



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

**NORMA TÈCNICA PARTICULAR
LÍNIES AÈRIES DE MITJANA TENSIÓ
(NTP-LAMT)**

OCTUBRE DEL 2006

ÍNDEX

| | | |
|----------|--|-----------|
| 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 LA XARXA AÈRIA DE MITJANA TENSÍO | 5 |
| 5.3 | ELEMENTS DE LES LÍNIES AÈRIES DE MT | 8 |
| 5.4 | APARELLATGE | 17 |
| 5.5 | PROTECCIONS..... | 20 |
| 5.6 | POSADA A TERRA | 21 |
| 6 | CÀLCUL ELÈCTRIC | 22 |
| 6.1 | RÈGIM MÀXIM DE CÀRREGA | 23 |
| 6.2 | CAIGUDA DE TENSÍO DE LA LÍNIA | 23 |
| 6.3 | DISTÀNCIES DE SEGURETAT | 24 |
| 7 | CÀLCUL MECÀNIC | 24 |
| 7.1 | CÀLCUL MECÀNIC DE CONDUCTORS | 24 |
| 7.2 | CÀLCUL MECÀNIC DELS SUPORTS..... | 26 |
| 7.3 | ENCASTAMENTS I CIMENTACIONS | 28 |
| 7.4 | PRESCRIPCIONS ESPECIALS, ENCREUAMENTS, PROXIMITATS I PARAL·LELISMES..... | 28 |
| 7.5 | CRITERIS DE CONSTRUCCIÓ | 29 |
| 7.6 | SUPORTS AMB APARELLATGE..... | 31 |
| 7.7 | SENYALITZACIÓ | 32 |
| 8 | NORMES DE REFERÈNCIA | 33 |

1 OBJECTE

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

2 ABAST

Els criteris de disseny descrits en la present NTP, seran d'aplicació a les Línies Aèries de Mitjana Tensió, construïdes amb conductors no aïllats i instal·lades sobre suports.

3 REGLAMENTACIÓ

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

- ◆ 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).
- ◆ Reglament de línies elèctriques aèries d'alta tensió (RLAT) (Decret 3151/68 de 28 de novembre, BOE 27.12.69 i rectificacions en BOE 8.3.69).
- ◆ 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).
- ◆ Decret 328/92 (DOGC) Pla d'espais d'interès natural.
- ◆ Decret 351/87 (DOGC 932 de 28.12.1987) pel qual es determinen els procediments administratius aplicables a les instal·lacions elèctriques.
- ◆ Llei 54/97 de 27.11.97 del Sector elèctric (BOE núm. 285 de 28.11.97).
- ◆ 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, defineixin característiques dels elements integrants de les instal·lacions.
- ◆ Normes europees (EN)
- ◆ Estàndards d'Enginyeria 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, segons la prioritat indicada.

5 CRITERIS GENERALS DE DISSENY

5.1 Generalitats

Les línies aèries de mitjana tensió, s'estructuraran a partir de la subestació, on s'instal·laran l'interruptor automàtic i la protecció de la línia.

Les línies objecte de la present NTP, seran aptes per a una tensió de servei de 25 kV.

Les línies, a efectes reglamentaris, es consideraran de tercera categoria.

Les línies principals i derivacions seran de secció uniforme, adequada a les característiques i els criteris exposats en l'apartat corresponent.

En general, les línies es dissenyaran d'un sol circuit, però si per condicions d'explotació, traçat o impacte ambiental és necessari, podran ser de doble circuit.

En el traçat de les línies s'hauran de complir totes les reglamentacions i normatives relatives a distàncies a edificacions, vies de comunicació i altres serveis, tant en encreuaments com en paral·lelismes, així com els requeriments mecànics i elèctrics que s'hi estableixen.

Així mateix, quan ja sigui per imperatiu legal, com per petició de qualsevol Administració o Organisme, calgui fer un Estudi d'Impacte mediambiental o paisatgístic, s'elaborarà el corresponent informe segons els procediments mediambientals de FECSA ENDESA.

En el traçat de les línies aèries de MT s'intentarà reduir al màxim l'impacte mediambiental de les línies sobre l'entorn. Es procurarà que el traçat de les línies discorri per llocs on passin com més desapercebudes possible. Així, en zones muntanyoses se situaran pels vessants, de manera que des dels llocs habituals on passa el trànsit, quedin projectades sobre horitzons opacs.

La tecnologia dels suports a utilitzar serà definida per l'empresa de distribució, en funció de la línia i la seva integració a l'entorn.

S'evitarà que passin per zones d'espais protegits. Si això no fos possible, s'adoptaran les mesures adequades per protegir l'avifauna específica.

5.2 Criteris de disseny de la xarxa aèria de Mitjana Tensió

5.2.1 Característiques elèctriques

- ◆ El valor de la tensió nominal de la xarxa aèria de MT serà 25 kV, independentment de la tensió d'exploració.
- ◆ La freqüència de la xarxa serà 50 Hz.
- ◆ La tensió més elevada del material serà 36 kV.
- ◆ Els nivells d'aïllament seran:
 - ◆ Aïllament normal, 70/170 kV
 - ◆ Aïllament reforçat, 95/250 kV
- ◆ El corrent homopolar estarà comprès entre 500 i 1000 A (a concretar en cada cas).
- ◆ La caiguda de tensió no superarà el 7 %, en règim de màxima càrrega.
- ◆ Les línies estaran protegides contra sobrecàrregues, curtcircuits i defectes a terra.
- ◆ Els conductors a utilitzar seran del tipus LA o LARL.
- ◆ La distància entre parts actives i massa en les condicions més desfavorables, no serà inferior a 0,32 m.
- ◆ La línia de fuga de l'aïllament es dimensionarà en funció del nivell de contaminació de la zona, segons la qualificació establerta en la norma CEI 60805, i s'adoptaran els següents valors:
 - ◆ Zones de nivell de contaminació normal 20 mm/kV
 - ◆ Zones de nivell de contaminació alta 40 mm/kV
 - ◆ Zones de nivell de contaminació molt alta 60 mm/kV
- ◆ No s'admetran unions en les obertures. Quan sigui necessari donar continuïtat a un cable, les unions s'efectuaran en els ponts fluïxos entre dues cadenes d'ancoratge.

5.2.2 Característiques mecàniques

En general, les accions que es consideraran en el disseny i càlcul dels elements de les línies aèries de MT sotmesos a sol·licitacions mecàniques, seran les indicades en el capítol IV del RLAT.

Malgrat això, atès que la tendència general de FECSA ENDESA és instal·lar xarxes subterrànies sempre que es pugui, els territoris de desenvolupament de la xarxa aèria té unes particularitats molt específiques i per tant, en aplicació del que descriu el article 14 del RLAT, es consideren com a previsible les condicions més desfavorables següents:

Zones de risc de vents molt forts, amb velocitat del vent previsible de 180 km/h. (50 m/seg).

En la resta del territori de Catalunya, risc de vents forts amb velocitat previsible de 160 km/h. (44,4 m/seg).

Es consideraran les hipòtesis de càlcul següents:

Conductors:

Els conductors seran capaços de suportar la tensió mecànica que es produeixi en les condicions més desfavorables a les quals pugui quedar sotmesa la línia, amb un coeficient de seguretat igual o superior a 3.

La tensió mecànica de treball dels conductors a 15° C, sense cap sobrecàrrega (tensió de cada dia, límit estàtic dinàmic, EDS) no serà més gran del 15 % de la càrrega de ruptura del conductor.

En zones afectades per vents forts i molt forts, s'haurà d'utilitzar en els càlculs la hipòtesi addicional de sobrecàrregues excepcionals de vent, d'acord amb l'article 27, apartat 1, del RLAT.

Suports:

S'aplicaran les hipòtesis de càlcul descrites en el capítol VI, article 30, apartat tercer, del RLAT:

- ◆ En els suports d'alineació i d'angle, no es tindrà en compte la quarta hipòtesi, sempre que es compleixin les següents condicions simultàniament:
 - ◆ La càrrega de ruptura dels conductors sigui inferior a 6468 daN.
 - ◆ Els conductors tinguin un coeficient de seguretat igual o superior a 3.
 - ◆ S'instal·lin suports d'ancoratge cada 3 km, com a mínim.
- ◆ Els coeficients de seguretat dels suports en cap cas seran inferiors als indicats en el capítol VI, article 30, apartat quart del RLAT, en les condicions d'hipòtesis normals i anormals.
- ◆ Els suports que s'instal·lin a les línies disposaran d'un assaig de tipus, en què es verifiqui la resistència mecànica mitjançant un assaig en veritable magnitud.
- ◆ Als fonaments, el coeficient de seguretat al volc no serà inferior a 1,5 en hipòtesis normals i de 1,2 en anormals. La tangent de l'angle de gir de la cimentació serà superior a 0,01.

L'altura de disseny dels suports, es determinarà tenint en compte que la distància de seguretat al terreny dels conductors, en les condicions més desfavorables de sobrecàrrega o temperatura, en cap cas sigui inferior a la indicada en l'apartat corresponent d'aquesta NTP.

5.2.3 Estructura de la xarxa

Els principals criteris que s'aplicaran en el disseny de les línies, seran els següents:

- ◆ L'estructura de l' explotació de les línies aèries de MT serà radial ramificada amb enllaços amb altres línies adjacents per poder lliurar una qualitat de servei adient, i que aportarà o rebrà socors en cas d'avaria.
- ◆ Es defineixen les següents zones i reserves:
 - ◆ Zones semiurbanes
 - ◆ Zones rurals concentrades
 - ◆ Zones rurals disperses

| Zona | ZONA SEMIURBANA | ZONA RURAL CONCENTRADA | ZONA RURAL DISPERSA |
|--|-----------------|------------------------|---------------------|
| Tipus de xarxa Majoritària | Subterrània | Aèria | Aèria |
| Tipus de xarxa Minoritària | Aèria | Subterrània | --- |
| % Alimentació de socors (amb avaria de la línia) | 50 | 25 | 25 |
| % Saturació màxima (explotació normal) | 75 | 100 | 100 |
| % Saturació màxima (explotació de socors) | 100 | 110 | 110 |

- ◆ Tecnològicament, les xarxes aèries incorporaran els sistemes establerts per FECSA ENDESA per tal de minimitzar el nombre i la durada dels incidents, i garantir la qualitat de subministrament adequat, com:
 - ◆ Aïllament de tipus polimèric en les línies aèries.
 - ◆ Autovàlvules de OZn.
 - ◆ Aparells de maniobra encapsulats en atmosfera de SF₆.
 - ◆ Detectores de pas de defecte.
 - ◆ Motorització i telecomanament dels aparells de maniobra.
 - ◆ Automatismes d'operació de la xarxa (Apertura i reconexió).

- ◆ **Línies Principals:**

Els conductors de les línies principals seran de secció uniforme. S'usaran els tipus LA-180 o LA-110, de càrregues màximes 400 A i 315 A, respectivament (criteri d'escalfament perquè la temperatura en el conductor no superi els 50° C).

