AND002	Suports de formigó vibrats.
GE AND003	Suports de fusta per a línies aèries fins a 36 kV.
GE AND004	Suports de xapa plegada per a línies aèries fins a 36 kV.
GE BNL001	Conductors de Al aïllats cablejats en feix per línies aèries 0,6/1 kV.
GE BNL002	Elements d'amarrament per conductors de Al aïllats cablejats en feix per línies aèries baixa tensió.
GE BNL004	Suports, daus i abraçaderes per cables RZ.
GE FGC001	Sistema de proteccions en CT, PT i xarxa BT.
GE NNL010	CGP fins a 630 A.