L'empresa distribuïdora, en funció de les característiques pròpies de la línia i de les característiques d'explotació de la xarxa, triarà el sistema més adequat de protecció, automatització, telecontrol i seccionament, així com el tipus i model d'aparellatge que s'adapti al sistema d'explotació utilitzat a l'esmentada empresa.

- ◆ **Derivacions:**

Per a la resta de línies i derivacions en què la longitud i el traçat faci raonablement previsible un futur enllaç amb una altra línia, s'utilitzaran conductors de LA-110; en cas contrari, s'utilitzarà LA-56. Les càrregues màximes seran 315 A i 200 A respectivament..

Amb el fi de facilitar l'explotació, l'empresa distribuïdora determinarà el punt de subministrament o lloc on es connectarà la derivació a la línia principal.

En l'arrancada de les derivacions es podrà instal·lar un dispositiu de seccionament que l'aïlli de la línia principal. Es situarà en el primer suport de la derivació que sigui de fàcil accés.

Les derivacions estaran protegides des de la capçalera de la línia. Quan per criteris d'explotació hagi d'existir una protecció intermèdia, aquesta serà selectiva amb la de capçalera de la línia.

- ◆ Quan calgui passar d'instal·lació aèria a subterrània, s'instal·larà cable d'aïllament sec de 18/30 kV i de secció i característiques indicades a la *NTP de Línies Subterrànies de MT*.

- ◆ Per a la maniobra i protecció de les línies principals i derivacions s'utilitzaran bàsicament els següents elements, buscant optimitzar l'explotació i qualitat de servei:

- ◆ **Maniobra**

Segons la topologia de la línia s'instal·laran elements de maniobra en els següents llocs:

- ◆ En els punts de la xarxa frontera amb altres línies, des dels quals es pugui donar o aportar socors.
- ◆ Aproximadament, cada 5 km, al llarg de la línia principal.
- ◆ A l'origen de les derivacions principals.
- ◆ A l'origen de les derivacions secundàries.

- ◆ **Protecció**

Segons la topologia de la línia s'instal·laran proteccions:

- ◆ A l'inici de les derivacions connectades a línies que alimentin un mercat preferent (urbà, sensible, etc.), perquè les faltes succeïdes en les derivacions no afectin la qualitat de servei de la línia.

- ◆ Derivacions secundàries amb càrrega no superior a 20 A.
 - ◆ Derivacions principals amb longitud superior a 2 km, que alimentin agrupacions de PT's, o CTR's.
 - ◆ Derivacions secundàries amb longitud superior a 2 km, que alimentin agrupacions de PT's, o CTR's.
 - ◆ Derivacions que alimentin una agrupació de transformadors o a l'inici de derivacions que alimentin un sol PT o CTR.
- ◆ Quan la longitud de la derivació sigui menor o igual a 100 m, es considerarà com a part de la mateixa línia principal o derivació principal i, en conseqüència, no s'instal·larà ni seccionador ni protecció a l'inici.

5.3 Elements de les línies aèries de MT

5.3.1 Conductors

Els conductors que s'utilitzin per a la construcció de les LAMT estaran d'acord amb la Norma [GE AND010](#) i Norma UNE 50182.

S'empraran conductors d'alumini amb ànima d'acer, en zones considerades amb nivell de contaminació normal o alt.

Els conductors d'alumini amb ànima d'acer recobert d'alumini, són més adequats en zones considerades amb nivell de contaminació molt alt.

Taula 1. Conductors LA

| Tipus | Secció mm ² | | ≅ en Cu mm ² | Diàmetre mm | | Composició | | | | Càrrega de ruptura daN | R a 20°C Ω/km | Massa daN/km | Mòdul elàstic daN/mm ² | Coefic. dilatac. lineal °Cx10 ⁻⁶ |
|---------------------------|------------------------|-------|----------------------------------|----------------|-------|-------------------|---------|-------------|---------|---------------------------------|------------------------|-----------------|---|--|
| | | | | | | Fils d'alumini | | Fils d'acer | | | | | | |
| | Al | Total | | Acer | Total | Nº | Ø mm | Nº | Ø mm | | | | | |
| 47AL1/8-ST1A (LA 56) | 46,8 | 54,6 | 30 | 3,15 | 9,45 | 6 | 3,15 | 1 | 3,15 | 1640 | 0,6136 | 189,1 | 7900 | 19,1 |
| 94AL1/22-ST1A (LA 110) | 94,2 | 116,2 | 60 | 6,00 | 14,00 | 30 | 2,00 | 7 | 2,00 | 4310 | 0,3066 | 433,0 | 8000 | 17,8 |
| 147AL1/34-ST1A (LA180) | 147,3 | 181,6 | 93 | 7,50 | 17,50 | 30 | 2,50 | 7 | 2,50 | 6390 | 0,1962 | 676,0 | 8000 | 17,8 |

Taula 2. Conductors LARL

| Tipus | Secció mm ² | | ≅ en Cu mm ² | Diàmetre mm | | Composició | | | | Càrrega de ruptura daN | R a 20°C Ω/km | Massa daN/km | Mòdul elàstic daN/mm ² | Coefic. dilatac. lineal °Cx10 ⁻⁶ |
|--------------------------------|------------------------|-------|----------------------------------|----------------|-------|-------------------|---------|-------------|---------|---------------------------------|------------------------|-----------------|---|--|
| | | | | | | Fils d'alumini | | Fils d'acer | | | | | | |
| | Al | Total | | Acer | Total | Nº | Ø mm | Nº | Ø mm | | | | | |
| 47AL1/8-A20SA (LARL 56) | 46,8 | 54,6 | 30 | 3,15 | 9,45 | 6 | 3,15 | 1 | 3,15 | 1720 | 0,5808 | 179,1 | 7500 | 19,3 |
| 119-AL1/28-A20SA (LARL 145) | 116,9 | 148,1 | 78,5 | 9,45 | 15,75 | 15 | 3,15 | 4 | 3,15 | 5810 | 0,2262 | 528,7 | 8000 | 18,4 |

5.3.2 Peces de connexió

Les peces de connexió tindran un disseny i una naturalesa tal que evitin els efectes electrolítics. En zones d'alta i molt alta contaminació es cobriran amb cinta de protecció anticorrosiva estable a la intempèrie, per evitar la corrosió de les superfícies de contacte.

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

5.3.2.1 Terminals

Seran d'alumini, adequats per la connexió al cable per compressió hexagonal. La connexió del terminal a la instal·lació fixa s'efectuarà per cargols a pressió.

5.3.2.2 Peces de derivació

La connexió de conductors a les línies aèries de MT es realitzarà en zones on el conductor no estigui sotmès a sol·licitacions mecàniques. Així doncs, les connexions per donar continuïtat a la línia o per connectar una derivació es realitzaran en el bucle entre dues cadenes horitzontals (pont flux) d'un suport. En aquest cas, la peça de connexió, a més de no augmentar la resistència elèctrica del conductor, tindrà una resistència al lliscament d'almenys el 20 % de la càrrega de ruptura del conductor.

La continuïtat de la línia i la connexió de derivacions a la línia principal s'efectuarà mitjançant connectors de pressió constant, de ple contacte i tasconament cònic.

5.3.3 Aïlladors

Els aïlladors es dimensionaran en funció del nivell d'aïllament de la línia, de la línia de fuga requerida en funció del lloc per on discorri, i de la distància entre parts actives i massa.

Els aïlladors seran compostos (polimèrics a base de goma silicona), de característiques adequades.

Els elements d'acoblament entre els aïlladors i les ferramentes o les grapes seran:

- ◆ Acoblament Norma 16 (\varnothing tija mm): Càrrega de ruptura mínima 7000 daN

L'aïllament adquirirà la condició de reforçat quan les característiques dielèctriques que li corresponguin, en funció de la tensió més elevada del material de la línia, s'elevin a l'esglaó immediat superior de la tensió que li correspongui, i que s'indica en l'article 24 del RLAT..

Els aïlladors hauran de suportar:

- ◆ Les sol·licitacions mecàniques de la línia.
- ◆ Les sol·licitacions elèctriques.

Quan les sol·licitacions mecàniques ho requereixin o per raons de seguretat reglamentàries, podran acoblar-se dues cadenes d'aïllants mitjançant un jou.



Figura 1. Cadenes de suspensió

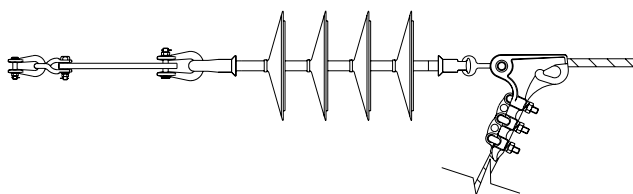


Figura 2. Cadenes d'ancoratge

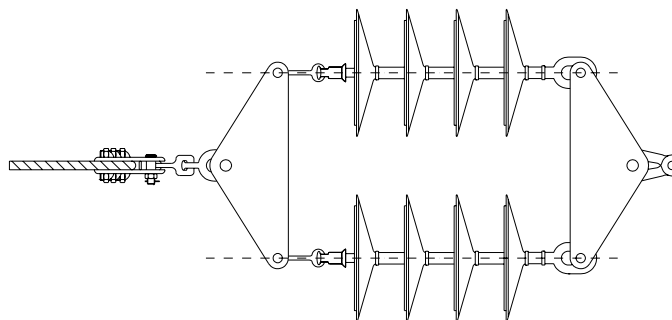


Figura 3. Cadenes d'ancoratge dobles

5.3.3.1 Aïlladors Compostos (Polimèrics)

Els aïlladors compostos (polimèrics a base de goma silicona) constaran de:

- ◆ La barra autoportant aïllant, de fibra de vidre impregnada amb resina.
- ◆ El recobriment protector que configura les aletes, de goma silicona.
- ◆ Les ferramentes d'acoblament, d'acer galvanitzat.

Les seves característiques seran les indicades en la taula, i s'ajustaran a la Norma [GE AND012](#).

Taula 3. Aïlladors compostos (polimèrics)

| Tensió de la línia (kV) | | | Aïllador | |
|-------------------------|------------|---------|----------------------|--------------------|
| Més elevada | Fase-Terra | Nominal | Longitud màxima (mm) | Línia de fuga (mm) |
| 36 | 20,8 | 25 | 555 | 832 |
| | | | 655 | 1248 |

5.3.3.2 Braços aïllants

Incorporen en un mateix element la funció de creueta de braços independents i la d'aïllament. Compliran la Norma UNE 21909 i la Norma [GE AND014](#).

Taula 4. Braços aïllants: característiques elèctriques

| Tensió de la Línia (kV) | | | Aïllador | | | Ús en zona de contaminació |
|-------------------------|------------|---------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------------|
| Més elevada | Fase-Terra | Nominal | Nivell d'aïllament | Línia de fuga (mm) | Distància d'arc (mm) | |
| 36 | 20,8 | 25 | 70/170 | 832 | 350 | Normal Alta |
| | | | | 832 | | |
| | | | 95/190 | 1248 | 400 | Molt alta |
| | | | | 1248 | | |

Taula 5. Braços aïllants: característiques mecàniques

| Tipus de braç | Casos de càrrega | Moment suportat | Càrregues de treball (daN) | | | Càrregues mecàniques individuals (C.M.I.) (daN) | | | Càrregues límit específiques (C.M.I.) (daN) | | |
|---------------|------------------|-----------------|----------------------------|-----|-----|---|-----|-----|---|-----|-----|
| | | | V | L | F | V | L | F | V | L | F |
| 1 | A | 630 x d | 200 | -- | 120 | 250 | -- | 150 | 500 | -- | 300 |
| | B | | 200 | 45 | 120 | 250 | 56 | 150 | 500 | 112 | 300 |
| 2 | A | 1000 x d | 300 | -- | 250 | 375 | -- | 313 | 750 | -- | 625 |
| | B | | 300 | 115 | 250 | 375 | 144 | 313 | 750 | 288 | 625 |

on:

- d: Longitud del braç
- V: Càrrega vertical
- L: Càrrega longitudinal
- F: Càrrega transversal

Els muntatges a utilitzar amb braços aïllants seran :

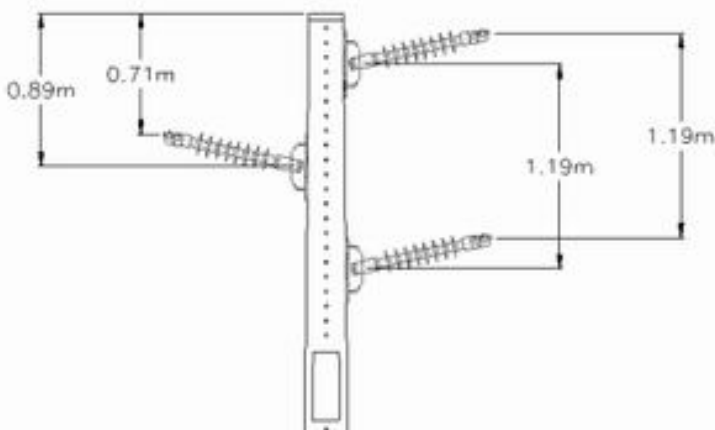


Figura 4. Armat tipus Montcaro

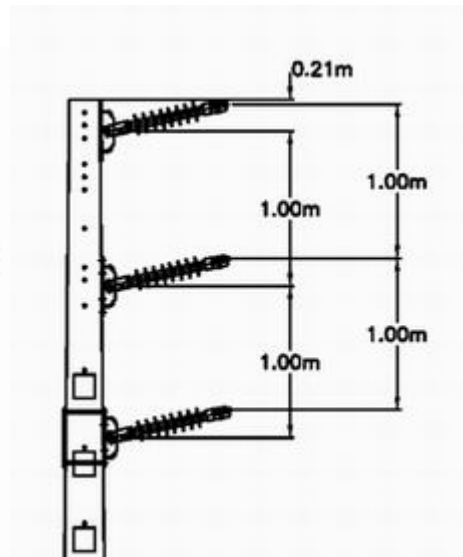


Figura 5. Armat tipus Puigsacalm

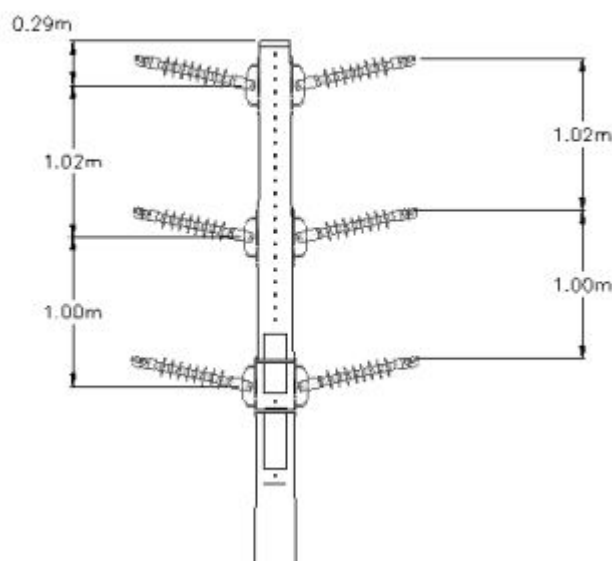


Figura 6. Armat tipus Montsant per doble circuit

5.3.4 Ferratges

Les ferramentes utilitzades per a la formació de cadenes s'ajustaran a la Norma [GE AND009](#).

Les ferramentes habitualment utilitzades seran:

- ◆ Forquilla bola HB
- ◆ Grilló normal GN
- ◆ Grilló revirat GR
- ◆ Anella bola AB
- ◆ Allotjament ròtula normal R
- ◆ Allotjament ròtula llarga R.P
- ◆ Ròtula forquilla RH
- ◆ Grapes suspensió GS
- ◆ Grapes d'amarament GA
- ◆ Jou
- ◆ Allargadora
- ◆ Barretes de protecció

Les ferramentes hauran de suportar les següents sol·licitacions mecàniques que es resumeixen en la taula següent.

Taula 6. Característiques generals de les ferramentes

| Element | Tipus | Designació | Càrrega de ruptura mínima (daN) |
|----------------------------------|---------|-------------|---------------------------------|
| Forquilla bola | 16 | HB 16 | 7500 |
| Grilló | Normal | GN | 7500 |
| | Revirat | GR | 7500 |
| Anella bola | 16 | AB 16 | 7500 |
| Allotjament ròtula normal | 16 | R 16 | 7500 |
| Allotjament ròtula llarga | 16 | R 16 P | 7500 |
| Jou doble | 300 | YT 300 | 12500 |
| Allargadora | ---- | Allargadora | 5000 |
| Ròtula forquilla | 16 | HR 16 | 7500 |

Serán resistent a la corrosió, ja sigui per les característiques pròpies del material o pel recobrimient de zinc que se'ls apliqui (gruix ≥ 70 micras)

5.3.4.1 Barretes de protecció (armor rod)

Quan la suspensió del conductor requereixi la condició de seguretat reforçada, els conductors es protegiran mitjançant barretes d'acer disposades helicoidalment sobre el conductor de manera que, en cas de descàrrega disruptiva a terra, aquest no es vegi afectat.

Les barretes s'adaptaran a les característiques constructives i dimensionals del conductor.

5.3.4.2 Grapes de suspensió

La unió del conductor a la cadena de suspensió s'efectuarà mitjançant grapes de suspensió, que s'ajustaran a la Norma [GE AND009](#).

Les característiques més significatives es resumeixen en la taula següent.

Taula 7. Grapes de Suspensió

| Tipus | Designació | Diàmetre del conductor (mm) | Càrrega de ruptura mínima (daN) |
|-------|------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 1 | GS 1 | 5 ÷ 12 | 1800 |
| 2 | GS 2 | 12 ÷ 17 | 4500 |
| 3 | GS 3 | 16 ÷ 23 | 6500 |

5.3.4.3 Grapes d'ancoratge

La unió del conductor a la cadena d'ancoratge s'efectuarà mitjançant grapes d'ancoratge, que s'ajustaran a Norma [GE AND009](#).

Les característiques més significatives es resumeixen en la taula següent.

Taula 8. Grapes d'ancoratge

| Tipus | Designació | Diàmetre del conductor (mm) | Càrrega de ruptura mínima (daN) | Càrrega de treball (daN) |
|-------|------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| 1 | GA 1 | 5 ÷ 10 | 2500 | 1215 |
| 2 | GA 2 | 10 ÷ 16 | 5500 | 2500 |
| 3 | GA 3 | 16 ÷ 20 | 7500 | 3500 |

La càrrega de treball correspon a l'esforç que ha de suportar sense que es produeixi lliscament del conductor sobre la grapa fins a un 90 % de l'esforç de ruptura del cable d'acord amb l'article 10 del RLAT.

5.3.5 Suports

Els suports que s'utilitzaran en la construcció de les línies aèries de MT seran en general de gelosia. Es podran utilitzar, com a alternativa, suports de formigó vibrat o de xapa plegada. S'adequaran a les característiques mecàniques de la línia i estaran integrats a l'entorn en el qual es realitzi la seva implantació.

Quan les condicions ho requereixin s'aplicaran tecnologies mixtes. Es tindrà una cura especial a integrar-los a l'entorn.

Atesa la seva funció en la línia, els suports es classifiquen de la manera següent:

Suports d'alineació: La seva funció és sostenir els conductors, mantenint-los elevats del sòl a la distància establerta en el projecte.

Suports d'angle: La seva funció és sostenir els conductors, en els vèrtexs dels angles que formen dues alineacions.

Suports d'ancoratge: Proporcionen punts fermes que eviten la propagació d'esforços longitudinals de caràcter excepcional al llarg de la línia. S'instal·laran com a mínim cada 3 quilòmetres.

Suports de fi de línia: Estan situats a l'origen i al final de la línia i tenen la funció de suportar, en sentit longitudinal, les sol·licitacions de tots els conductors.

Suports especials: Són els que tenen una funció diferent a les indicades en els punts anteriors.

5.3.5.1 Suports de gelosia

Els suports de gelosia compliran la Norma [GE AND001](#). Les alçades i esforços més utilitzats per a les línies de mitjana tensió seran els que s'indiquen en la taula següent.

Taula 9. Suports de gelosia

| Esforç nominal (daN) | Altures totals (m) |
|----------------------|-------------------------|
| 1000 a 4500 | 12-14-16-18-20-22-24-26 |
| 7000 i 9000 | 12-14-16-18-20-22-24-26 |

5.3.5.2 Suports de formigó

Els suports de formigó compliran la norma UNE 21080 i la Norma [GE AND002](#). Les altures i esforços seleccionats s'indiquen a la taula següent.

Taula 10. Suports de formigó

| Longitud (m) | Esforç nominal (daN) | | | | |
|--------------|----------------------|-----|-----|------|------|
| | 400 | 630 | 800 | 1000 | 1600 |
| 11 | X | X | X | X | Z |
| 13 | X | X | X | X | Z |
| 15 | | | X | X | |

X = suport normal

Z= suport reforçat

5.3.5.3 Suports de xapa plegada

Els suports de xapa metàl·lica compliran Norma [GE AND004](#). Les altures i esforços més utilitzats seran els que s'indiquen a la taula següent.

Taula 11. Suports de xapa plegada

| Esforç nominal (daN) | Altures totals (m) | |
|---------------------------|------------------------|-------------------|
| | Suports amb placa base | Suports encastats |
| 400 630 800 1000 | 11 i 13 | 13 i 15 |
| 1600 | 11, 13, 15 | 13, 15 i 17 |

5.3.6 Armats

Els armats que s'utilitzaran en la construcció de les línies aèries de MT seran:

- ◆ Semicreueta atirantada.
- ◆ Creueta a portell tipus canadenc.

Els casos de càrrega que podran suportar les creuetes, en funció de les magnituds i direccions de les càrregues de treball, així com la simultaneïtat d'aplicació de les càrregues, s'ajustaran als criteris descrits en la Norma [GE AND001](#) i seran els següents:

- ◆ Cas de càrrega A: s'aplicarà la càrrega transversal, F , que actua en la direcció principal, simultàniament amb la càrrega vertical V .
- ◆ Cas de càrrega B: s'aplicarà la càrrega longitudinal, L , que actua en la direcció secundària, simultàniament amb la càrrega vertical V .

Les càrregues verticals, V , són degudes al pes dels conductors, de les cadenes d'ancoratge i a les sobrecàrregues, segons la zona.

5.3.6.1 Semicreuetes atirantades

S'utilitzarà en els suports metàl·lics de gelosia, ja sigui en triangle en línies existents o amb aparellatge, o a portell en línies de nova construcció tant si són de circuit simple o doble. S'utilitzaran per a suports de qualsevol funció: alineació, angle, ancoratge o de fi de línia.

La longitud serà d'1,5 i 1,75 m i es podran muntar amb una separació entre creuetes d'1,20 o 1,80 m per a un sol circuit, i a 1,80 m per a dos circuits.

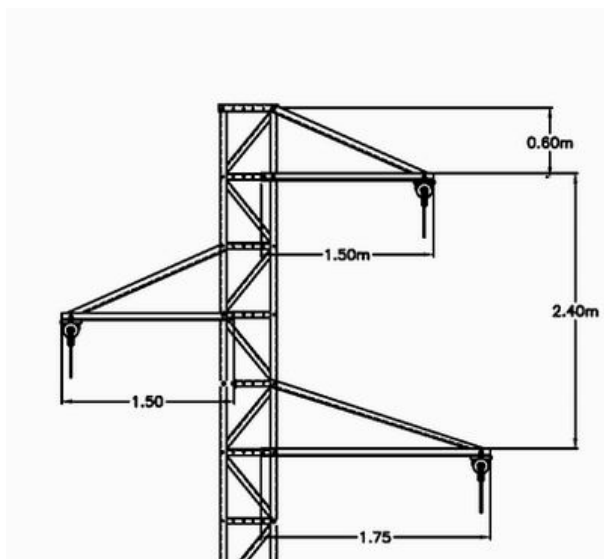


Figura 7. Armat tipus Montseny curt

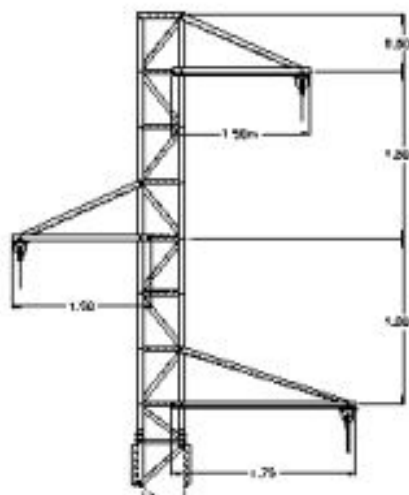


Figura 8. Armat tipus Montseny llarg

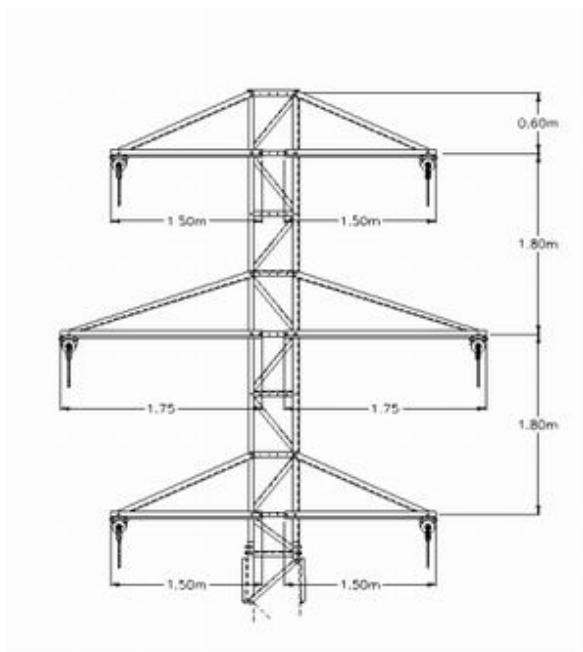


Figura 9. Armat tipus Pedraforca

5.3.6.2 Creueta a portell tipus canadenc

La creueta tipus canadenc s'utilitzarà en suports de formigó i xapa plegada, en suports amb funció d'alineació o angle, amb les limitacions derivades dels càlculs mecànics dels suports.

Aquestes creuetes estan dissenyades per dissuadir que s'hi posin les aus.

Hi ha dos tipus de creueta: simple per a suports d'alineació amb conductor en suspensió, i doble per a suports d'angle i encreuament amb conductor en ancoratge. La doble s'usarà amb les limitacions que es puguin derivar del càlcul.

Estaran dimensionades per suportar les càrregues de treball sancionades per la pràctica i els coeficients de seguretat indicats a la taula següent.

Taula 12. Creuetes tipus Canadenc

| Tipus | Casos de càrrega | Càrregues de treball més sobrecàrregues (daN) | | | Coeficient de seguretat |
|--------|------------------|---|-----|-----|-------------------------|
| | | V | L | F | |
| Simple | A | 80 | --- | 250 | 1,5 |
| | B | 80 | 250 | --- | 1,2 |
| Doble | A | 150 | --- | 450 | 1,5 |
| | B | 150 | 450 | --- | 1,2 |

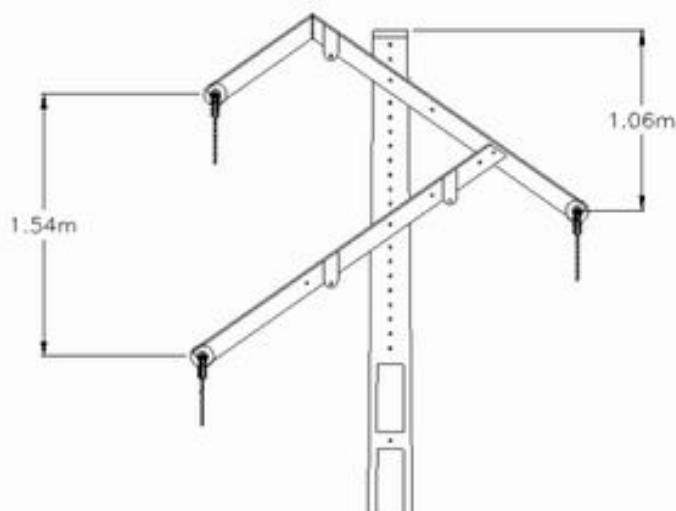


Figura 10. Armat tipus Canadenc

5.4 Aparellatge

5.4.1 Reconnectador automàtic

Es tracta d'un interruptor automàtic, tal com preveu l'article 39 de RLAT, que és capaç d'obrir el circuit amb el corrent de curtcircuit previst, i que, a més, incorpora un automatisme capaç de desconnectar quan detecta el pas a través seu d'un corrent de defecte predeterminat, i reconnectar posteriorment en unes condicions i temps també predeterminats.

La maniobra és trifàsica simultània en les tres fases.

Les característiques principals del reconnectador automàtic s'indiquen a la taula següent.

Taula 13. Característiques dels reconnectadors automàtics

| Característiques | Valor assignat per a 25 kV |
|--|----------------------------|
| Tensió assignada | 36 kV |
| Nivell d'aïllament: | |
| Tensió de xoc suportada (tipus llamp) entre pols, i entre pols i massa | 145 kV |
| Tensió suportada 50 Hz entre pols, i entre pols i massa | 70 kV |
| Freqüència assignada | 50 Hz |
| Corrent en servei continu | 630 A |
| Poder de tancament en curtcircuit (cresta) | 31 kA |
| Poder de tall (eficàç simètric) | 12,5 kA |
| Corrent admissible de curta duració | 12,5 kA |
| Valor de cresta del corrent admissible | 31 kA |
| Duració del corrent admissible | 1 s |
| Cicle de maniobra | A-0,3s-CA-60s-CA |

5.4.2 Interruptor Seccionador

Denominarem IS (Interruptor-Seccionador), als interruptors que compleixen també les condicions dels seccionadors a què es refereix l'article 38 del RLAT, que no és capaç d'obrir el circuit amb el corrent de curtcircuit previst en el punt d'instal·lació com poden fer els interruptors automàtics, però sí que és capaç d'obrir-lo amb la seva intensitat nominal de funcionament, a diferència dels seccionadors, que han de ser accionats en buit.

En la seva posició d'apertura satisfarà les condicions d'aïllament especificades per a un seccionador, tal com diu la Norma UNE 21302-441.

La maniobra és trifàsica simultània en les tres fases i en els aparells en què el tall no sigui visible, existiran dispositius que garantiran i indicaran que el tall és efectiu.

Les característiques principals dels interruptors-seccionadors s'indiquen a la taula corresponent.

Per les seves característiques funcionals seran:

◆ **Interruptor - seccionador de tall en SF₆**

Interruptor de tall en atmosfera de SF₆ amb possibilitat de telecomandament i indicació de pas de falta.

◆ **Interruptor - seccionador de pols independents**

Interruptor de tall a l'aire amb cambres d'extinció tancades, comandament manual i pols independents.

Taula 14. Característiques dels interruptors seccionadors

| Característiques | Valor assignat per a 25 kV |
|--|----------------------------|
| Tensió assignada | 36 kV |
| Nivell d'aïllament: | |
| Tensió de xoc suportada (tipus llamp) entre pols, i entre pols i massa | 170 kV |
| Tensió suportada a 50 Hz entre pols, i entre pols i massa | 70 kV |
| Tensió suportada (tipus llamp) (Distància de seccionament) | 195 kV |
| Tensió suportada a 50 Hz (Distància de seccionament) | 80 kV |
| Freqüència assignada | 50 Hz |
| Corrent assignat | 400 A |
| Corrent admissible en servei continu (eficaç simètric) | 100 o 400 A |
| Corrent admissible de curta duració | 16 kA |
| Valor de cresta del corrent admissible | 40 kA |
| Duració del corrent admissible | 1 s |
| Poder de tall en cas de falta a terra | 50 A |
| Poder de tall de cables i línies en buit | 16 A |

5.4.3 Seccionalitzador

Denominem seccionalitzador a un seccionador d'obertura en buit, al qual, a més, se li ha associat un automatisme capaç de desconnectar en les següents condicions:

- ◆ Haver detectat que a través seu ha passat un corrent de defecte mínim predeterminat.
- ◆ Que el defecte s'ha repetit un nombre definit de vegades en un temps concret.
- ◆ Que no hi ha tensió en la línia d'arribada.

Els seccionalitzadors són dispositius “intel·ligents” dissenyats per discriminar entre faltes transitòries i permanents que es produeixen en les línies aèries de MT. No són aparells d'interrupció de curtcircuit i, per tant, no es podran utilitzar aïlladament, sinó en coordinació amb un interruptor automàtic de capçalera proveït de reconexió automàtica.

Les característiques principals s'indiquen a la taula següent.

Taula 15. Característiques dels seccionalitzadors

| Característiques | Valor assignat |
|--|---------------------|
| Tensió assignada | 36 kV |
| Nivell d'aïllament | |
| Tensió de xoc suportada (tipus llamp) entre pols, i entre pols i massa | 170 kV |
| Tensió suportada a 50 Hz entre pols, i entre pols i massa | 70 kV |
| Tensió de xoc suportada (tipus llamp), a distància de seccionament | 195 kV |
| Tensió suportada a 50 Hz, a distància de seccionament | 80 kV |
| Freqüència assignada | 50 Hz |
| Intensitat nominal (I_n) | 15 – 25 – 38 - 60 A |
| Intensitat llindar | 1,6 I_n |
| Nombre de defectes | 2 |
| Corrent de curtcircuit 1 segon | 8 kA |
| Valor de cresta del corrent admissible | 20 kA |

5.4.4 Tallacircuits fusibles

Entenem per fusibles, aquells elements de protecció de tall unipolar, capaç d'obrir el circuit responnent a una corba d'intensitat-temps predeterminada.

S'utilitzaran els de tipus expulsió, corba “K”, o corba “D” (antitempesta).

Els tallacircuits fusibles de MT estaran formats per la base unipolar i el tub d'expulsió. A la taula següent es resumeixen les seves característiques, tant les relatives a la funció de seccionament, descrites a la Norma UNE-EN 60129 *Seccionadors de corrent alterna per a Alta Tensió i seccionadors de posada a terra*, com les relatives a la seva funció de fusible, descrites a la UNE 21120.

Taula 16. Característiques dels tallacircuits

| Característiques | Valor assignat |
|--|----------------|
| Tensió assignada | 36 kV |
| Nivell d'aïllament | |
| Tensió de xoc suportada (tipus llamp) entre pols, i entre pols i massa | 170 kV |
| Tensió suportada a 50 Hz entre pols, i entre pols i massa | 70 kV |
| Tensió de xoc suportada (tipus llamp) a distància de seccionament | 195 kV |
| Tensió suportada a freqüència 50 Hz a distància de seccionament | 80 kV |
| Freqüència assignada | 50 Hz |
| Intensitat assignada de la base | 200 A |
| Intensitat assignada de curta duració de la base | 8 kA |
| Valor de cresta del corrent admissible | 20 kA |
| Duració del corrent admissible | 1 s |
| Poder de tall en cas de falta | 8 kA |
| Corrent de règim permanent de la base | 100 A |

5.4.5 Parallamps

Els parallamps seran de resistència variable. A la taula següent s'indiquen les seves característiques més significatives, descrites a la Norma UNE-EN 60099.

Taula 17. Característiques dels parallamps

| Característiques | Valor assignat per a 11 kV | Valor assignat per a 25 kV |
|--|----------------------------|----------------------------|
| Tensió assignada | ≥ 11 kV | 25 kV |
| Intensitat nominal de descàrrega | 10 kA | 10 kA |
| Tensió màxima de servei continu | ≥ 10,2 kV | ≥ 24,4 kV |
| Tensió residual (onda 8/20 μs a 10 kA) | ≤ 42,4 kV | ≤ 96 kV |
| Marge de protecció | > 80 % | > 80 % |
| Tipus d'aïllament | Polimèric | Polimèric |
| Línia de fuga | ≥ 460 mm | ≥ 750 mm |
| Intensitat de descàrrega de llarga duració | 250 A/2000 μs | 250 A/2000 μs |
| Característica tensió-temps | 14,2 kV durant 1000 s | 30 kV durant 1000 s |

5.5 Proteccions

5.5.1 Protecció de sobrecorrents

La línia disposarà d'una protecció que haurà d'actuar davant de sobrecàrregues i curtcircuits i defectes a terra, fins i tot en els punts més allunyats de la xarxa. En tots els casos haurà d'adequar-se a la estructura de la xarxa per garantir l'actuació dels diferents graus de protecció.

Per a la protecció contra sobreintensitat s'utilitzaran interruptors automàtics associats a relés de protecció, col·locats a la capçalera de la línia o en aquelles derivacions en què calgui per les seves característiques. Estaran proveïdes d'un automatisme de reconexió automàtica que tindrà dos cicles de reenganxament: un ràpid i l'altre, lent.

5.5.2 Protecció contra sobretensions en MT

Quan la línia aèria es converteixi en línia subterrània i passi per zones amb un alt índex isoceràunic, s'instal·laran parallamps d'òxid metàl·lic, les característiques dels quals s'ajustaran a la Norma UNE-EN 60099.

5.5.2.1 Coordinació d'aïllaments

El marge de protecció entre el nivell d'aïllament del transformador i el nivell de protecció del parallamps serà com a mínim del 80 %.

5.5.2.2 Ubicació i connexió dels parallamps

Els parallamps s'instal·laran fixats a la pròpia estructura que suporti les terminacions del cable subterrani i sempre per sota dels conductors de la línia. Es procurarà que la connexió entre el parallamps i el terminal del conductor sigui el més curt possible. A les zones d'importància per la avifauna es prendran mesures addicionals tal com protegir a les aus de contactes directes accidentals amb ponts aïllats i grapes aïllades i aïllament d'ancoratge amb una distància a elements en tensió d'un metre. Els parallamps s'instal·laran fixats a la pròpia estructura que suporti les terminacions del cable.

En la figura, es pot veure un exemple d'ubicació i connexió de parallamps.

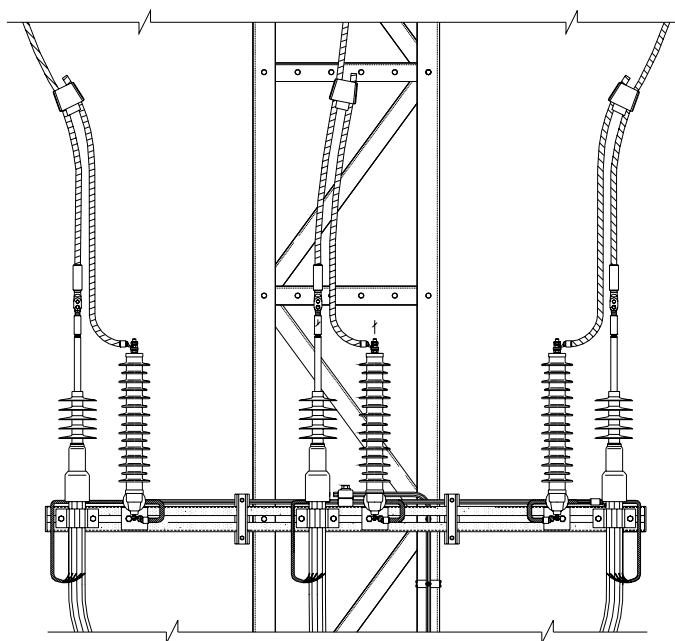


Figura 11. Connexió de parallamps

5.6 Posada a terra

Els suports metàl·lics i de formigó armat estaran provistos d'una posada a terra, amb l'objecte de limitar les tensions de defecte a terra que es puguin produir per descàrregues en el mateix suport. Aquesta instal·lació de posada a terra, complementada amb els dispositius d'interrupció de corrent a la capçalera de la línia, haurà d'assegurar la descàrrega a terra del corrent homopolar de defecte, i

contribuir, en cas de contacte amb masses susceptibles de posar-se en tensió, a eliminar el risc elèctric de tensions perilloses. El valor màxim de la resistència de posada a terra serà de 20 Ω .

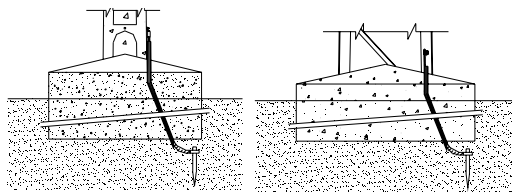


Figura 12. Posada a terra amb suport normal

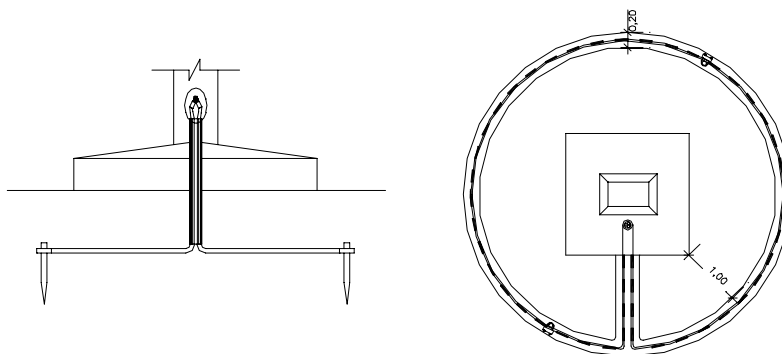


Figura 13. Posada a terra en suport en zona de pública concurrència o amb aparell de maniobra

Quan, ateses les característiques del terreny, no fos possible obtenir el valor de la resistència de posada a terra, indicat en el paràgraf anterior, s'admetrà un valor superior, sempre que es reforci l'aïllament del suport fins el valor corresponent al nivell superior de tensió normalitzada (aïllament reforçat).

Els suports situats en llocs de pública concurrència o que suportin aparells de maniobra, disposaran d'una presa de terra en forma d'anell tancat, enterrat al voltant de la cimentació, a 1 m de distància de les arestes de la cimentació i a 0,5 m de profunditat. A l'anell se li connectaran, com a mínim, dues piques d'acord amb la norma [GE NNZ035](#) i UNE 21056 de 2 m de longitud, 14 mm de diàmetre i 300 μm de gruix de recobriment de coure, clavades a terra, de manera que s'aconsegueixi un valor de resistència menor de 20 Ω .

En el cas de no aconseguir-se el valor exigint, s'ampliarà l'elèctrode mitjançant piques alineades, i el càlcul de la posada a terra es farà segons la publicació *Mètodes de càlcul i projecte d'instal·lacions de posada a terra per a centres de transformació connectats a xarxes de tercera categoria*, d'UNESA.

L'estructura metàl·lica dels suports es connectarà a terra. Tots les ferramentes auxiliars, així com la terra dels parallamps i el xassís de l'aparellatge, si n'hi hagués, es connectaran a una línia general de terra que a la vegada estarà connectada a l'anell de posada a terra.

6 CÀLCUL ELÈCTRIC

Les línies es dimensionaran tenint en compte la seva funció a l'estructura d'explotació de la xarxa i l'aplicació dels criteris elèctrics indicats a l'apartat 5.2.1.

En el càlcul elèctric de les línies es tindrà en compte: el règim màxim de càrrega, el corrent màxim admissible pel conductor i la caiguda de tensió de la línia.

6.1 Règim màxim de càrrega

S'establirà tenint en compte les condicions d'exploració definides per l'empresa distribuïdora, que com a mínim seran les indicades a l'apartat 5.2.1.

6.1.1 Corrent màxim admissible en els conductors

El corrent màxim admissible que pot circular per cada conductor en règim permanent, per a corrent alterna i freqüència de 50 Hz, es dedueix de la taula i dels coeficients de reducció de l'article 22 del RLAT.

Taula 18. Corrent màxim admissible per a conductors tipus LA i LARL

| Conductor | δ (A/mm ²) | Secció (mm ²) | Intensitat (A) |
|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------|
| 47AL1/8-ST1A (LA 56) | 3,70 | 54,6 | 200 |
| 47AL1/8-A20SA (LARL 56) | 3,70 | 54,6 | 200 |
| 94AL1/22-ST1A (LA 110) | 2,69 | 116,2 | 315 |
| 119AL1/28-A20SA (LARL 145E) | 2,40 | 148,1 | 350 |
| 147AL1/34-ST1A (LA 180) | 2,30 | 181,6 | 400 |

6.2 Caiguda de tensió de la línia

Els conductors de la línia es dimensionaran de manera que la caiguda de tensió en el punt més allunyat de l'origen de la línia o de les seves derivacions, en les condicions d'exploració indicades per l'empresa distribuïdora, no superi el 7 % de la tensió de servei de la línia.

La caiguda de tensió es calcularà tenint en compte els següents paràmetres de la línia:

- ◆ Intensitat (A)
- ◆ Tensió de servei (V)
- ◆ Potència a transportar (kW)
- ◆ Factor de potència (cos φ)
- ◆ Longitud (km)
- ◆ Resistència a la temperatura màxima de funcionament (Ω /km)
- ◆ Reactància inductiva (Ω /km)

També podrà calcular-se en funció del moment elèctric $P \times L = M$ (kW·km)

6.2.1 Característiques elèctriques

6.2.1.1 Resistència

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 les taules 1 i 2.

6.2.1.2 Reactància de la línia

La reactància de la línia es determinarà en funció de les característiques dimensionals del conductor i de la separació mitjana geomètrica entre conductors.

La separació mitjana geomètrica dels conductors D , es calcularà a partir de les distàncies entre conductors, segons el tipus d'armat utilitzat.

6.3 Distàncies de seguretat

6.3.1 Distància dels conductors al terreny

La distància dels conductors al terreny es farà de tal manera que, en les condicions més desfavorables de sobrecàrrega o de màxima fletxa vertical, quedin situats per damunt de qualsevol punt del terreny o superfície d'aigua no navegable a una altura mínima de 7 m i de 8 m en els encreuaments amb vies de comunicació. Amb això es compensaran petites variacions del perfil del terreny aparegudes amb posterioritat a l'estudi topogràfic i es possibilitarà qualsevol petita actuació correctiva de manteniment que calgui fer (per exemple, modificació de l'aïllament, etc.).

A les zones en què es puguin preveure quantitats importants de neu, s'analitzarà el risc d'aproximació dels conductors al nivell més alt del terreny amb la neu.

Quan la línia passi per un terreny agrícola amb sistemes fixos o mòbils de reg per aspersió, la distància entre la part més alta del reg i la línia, en les condicions de màxima fletxa, no serà menor de 4 m.

6.3.2 Distància entre conductors i entre conductors i suports

La distància entre conductors de diferent fase sotmesos a tracció mecànica, així com entre conductors i suports, s'haurà de calcular de manera que no hi hagi cap risc de curtcircuit, i tenint en compte els efectes del vent i el despreniment de neu acumulada sobre els conductors.

Per determinar la distància entre conductors, s'aplicaran els criteris de càlcul indicats en el article 25 del RLAT, apartat 2, però pel coeficient K , que és funció de l'oscil·lació dels conductors amb el vent, s'agafaran els valors corresponents a instal·lacions de segona categoria.

En zones en què es puguin preveure formacions importants de gel sobre els conductors, s'analitzarà el risc d'aproximació entre els conductors.

7 CÀLCUL MECÀNIC

7.1 Càlcul mecànic de conductors

Els criteris de càlcul mecànic de conductors s'establiran d'acord amb el que s'especifica en l'article 27 del RLAT.

Les tensions mecàniques i les fletxes amb què s'ha d'estendre el conductor, depenen de la longitud de l'obertura i de la temperatura del conductor en el moment de l'estesa, de manera que si la temperatura varia, la tensió del conductor en les condicions més desfavorables no sobrepassi els límits establerts.

En el càlcul mecànic dels conductors s'aplicaran els criteris de disseny indicats a l'apartat 7.1.1 i següents.

7.1.1 Hipòtesi de tracció màxima

Les hipòtesis de sobrecàrrega que hauran de considerar-se per al càlcul de la tensió màxima en els conductors seran les definides en el capítol 4, Art. 14, 15, i 17, i capítol 6 del RLAT, segons la zona per la qual passi la línia, considerant una velocitat del vent de 160 i 180 km/h.

Les sobrecàrregues que els són d'aplicació són les següents.

Zona A: altitud inferior a 500 m

Acció del propi pes del conductor i sobrecàrrega del vent de 107 daN/m^2 (160 km/h) per a conductors de diàmetre igual o inferior a 16 mm i de 90 daN/m^2 per als de diàmetre superior a 16 mm. Temperatura de $+5^\circ \text{ C}$.

Zona B: altitud compresa entre 500 i 1000 m

Acció del propi pes del conductor i sobrecàrrega de gel de $180\sqrt{d}$ grams per metre lineal, essent d el diàmetre del conductor en mm. Temperatura de -15° C .

Zona C: altitud superior a 1000 m

Acció del propi pes del conductor i sobrecàrrega de gel de $360\sqrt{d}$ grams per metre lineal, essent d el diàmetre del conductor en mm. Temperatura de -20° C .

7.1.2 Hipòtesi de fletxa màxima

Les fletxes màximes es calcularan segons les hipòtesis indicades en l'article 27, apartat 3, de l'esmentat reglament.

Hipòtesi de vent:

Acció del propi pes del conductor i sobrecàrrega de vent de 107 daN/m^2 , per a conductors d'un diàmetre igual o inferior a 16 mm, i de 90 daN/m^2 per als de diàmetre superior a 16 mm. Temperatura de 15° C .

Hipòtesi de temperatura:

Acció del propi pes del conductor a 50° C .

Hipòtesi de gel:

Acció del propi pes del conductor i sobrecàrrega de gel de $180\sqrt{d}$ o $360\sqrt{d}$ grams per metre lineal, segons es tracti de zona B o C, essent d el diàmetre del conductor. Temperatura de 0° C .

En la taula següent es resumeixen les hipòtesis que s'aplicaran per al càlcul de la fletxa màxima dels conductors.

Taula 19. Taula resum de les hipòtesis de càlcul de la fletxa dels conductors

| Condicció | Zona A | | Zona B | | Zona C | |
|----------------------|---|-----|---|------|---|-----|
| | Sobrecàrrega | ° C | Sobrecàrrega | ° C | Sobrecàrrega | ° C |
| Màxima tensió | Vent de: 107 daN/m ² Ø ≤ 16 mm | + 5 | Gel 180 √ <i>d</i> (mm) en g/m | - 15 | Gel 360 √ <i>d</i> (mm) en g/m | -20 |
| | Vent de: 90 daN/m ² Ø ≥ 16 mm | | Vent excepcional | -10 | Vent excepcional | -15 |
| Màxima fletxa | Vent de: 107 daN/m ² Ø ≤ 16 mm | +15 | Vent de: 107 daN/m ² Ø ≤ 16 mm | +15 | Vent de: 107 daN/m ² Ø ≤ 16 mm | +15 |
| | Vent de: 90 daN/m ² Ø ≥ 16 mm | | Vent de: 90 daN/m ² Ø ≥ 16 mm | | Vent de: 90 daN/m ² Ø ≥ 16 mm | |
| | Cap | 0 | Gel 180 √ <i>d</i> (mm) en g/m | 0 | Gel 360 √ <i>d</i> (mm) en g/m | 0 |
| | | 50 | Cap | 50 | Cap | 50 |

NOTA: “d” és el diàmetre dels conductors en mm

7.1.3 Fenòmens vibratoris

Atès que l'EDS no supera el 15 %, no es produeixen fenòmens vibratoris que danyin el conductor. Només serà necessària la utilització de dispositius antivibratoris en aquells llocs en què l'experiència hagués posat de manifest l'existència d'aquest tipus de fenòmens.

7.1.4 Càlcul de les taules de tensions i fletxes

Les tensions i fletxes d'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 conductor, les sobrecàrreges, l'obertura considerada i la temperatura del conductor.

L'empresa distribuïdora indicarà el valor més apropiat de l'EDS de la línia.

7.2 Càlcul mecànic dels suports

En els casos de desnivells forts o obertures molt llargues, caldrà calcular les resultants del tibament en el punt d'ancoratge del conductor en el suport més elevat, per a les diferents hipòtesis reglamentàries.

Els esforços aplicats als suports són:

- ◆ Esforç degut a l'acció del vent sobre els conductors.
- ◆ Esforç degut a l'acció del gel sobre els conductors.
- ◆ Esforç degut a la tracció dels conductors.
- ◆ Càrregues permanents degudes al pes propi dels suports, ferramentes, aïllants, conductors i aparells, afegint el pes d'un operari enfilat a la semicreuta.

Les hipòtesis de càlcul mecànic dels suports, previstes a l'article 30 del RLAT, són:

- ◆ 1^a hipòtesi: vent.
- ◆ 2^a hipòtesi: gel.
- ◆ 3^a hipòtesi: desequilibri de traccions.
- ◆ 4^a hipòtesi: ruptura de conductors.

Segons s'ha indicat a l'apartat corresponent, punt *Suports*, les característiques de la línia fan possible que no calgui tenir en compte la 4^a hipòtesi. En les taules següents es resumeixen les condicions que s'hauran de tenir en compte en cada suport segons la seva funció a la línia.

Taula 20. Hipòtesis de càlcul dels suports en Zona A

| Funció del suport | ZONA A (Altitud inferior a 500 m) | | |
|-------------------|---|--|--|
| | 1 ^a Hipòtesi: Vent (*) a la temperatura de -5°C | 3 ^a Hipòtesi: Desequilibri de traccions a la temperatura de -5°C | 4 ^a Hipòtesi: Ruptura de conductors a la temperatura de -5°C |
| Alineació | <i>Càrregues permanents</i> RLAT Article 15 <i>Vent</i> RLAT Article 16 | <i>Càrregues permanents</i> RLAT Article 15 <i>Desequilibri de traccions</i> RLAT Article 18 ap.1 | <i>Càrregues permanents</i> RLAT Article 15 <i>Ruptura de conductors</i> RLAT Article 19 ap.1 |
| Angle | <i>Càrregues permanents</i> RLAT Article 15 <i>Resultant d'angle</i> RLAT Article 20 <i>Vent</i> RLAT Article 16 | <i>Càrregues permanents</i> RLAT Article 15 <i>Desequilibri de traccions</i> RLAT Article 18 ap.1 | <i>Càrregues permanents</i> RLAT Article 15 <i>Ruptura de conductors</i> RLAT Article 19 ap.1 |
| Ancoratge | <i>Càrregues permanents</i> RLAT Article 15 <i>Vent</i> RLAT Article 16 | <i>Càrregues permanents</i> RLAT Article 15 <i>Desequilibri de traccions</i> RLAT Article 18 ap.2 | <i>Càrregues permanents</i> RLAT Article 15 <i>Ruptura de conductors</i> RLAT Article 19 ap.2 |
| Final de línia | <i>Càrregues permanents</i> RLAT Article 15 <i>Desequilibri de traccions</i> RLAT Article 18 cap 3 <i>Vent</i> RLAT Article 16 | | <i>Càrregues permanents</i> RLAT Article 15 <i>Ruptura de conductors</i> RLAT Article 19 ap.3 |

(*) En zones de risc de vents molt forts, la velocitat del vent a considerar, serà de 180 km/h.

Taula 21. Hipòtesis de càlcul dels suports en Zones B i C

| Funció del suport | ZONA B i C (Altitud superior a 500 m) | | | |
|-------------------|--|---|---|---|
| | 1 ^a Hipòtesi: Vent (*) Temperatura de -5 °C | 2 ^a Hipòtesi: Gel Temperatura segons zona RLAT Article 27, ap.1 | 3 ^a Hipòtesi: Desequilibri de traccions Temperatura segons zona RLAT Article 27, ap.1 | 4 ^a Hipòtesi: Ruptura de conductors Temperatura segons zona RLAT Article 27 ap.1 |
| Alineació | <i>Càrregues permanents</i> RLAT Article 15 <i>Vent</i> RLAT Article 16 | <i>Càrregues permanents</i> RLAT Article 15 <i>Gel segons zona</i> RLAT Article 17 | <i>Càrregues permanents</i> RLAT Article 15 <i>Gel segons zona</i> RLAT Article 17 <i>Desequilibri de traccions</i> RLAT Article 18 ap.1 | <i>Càrregues permanents</i> RLAT Article 15 <i>Gel segons zona</i> RLAT Article 17 <i>Ruptura de conductors</i> RLAT Article 19 ap.1 |
| Angle | <i>Càrregues permanents</i> RLAT Article 15 <i>Resultant d'angle</i> RLAT Article 20 <i>Vent</i> RLAT Article 16 | <i>Càrregues permanents</i> RLAT Article 15 <i>Gel segons zona</i> RLAT Article 17 <i>Resultant d'angle</i> RLAT Article 20 | <i>Càrregues permanents</i> RLAT Article 15 <i>Gel segons zona</i> RLAT Article 17 <i>Desequilibri de traccions</i> RLAT Article 18 ap.1 | <i>Càrregues permanents</i> RLAT Article 15 <i>Gel segons zona</i> RLAT Article 17 <i>Ruptura de conductors</i> RLAT Article 19 ap.1 |
| Ancoratge | <i>Càrregues permanents</i> RLAT Article 15 <i>Vent</i> RLAT Article 16 | <i>Càrregues permanents</i> RLAT Article 15 <i>Gel segons zona</i> RLAT Article 17 | <i>Càrregues permanents</i> RLAT Article 15 <i>Gel segons zona</i> RLAT Article 17 <i>Desequilibri de traccions</i> RLAT Article 18 ap.2 | <i>Càrregues permanents</i> RLAT Article 15 <i>Gel segons zona</i> RLAT Article 17 <i>Ruptura de conductors</i> RLAT Article 19 ap.2 |
| Fi de línia | <i>Càrregues permanents</i> RLAT Article 15 <i>Desequilibri de traccions</i> RLAT Article 18 ap.3 <i>Vent</i> RLAT Article 16 | <i>Càrregues permanents</i> RLAT Article 15 <i>Gel segons zona</i> RLAT Article 17 <i>Desequilibri de traccions</i> RLAT Article 18 ap.3 | | <i>Càrregues permanents</i> RLAT Article 15 <i>Gel segons zona</i> RLAT Article 17 <i>Ruptura de conductors</i> RLAT Article 19 ap.3 |

(*) En zones de risc de vents molt forts, la velocitat del vent a considerar, serà de 180 km/h.

Per fer els càlculs en el disseny de les línies aèries de MT, se seguiran els procediments que s'indiquen a la Norma [GE ADZ001](#).

7.3 Encastaments i cimentacions

7.3.1 Suports de formigó, de gelosia i de xapa plegada

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

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

$$\frac{M_R}{M_V} \geq 1,5$$

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

7.4 Prescripcions especials, encreuaments, proximitats i paral·lelismes

Les línies aèries de MT hauran de complir les condicions senyalades en el capítol VII, articles 32 a 35 del RLAT, per a línies de 3^a categoria, pel que fa a encreuaments, proximitats i paral·lelismes amb d'altres instal·lacions i vies de comunicació, pas per zones urbanitzades, proximitat a aeroports, etc. Així mateix, hauran de complir les disposicions legals que pogueren imposar altres organismes competents quan les seves instal·lacions fossin afectades per línies aèries de MT, o el que s'estableixi en convenis particulars.

No serà necessari adaptar mesures especials en els encreuaments i paral·lelismes de llits fluvials no navegables, camins de ferradura, sendes i senders, camins d'accés poc transitats i tancats no edificats.

Quan calgui preveure distàncies mínimes entre la línia aèria i els elements existents a la zona especial, s'hauran de considerar de la manera següent, tal com s'indica a l'article 35 del RLAT:

- ◆ Distàncies horitzontals: A partir de la posició del conductor més desfavorable en les condicions de desviació corresponents al vent màxim, i amb la fletxa a 15 graus de temperatura amb el vent.
- ◆ Distàncies verticals: A partir de la posició del conductor més desfavorable en les condicions de màxima fletxa vertical.

En els trams de línia que passin per zones especials, s'hauran d'adoptar les mesures de seguretat que s'indiquen a l'article 32 del RLAT i que es resumeixen a continuació:

- ◆ Els conductors no presentaran cap empalmament en l'obertura de l'encreuament.
- ◆ En els suports que limiten les obertures del tram especial i en els seus adjacents, no es reduirà el nivell d'aïllament establert per a la línia, ni les distàncies entre conductors, ni entre aquests i els suports.
- ◆ En cas d'hipòtesis normals, els coeficients de seguretat de suports i armats s'incrementaran en un 25 % respecte dels establerts per a la línia.
- ◆ Les grapes que fixen els conductors als aïlladors hauran de ser antilliscants.
- ◆ La fixació dels conductors al suport es farà de la següent manera:
 - ◆ En els suports situats en zones on sigui d'aplicació l'article 32 del RLAT, s'instal·laran dobles cadenes d'ancoratge amb jou als dos costats del suport, o una cadena de suspensió amb barretes de protecció.
 - ◆ En els suports que limitin l'encreuament, s'instal·laran només dobles cadenes d'ancoratge amb jou en l'obertura que afecti l'encreuament.

- ◆ Als encreuaments de línies elèctriques se situaran a més altura les de tensió més elevada. En el cas d'igual tensió se situarà a més altura la que s'instal·li amb posterioritat. En casos excepcionals, prèvia autorització, la de menor tensió podrà creuar pel damunt de la de tensió superior.
- ◆ Es procurarà que l'encreuament de dues línies es faci en la proximitat d'un dels suports de la línia més elevada. Excepcionalment i prèvia justificació, es podrà autoritzar que es fixin sobre un mateix suport les dues línies que s'encreuen.

Les distàncies dels conductors han de considerar-se sempre, en les condicions més desfavorables de les determinades per el RLAT, pel Reial Decret 1955/2000, i per les disposicions dels organismes oficials afectats.

7.4.1 Proximitat d'aeroports

Quan el traçat de la línia pugui afectar a la navegació aèria, es sol·licitarà l'oportuna autorització de l'òrgan competent, i s'acordaran entre les dues parts quines són les mesures complementàries a adoptar.

7.5 Criteris de construcció

En la construcció de les línies aèries de MT, es tindran en compte tots els càlculs, estudis mediambientals i altres estudis específics, realitzats en la fase de disseny, observant si les condicions previstes han canviat i cal per tant, fer una revisió del projecte o d'algun dels seus annexos.

En termes generals, s'aplicaran els següents criteris:

7.5.1 Traçat

Es procurarà que el traçat de les línies aèries de MT tibades sobre suports, per reduir-ne al màxim l'impacte mediambiental sobre l'entorn, passi per la meitat dels vessants de les muntanyes i a la vora dels camins per tal d'evitar-ne el contrast amb el cel.

A l'efectuar la distribució dels suports, es procurarà que la distància entre ells sigui com més uniforme possible, per evitar que es produeixin esforços longitudinals importants, en els canvis de condicions.

Quan la traça de la línia passi per terreny forestal es prepararà un corredor, en què s'eliminarà la massa forestal, de manera que es formi una zona de seguretat segons s'indica en l'article 35 de RLAT i els decrets 64/95 i 268/96 del DARP. La separació de la línia a la massa forestal en el sentit horitzontal no serà en cap cas inferior a 2 o 3 m en zones amb espècies arbòries de creixement ràpid. Aquesta distància es considerarà sota l'acció d'un vent de 160 km/h i a una temperatura de 15° C.

En el disseny del traçat de la línia es tindrà en compte el fet que existeixi un accés fàcil i permanent als suports, tant en la fase de construcció com en la d'explotació.

El traçat de la línia es presentarà en un plànol en què es representi el perfil longitudinal i la planta, a escales horitzontal 1:2000 i vertical 1:500, situant en la planta tots els serveis que existeixin en una franja de 50 m d'amplada a cada costat de l'eix de la línia.

7.5.2 Fonaments

Les dimensions dels fonaments correspondran a les calculades segons el que s'indica per a cada tipus de suport i terreny en el qual estigui situat el suport. Les excavacions tindran les parets laterals, verticals.

La tipologia del formigó a emprar per als fonaments estàndard dels suports serà, per a terrenys normals, del tipus:

HM-20/4/40/IIA

Aquesta expressió prové de:

HM: Formigó en massa.

20: Resistència característica en N/mm^2 .

4: Consistència plàstica.

40: Mida màxima de l'àrid en mm.

IIA: Designació de l'ambient.

La resistència característica de 20 N/mm^2 només és vàlida per a formigons estructurals en massa. En cas de fonaments especials que haguessin d'ésser armats, les resistències hauran de ser de 25 N/mm^2 o 30 N/mm^2 segons quedi reflectit en el disseny.

7.5.3 Estesa

L'estesa s'efectuarà amb mitjans auxiliars (politges i cordes). S'evitarà la formació de *coques*, l'arrossegament del cable pel terra i el seu fregament amb l'arbrat o d'altres accidents del terreny.

El tibat s'efectuarà entre suports d'ancoratge i es farà prenent com a referència l'obertura de regulació. La fletxa s'ajustarà a la indicada en les taules d'estesa, especificades en el projecte, les quals hauran d'ajustar-se a les condicions existents en el moment de l'estesa. El tibat s'efectuarà amb eines adequades.

◆ Suspensió

En els suports situats en alineació, en terrenys de poc desnivell i compresos entre dos ancoratges, l'aïllador podrà adoptar la condició, en suspensió. Caldrà tenir en compte que, en condicions extremes, no es produeixin components d'esforç vertical negatives que donin lloc al gir de la cadena i a la consegüent pèrdua de la distància de seguretat.

Els suports amb aïlladors en suspensió, poden ser indistintament de gelosia, de formigó i de xapa plegada.

Aquest muntatge no s'utilitzarà en zones de risc de vents molt forts.

◆ Ancoratge

Els suports d'ancoratge es dissenyaran per a suportar esforços en les tres projeccions vertical, longitudinal i transversal, de manera separada o conjunta. Tots els components estaran dimensionats en funció de les sol·licitacions específiques de la seva ubicació en el traçat.

L'ancoratge dels conductors al suport es realitzarà mitjançant cadenes d'ancoratge simples o dobles. Els suports d'ancoratge poden ser indistintament de gelosia, de formigó, o de xapa plegada.

7.5.4 Derivacions i connexions

El suport al qual concorreixi, a més de la línia principal o passant, una segona línia que tingui l'origen en el propi suport a mode de derivació de la passant, serà capaç de suportar simultàniament les sol·licitacions mecàniques de les dues línies en condicions extremes. Aquest suport actuarà de fi de línia per a la derivació. Quan el suport no sigui capaç de suportar el conjunt de les sol·licitacions, es procedirà a la substitució del suport.

La connexió d'una derivació s'efectuarà en el pont fluix comprès entre dues cadenes d'ancoratge. En cap cas, en el punt de connexió els conductors quedaran sotmesos a sol·licitacions mecàniques.

La unió entre els conductors s'efectuarà mitjançant connectors de serratge per tascó. Aquestes mateixes consideracions són aplicables a connexions de continuïtat efectuades al llarg de la línia.

7.5.5 Conversions de línia aèria a línia subterrània

En els casos en què una línia aèria de MT hagi de convertir-se en subterrània, es tindran en compte les següents consideracions.

En funció de la topologia de la xarxa i de les necessitats d'exploració, la connexió del cable subterrani amb la línia aèria serà seccionable.

En el tram de pujada fins a la línia aèria, el cable subterrani anirà protegit a dins d'un tub o safata tancada de ferro galvanitzat o d'un material aïllant amb un grau de protecció contra danys mecànics no inferior a IK10, segons la norma UNE-EN 50102. El tub o safata s'obturarà per la part superior per evitar l'entrada d'aigua i s'encastarà a la cimentació del suport. Sortirà 2,5 m per damunt del nivell del terreny. El seu diàmetre serà com a mínim 1,5 cops el diàmetre aparent de la terna de cables unipolars. Les dimensions de la safata seran de 4,5 x 1,5 cops el diàmetre d'un cable unipolar.

S'hauran d'instal·lar proteccions contra sobretensions mitjançant parallamps, els terminals de terra dels quals es connectaran directament a les pantalles metàl·liques dels cables i entre si, mitjançant una connexió com més curta possible i sense corbes pronunciades.

7.6 Suports amb aparellatge

L'aparellatge de MT se situarà en un pla vertical paral·lel a l'eix del suport, de manera que les parts en tensió quedin suficientment allunyades de les parts posades a terra, i estiguin situades per evitar que les aus s'hi posin.

L'altura mínima respecte al terra a la qual ha d'estar qualsevol part en tensió dels elements de maniobra serà de 7 m.

L'accionament es farà per palanca o per comandament a distància, a una alçada compresa entre 3 i 4 m del terra, i es muntarà una plataforma aïllada i equipada amb una barana.

A efectes de seguretat, els suports amb aparellatge disposaran d'una instal·lació de posada a terra, segons s'ha descrit a l'apartat 5.6, així com d'avertències de risc elèctric amb l'objectiu d'avisar del risc de pujar al suport i accedir a zones en tensió perilloses.

Els diferents tipus d'aparellatge utilitzats en els suports de línies de MT són:

7.6.1 Interruptor Seccionador (IS)

7.6.1.1 Interruptor Seccionador de pols independents

L'interruptor seccionador de pols independents s'instal·larà en suports de gelosia. Cadascun dels pols de l'interruptor estarà situat a l'extrem d'una de les semicreuetes de l'armat, ja sigui en disposició a portell o en doble circuit.

Els pols de l'interruptor quedaran en posició invertida per evitar que les aus s'hi posin. L'accionament s'efectuarà des d'una timoneria comuna per a les tres fases.

7.6.1.2 Interruptor Seccionador de tall en SF₆

L'interruptor seccionador de tall en SF₆ s'instal·larà en suports de gelosia i de formigó, situat en el cap del suport. El comandament serà mitjançant timoneria.

7.6.2 Reconnectador automàtic

El reconnectador automàtic s'instal·larà en suports de gelosia.

El reconnectador automàtic anirà proveït de protecció contra sobretensions tant a l'entrada com a la sortida. Per a l'alimentació del sistema d'accionament portarà un transformador connectat entre fases. Els elements abans indicats formaran un conjunt que es muntarà per sota de l'ancoratge inferior de la línia.

L'armari de control s'instal·larà a una altura d'uns 4 m del terra. Per accedir-hi es disposarà d'un banquet aïllant amb barana.

7.6.3 Fusibles i seccionalitzadors

Tant els fusibles d'expulsió com els seccionalitzadors es muntaran en tres bases portafusibles independents.

Si el seccionalitzador és trifàsic, el seu muntatge tindrà la disposició indicada per als seccionadors tripolars de tall trifàsic simultani.

7.7 Senyalització

Cada suport es marcarà amb el número que li correspongui, d'acord amb el criteri i sistema de numeració establerts per l'empresa distribuïdora. Les plaques d'identificació portaran l'anagrama de l'empresa i estaran situades a 3 m d'altura respecte del terra.

Els suports portaran una senyal triangular distintiva del risc elèctric en una de les seves cares, segons les dimensions i colors que s'especifiquen a la recomanació AMYS 1.410, model CE-14 amb un rètol addicional *Alta tensió. Risc elèctric*.

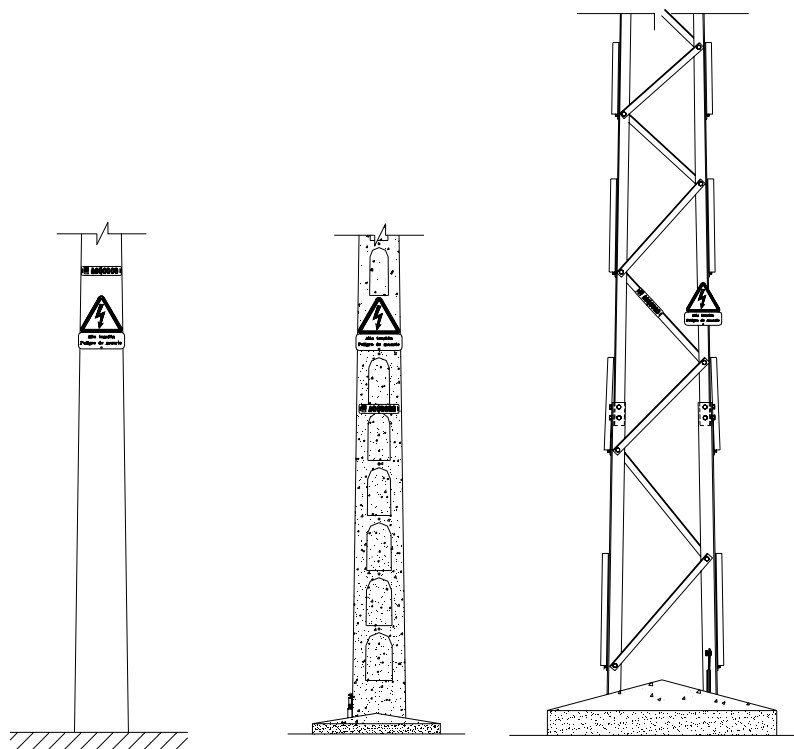


Fig.14. Numeració i senyalització

8 NORMES DE REFERÈNCIA

| | |
|---------------------------|--|
| CEI 1238-1 | Conecteurs sertis et à serrage mécanique pour cables d'énergie à âmes en cuivre ou en aluminium. |
| UNE-EN 50102 | Graus de protecció proporcionats pels embolcalls de materials elèctrics contra els impactes mecànics externs (Codi IK). |
| UNE-EN 60099 | Parallamps d'òxids metàl·lics. |
| UNE-EN 60129 | Seccionadors de corrent altern per Alta Tensió y seccionadors de posada a terra. |
| UNE-EN 60265 | Interruptors i interruptors automàtics. |
| UNE-EN 62271-102 | Seccionalitzadors. |
| UNE 21018 | Normalització de conductors nus a base de alumini, per a línies elèctriques aèries. |
| UNE 21021 | Peces de connexió per a línies elèctriques fins a 72,5 kV. |
| UNE 21056 | Elèctrodes de posada a terra. Piques cilíndriques acoblables d'acer-coure. |
| UNE 21080 | Pals de formigó armat no pretensat. Fabricació i assaigs. |
| UNE 21120 | Tallacircuits fusibles limitadors de corrent per a alta tensió. |
| UNE 2302-441 | Vocabulari electrotècnic. Aparamenta i fusibles. |
| UNE 21909 | Aïlladors compostos destinats a les línies aèries de corrent alterna de tensió nominal superior a 1000 V. Definicions, mètodes d'assaig i criteris d'acceptació. |
| UNE 50182 | Conductors per a línies elèctriques aèries. Conductors de filferros rodons cablejats en capes concèntriques. |
| AMYS 1.4-10 | Plaques de senyalització de seguretat relacionades amb l'electricitat. Tipus normalitzats i ús. |
| GE ADZ001 | Criteris de disseny de línies aèries de MT |
| GE AND001 | Suports de perfils metàl·lics per a línies elèctriques fins a 30 kV. |
| GE AND002 | Pals de formigó armat vibrat. |
| GE AND004 | Suports de xapa metàl·lica per a línies elèctriques fins a 36 kV. |
| GE AND009 | Ferratges i accessoris per a conductors nus en línies MT. |
| GE AND010 | Conductors nus per a línies aèries fins a 36 kV. |
| GE AND012 | Aïlladors compostos per a línies aèries de MT. |
| GE AND014 | Braços aïllants de compostos per a línies aèries de MT. |
| GE NNZ035 | Piques cilíndriques per posada a terra. |